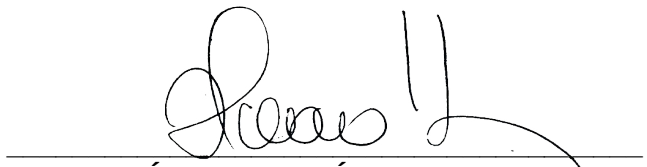
ESTUDIO DE SUELOS

INSTITUCIÓN EDUCATIVA LOS LAURELES VEREDA LOS LAURELES DEL CORREGIMIENTO EL CENTRO DEL DISTRITO DE BARRANCABERMEJA DEPARTAMENTO DE SANTANDER

ELABORADO POR:



Ing. HERNÁN DAVID FLÓREZ OLIVARES, Msc.
MAT. No. 25202-31164 de Cundinamarca

BARRANCABERMEJA – SANTANDER
ENERO DE 2025

TABLA DE CONTENIDO

1 GENERALIDADES 6

1.1 Introducción 6
1.2 Localización 6
1.3 Objetivos 7
1.4 Alcance 7
1.5 Metodología 7
1.6 Geología 8
1.6.1 Descripción litológica 8
1.7 Descripción del proyecto 10

2 EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO Y TRABAJO DE CAMPO 12

2.1 Perforación y ensayos de campo 12
2.2 Muestreo y pruebas de campo 16

3 ENSAYOS DE LABORATORIO 19

3.1 Propiedades índices del terreno 19
3.2 Perfil estratigráfico 20
3.3 Nivel freático 23
3.4 Clasificación de los Perfiles de Suelo Según la NSR-10 23

4 ANALISIS DE AMENZAS SISMICA 24

4.1 Sismicidad 24
4.1.1 Zona de amenaza sísmica 24
4.1.2 Espectro de diseño 24
4.1.3 Tipo de perfil de suelo por efecto local 24
4.1.4 Factores de amplificación 24

5 ANÁLISIS GEOTÉCNICO DE CIMENTACIÓN DE LAS DIFERENTES ESTRUCTURAS 25

5.1 Zonificación del predio. 25
5.2 Perfil de diseño y parámetros geomecánicos de los suelos 27
5.2.1 perfil de diseño zona 1 (sondeo 2 y sondeo 5) área administrativa de dos niveles 27
5.2.2 perfil de diseño zona 2 (sondeo 1 y sondeo 3) y parámetros geomecánicos área bloque de dos niveles aulas de clases. 29
5.2.3 perfil de diseño zona 3 (sondeo 3 y sondeo 4) y parámetros geomecánicos área polideportiva y parqueaderos 31
5.3 Condiciones especiales del subsuelo 33
5.3.1 Análisis por licuación. 33
5.3.2 Potencial de expansión de suelos 35

5.4 Tipo y nivel de cimentación de cada estructura 36
5.2.1. Tipo de cimentación. 37
5.2.2. Nivel de cimentación 37
5.5 Análisis de capacidad portante por estado límite último y por servicio para cada cimentación 43
5.5.1 Expresión para el cálculo del esfuerzo límite último básico 43
5.5.2 Capacidad portante por estado límite último.. 44
5.5.3 Capacidad portante por Estado límite de servicio 45
5.6 Estimación de capacidades de carga y asentamientos de estructuras 46
5.6.1 Estimación de capacidad de carga y asentamientos 47

6 RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 54

6.1 Exploración del subsuelo y ensayos de laboratorio 54
6.2 Tipo y nivel de las cimentaciones del proyecto. 54
6.2.1 Cimentación tipo zapatas aisladas zona 1 área administrativa de dos niveles y zona 2 área de aulas de clases de dos niveles 54
6.2.2 Losa de concreto zona 3 para polideportiva y parqueadero 56
6.3 Recomendaciones estructurales y sísmicas 57
6.4 Recomendaciones generales y limitaciones 57

7 BIBLIOGRAFÍA 59

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Profundidad de sondeos, apique y sus coordenadas 2025. 13
Tabla 2. Profundidad de sondeos y sus coordenadas 2022. 13
Tabla 3. Cuadro resumen sondeos 1, 2 y 3. 17
Tabla 4. Cuadro resumen sondeos 4 y 5. 17
Tabla 5. Propiedades índices de los sondeos. 19
Tabla 6. Guía para la Clasificación de los Perfiles de Suelo 23
Tabla 7. Propiedades índice y geomecánicas de los suelos de la zona 1. 28
Tabla 8. Propiedades índice y geomecánicas de los suelos de la zona 2. 30
Tabla 9. Propiedades índices y parámetros geomecánicos zona 3. 32
Tabla 10. Análisis de licuación zona 3 área de polideportiva y parqueadero. 34
Tabla 11. Análisis del potencial de expansión para la zona 1 área administrativa. 35
Tabla 12. Análisis del potencial de expansión para la zona 2 aulas de clases. 35
Tabla 13. Análisis del potencial de expansión para la zona 3 área polideportiva y parqueaderos. 36
Tabla 14. Espesor mínimo para losas de concreto. 40
Tabla 15. Clasificación de los pisos según MEPB. 40

Tabla 16. Espesores mínimos constructivos recomendados para diferentes materiales de base y subbase... 41
Tabla 17. Equivalencia entre diversos materiales para base y subbase ... 41
Tabla 18. Factores de seguridad Indirectos FSICP Mínimo ... 44
Tabla 19. Factores de seguridad Básicos Mínimos Directos. ... 45
Tabla 20. Valores Máximos de asentamiento diferenciales. ... 46
Tabla 21. Asentamientos diferenciales según dimensiones de la zapata. ... 48
Tabla 22. Capacidad de carga admisible Vs Ancho de cimentación B (m). Para la zona 1 ... 48
Tabla 23. Asentamientos diferenciales según dimensiones de la zapata. ... 50
Tabla 24. Capacidad de carga admisible Vs Ancho de cimentación B (m). Para la zona 2. ... 51

LISTA DE IMAGENES

Imagen 1. Localización del proyecto. ... 6
Imagen 2. Aspectos sedimentológicos del miembro inferior de la Formación Mesa (N2Q1-smc): Izquierda conglomerado de guijos en matriz areno-lodosa gris, derecha matriz fresca, con gravas duras cuarzosas y lodosas pardas a violáceas. ... 8
Imagen 3. Localización sondeos en planta. ... 14
Imagen 4. Perforaciones realizadas en la exploración geotécnica 2025. ... 15
Imagen 5. Toma de muestra de suelo sondeo 1 muestra 7 ... 16

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Geología local del proyecto. ... 10
Figura 2. Propuesta nuevo institución educativa Los Laureles. ... 11
Figura 3. Registro de perforación sondeo 1. ... 20
Figura 4. Registro de perforación sondeo 2. ... 21
Figura 5. Registro de perforación sondeo 3. ... 21
Figura 6. Registro de perforación sondeo 4. ... 22
Figura 7. Registro de perforación sondeo 5. ... 22
Figura 8. Zonificación del proyecto ... 26
Figura 9. Esquema del Perfil de diseño adoptado para la zona 1. ... 27
Figura 10. Esquema características geomecánicas del suelo en la zona 1. ... 28
Figura 11. Perfil de diseño adoptado para la zona 2. ... 29
Figura 12. Esquema características geomecánicas del suelo en la zona 2. ... 30
Figura 13. Perfil de diseño adoptado para la zona 3. ... 31
Figura 14. Esquema de las características geomecánicas del suelo de la zona 3. ... 32

Figura 15. Propuesta de cimentación área administrativa de dos niveles. 37
Figura 16. Propuesta de cimentación área aulas de clases de dos niveles. 38
Figura 17. Tipo de tráfico especificado en el MEPB. 39
Figura 18. Propuesta losa de concreto área de parqueadero. 42
Figura 19. Propuesta losa de concreto área polideportiva. 43
Figura 20. Asentamiento para la carga admisible para la zona 1 47
Figura 21. Capacidad de carga admisible por estado límite y servicio para la zona 1. 48
Figura 22. Modelamiento zapata aislada zona 1. 49
Figura 23. Asentamiento para la carga admisible para la zona 2. 50
Figura 24. Capacidad de carga admisible por estado límite y servicio para la zona 2. 51
Figura 25. Modelamiento zapata aislada zona 2. 52
Figura 26. Propuesta de cimentación zapata aislada área administrativa de dos niveles zona 1. 55
Figura 27. Propuesta de cimentación zapata aislada área aulas de clases de dos niveles zona 2 55
Figura 28. Propuesta de losa de concreto polideportivo. 56
Figura 29. Propuesta losa de concreto parqueadero. 57

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. LOCALIZACION DE SONDEOS.
ANEXO 2. ENSAYOS DE LABORATORIO.
ANEXO 3. REGISTRO DE PERFORACION.
ANEXO 4. PARAMETROS GEOMECANICOS.
ANEXO 4.1. PARAMETROS GEOMECANICOS DEL PERFIL DE DISEÑO ZONA 1
ANEXO 4.2. PARAMETROS GEOMECANICO DEL PERFIL DE DISEÑO ZONA 2
ANEXO 4.3 PARAMETROS GEOMECANICO DEL PERFIL DE DISEÑO ZONA 3
ANEXO 5. MEMORIA DE CALCULO.
ANEXO 5.1. MEMORIA DE CALCULA ZONA 1
ANEXO 5.2 MEMORIA DE CALCULO ZONA 2

1 GENERALIDADES

1.1 Introducción

INGECONSULTA S.A.S. se encargó de realizar para la firma **UT DIPROB LAURELES** el estudio de suelos para la institución educativa Los Laureles del corregimiento los laureles del distrito de Barrancabermeja.

El propósito principal del estudio es establecer las características geomecánicas del suelo, y con ellas recomendar únicamente el tipo de cimentación de las nuevas edificaciones que se proyectan construir.

Este informe, inicialmente presenta generalidades del área de intervención, posteriormente trabajos ejecutados en campo y ensayos de laboratorio. Con base en estos trabajos, se examinan las diferentes condiciones de los estratos que conforman el subsuelo del sitio de interés y se procede a efectuar los análisis geotécnicos para determinar la estructura de soporte más conveniente para el proyecto.

1.2 Localización

El predio específico para el que se realizó el estudio de suelos se encuentra ubicado en la vereda Los Laureles del corregimiento El Centro del distrito de Barrancabermeja - Santander. En la **Imagen 1** se aprecia la ubicación del proyecto en una imagen satelital.

Imagen 1. Localización del proyecto.



Fuente: Google earth.

1.3 Objetivos

Los objetivos de este estudio son los siguientes:

- Conocer, caracterizar y determinar el perfil estratigráfico del subsuelo y las propiedades geomecánicas.
- Localizar niveles freáticos o filtraciones de agua que puedan generar problemas durante el proceso de excavación y la disminución de las propiedades geomecánicas del suelo.
- Determinar el perfil estratigráfico del sitio del proyecto y las características físicas y mecánicas de los suelos que conforman los diferentes estratos.
- Definir la estructura de apoyo y capacidad portante para la cual que se quiere proyectar el estudio.

1.4 Alcance

Este proyecto se centra en los estudios de suelo preliminares para las nueva infraestructura y cimentaciones que llevará la institución educativa, por ende, este informe se dirige a suministrar recomendaciones geotécnicas únicamente para las estructuras de las edificaciones, cancha polideportiva y parqueadero previstas en los suelos y soporte basadas en parámetros geomecánicos obtenidos de ensayos de campo y análisis ingenieriles.

1.5 Metodología

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

1. Recopilación y evaluación de información cartográfica y geológica existente y disponible de las características del área de proyecto.
2. Trabajos de Campo correspondientes al estudio de suelo y los respectivos ensayos de Laboratorio. Con el objeto de conocer las propiedades geomecánicas del suelo y el perfil estratigráfico, se realizaron sondeos de los cuales se les realizó ensayos de laboratorio, para caracterizar el suelo.
3. Análisis e interpretación de la información recolectada. Con base a los resultados arrojados, se procede a desarrollar los cálculos correspondientes y el análisis para determinar las recomendaciones geotécnicas del área de estudio.
4. Informe final. Se dará a conocer las conclusiones y recomendaciones geotécnicas detalladas para el sitio de estudio.

1.6 Geología

El casco urbano de Barrancabermeja aflora en forma dominante rocas sedimentarias detríticas o siliciclásticas del Neógeno, representadas por estratos de la **Formación Mesa (TQpm)**, así como depósitos del periodo Cuaternario integrados por sedimentos aluviales recientes (Qar). Porta, 1966 (en: De Porta, 1974) señala que los depósitos del Terciario, en el Valle Medio del Magdalena, corresponden a depósitos de dominio continental y eminentemente detríticos.

Según Flórez y Reyes, La Formación Mesa está representada y subdividida a nivel local por dos miembros importantes: uno inferior N2Q1-smc (Formación Mesa Conglomerados) conformado por conglomerados, guijarros y areniscas en matriz areno granulosa de color gris a rojiza; y otro miembro superior N2Q1-sml (Formación Mesa, Lodolitas y areniscas), conformado por lodolitas meteorizadas y abigarradas, con capas delgadas de arenisca de grano muy grueso a fino, de color anaranjado (ver **Imagen 2**). El contacto entre estos dos miembros litoestratigráficos, es generalmente neto a gradacional, plano-paralelo.

Imagen 2. Aspectos sedimentológicos del miembro inferior de la Formación Mesa (N2Q1-smc): Izquierda conglomerado de guijos en matriz areno-lodosa gris, derecha matriz fresca, con gravas duras cuarzosas y lodosas pardas a violáceas.



Localizado en el Mapa Geológico Detallado del área Urbana de Barrancabermeja (Reyes y Flórez, 2020), el sitio en estudio se encuentra el grupo real (Tmr).

1.6.1 Descripción litológica.

Nombre y sección tipo

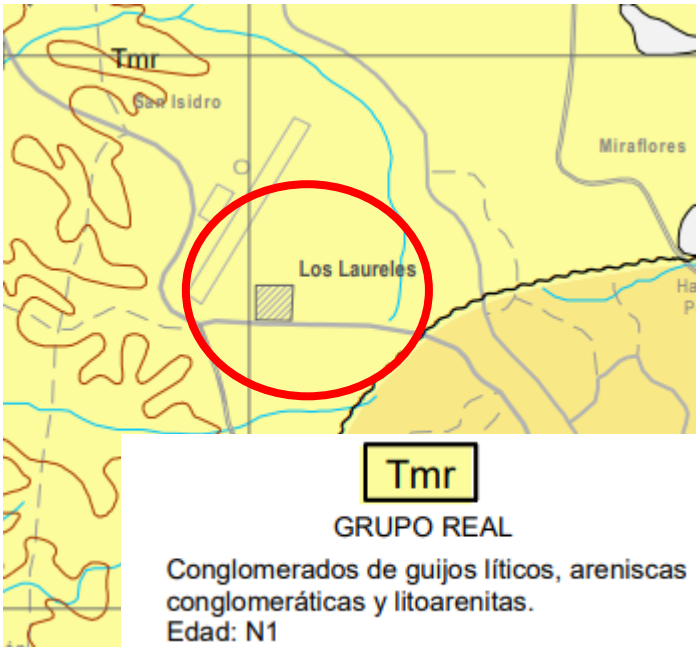
- **Grupo Real (Tmr) (N1)**

Según Hubach (1957b: 118) este nombre fue introducido por Wheeler en un informe inédito. El nombre procede de los afloramientos que se encuentran en Bandera Real, una estación de triangulación situada al norte del Río Opón, a unos 2 km al oeste de la Quebrada Real. En la sección tipo, ubicada en el área del Río Opón, esta unidad, descrita por Wheeler (1935: 36-37) con el nombre de Real Series, fue dividida en cinco formaciones que desde la base a la parte superior son: Lluvia, Chontorales shale, Hiel, Enrejado shale y Bagre. En este mismo orden la sucesión estratigráfica está formada por 30 m de conglomerados con cantos de liditas, cuarzo, fragmentos de carbón y mineral arcilloso ferruginoso. Siguen 500 m de areniscas conglomeráticas, con estratificación cruzada con intercalaciones de shales de color moteado de gris y azul (Formación Lluvia). Por encima de estas areniscas se encuentran unos 1.300 m de shales moteados de gris y rojo con areniscas en capas delgadas, con estratificación cruzada y ripple-marks (Chontorales shale). Un nuevo tramo de areniscas de 1.100 m de espesor sigue a continuación, pero contiene menor cantidad de fragmentos de carbón que la arenisca inferior. En este nivel son frecuentes los troncos carbonizados y silicificados (Formación Hiel). Continuando hacia la parte alta aparecen 500 m de shales moteados de color rojo gris, púrpura y pardo que alternan con areniscas en capas delgadas (Enrejado shale). Por último, la sucesión termina con una arenisca frecuentemente conglomerática con estratificación cruzada por un espesor de 170 m aproximados. En ésta, son abundantes las maderas carbonizadas y los restos de hojas (Formación Bagre). Debido a la estratificación entrecruzada de todos estos sedimentos, es difícil establecer el verdadero espesor de esta unidad. Sin embargo, se le ha concordado un total de 3.600 m (Morales et al., 1956: 661).
En la nomenclatura estándar propuesta por Morales et alii (1956) para el Valle Medio del Magdalena, el Grupo Real constituye un conjunto formado por conglomerados, areniscas y shales que se encuentran comprendidos entre la Formación Colorado del Grupo Chuspas en la base y el Grupo Mesa en la parte superior. En este sentido, el Grupo Real coincide con la descripción dada por Wheeler en la región del Río Opón que puede considerarse como sección tipo. Una de las características que presenta el Grupo Real es la presencia de abundante hornblenda y magnetita en varios de los niveles de areniscas. Esta abundancia de hornblenda estaría en relación con la a actividad volcánica de la Cordillera Central que se iniciaría con el Mioceno. Parece que, como ha sido señalado, la cantidad de material volcánico disminuye de sur a norte en relación con los focos volcánicos de la Cordillera Central. De esta manera en la sección de Aguas Claras en el Río Sogamoso la hornblenda es prácticamente ausente. La Colombian Soc. Petr. Geol. Geoph. (1965) (Julivert, 1968) señala que en la Concesión de Mares el tamaño del grano de los sedimentos disminuye de suroeste a noreste.

La formación está constituida principalmente por capas gruesas de areniscas conglomeráticas con fragmentos de guijos finos a medios, con estratificación

cruzada, intercaladas con capas medias a gruesas de arenitas cuarzosas tabulares con matriz arcillosa y lodolitas silíceas friables de color gris y morado. En la **Figura 1** se puede observar la localización en la plancha 119 de Barrancabermeja del Servicio Geológico Colombiano.

Figura 1. Geología local del proyecto.

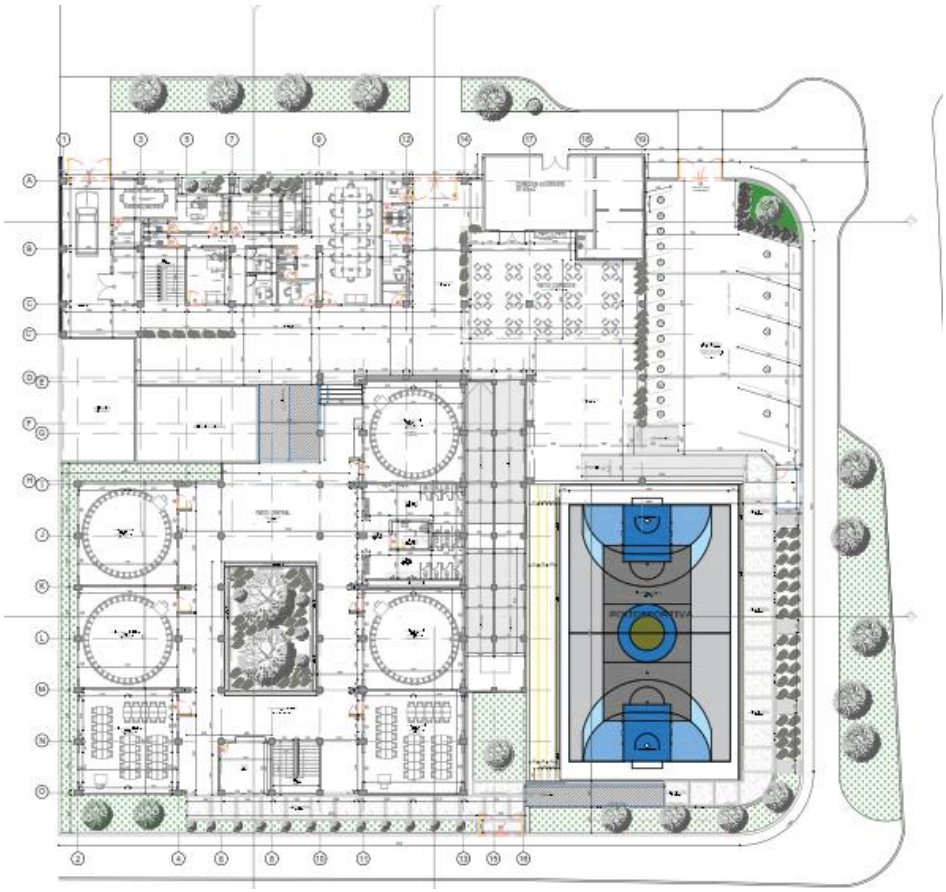


Fuente. Servicio Geológico Colombiano.

1.7 Descripción del proyecto

Este nuevo proyecto consiste en el diseño y construcción de una infraestructura educativa moderna y funcional, la cual incluirá un área administrativa de dos niveles, destinada a oficinas y espacios operativos, dos bloques académicos de dos niveles con salones de clases, una cancha polideportiva adecuada para diversas actividades deportivas, una cafetería equipada, una batería sanitaria moderna y accesible y finalmente una zona de parqueaderos (ver **Figura 2**).

Figura 2. Propuesta nuevo institución educativa Los Laureles.



. Fuente. UT DIPROB LAURELES.

2 EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO Y TRABAJO DE CAMPO

En este capítulo se describen los procedimientos exploratorios en campo para proceder a ejecutar los ensayos de laboratorio y con ellos establecer el perfil estratigráfico del suelo junto con sus propiedades geomecánicas. Para la selección del número de sondeos se siguieron los lineamientos descritos en el título H de la Norma Sismo Resistente 2010.

2.1 Perforación y ensayos de campo

En esta nueva exploración geotécnica se realizaron cinco (5) sondeos empleando el tubo partido o media caña, utilizado tanto para la ejecución del ensayo de penetración estándar (SPT) como para la recolección de muestras representativas del subsuelo para cada perforación. Asimismo, se llevó a cabo un (1) apique manual a una profundidad de 1 metro, empleando herramientas como pala, barra y paladraga, con el propósito de complementar la caracterización del terreno superficial y además obtener una muestra inalterada de CBR para conocer la capacidad de soporte de la subrasante.

Adicionalmente, se consideraron los datos provenientes de seis (6) perforaciones realizadas en 2022 por la firma INGECONSULTA, cuyos resultados se encuentran documentados en el informe titulado *"Estudio de suelos para el proyecto construcción de centro educativo vereda Los Laureles 2022"*. Esta información fue integrada al análisis actual para ofrecer una visión más completa y detallada de las condiciones geotécnicas del terreno.

Las perforaciones se ubicaron de tal forma que se pudiese conocer de la mejor manera posible el perfil estratigráfico del subsuelo. Para la profundidad final de los sondeos se consideró el artículo H.3.2.5 de la NSR 10, que dice que al menos el 50% de los sondeos deben alcanzar la profundidad mínima exigida.

En la **Tabla 1** se presenta un resumen con la profundidad de los sondeos y las coordenadas de su ubicación para los sondeos realizados en el presente año 2025, mientras que en la **tabla 2** se presenta la profundidad de sondeos y coordenadas de los sondeos realizados en el año 2022.

Tabla 1. Profundidad de sondeos, apique y sus coordenadas 2025.

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	COORDENADAS
S1-25	6,25	7° 1'6.73"N- 73°48'19.50"O
S2-25	6,45	7° 1'7.32"N- 73°48'18.49"O
S3-25	6,30	7° 1'6.78"N- 73°48'18.97"O
S4-25	6,00	7° 1'6.82"N- 73°48'18.45"O
S5-25	6,30	7° 1'7.27"N- 73°48'19.54"O
AP1-25	1,00	7° 1'6.27"N- 73°48'19.13"O

Fuente: Autor.

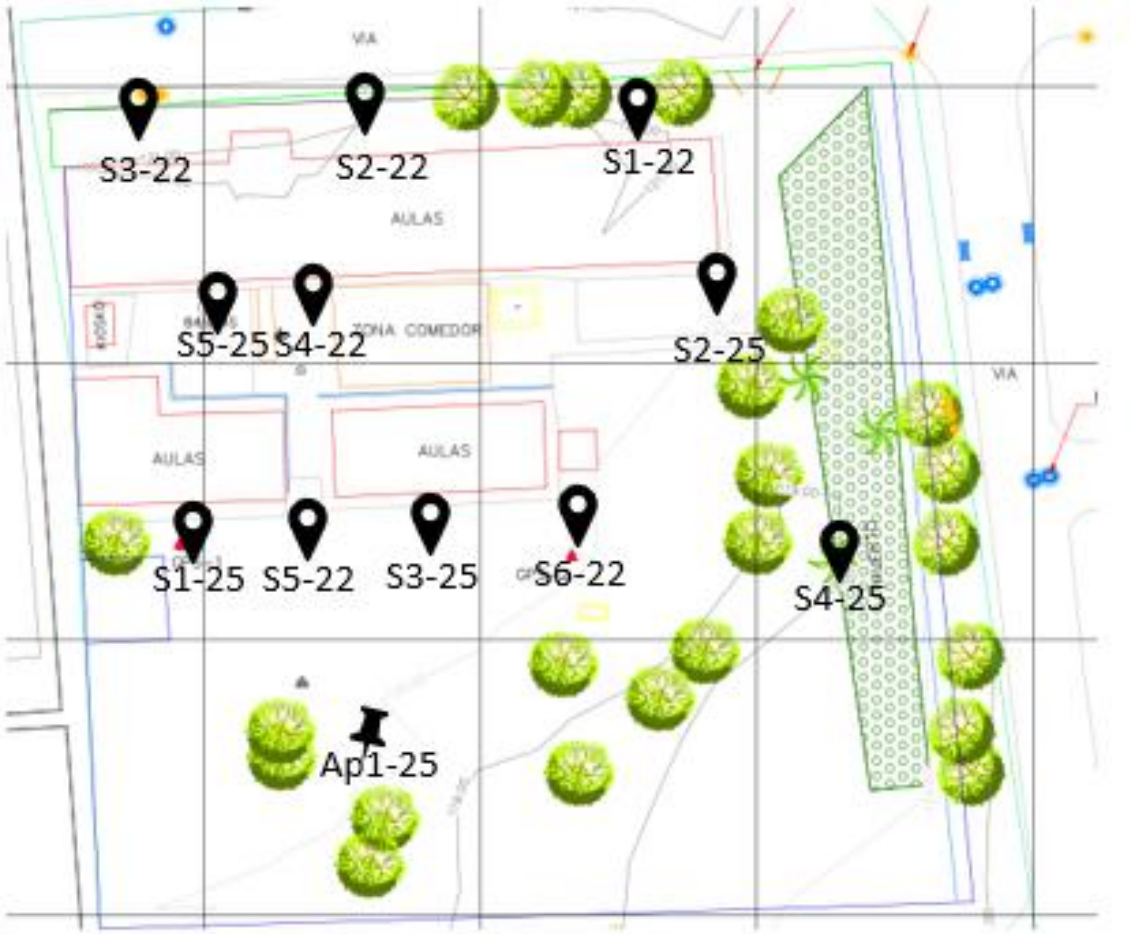
Tabla 2. Profundidad de sondeos y sus coordenadas 2022.

Sondeo	Prof. Del sondeo	Coordenadas
S1	6,30	N: 7°01'7,90" W:73°48'18,91"
S2	6,30	N: 7°01'8,02" W:73°48'19,28"
S3	6,30	N: 7°01'7,97" W:73°48'20,05"
S4	6,30	N: 7°01'7,09" W:73°48'19,20"
S5	5,40	N: 7°01'7,09" W:73°48'19,24"
S6	5,40	N: 7°01'7,04" W:73°48'19,24"

Fuente: Autor.

La **Imagen 3** presenta la vista en planta de la Institución Educativa Laureles con la localización de los sondeos en las dos campañas geotécnicas realizadas

Imagen 3. Localización sondeos en planta.



Fuente: UT DIPROB LAURELES.

A continuación, en la **Imagen 4** se evidencia el trabajo en campo ejecutado para realizar cada uno de los sondeos con una de sus respectivas muestras.

Imagen 4. Perforaciones realizadas en la exploración geotécnica 2025.



Fuente: Autor.

2.2 Muestreo y pruebas de campo

Con el objeto de caracterizar el perfil estratigráfico, se empleó para la extracción de muestras un tubo partido o media caña (ver **Imagen 5**) el cual permitía además la ejecución del ensayo de penetración estándar (SPT). Los ensayos de penetración estándar se practicaron según la norma ASTM 1586. El muestreador de media caña, permite la recolección de muestras alteradas, principalmente para ensayos de granulometría, límites de Atterberg y humedad.

Imagen 5. Toma de muestra de suelo sondeo 1 muestra 7



Fuente: Autor.

La **Tabla 3** y **Tabla 4** muestran un resumen de cada sondeo y las muestras que se recogieron contiene el tipo de muestra, la profundidad a la que se extrajo y el número N de golpes.

Terzaghi y Peck (1967) recomiendan corregir el N de campo si el suelo es un material granular saturado y el valor registrado de N es mayor de 15, haciendo:

$$N' = 15 + (N - 15) / 2$$

Tabla 3. Cuadro resumen sondeos 1, 2 y 3.

S1				S2				S3			
Ms	**Tipo**	**Profundidad (m)**	**N**	**Ms**	**Tipo**	**Profundidad (m)**	**N**	**Ms**	**Tipo**	**Profundidad (m)**	**N**
1	EXC	0,00 - 0,40	0	1	EXC	0,00 - 0,60	0	1	EXC	0,00 - 0,45	0
2	SPT	0,40 - 0,85	12	2	SPT	0,60 - 1,05	18	2	SPT	0,45 - 0,90	13
	SPT	0,85 - 1,30	15		SPT	1,05 - 1,50	17	3	SPT	0,90 - 1,35	13
3	SPT	1,30 - 1,75	18	3	SH	1,50 - 1,95	0		SPT	1,35 - 1,80	20
	SPT	1,75 - 2,20	26	4	SPT	1,95 - 2,40	12	4	SPT	1,80 - 2,25	22
4	SPT	2,20 - 2,65	23		SPT	2,40 - 2,85	20		SPT	2,25 - 2,70	14
	SPT	2,65 - 3,10	39	5	SPT	2,85 - 3,30	15	5	SPT	2,70 - 3,15	22
5	SPT	3,10 - 3,55	22		SPT	3,30 - 3,75	20		SPT	3,15 - 3,60	23
	SPT	3,55 - 4,00	37	6	SPT	3,75 - 4,20	13	6	SPT	3,60 - 4,05	27
6	SPT	4,00 - 4,45	27		SPT	4,20 - 4,65	12		SPT	4,05 - 4,50	18
	SPT	4,45 - 4,90	34	7	SPT	4,65 - 5,10	16	7	SPT	4,50 - 4,95	16
7	SPT	4,90 - 5,35	20		SPT	5,10 - 5,55	13		SPT	4,95 - 5,40	20
	SPT	5,35 - 5,80	47	8	SPT	5,55 - 6,00	15	8	SPT	5,40 - 5,85	17
8	SPT	5,80 - 6,25	40		SPT	6,00 - 6,45	15		SPT	5,85 - 6,30	26

Fuente: Autor.

Tabla 4. Cuadro resumen sondeos 4 y 5.

S4				S5			
Ms	**Tipo**	**Profundidad (m)**	**N**	**Ms**	**Tipo**	**Profundidad (m)**	**N**
1	EXC	0,00 - 0,60	0	1	EXC	0,00 - 0,45	0
2	SPT	0,60 - 1,05	5	2	SPT	0,45 - 0,90	5
	SPT	1,05 - 1,50	6		SPT	0,90 - 1,35	6
3	SPT	1,50 - 1,95	3	3	SPT	1,35 - 1,80	3
	SPT	1,95 - 2,40	21		SPT	1,80 - 2,25	21
4	SPT	2,40 - 2,85	16	4	SPT	2,25 - 2,70	16
	SPT	2,85 - 3,30	10		SPT	2,70 - 3,15	10
5	SPT	3,30 - 3,75	13	5	SPT	3,15 - 3,60	13
	SPT	3,75 - 4,20	23		SPT	3,60 - 4,05	23
6	SPT	4,20 - 4,65	13	6	SPT	4,05 - 4,50	13
	SPT	4,65 - 5,10	23		SPT	4,50 - 4,95	23
7	SPT	5,10 - 5,55	17	7	SPT	4,95 - 5,40	27
	SPT	5,55 - 6,00	16		SPT	5,40 - 5,85	26
				8	SPT	5,85 - 6,30	36

Fuente: Autor.

Para efectos de diseño, el valor de N del ensayo de Penetración Estándar tomado en campo N - o el modificado por nivel freático N' según sea el caso - se debe corregir ya que otros factores contribuyen a su variación.
Entre estos factores se encuentra la eficiencia del martinete SPT, el diámetro de la perforación el método de muestreo y la longitud de la barra (Skempton 1986; Seed y colaboradores, 1985). La práctica estándar actual es expresar el valor N para una relación energética promedio del 60% (N60) (Das, 2012) como se muestra a continuación:

$$N60 = C \cdot N$$

En esta expresión C es un coeficiente que equivale a:

$$C = C_E C_R C_S C_B$$

Donde:
C_E = Corrección por energía (eficiencia del martillo) de referencia.
C_R = Corrección por la longitud de la barra.
C_S = Corrección del muestreador.
C_B = Corrección por diámetro de la perforación.
En suelos granulares, el ensayo de Penetración Estándar SPT se afecta por la presión de sobrecarga efectiva σ'o. Por esa razón, el valor de N60 obtenido en campo ante presiones de carga efectiva diferentes se debe cambiar para que corresponda a un valor estándar de σ'o (Das, 2012). Es decir:

$$(N_1)_{60} = C_N \cdot N_{60}$$

Donde:
$(N_1)_{60}$: Valor corregido por un valor estándar de σ'_o

C_N: Factor de corrección por presión de sobrecapa, según Lyao & Whitman (1986), equivale a $(p_a/\sigma'_o)^{1/2}$. Idriss y Boulonger (2003 y 2008), recomiendan que C_N sea menor que 1.70.
p_a: Presión atmosférica. Aproximadamente igual a 100 kPa
σ'_o: Presión efectiva de sobrecapa

En el Anexo 3 se presentan los registros de perforación y en el Anexo 4 la corrección de los valores de N de campo de los perfiles estratigráficos de diseño a un valor de referencia N60 y (N1)60 según los criterios antes mencionados. Se consideró que el equipo utilizado transmite una energía del 50% de la teórica, lo cual es típico para los equipos con martillo Donuts usados en Colombia (Baban, Tharwat M, 2016).

3 ENSAYOS DE LABORATORIO

Las muestras ensayadas fueron obtenidas de la exploración de campo realizada en el predio y se utilizaron para la realización de ensayos de propiedades índice (granulometría, límite líquido, límite plástico y humedad), como también parámetros de resistencia.

3.1 Propiedades índices del terreno

Las muestras de los sondeos fueron llevadas al laboratorio en donde fueron ensayadas según las normas del Instituto Nacional de Vías INV E-123, INV E-125, INV E-126, e INV E – 148, para Análisis Granulométrico, Límite Líquido, Límite Plástico de los suelos respectivamente. Una vez identificadas las muestras típicas, se realizaron los ensayos de laboratorio y se obtuvieron las propiedades físicas del suelo.

Los formatos para la elaboración de los ensayos de laboratorio se muestran en el Anexo 2 de este informe. En la **Tabla 5**, se presenta a manera de resumen los resultados de los diferentes ensayos de laboratorio efectuados de las muestras extraídas de los sondeos realizados.

Tabla 5. Propiedades índices de los sondeos.

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)				LITOLOGIA		GRADACIÓN (%)			LIMITES DE CONSISTENCIA			
No	De		a	Prom.	Descripción	SUCS	Grava	Arena	Finos	w	L.L	L.P	I.P
1	0,40	-	1,30	0,85	Arcilla	CL	0,00	8,60	91,40	27,14	41,67	18,77	22,90
	2,20	-	3,10	2,65	Grava A	GC	40,81	36,09	23,10	14,72	32,70	21,62	11,08
	3,10	-	4,00	3,55	Arena A	SC	13,23	64,40	22,37	13,07	31,82	21,34	10,48
	4,90	-	5,80	5,35	Arena A	SC	13,15	64,29	22,56	12,58	30,37	20,94	9,43
2	1,50	-	1,95	1,73	Arena A	SC	24,85	28,57	46,58	24,21	41,95	24,73	17,22
	2,85	-	3,75	3,30	Arena A	SC	22,10	34,54	43,36	21,13	37,25	22,36	14,89
	3,75	-	4,65	4,20	Arena A	SC	11,30	62,22	26,48	11,14	26,87	20,62	6,24
	5,55	-	6,45	6,00	Arena A	SC	16,36	51,51	32,13	12,53	26,40	21,38	5,02
3	0,45	-	1,35	0,90	Arcilla	CL	5,32	15,27	79,41	23,82	36,09	19,55	16,54
	2,25	-	3,15	2,70	Arcilla	CL	2,60	23,34	74,06	16,43	40,11	20,14	19,97
	3,15	-	4,05	3,60	Arena A	SC	18,80	35,20	46,00	15,77	31,98	22,14	9,85
	5,40	-	6,30	5,85	Arena A	SC	7,32	60,08	32,61	18,73	31,22	22,59	8,63
4	1,50	-	2,40	1,95	Arena A	SC	0,00	54,14	45,86	19,88	26,58	20,56	6,02
	3,30	-	4,20	3,75	Arena A	SC	2,60	68,81	28,59	20,03	25,64	19,74	5,90

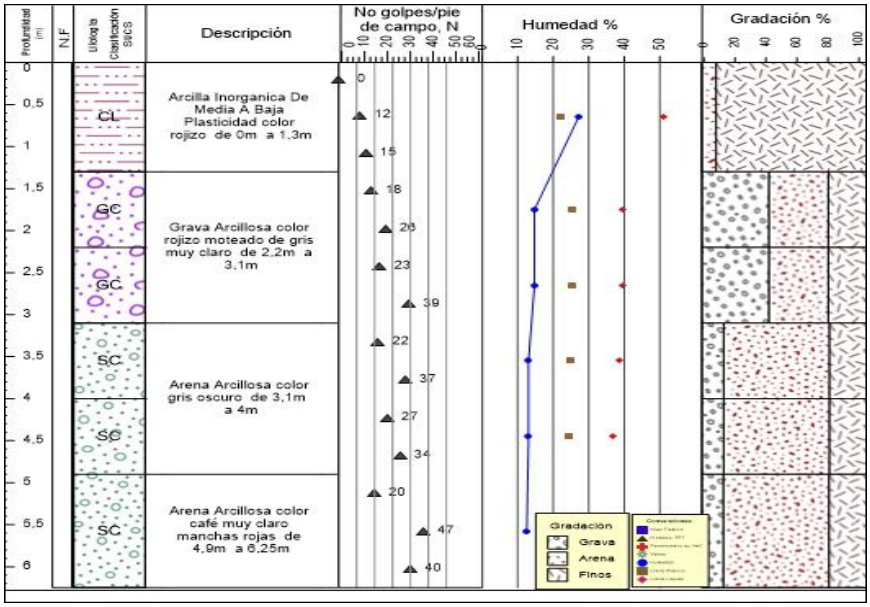
	4,20	-	5,10	4,65	Arena A	SC	21,47	50,70	27,82	19,58	31,12	22,73	8,39
	5,10	-	6,00	5,55	Arena A	SC	3,74	71,08	25,18	22,80	28,58	19,94	8,64
5	0,45	-	1,35	0,90	Arcilla	CL	0,96	44,80	54,24	18,64	34,34	18,59	15,75
	2,25	-	3,15	2,70	Arena A	SC	0,14	55,55	44,32	19,06	35,70	23,38	12,32
	4,05	-	4,95	4,50	Arena A	SC	14,59	39,78	45,64	11,38	35,42	21,61	13,82
	4,95	-	5,85	5,40	Arena A	SC	18,73	53,13	28,14	14,59	38,96	20,51	18,45

Fuente. Autor.

3.2 Perfil estratigráfico

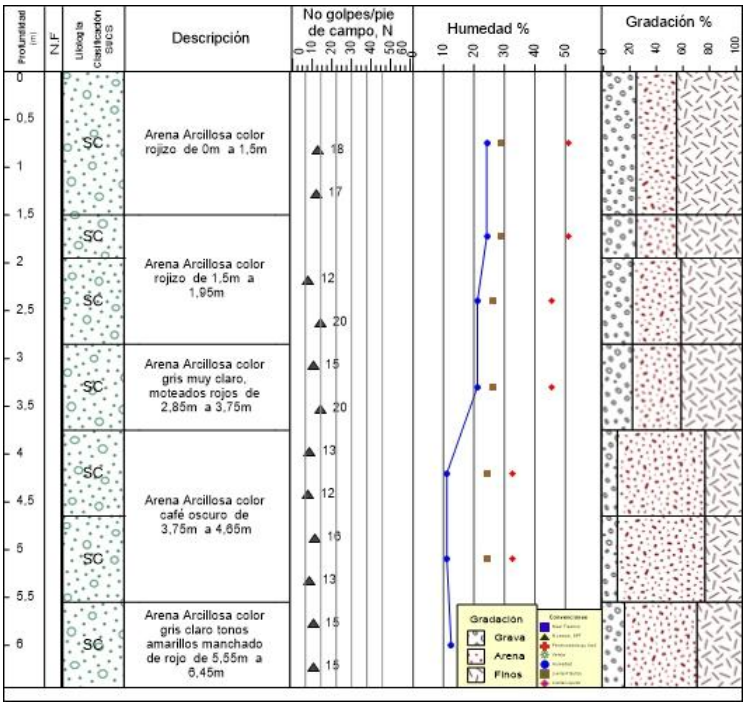
En el Anexo 3, se muestra el registro de perforación de los sondeos representado con el perfil estratigráfico, el cual muestra la profundidad de cada estrato, su litología, su clasificación en el sistema SUCS, una descripción de lo que se encontró en campo, registro del nivel freático (si existe), el ensayo que se le realizó a a cada una de las muestras y el número de golpes. A continuación, en las figuras 3 a la 7 se muestran los resúmenes estratigráficos de los sondeos realizados. Los resúmenes de perforación muestran, la profundidad de cada estrato, la profundidad del nivel freático (si se presenta), la clasificación del suelo en sistema SUCS, una breve descripción de lo encontrado en campo, el número de golpes N, porcentaje de humedad y los porcentajes de gradación.

Figura 3. Registro de perforación sondeo 1.



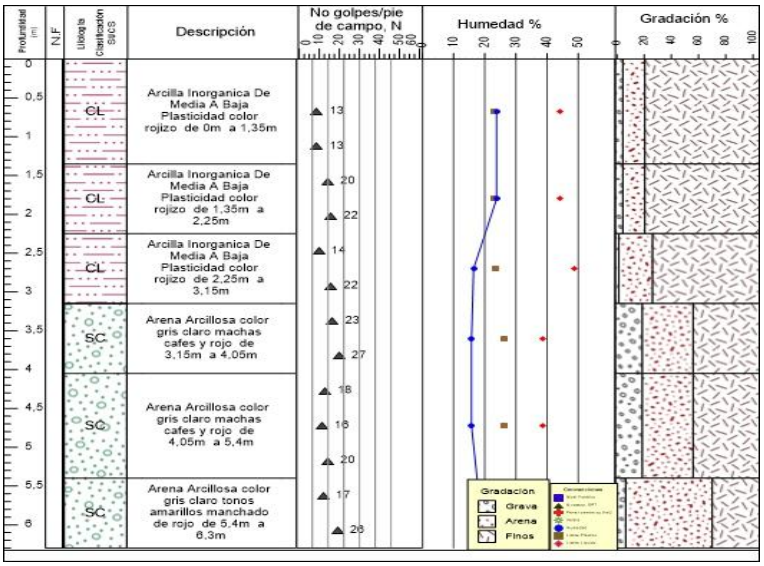
Fuente: Autor.

Figura 4. Registro de perforación sondeo 2.



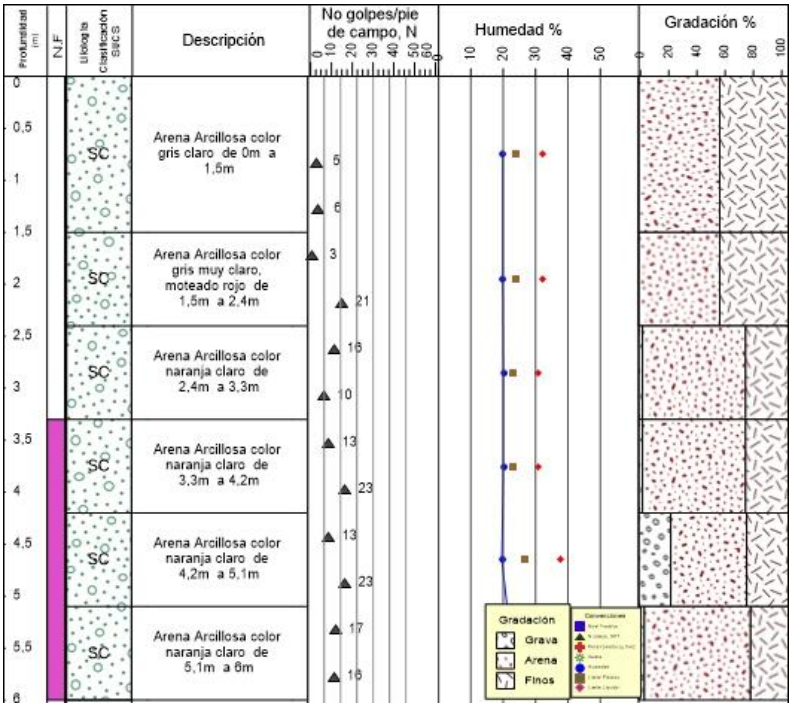
Fuente: Autor

Figura 5. Registro de perforación sondeo 3.



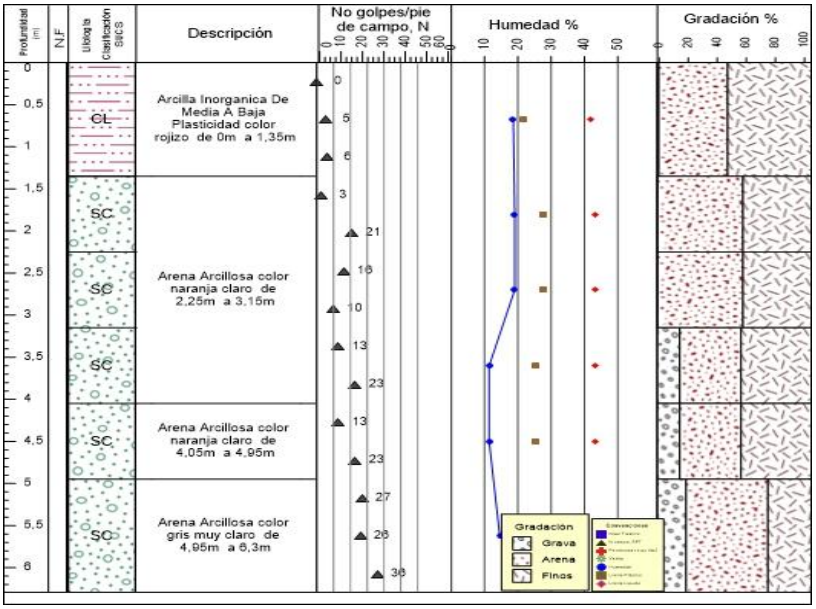
Fuente: Autor

Figura 6. Registro de perforación sondeo 4.



Fuente: Autor

Figura 7. Registro de perforación sondeo 5.



Fuente: Autor.

3.3 Nivel freático

Durante la ejecución de las perforaciones correspondientes a la campaña geotécnica del año 2025, se identificó la presencia del nivel freático en el sondeo N° 4, a una profundidad de 3.20 metros. Cabe destacar que este sondeo se llevó a cabo en la cota más baja del terreno, en el sector donde actualmente se encuentra la huerta del colegio. La detección del agua a menor profundidad en esta zona puede atribuirse a la concentración natural de escorrentías superficiales y a la posible influencia de flujos subsuperficiales convergentes, condicionados por la topografía del sitio.

3.4 Clasificación de los Perfiles de Suelo Según la NSR-10

Con base en los valores del *N* obtenidos en campo a partir del ensayo de penetración estándar (SPT) y siguiendo los criterios establecidos en la Norma NSR-10 para la clasificación de suelos, se determinó que el suelo analizado corresponde al **tipo D** (ver **Tabla 6**). Esta categoría indica suelos de rigidez media, típicamente compuestos por materiales granulares con densidad variable.

Tabla 6. Guía para la Clasificación de los Perfiles de Suelo

Clasificación de los perfiles de suelo

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$\overline{v}_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	1500 m/s > $\overline{v}_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	760 m/s> $\overline{v}_s \geq 360$ m/s
	perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$\overline{N} \geq 50$, o $\overline{s}_u \geq 100$ kPa (≈1 kgf/cm²)
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	360 m/s > $\overline{v}_s \geq 180$ m/s
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	50 > $\overline{N} \geq 15$, o 100 kPa (≈1 kgf/cm²) > $\overline{s}_u \geq 50$ kPa (≈0.5 kgf/cm²)
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	180 m/s > $\overline{v}_s$
	perfil que contiene un espesor total **H** mayor de 3 m de arcillas blandas	**IP** > 20 **w** ≥ 40% 50 kPa (≈0.50 kgf/cm²) > $\overline{s}_u$
F	Los perfiles de suelo tipo **F** requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases: F_1 — Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. F_2 — Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (**H** > 3 m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). F_3 — Arcillas de muy alta plasticidad (**H** > 7.5 m con Índice de Plasticidad **IP** > 75) F_4 — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (**H** > 36 m)	

Fuente: NSR-10, 2010.

4 ANALISIS DE AMENZAS SISMICA

4.1 Sismicidad

4.1.1 Zona de amenaza sísmica según el reglamento Colombiano de construcción sismo resistente, nsr-10. El predio de la institución que se pretende construir cuenta con el mismo tipo de suelo del distrito de Barrancabermeja, que se localiza dentro de la región 3 y corresponde a una zona de amenaza sísmica intermedia.

4.1.2 Espectro de diseño. La NSR 10, definió un espectro elástico de diseño para una probabilidad de excedencia del 10 % en un lapso de 50 años de vida útil, lo que corresponde a un periodo aproximado de retorno de 475 años y para un coeficiente de amortiguamiento crítico del 5%.

A continuación, se relacionan los diferentes coeficientes que se requieren para definir los espectros de diseño de aceleración, velocidad y desplazamiento:

- Coeficiente de aceleración horizontal pico efectiva esperado (Aa) = 0.15.
- Coeficiente de velocidad horizontal pico efectiva (Av) = 0.15.
- Coeficiente de aceleración pico efectiva reducida (Ae) = 0.06.
- Coeficiente de aceleración pico efectiva para el umbral de daño (Ad) = 0.04.
- Coeficiente de aceleración pico efectiva para el umbral de daño (Ad) = 0.08.

4.1.3 Tipo de perfil de suelo por efecto local. Para el sitio, con base en la geología local se recomienda adoptar un perfil de suelo por efecto local el Tipo D.

4.1.4 Factores de amplificación. Los factores de amplificación del espectro por efectos de sitio en la zona de periodo corto e intermedio debido a los efectos de sitio Fa y Fv se pueden tomar para el Perfil D como Fa=1.50 y Fv =2.20.

5 ANÁLISIS GEOTÉCNICO DE CIMENTACIÓN DE LAS DIFERENTES ESTRUCTURAS

5.1 Zonificación del predio.

Con base en la ubicación de las perforaciones realizadas y considerando las estructuras proyectadas para la construcción (área de administrativa, área salones de clases, área polideportiva y área de parqueadero), se definieron tres zonas de estudio específicas. Estas zonas fueron seleccionadas con el objetivo de recopilar información geotécnica detallada y representativa, que permitiera caracterizar con precisión las propiedades del suelo dentro del área de intervención. A continuación, se describen algunas características de estas nuevas adecuaciones:

Zona 1: Área Administrativa (Dos Niveles)

Este bloque estará destinado a la gestión y operación institucional, distribuyéndose de la siguiente manera:

- Primer nivel: Contará con una sala de juntas**,** rectoría**,** archivo**,** cafetín, secretaría**,** sala de espera y una sala de profesores.
- Segundo nivel**:** Se integrarán espacios dedicados al aprendizaje y la innovación, tales como una sala de informática**,** laboratorio**,** salón de coworking**,** zona de trabajo**,** zona de lectura, y otros espacios complementarios diseñados para fomentar la investigación y la colaboración académica.

Zona 2: Bloques de Salones de Clases (Dos Niveles)

Esta área estará conformada por bloques de aulas académicas de 66,65 m² cada una, diseñadas para albergar hasta 41 estudiantes por salón. La distribución en dos niveles optimiza el uso del espacio, asegurando condiciones de iluminación, ventilación y accesibilidad adecuadas para el proceso educativo.

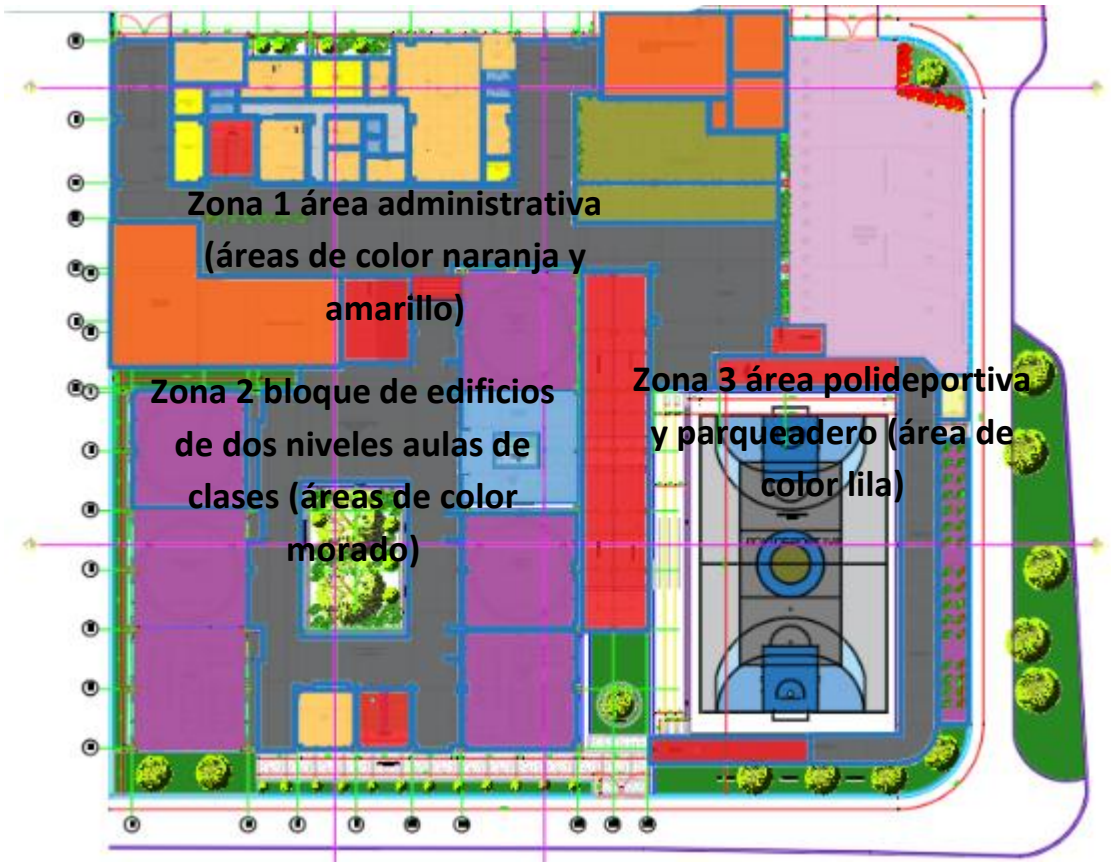
Zona 3: Área Polideportiva y Parqueadero

- Polideportivo**:** Diseñado para la práctica de múltiples disciplinas, contará con las dimensiones y especificaciones requeridas para deportes como microfútbol, voleibol y baloncesto.
- Parqueadero**:** Tendrá una superficie total de 265,79 m²**,** con capacidad para 5 vehículos y 20 motocicletas, garantizando soluciones de movilidad y estacionamiento dentro de la institución.

La zonificación del terreno como se presenta en la **Figura 8** responde a la necesidad de optimizar el análisis del subsuelo y garantizar que las nuevas

mejoras de infraestructura del colegio se diseñen y construyan con base en parámetros confiables, minimizando riesgos geotécnicos como asentamientos diferenciales, inestabilidades o fallas en el terreno

Figura 8. Zonificación del proyecto



Fuente: UT DIPROB.2025.

Una vez definidas las zonas de estudio y ejecutados los sondeos representativos correspondientes, se elaboraron los perfiles de diseño geotécnico para cada uno de los mejoramientos de la infraestructura del colegio. Estos perfiles se construyeron con base en la información obtenida de los sondeos, la cual permitió identificar las características estratigráficas y los parámetros geomecánicos del subsuelo en cada zona.

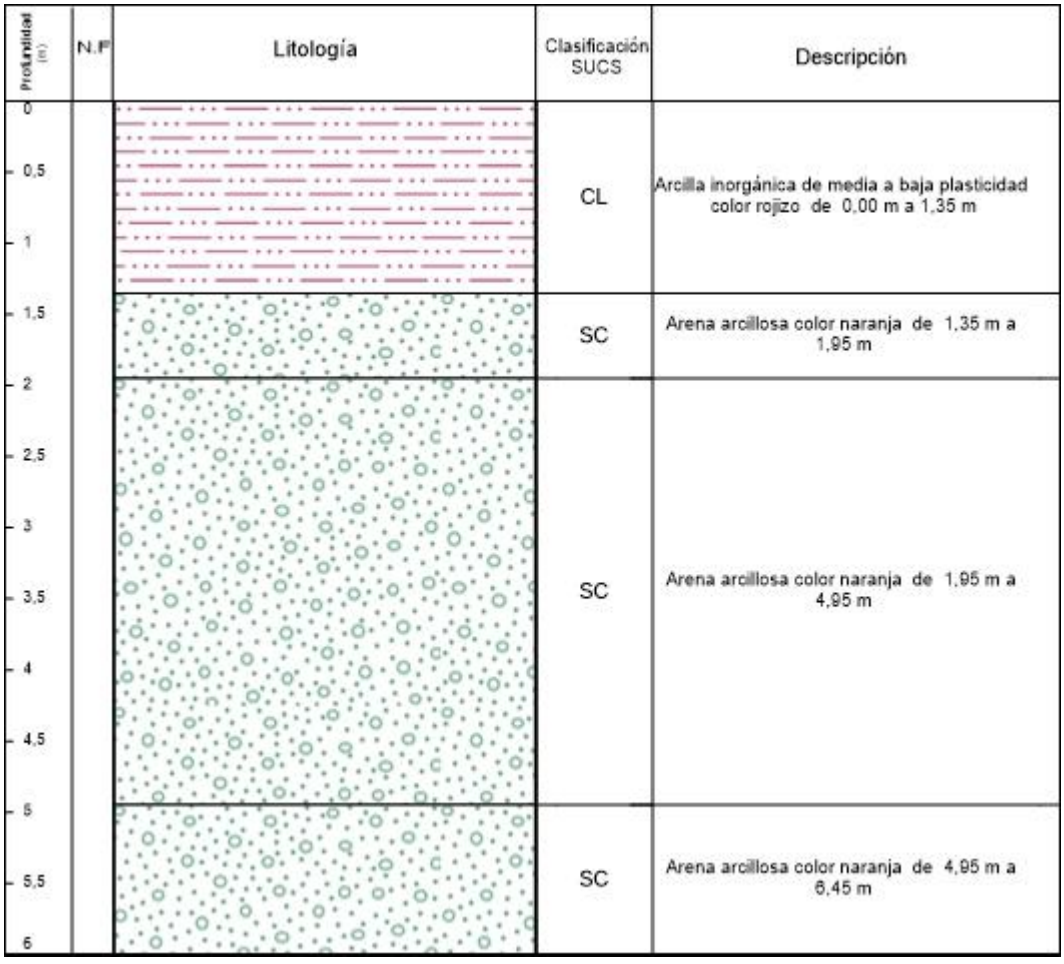
Los perfiles de diseño incluyen la distribución y composición de los estratos del suelo, así como los parámetros fundamentales para el análisis geotécnico. A continuación, se presenta el perfil de diseño y los parámetros geomecánicos de los suelos para cada una de las zonas.

5.2 Perfil de diseño y parámetros geomecánicos de los suelos

Para el análisis de la capacidad última por corte y asentamientos, se consideró en base a los resultados de campo y laboratorio y las estructuras que se pretende construir en el predio. Se presenta a continuación cada uno de los perfiles estratigráficos promedio para cada zona establecida

5.2.1 perfil de diseño zona 1 (sondeo 2 y sondeo 5) área administrativa de dos niveles

Figura 9. Esquema del Perfil de diseño adoptado para la zona 1.



Fuente: Autor.

Los parámetros geomecánicos correspondientes a la Zona 1, ubicada en el área administrativa determinada, se detallan en la **Tabla 7.** Estos parámetros incluyen propiedades relevantes del suelo, como la resistencia al esfuerzo cortante, ángulo de fricción, cohesión, módulo de elasticidad y otros.

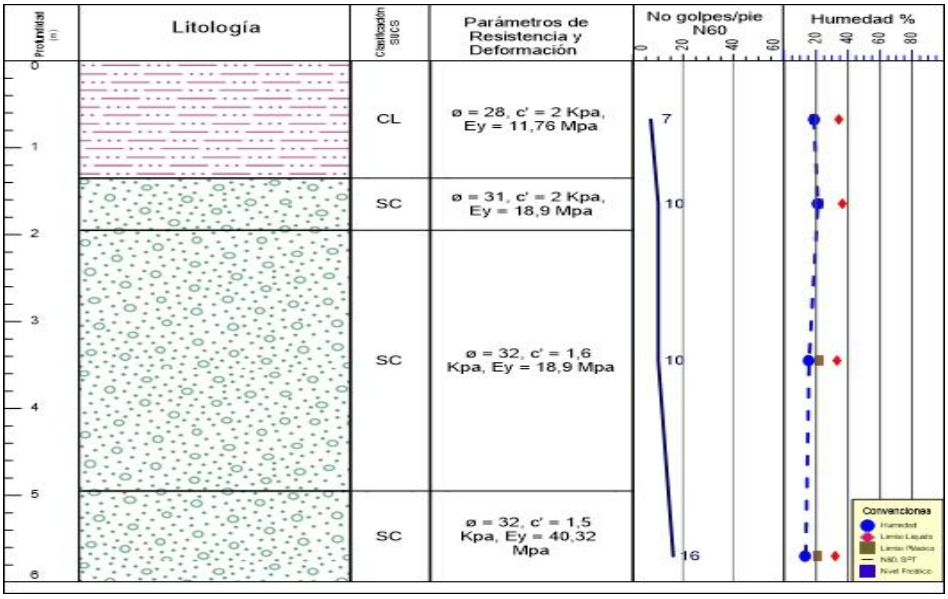
Adicionalmente, en la **Figura 10** se presenta un esquema representativo que resume las características geomecánicas de la zona, proporcionando una visión clara de la estratigrafía, las propiedades del suelo y los estratos portantes identificados.

Tabla 7. Propiedades índice y geomecánicas de los suelos de la zona 1.

Descripción Estrato	N(60)	Humedad	Límite	Índice	%	Peso	Ángulo de fricción	Cohesión	Módulo de elasticidad	Modulo edometrico
	Golpes/pie	w	líquido L.L	Plástico I.P	FINOS	Húmedo				
		%	%	%		KN/m3	ϕ	c´	Ey(Mpa)	Ed (Mpa)
Arcilla inorgánica de media a baja plasticidad color rojizo de 0,00 m a 1,35 m	7	18,64	34,34	15,75	54,24	16,80	28,00	2,00	11,76	13,07
Arena arcillosa color naranja de 1,35 m a 1,95 m	10	21,13	37,25	14,89	43,36	18,00	31,00	2,00	18,90	30,33
Arena arcillosa color naranja de 1,95 m a 4,95 m	10	15,68	33,81	11,82	39,95	18,00	30,00	1,60	18,90	30,33
Arena arcillosa color naranja de 4,95 m a 6,45 m	16	13,56	32,68	11,74	30,14	19,11	31,00	1,50	40,32	64,71

Fuente: Autor.

Figura 10. Esquema características geomecánicas del suelo en la zona 1.

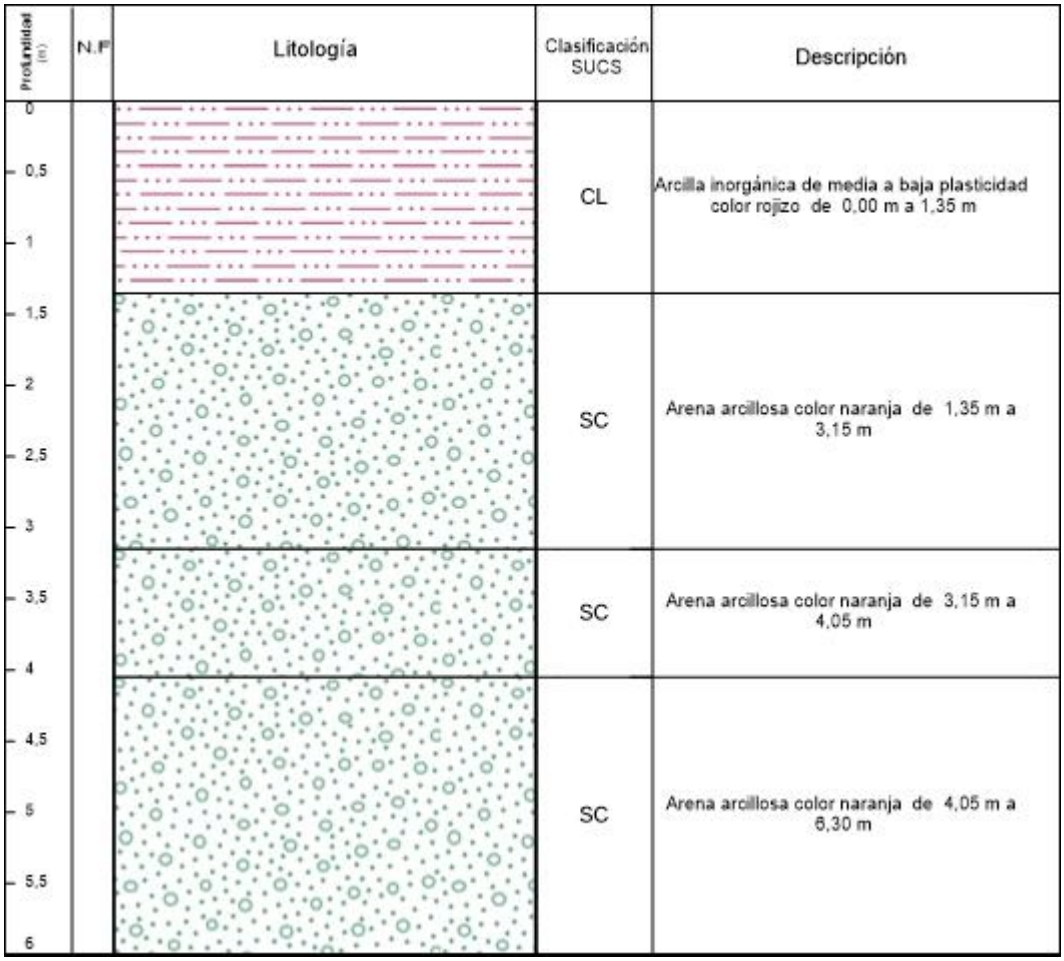


Fuente: Autor.

5.2.2 perfil de diseño zona 2 (sondeo 1 y sondeo 3) y parámetros geomecánicos área bloque de dos niveles aulas de clases.

En la **Figura 11** se presenta el perfil de diseño para la zona 2 que corresponde a la nueva área para aulas de clases.

Figura 11. Perfil de diseño adoptado para la zona 2.



Fuente: Autor.

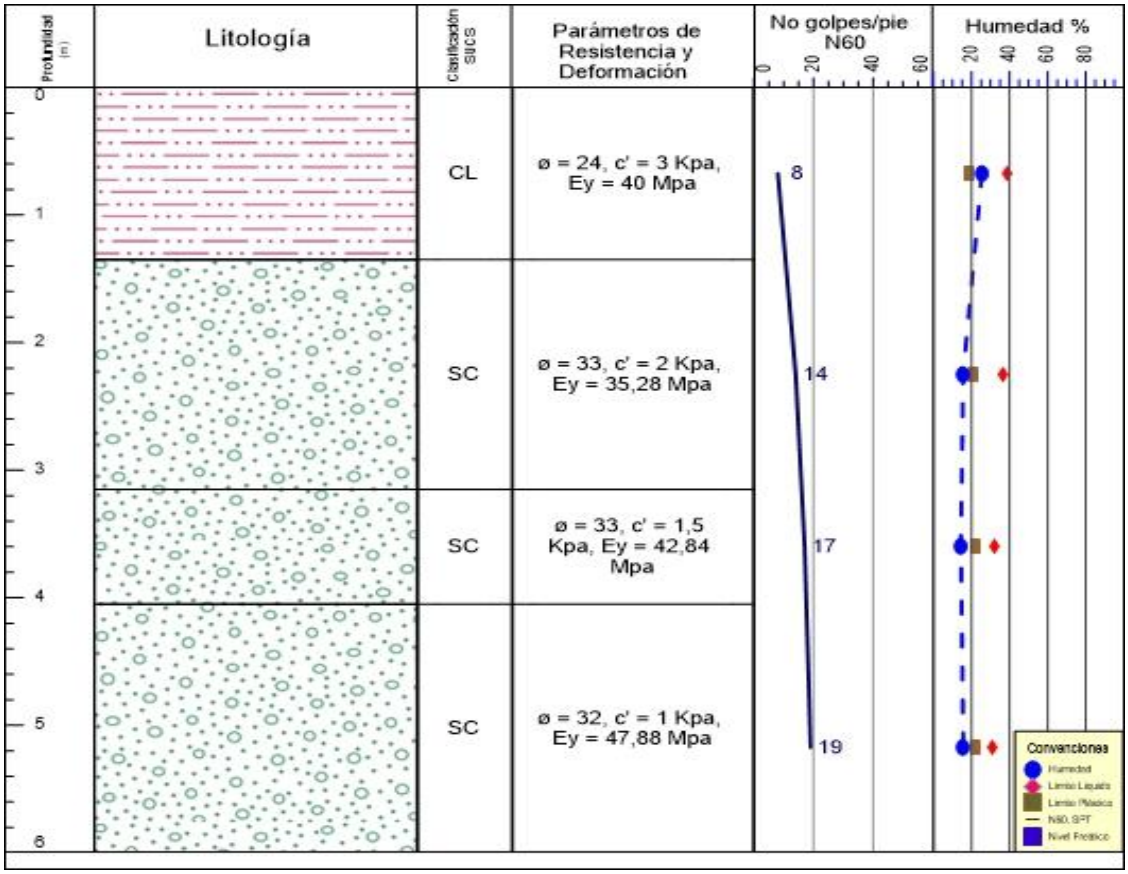
Los parámetros correspondientes a las propiedades índices del suelo y geomecánicos para esta zona 2 se presentan en la **Tabla 8** y se esquematizan en la **Figura 12**.

Tabla 8. Propiedades índice y geomecánicas de los suelos de la zona 2.

Descripción Estrato	N(60)	Humedad	Límite	Índice	%	Peso	Ángulo de fricción	Cohesión	Módulo de elasticidad	Módulo edometrico
	Golpes/pie	w	líquido L.L	Plástico I.P	FINOS	Húmedo				
		%	%	%		KN/m3	ϕ	c´	Ey(Mpa)	Ed (Mpa)
Arcilla inorgánica de media a baja plasticidad color rojizo de 0,00 m a 1,35 m	8	25,48	38,88	19,72	85,40	18,00	24,00	3,00	40,00	44,44
Arena arcillosa color naranja de 1,35 m a 3,15 m	14	15,58	36,41	15,53	48,58	18,67	33,00	2,00	35,28	56,62
Arena arcillosa color naranja de 3,15 m a 4,05 m	17	14,42	31,90	10,17	34,18	19,33	33,00	1,50	42,84	68,76
Arena arcillosa color naranja de 4,05 m a 6,030m	19	15,66	30,80	9,03	27,58	19,78	32,00	1,00	47,88	76,84

Fuente: Autor.

Figura 12. Esquema características geomecánicas del suelo en la zona 2.

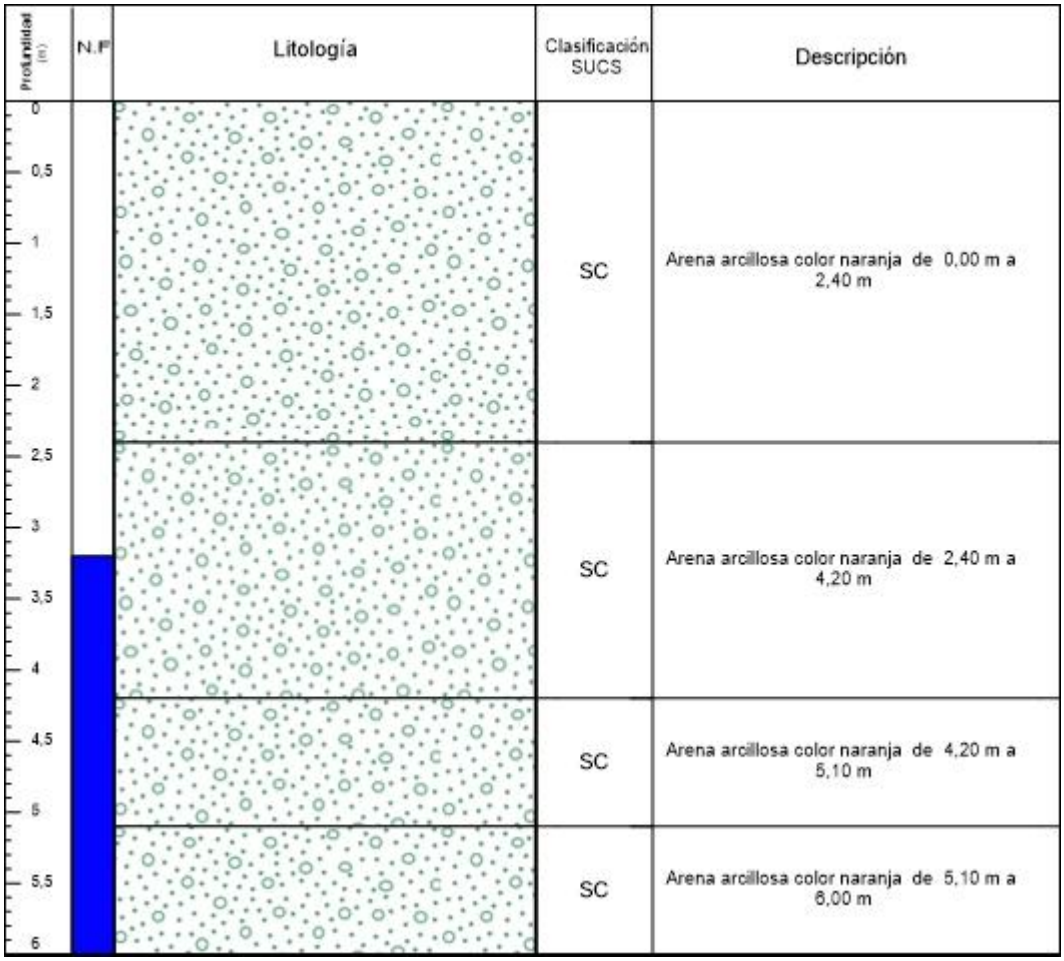


Fuente: Autor.

5.2.3 perfil de diseño zona 3 (sondeo 3 y sondeo 4) y parámetros geomecánicos área polideportiva y parqueaderos.

En la **Figura 13** se presenta el perfil de diseño para la zona 3 que corresponde a la nueva área correspondiente a la polideportiva y parqueaderos de baños y servicios.

Figura 13. Perfil de diseño adoptado para la zona 3.



Fuente: Autor.

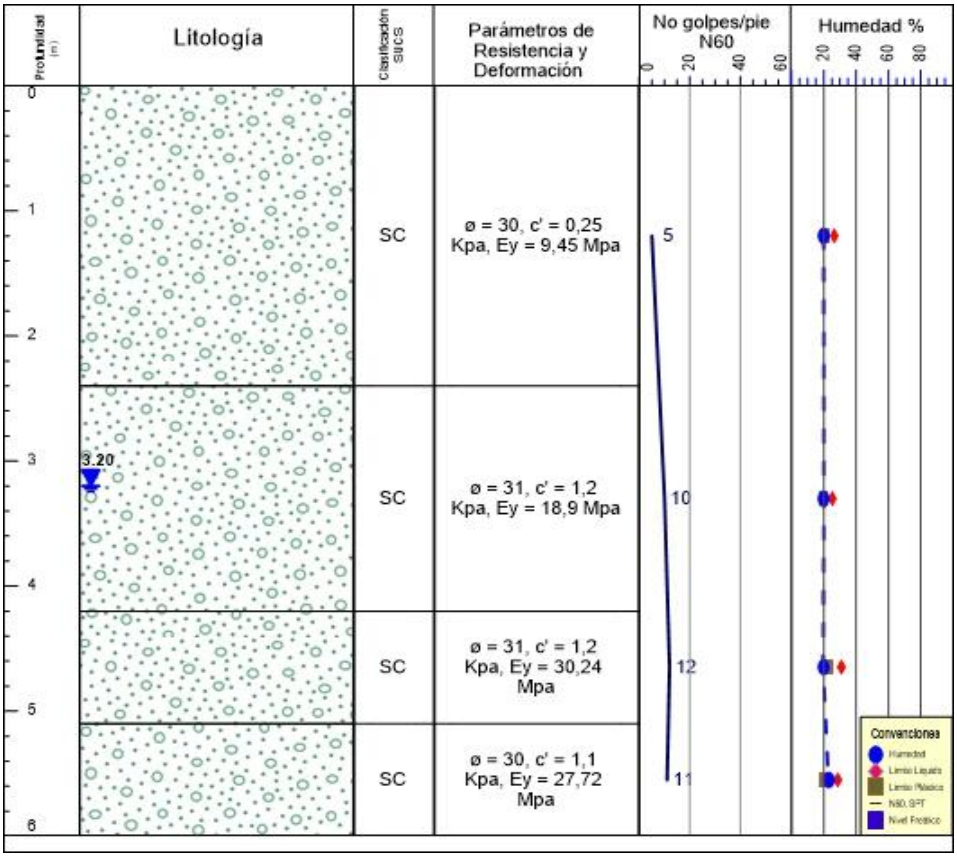
Los parámetros correspondientes a las propiedades índices del suelo y geomecánicos para esta zona 3 se presentan en la **Tabla 9** y se esquematizan en la **Figura 14**.

Tabla 9. Propiedades índices y parámetros geomecánicos zona 3.

Descripción Estrato	N(60)	Humedad	Límite	Indice	%	Peso	Ángulo de fricción	Cohesión	Módulo de elasticidad	Modulo edometrico
	Golpes/pie	w	líquido L.L	Plástico I.P	FINOS	Húmedo				
		%	%	%		KN/m3	ϕ	c´	Ey(Mpa)	Ed (Mpa)
Arena arcillosa color naranja de 0,00 m a 2,40 m	5	19,88	26,58	6,02	45,86	16,00	30,00	0,25	9,45	15,17
Arena arcillosa color naranja de 2,40 m a 4,20 m	10	20,03	25,64	5,90	28,59	18,00	31,00	1,20	18,90	30,33
Arena arcillosa color naranja de 4,20 m a 5,10 m	12	19,58	31,12	8,39	27,82	18,22	31,00	1,20	30,24	48,53
Arena arcillosa color naranja de 5,10 m a 6,00 m	11	22,80	28,58	8,64	25,18	18,00	30,00	1,10	27,72	44,49

Fuente: Autor.

Figura 14. Esquema de las características geomecánicas del suelo de la zona 3.



Fuente: Autor.

Los suelos analizados indican que la zona de estudio está predominantemente compuesta por suelos de tipo areno arcilloso (80%), con una menor proporción de suelos cohesivos (arcillosos) representando el 15%, y una presencia mínima de gravas arcillosas (5%). Esta distribución granulométrica sugiere que el comportamiento geotécnico del terreno estará influenciado principalmente por las características de los suelos areno arcillosos, los cuales pueden presentar una capacidad portante moderada, cierto grado de compresibilidad y una respuesta variable ante cambios en el contenido de humedad. La presencia de arcillas, aunque en menor proporción, es relevante, ya que estos suelos tienden a experimentar expansiones o contracciones significativas dependiendo de su mineralogía y las condiciones climáticas.

Es fundamental considerar el impacto de estos suelos en las cimentaciones y estructuras. Dado que los suelos areno arcillosos pueden ser susceptibles a la compactación, será clave implementar controles rigurosos de densidad y humedad durante el proceso de construcción para garantizar un adecuado comportamiento mecánico.

5.3 Condiciones especiales del subsuelo

5.3.1 Análisis por licuación.

Se entiende como licuación al fenómeno en el cual un suelo saturado pierde drásticamente su resistencia al corte durante solicitaciones vibratorias, tal como lo son los sismos. Por lo general, esta pérdida de resistencia genera el colapso del manto susceptible generando grandes asentamientos visibles en la superficie del terreno. La pérdida de resistencia al corte durante solicitaciones vibratorias se asocia básicamente a un aumento desmesurado de la presión de poros por la imposibilidad que tiene el agua intersticial de drenar.

Para que se produzca la licuación, deben presentarse tres condiciones principales:

1) Suelos susceptibles: Materiales con características específicas, como grano suelto, baja compacidad y estructura inestable, que facilitan la pérdida de rigidez cuando se somete a esfuerzos dinámicos.

2) Presencia de nivel freático (agua subterránea): El suelo debe encontrarse saturado, ya que el agua en los poros del material juega un papel clave en la generación de sobrepresión durante un evento sísmico.

3) Ondas sísmicas: Los movimientos sísmicos generan esfuerzos cíclicos que inducen movimientos oscilatorios en la matriz del suelo, provocando la

redistribución de tensiones y el incremento de la presión de poros, lo que lleva al colapso de la estructura granular.

De acuerdo con la exploración geotécnica realizada, la cual incluyó perforaciones con profundidades de hasta 6 metros, se determinó que la presencia del nivel freático solo fue detectada en el sondeo N° 4, ubicado en las proximidades de la huerta del colegio. Es probable que la infiltración de agua proveniente del riego de las plantas haya contribuido a la saturación del suelo en esta área. La ausencia de agua subterránea en el resto de los sondeos sugiere que el nivel freático en la zona de estudio es relativamente profundo o que su presencia está influenciada por factores locales, como el uso del suelo y la topografía. Dicho lo anterior se indica que:

- **Zona 1 (área administrativa) y Zona 2 (área de nuevas aulas de clase):** Con base en los datos obtenidos, se descarta la posibilidad de licuación en estas áreas, ya que el nivel freático no fue identificado en las perforaciones realizadas. La ausencia de agua subterránea elimina el principal requisito para la ocurrencia de este fenómeno. Adicionalmente, los suelos estudiados presentan características físicas y mecánicas incompatibles con materiales típicamente susceptibles a licuación, como arenas limpias de baja densidad.
- **Zona 3 (área polideportiva y parqueadero):** Se llevó a cabo un análisis de susceptibilidad a la licuación mediante el método de Youd, obteniéndose los resultados indicados en la **Tabla 10**.

Tabla 10. Análisis de licuación zona 3 área de polideportiva y parqueadero.

Perfil Estratigráfico	N(60) g/pie	CN	(N1) 60 golpes/pie	Contenido Finos CF %	α	β	(N1) 60_{cs} Cooregido golp./pie	$CRR_{7.5}$ τ_{prom}/σ'_v	CRR τ_{prom}/σ'_v Escalon.	Condicion Licuación	Factor de Seguridad FS
Arena arcillosa color naranja	5	1,70	9	45,86	5,00	1,20	15,80			**No aplica**	
Arena arcillosa color naranja	10	1,26	13	28,59	4,61	1,14	19,47	0,209	0,301	**No licuable**	**2,07**
Arena arcillosa color naranja	12	1,17	14	27,82	4,55	1,14	20,46	0,221	0,319	**No licuable**	**1,86**
Arena arcillosa color naranja	11	1,12	12	25,18	4,31	1,12	17,70	0,189	0,271	**No licuable**	**1,48**

Fuente: Autor.

El análisis de licuación del sondeo N° 4 determinó que los suelos areno arcillosos presentes no son susceptibles a licuación en ninguna de las cuatro capas estratigráficas evaluadas. Esto se debe a la presencia significativa de finos, los cuales inhiben la generación de presiones de poro excesivas y mejoran la estabilidad del suelo bajo cargas dinámicas.

5.3.2 Potencial de expansión de suelos.

Los suelos expansivos son aquellos que muestran un marcado cambio de volumen con aumento o disminución del contenido de humedad. Tales propiedades de hinchamiento están restringidas a suelos que contienen minerales de arcilla que son susceptibles a la penetración de moléculas de agua en su estructura química.

La expansividad de los suelos se debe al cambio de humedad de estos por efecto de los cambios en las condiciones climáticas o por razones de la actividad humana, como la eliminación de vegetación, drenaje, inundaciones y obras de construcción.

Debido a que los suelos estudiados fueron principalmente arcillosos, se realizó el análisis del potencial de expansión para cada zona, lo anterior se muestra en las tablas 11,12 y 13.

Tabla 11. Análisis del potencial de expansión para la zona 1 área administrativa.

Estrato	Perfil	Clasif.	Indice	Estado	Consistencia	Consistencia	Plasticidad	Potencial	
No	Estratigráfico	Suelo	Liquidez	Suelo	de los	de los	Reino Unido	Expansión	
		SUCS	IL	fino	Suelos Finos	Suelos granulares	B.S.	Seed (1962)	Chen (1982)
1	Arcilla inorgánica de media a baja plasticidad color rojizo	CL	0,003	plástico	Rigidez media		Baja	Medio	Bajo
2	Arena arcillosa color naranja	SC				Suelto			
3	Arena arcillosa color naranja	SC				Suelto			
4	Arena arcillosa color naranja	SC				Densidad Media			

Fuente: Autor.

Tabla 12. Análisis del potencial de expansión para la zona 2 aulas de clases.

Estrato	Perfil	Clasif.	Indice	Estado	Consistencia	Consistencia	Plasticidad	Potencial	
No	Estratigráfico	Suelo	Liquidez	Suelo	de los	de los	Reino Unido	Expansión	
		SUCS	IL	fino	Suelos Finos	Suelos granulares	B.S.	Seed (1962)	Chen (1982)
1	Arcilla inorgánica de media a baja plasticidad color rojizo	CL	0,320	plástico	Rigidez media		Intermedia	No aplica	Bajo
2	Arena arcillosa color naranja	SC				Densidad Media			
3	Arena arcillosa color naranja	SC				Densidad Media			

4	Arena arcillosa color naranja	SC				Densidad Media			

Fuente: Autor.

Tabla 13. Análisis del potencial de expansión para la zona 3 área polideportiva y parqueaderos.

Estrato No	Perfil Estratigráfico	Clasif. Suelo SUCS	Indice Liquidez IL	Estado Suelo fino	Consistencia de los Suelos Finos	Consistencia de los Suelos granulares	Plasticidad Reino Unido B.S.	Potencial Expansión Seed (1962)	Chen (1982)
1	Arena arcillosa color naranja	SC				Suelto			
2	Arena arcillosa color naranja	SC				Suelto			
3	Arena arcillosa color naranja	SC				Densidad Media			
4	Arena arcillosa color naranja	SC				Densidad Media			

Fuente: Autor.

A partir del análisis realizado para determinar el potencial de expansión en cada zona, se establecieron los siguientes resultados:

- En la Zona 1 y 2, el Estrato 1, ubicado entre 0.00 m y 1.35 m de profundidad, corresponde a un suelo arcilloso de consistencia de rigidez media, el cual presentó un potencial de expansión bajo según los criterios de Chen.

- En la Zona 3, donde se proyecta la construcción de la polideportiva y los parqueaderos no presenta en sus estratos potencial de expansión ya que los suelos presentes son de tipo areno arcillosos.

En conclusión, aunque en dos de las tres zonas estudiadas se identificaron suelos arcillosos, las propiedades de consistencia rígida o media de estos materiales resultan en un potencial de expansión bajo, lo cual no representa un riesgo significativo para los proyectos de mejoramiento previstos.

5.4 Tipo y nivel de cimentación de cada estructura

De acuerdo con los resultados de investigación del subsuelo en cuanto a resistencia y compresibilidad y teniendo en cuenta las características estructurales del proyecto, se efectuaron los análisis de Capacidad de carga y asentamientos para cada propuesta de cimentación del proyecto.

5.2.1. Tipo de cimentación.

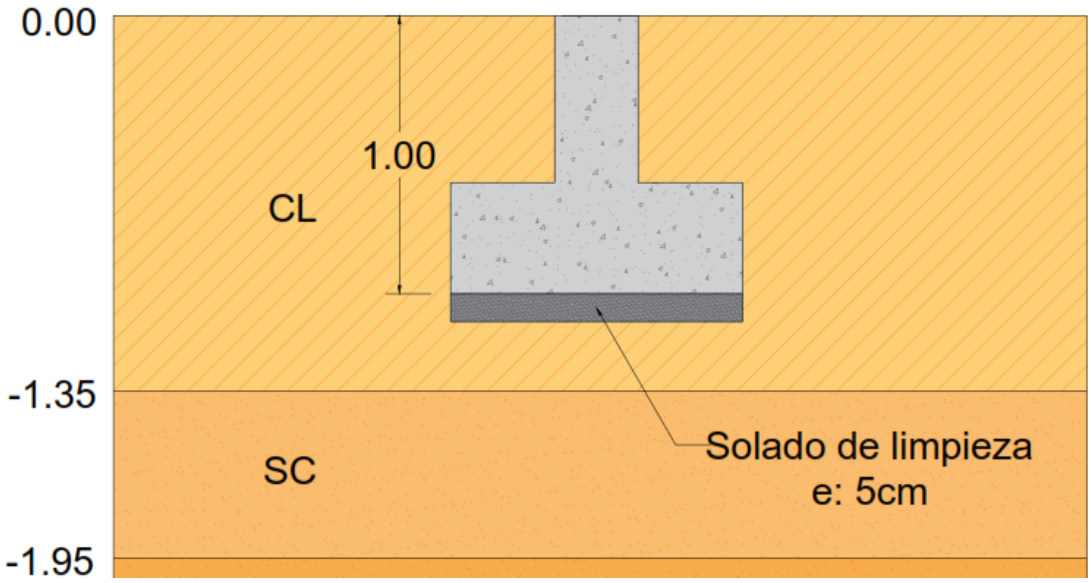
Atendiendo a la categoría de cada una de las estructuras que se pretende construir se propone tres cimentaciones de tipo superficial. De esta manera, la fundación estará conformada según su uso y construcción. A continuación, se define la propuesta de cimentación para cada zona.

5.2.2. Nivel de cimentación para cada zona

5.2.2.1. zona 1 área administrativa de dos niveles

Para la zona 1 donde se proyecta construir el área administrativa de dos niveles para el colegio se propone una cimentación superficial tipo zapata de cimentación con vigas de amarre a una profundidad de 1.00 m con respecto al nivel topográfico en planta 0.00. La cimentación de la zona 1 quedará apoyada sobre una arcilla de media a baja plasticidad arcillosa de consistencia rígida media, clasificada en el sistema SUCS como CL. A continuación, en la **Figura 15** se presenta el esquema de cimentación.

Figura 15. Propuesta de cimentación área administrativa de dos niveles.

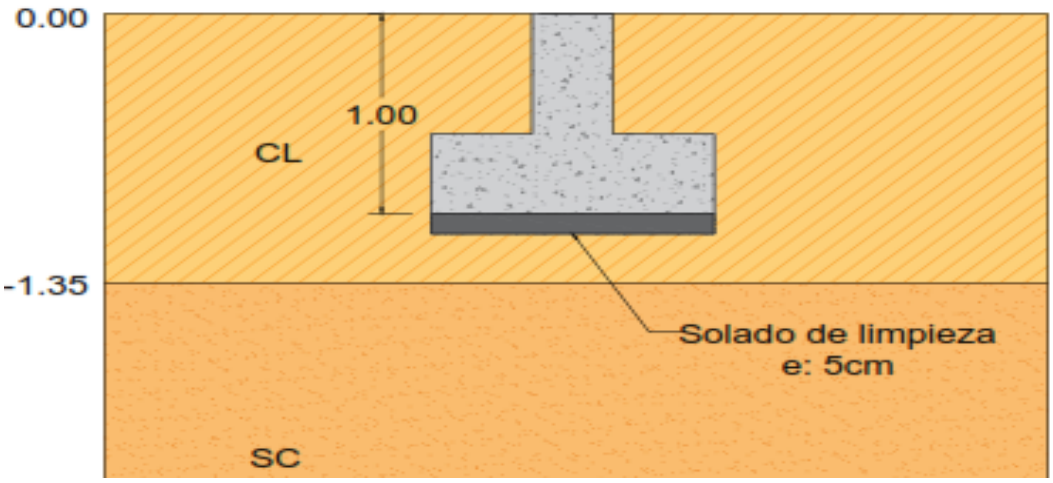


Fuente: Autor.

5.2.2.2. zona 2 área bloques de dos niveles aulas de clases

Para la zona 2 donde se proyecta construir el área de aulas de clases de dos niveles para el colegio se propone una cimentación superficial tipo zapata de cimentación con vigas de amarre a una profundidad de 1.00 m con respecto al nivel topográfico en planta -0.50. La cimentación de la zona 2 quedará apoyada sobre una arcilla de media a baja plasticidad arcillosa de consistencia rígida media, clasificada en el sistema SUCS como CL. A continuación, en la **Figura 16** se presenta el esquema de cimentación.

Figura 16. Propuesta de cimentación área aulas de clases de dos niveles.



Fuente: Autor.

5.2.2.3. zona 3 área de polideportiva y parqueadero

La losa de concreto en las áreas de parqueadero y polideportivo se propone para garantizar el adecuado soporte de las cargas específicas de cada uso. En el caso del parqueadero, la losa cuenta con la capacidad estructural necesaria para resistir las cargas impuestas por los vehículos, considerando factores como el peso estático, las cargas dinámicas y los efectos de frenado. Por otro lado, en la zona del polideportivo, la losa ha sido diseñada para soportar cargas de uso peatonal y deportivas, asegurando una adecuada distribución de esfuerzos y minimizando la posibilidad de fisuras o deformaciones

Teniendo en cuenta que el área de de la polideportiva no contara con cubierta y que el parqueadero no estará sujeto a estructuras que generen cargas significativas, se define que el diseño de la losa se realice conforme a los lineamientos establecidos en el Manual para el Diseño y Construcción del Espacio Público. Específicamente, se adoptaron las directrices metodológicas descritas en

el Manual para el Diseño y Construcción del Espacio Público de Bucaramanga (MEPB).

Como primera consideración, es fundamental determinar el tipo de tráfico que actuará sobre la estructura. Según el (MEPB)**,** se definen cuatro tipos de tráfico en los cuales debe pertenecer la construcción a realizar (ver **Figura 17**)

Figura 17. Tipo de tráfico especificado en el MEPB.

Tipo A – Exclusivamente peatonal: Conformado por peatones y, eventualmente bicicletas y motocicletas, sin posibilidad de otro tipo de tráfico vehicular automotor. No es muy común en el espacio público este tipo de utilización, ya que el mantenimiento del espacio público, su mobiliario y las redes que por el se conducen, así como el servicio y reparación de las estructuras existentes en los predios, requiere del eventual acceso de algún tipo de vehiculo, en ocasiones pesados, por lo que para que una zona se considere de esta categoría, debe estar diseñada con restricciones de acceso.

Tipo B – De automóviles: Considera las entradas a garajes de residencias o edificios, parqueaderos para automóviles, parqueaderos de centros comerciales, universidades, instalaciones deportivas y recreativas, restaurantes, parqueos paralelos etc. Dentro de este tipo se incluyen las ciclo-rutas. Para efectos de diseño se considera el equivalente al acceso diario de 2 camiones livianos de 3,5 t, durante 20 años.

Tipo C – De camiones hasta 3,5 t: Se presenta en las entradas de servicio a restaurantes, almacenes, parqueos en la calle, etc., que por lo general, son servidos con camiones pequeños; Se considera para el diseño, el equivalente del acceso diario de 10 camiones livianos de 3,5 t. durante 20 años. Las plazas públicas se deben diseñar para este tipo de tráfico.

Tipo D – De camiones de más de 3,5 t. El que se presenta en entradas a instalaciones industriales y comerciales, zonas de carga de centros comerciales, etc. Considera para su diseño, el equivalente al acceso diario de 5 ejes de 8,2 t, durante 20 años. No comprende calles, avenidas o pavimentos para tráfico pesado.

Fuente: MEPB.

De acuerdo con lo indicado en la **Figura 17** sobre los tipos de tráfico, se determinó que el proyecto a ejecutarse corresponde al **Tipo B**- de automóviles:

Posterior a esto y definido el tipo de tráfico que llevará el área de la polideportiva y parqueadero se determina el espesor mínimo de la losa de concreto a construir. A continuación, en la **Tabla 14** se presentan los espesores mínimos de la losa de concreto teniendo en cuenta que estará soportada con un material tipo base granular.

Tabla 14. Espesor mínimo para losas de concreto.

	Espesor mínimo de la losa (mm)	Base granular (mm)
Tipo A – Exclusivamente peatonal	75	100
Tipo B De automóviles	125	100
Tipo C De camiones livianos (< 3,5 t)	150	100
Tipo D De camiones pesados (> 3,5 t)	170	100

Fuente: MEPB.

Por otra parte, la MEPB indica que los pisos para espacio público, se clasifican según su composición y su comportamiento estructural y reciben su nombre el tipo de superficie que poseen: pisos duros, con superficie de materiales “pétreos” y pisos blandos, los que tienen superficie de material granular (arena o arenilla).

Los pisos duros se clasifican en pisos impermeables o permeables. Los impermeables pueden ser segmentados ó monolíticos. Como pisos segmentados se consideran los adoquines y las losetas colocados sobre arena y n juntas llenas de arena, en ambos casos sin cementantes. Como pisos monolíticos se consideran las losas de concreto, bien sean losas expuestas con acabado plano tradicional o estampadas, o losas enchapadas con morteros, tabletas o baldosas de diversos materiales. En la **Tabla 15**, se resume la clasificación de pisos duros

Tabla 15. Clasificación de los pisos según MEPB.

Impermeables	Segmentados	De adoquines	
		De losetas	
	Monolíticos	Losas desnudas	Losas planas
			Losas estampadas
		Losas enchapadas	Losas con morteros
			Losas con tabletas
			Losas con baldosas
Permeables	Segmentados	Gramoquines	
		Adoquines drenantes o permeables	

Fuente: MEPB.

Finalmente, con las consideraciones mencionadas anteriormente tomadas del MEPB para el área de la polideportiva y el parqueadero de la Institución Educativa Los Laureles y teniendo en cuenta el valor del CBR sumergido (1,78%) se definió el espesor mínimo de la capa de material en el que quedara soportada la losa de cada estructura. (ver **Tabla 16**)

Tabla 16. Espesores mínimos constructivos recomendados para diferentes materiales de base y subbase.

Material/Espesor mínimo (mm.)	CBR de la subrasante menor que 6%	CBR de la subrasante igual o mayor que 6%
Granular para subbase	200	150
Granular para base	150	100
Suelo-cemento, relleno fluido, concreto pobre	100	75

Fuente: MEPB.

De acuardo con el porcentaje de CBR obtenido (1.78%) y si el material a emplear para mejorar las condiciones del suelo es tipo subbase, se recomienda aplicar un espesor minimo de 20 cm de este tipo de material granular.

Si bien en la **Tabla 16**, se presentan los resultados para espesores de capas granulares según el CBR de la Subrasante, esto no significa que no se pueda utilizar otros tipos de materiales. Para ello la MEPB recomienda acudir al concepto de *factores de equivalencia entre materiales*. En la **Tabla 17**, se presentan factores de equivalencia, con los cuales se puede convertir el espesor propuesto en otro tipo de material. El espesor del material escogido, se debe dividir por el factor de equivalencia para obtener el espesor equivalente del material correspondiente.

Tabla 17. Equivalencia entre diversos materiales para base y subbase

Material	Factor de equivalencia sugerido
Subrasante mejorada (material con un CBR >5%	0,35
Material granular para subbase sobre material con CBR <=5%	0,55
Material granular para subbase sobre material con CBR >5%	0,70
Material granular para base sobre material con CBR <=5%	0,90
Material granular para base sobre material con CBR >5%	1,00
Concreto Rc 28 d. (cilindros) = 30 Mpa	3,80
Suelo-cemento Rc 28 d. (cilindros) = 5 Mpa	0,90
Suelo-cemento Rc 28 d. (cilindros) = 8 Mpa	1,10

Fuente: MEPB.

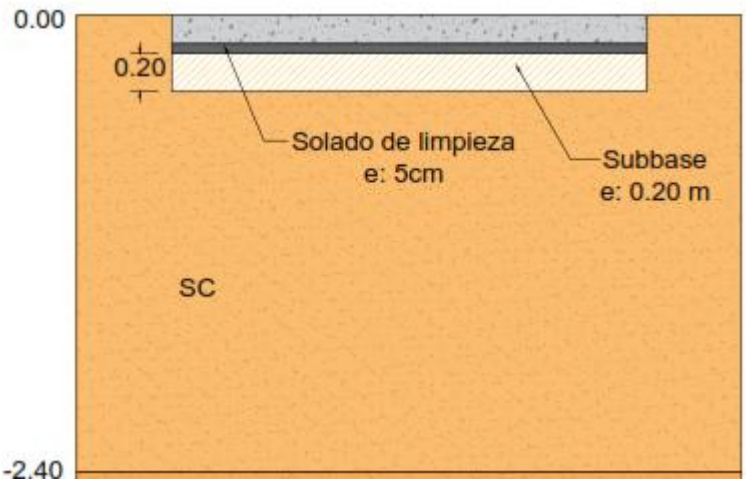
Al aplicar el factor de equivalencia sugerido de 0.55 para el material tipo subbase con un %CBR inferior a 6 presentado en la **Tabla 17** se obtuvo finalmente la

característica para la propuesta de losa de concreto para el área de la polideportiva y del parqueadero definida de la siguiente manera:

- Losa de concreto para parqueadero

La losa de concreto tendrá un espesor de 0.20 m, esta quedará soportada un material tipo subbase de 0.20 m de espesor, finalmente entre la capa del material tipo subbase y la subrasante se deberá aplicar un solado de limpieza de 5 cm. A continuación, en la **Figura 18** se presenta el esquema de cimentación

Figura 18. Propuesta losa de concreto área de parqueadero.



Fuente: Autor.

De igual maneras en donde se requiera nivelar la capa de subrasante, debe hacerse con material granular seleccionado. Tanto el suelo de la subrasante como el material granular tipo subbase debe ser compactado al menos a un 95% con respecto al valor del Proctor estándar.

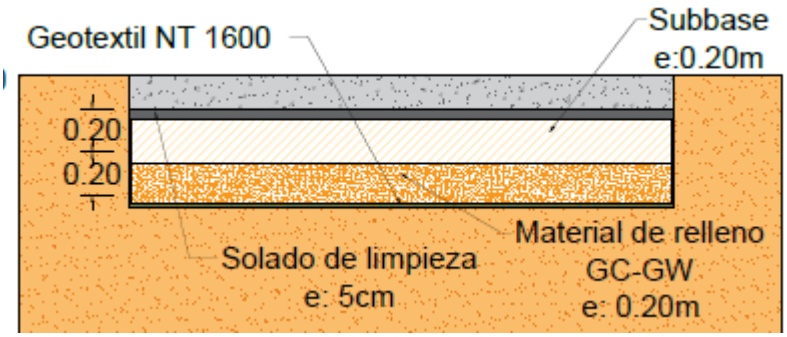
- Losa de concreto para polideportivo

Dado que el sector donde se proyecta la construcción de la cancha polideportiva del colegio presentó la presencia de nivel freático, es fundamental implementar un plan de mejoramiento del suelo que garantice la estabilidad y durabilidad de la losa de concreto. Para ello, se recomiendan dos medidas principales de mitigación: en primer lugar, se deberá realizar la remoción y sustitución de los primeros 0.30 metros del suelo natural por un material de relleno granular competente, preferiblemente clasificado como GC (grava arcillosa) o GM (grava limosa), lo que mejorará la capacidad portante del terreno y reducirá el efecto de posibles variaciones en la humedad del subsuelo.

Adicionalmente, se deberá instalar un geotextil de alta resistencia con doble función: actuar como una barrera para mejorar la separación entre el suelo de baja capacidad y el material de relleno, y contribuir al drenaje eficiente, evitando acumulaciones de humedad bajo la losa. Asimismo, para garantizar la durabilidad de la estructura y prevenir problemas asociados a la infiltración de agua, se deberá aplicar un sistema de impermeabilización sobre la losa de concreto, asegurando su protección contra la acción del nivel freático y posibles ascensos capilares. Estas medidas permitirán optimizar el desempeño estructural de la cancha polideportiva, minimizando riesgos de asentamientos diferenciales, erosión interna y deterioro prematuro del concreto.

La losa de concreto tendrá un espesor de 0.10 m, esta quedará soportada un material tipo subbase de 0.15 cm de espesor laboratorio y finalmente entre la capa del material tipo subbase y la subrasante se deberá aplicar un solado de limpieza de 5 cm. A continuación, en la **Figura 19** se presenta el esquema de cimentación

Figura 19. Propuesta losa de concreto área polideportiva.



Fuente: Autor.

De igual maneras en donde se requiera nivelar la capa de subrasante, debe hacerse con material granular seleccionado. Tanto el suelo de la subrasante como el material granular tipo subbase debe ser compactado al menos a un 95% del Proctor estándar.

5.5 Análisis de capacidad portante por estado límite último y por servicio para cada cimentación

5.5.1 Expresión para el cálculo del esfuerzo límite último básico**.** Para cimentaciones superficiales, el esfuerzo límite básico de falla viene dado por la siguiente expresión:

$$q_0 = f_1 * c' N_c + f_2 * q * N_q + 0.5 * f_3 * \gamma B N_\gamma$$

Donde:

q_0: Capacidad portante última (t/m^2)
c: Cohesión efectiva del material de fundación (t/m^2)
q: Presión efectiva a nivel de fundación (t/m^2)
Ɣ: Peso específico del terreno bajo la fundación (t/m^3)
N_c, N_q y $N_Ɣ$: Coeficientes adimensionales de capacidad portante que dependen del ángulo de fricción efectiva interna Φ´.
f_1, f_2, f_3: Factores de Carga, forma, etc.

El criterio de falla empleado fue el de Mohr- Coulomb.

5.5.2 Capacidad portante por estado límite último. Inicialmente se calculó la capacidad portante última por corte q_o de la cimentación según diferentes autores (Hansen y Vesic, Ver Anexo 4.1). Con esta capacidad portante última, se obtuvo la capacidad admisible qa_{FSICP} por corte, para diferentes condiciones de carga haciendo qa_{FSICP} =qo/ FSICP, donde FSICP es un factor de seguridad indirecto recomendado por la NSR 10, que varía según la condición de carga como se muestra en la **Tabla 18**.

Tabla 18. Factores de seguridad Indirectos FSICP Mínimo

Condición de Carga	FSICP Mínimo Diseño
Carga Muerta + Carga Viva Normal	3.0
Carga Muerta + Carga Viva Máxima	2.5
Carga Muerta + Carga Viva Normal + Sismo de Diseño Seudo estático	1.5

Fuente: NSR-10.

Por otra parte, fue obtenida la capacidad de carga admisible de diseño por corte qa_{FSB}, empleando el criterio del Factor Básico de seguridad. Para su cálculo, los parámetros geotécnicos de cohesión y la tangente del ángulo de fricción efectiva fueron afectados por los factores de seguridad básicos mínimos de diseño ($c´_{diseño}=c´/F_{SBM}$ y $\tan\phi´_{diseño} = \tan\phi´/F_{SBM}$) según la condición de carga como se muestra en la **Tabla 19** extraída del capítulo 2 del título H, tabla H.2.4-1 NSR-10.

Tabla 19. Factores de seguridad Básicos Mínimos Directos.

Condición de Carga	FSBM Diseño
Carga Muerta + Carga Viva Normal	1.50
Carga Muerta + Carga Viva Máxima	1.25
Carga Muerta + Carga Viva Normal + Sismo de Diseño Seudo estático	1.10

Fuente: NSR-10.

Para todos los casos se comparó que qaFSB fuese mayor que qaFSICP como mecanismo para demostrar que el uso de Factores de seguridad Indirectos FSI implica factores de seguridad básicos iguales o mayores a los valores mínimos de FSB (artículo H.2.4.4 NSR 10).

5.5.3 Capacidad portante por Estado límite de servicio. En el presente estudio solo se calcularon asentamientos. El asentamiento inmediato se consideró según BURLAND Y BURBIDGE (1985). En esta ecuación, se correlaciona un índice de compresibilidad Ic al resultado N de la prueba penetrométrica dinámica. La expresión del asiento propuesta por los autores es la siguiente:

$$S = f_S \cdot f_H \cdot f_t \cdot \left[\sigma'_{v0} \cdot B^{0.7} \cdot I_C / 3 + \left(q' - \sigma'_{v0}\right) \cdot B^{0.7} \cdot I_C\right]$$

Donde:

q' = presión eficaz bruta;
s'vo = tensión vertical eficaz a la cota de impuesto de la cimentación;
B = ancho de la cimentación;
Ic = índice de compresibilidad;
fs, fH, ft = factores correctores que toman en cuenta respectivamente la forma, el espesor del estrato comprensible y el tiempo, para el componente viscoso.
El índice de compresibilidad Ic está relacionado con el valor medio Nav de Nspt al interno de una profundidad significativa z:

$$I_C = \frac{1.706}{N_{AV}^{1.4}}$$

Por cuanto respecta a los valores de Nspt a utilizar en el cálculo del valor medio NAV, hay que precisar que los valores se deben corregir para arenas con componentes limosos debajo del nivel freático y Nspt>15, según la indicación de Terzaghi y Peck (1948):

Nc = 15 + 0.5 (Nspt -15)

Donde Nc es el valor correcto a usar en los cálculos. Para depósitos gravosos arenosos-gravosos el valor corregido es igual a:

Nc = 1.25 Nspt

Las expresiones de los factores correctores f_S, f_H y f_t son respectivamente:

$$f_S = \left(\frac{1.25 \cdot L/B}{L/B + 0.25} \right)^2$$

$$f_H = \frac{H}{z_i}\left(2 - \frac{H}{z_i}\right)$$

$$f_t = \left(1 + R_3 + R \cdot log\frac{t}{3}\right)$$

Con t = tiempo en años > 3;

R3 = constante igual a 0.3 para cargas estáticas y 0.7 para cargas dinámicas; R = 0.2 en el caso de cargas estáticas y 0.8 para cargas dinámicas.
En el cálculo de los asentamientos se considera una profundidad del bulbo tensiones igual a 5B (o menor si la profundidad del sondeo es menor a 5B o si el substrato rocoso se encuentra a una profundidad menor). Se considera substrato rocoso el estrato que tiene un valor de E igual a 10 veces el del estrato que está por encima.
El Número de golpes N_{60} para terrenos estratificados se calcula como promedio ponderado de los N_{60} de los estratos interesados en el asiento inmediato.

5.6 Estimación de capacidades de carga y asentamientos de estructuras

Para el cálculo de capacidad de carga y asentamientos de la estructura inicialmente se limitó el asentamiento diferencial, según lo prescrito por la norma NSR 10, sección H.4.9.3 a un valor máximo de L/300, según se muestra en la **Tabla 20**

Tabla 20. Valores Máximos de asentamiento diferenciales.

Tipo de construcción	Δ_{max}
(a) Edificaciones con muros y acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores	$\frac{\ell}{1000}$
(b) Edificaciones con muros de carga en concreto o en mampostería	$\frac{\ell}{500}$
(c) Edificaciones con pórticos en concreto, sin acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores	$\frac{\ell}{300}$
(d) Edificaciones en estructura metálica, sin acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores	$\frac{\ell}{160}$

Fuente: NSR-10.

Los asentamientos máximos permitidos dependen directamente del tipo de construcción proyectada, ya que cada estructura puede presentar deformaciones propias de su estructura. Las consideraciones detalladas para los asentamientos diferenciales permitidos en este proyecto se presentan en la **Tabla 20** donde se especifican los criterios correspondientes a cada tipo de edificación.

5.6.1 Estimación de capacidad de carga y asentamientos

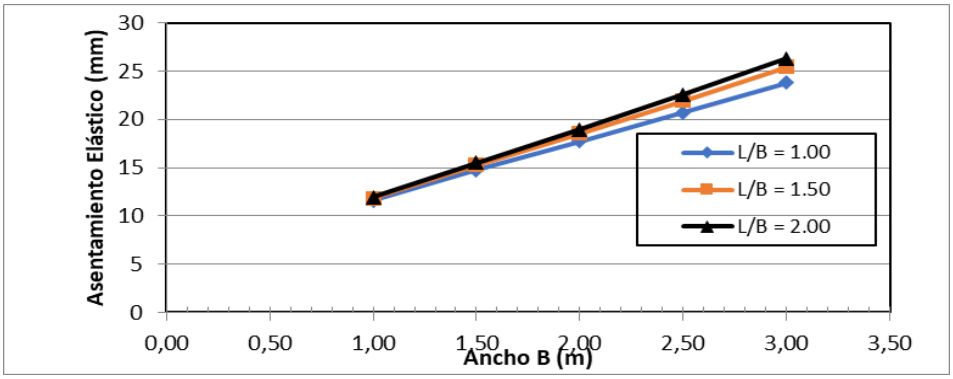
5.6.1.1. Estimación de capacidad de carga y asentamientos para el área de administrativa de dos niveles zona 1

Considerando la estructura que se pretende construir y el tipo de suelo encontrado, se recomienda una profundidad de cimentación de 1.00 m. De esta manera la estructura quedaría apoyada en suelo arcilloso de consistencia rígida. De esta manera las estructuras quedarían apoyadas en suelos arcillosos de la formación real, las zapatas deberán amarrarse perimetralmente con vigas de amarre.

Para un factor de seguridad indirecto de FSICP = 3.0, un nivel de desplante de 1.0 metros y secciones de cimentación desde 1.0 metro hasta 2.0 metros de ancho, se obtuvieron presiones últimas, y admisibles, para diferentes tipos de caso de cargas.

En la **Figura 20** se muestra la variación del asentamiento según el ancho de la base y en la **Tabla 23** se presenta los valores para los asentamientos diferenciales para cada dimensión de zapata propuesta, mientras que en la **Figura 21** se muestra en resumen la carga admisible para diferentes anchos de zapata B sin que se generen asentamientos superiores al permitido de cada zona y en la **Tabla 22** se presentan los diferente valores de capacidad admisible para diferentes dimensionamiento de las zapatas.

Figura 20. Asentamiento para la carga admisible para la zona 1



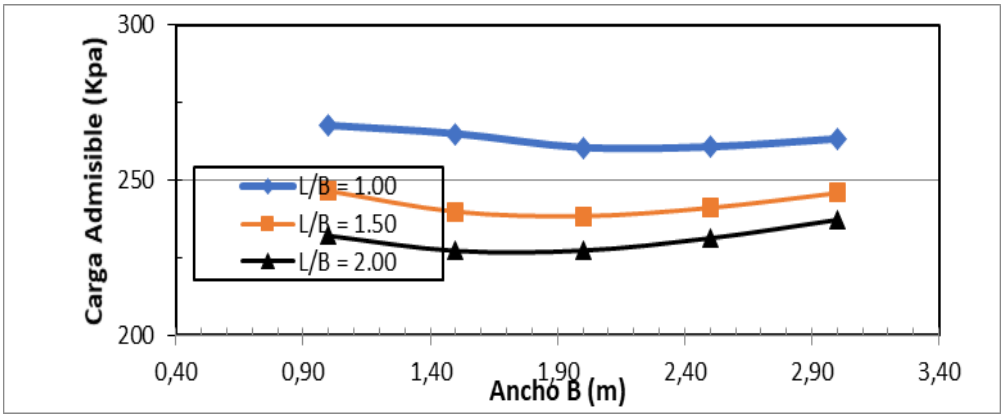
Fuente: Autor

Tabla 21. Asentamientos diferenciales según dimensiones de la zapata.

L/B	B (m)					
	So, mms	**1,00**	**1,50**	**2,00**	**2,50**	**3,00**
1,00	$S_{0\ años}$	11,57	14,75	17,71	20,73	23,80
1,50	$S_{0\ años}$	11,83	15,25	18,53	21,93	25,44
2,00	$S_{0\ años}$	11,93	15,49	18,96	22,57	26,35

Fuente: Autor.

Figura 21. Capacidad de carga admisible por estado límite y servicio para la zona 1.



Fuente: Autor.

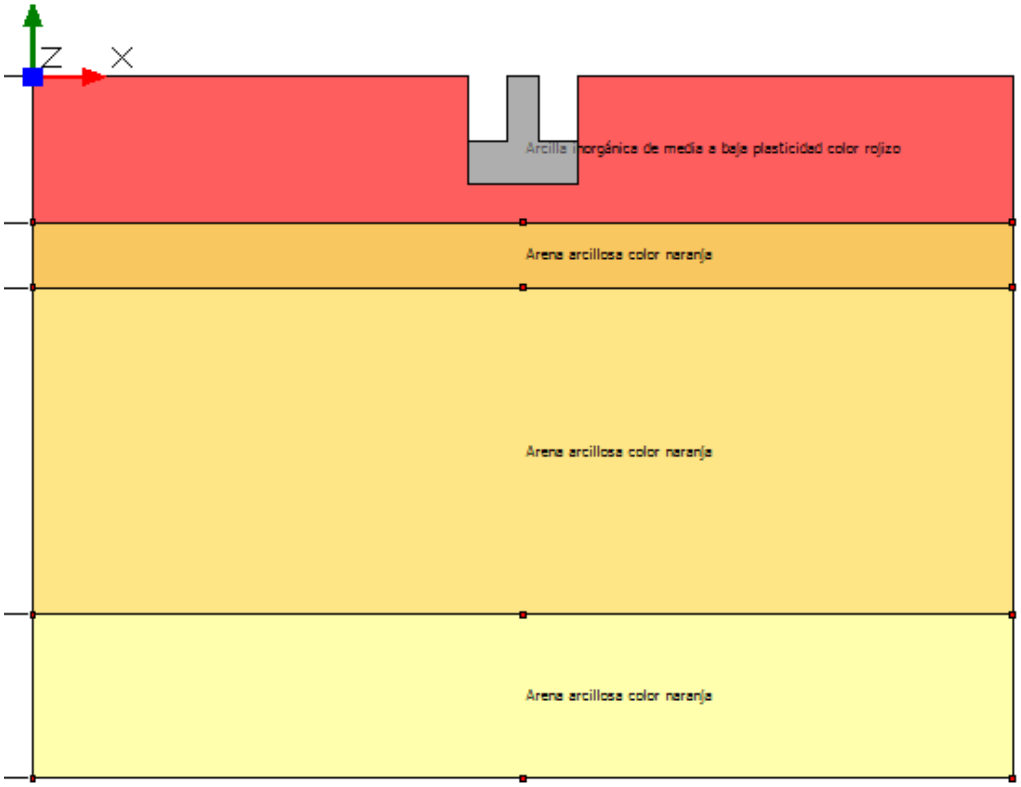
Tabla 22. Capacidad de carga admisible Vs Ancho de cimentación B (m). Para la zona 1

L/B	B (m)					
	Qa, Kpa	**1,00**	**1,50**	**2,00**	**2,50**	**3,00**
1,00	Qa, $S_{0\ años}$	267,68	264,96	260,37	260,63	263,28
1,50	Qa, $S_{0\ años}$	246,66	239,79	238,32	241,09	245,95
2,00	Qa, $S_{0\ años}$	232,15	227,21	227,29	231,32	237,29

La cimentación tendrá un mecanismo de falla general y los factores de compresibilidad del suelo (Hansen 1970), con un factor de seguridad FSB=3.0; un Índice de rigidez Ir = 1174.78 e Índice de rigidez crítico ICRIT = 31.24 y una constante de subsuelo K de 23127.04 kN/m3 y una capacidad de carga admisible de 267.68 kN/m^2. (ver memoria de cálculo anexo 5).

La **Figura 22** presenta el modelamiento de zapata de cimentación a través del software Loadcap de la casa Geoestru.

Figura 22. Modelamiento zapata aislada zona 1.



Fuente: Autor

5.6.1.2. Estimación de capacidad de carga y asentamientos para el área bloques de aulas de clases de dos niveles zona 2

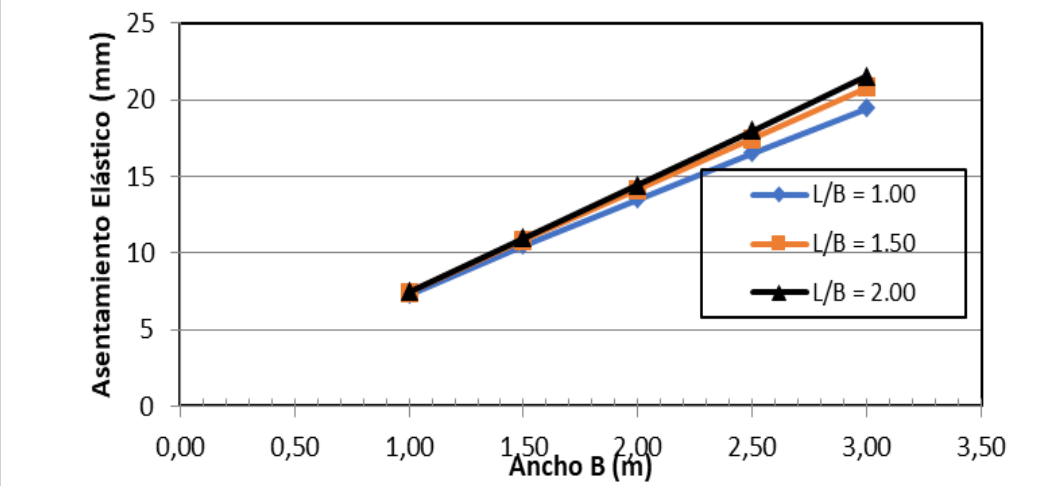
Considerando la estructura que se pretende construir y el tipo de suelo encontrado, se recomienda una profundidad de cimentación de 1.00 m. De esta manera la estructura quedaría apoyada en suelo arcilloso de consistencia rígida. De esta manera las estructuras quedarían apoyadas en suelos arcillosos de la formación real, las zapatas deberán amarrarse perimetralmente con vigas de amarre.

Para un factor de seguridad indirecto de FSICP = 3.0, un nivel de desplante de 1.0 metros y secciones de cimentación desde 1.0 metro hasta 2.0 metros de ancho, se obtuvieron presiones últimas, y admisibles, para diferentes tipos de caso de cargas.

En la **Figura 23** se muestra la variación del asentamiento según el ancho de la base y en la **Tabla 23** se presenta los valores para los asentamientos diferenciales

para cada dimensión de zapata propuesta, mientras que en la **Figura 24** se muestra en resumen la carga admisible para diferentes anchos de zapata B sin que se generen asentamientos superiores al permitido de cada zona y en la **Tabla 24** se presentan los diferente valores de capacidad admisible para diferentes dimensionamiento de las zapatas.

Figura 23. Asentamiento para la carga admisible para la zona 2.



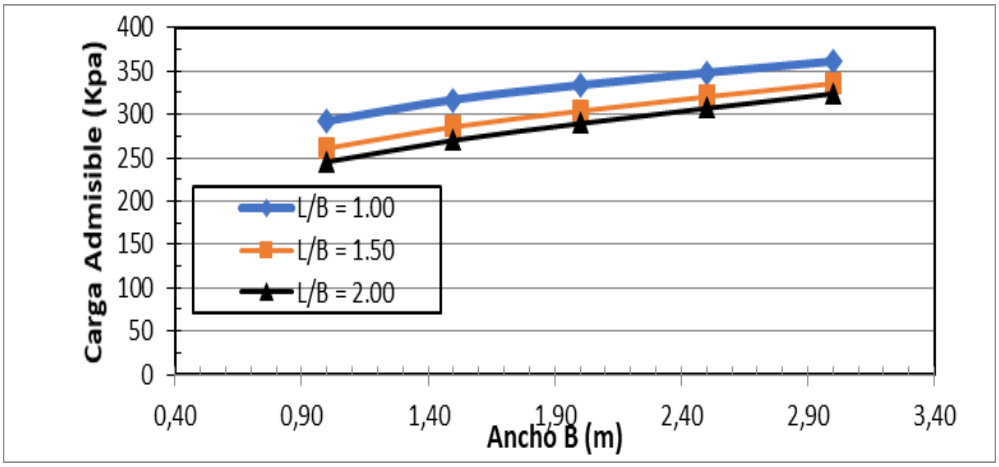
Fuente: Autor.

Tabla 23. Asentamientos diferenciales según dimensiones de la zapata.

L/B	B (m)					
	So, mms	**1,00**	**1,50**	**2,00**	**2,50**	**3,00**
1,00	$S_{0\ años}$	7,27	10,49	13,52	16,51	19,46
1,50	$S_{0\ años}$	7,42	10,83	14,13	17,45	20,81
2,00	$S_{0\ años}$	7,48	11,00	14,45	17,97	21,56

Fuente: Autor.

Figura 24. Capacidad de carga admisible por estado límite y servicio para la zona 2.



Fuente: Autor

Tabla 24. Capacidad de carga admisible Vs Ancho de cimentación B (m). Para la zona 2.

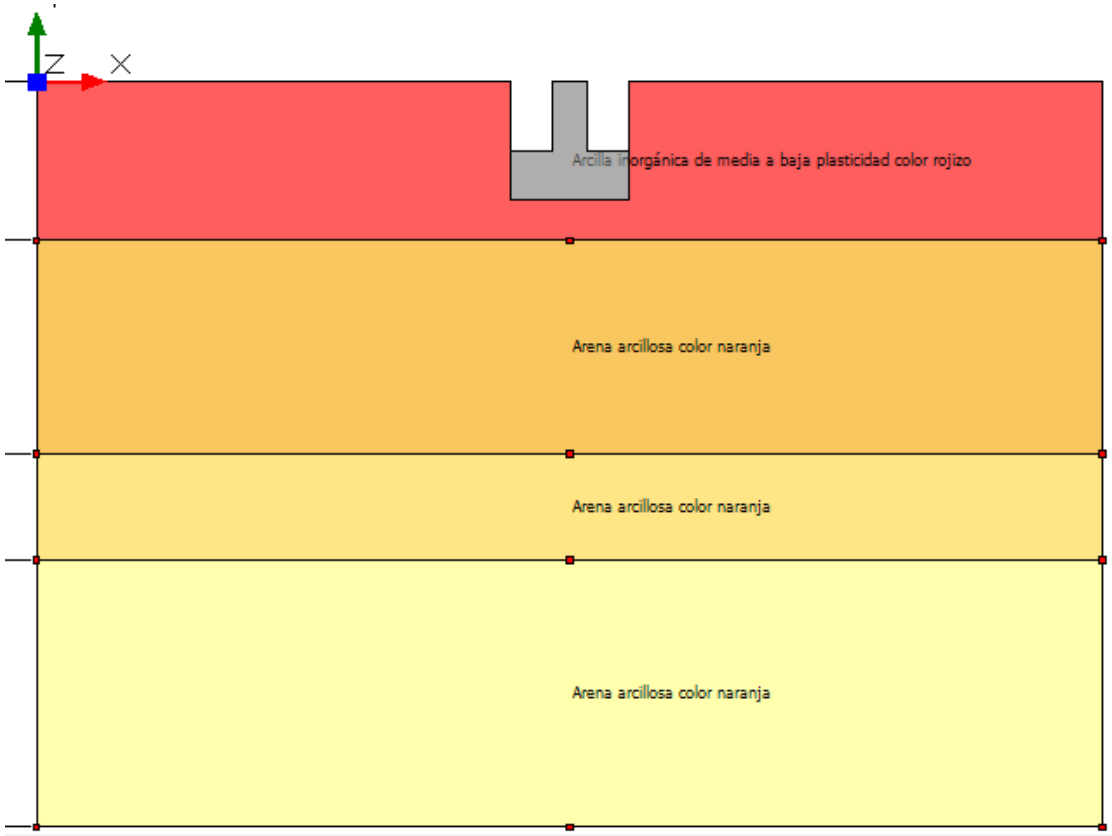
L/B	B (m)					
	Qa, Kpa	**1,00**	**1,50**	**2,00**	**2,50**	**3,00**
1,00	Qa, $S_{0\ años}$	267,68	264,96	260,37	260,63	263,28
1,50	Qa, $S_{0\ años}$	246,66	239,79	238,32	241,09	245,95
2,00	Qa, $S_{0\ años}$	232,15	227,21	227,29	231,32	237,29

.

La cimentación tendrá un mecanismo de falla general y los factores de compresibilidad del suelo (Hansen 1970), con un factor de seguridad FSB=3.0; un Índice de rigidez Ir = 1118.32 e Índice de rigidez crítico ICRIT = 62.57; y una constante de subsuelo K de 23819.22 kN/m3 y una capacidad de carga admisible de 275.69kN/m^2. (ver memoria de cálculo anexo 5).

La **Figura 25** presenta el modelamiento de zapata de cimentación a través del software Loadcap de la casa Geoestru.

Figura 25. Modelamiento zapata aislada zona 2.



Fuente: Autor

5.6.1.3. Estimación de capacidad de carga para el área de polideportiva y parqueadero zona 3.

Dado que la Zona 3, destinada a la construcción de la polideportiva y el parqueadero de la institución educativa, no estará sometida a cargas fijas significativas, la realización de un análisis convencional de capacidad de carga no resulta pertinente. En su lugar, la evaluación geotécnica de estas áreas se basó en la determinación del porcentaje de CBR (California Bearing Ratio) en condiciones sumergida, lo que permitió caracterizar la resistencia del suelo frente a cargas de tráfico y uso deportivo.

Para garantizar la estabilidad y funcionalidad de estas estructuras, se implementará el mejoramiento del terreno descrito en el subcapítulo 5.2.2.3, el cual sigue las directrices metodológicas establecidas en el Manual para el Diseño y Construcción del Espacio Público de Bucaramanga (MEPB). Dicho mejoramiento incluirá la adecuación de la subrasante mediante compactación controlada, la

incorporación de material granular tipo subbase para ambas losas. Como medida de mitigación para la losa en el área de la polideportiva se sugiere la incorporación de un geotextil para mejorar la capacidad portante y el comportamiento ante la humedad y la impermeabilización de la losa.

De acuerdo con los resultados obtenidos se determinó que las tres estructuras evaluadas presentan asentamientos diferenciales totales inferiores a los 30 cm valor de referencia de la NSR-10, cumpliendo así con los límites establecidos en la NSR-10 para garantizar la estabilidad y funcionalidad estructural.

Estos asentamientos bajos se atribuyen a las características geotécnicas favorables del terreno, el cual presenta una consistencia rígida y densa, como lo evidencian los datos de las pruebas de campo y laboratorio. Este tipo de suelo, debido a su alta resistencia al corte y baja compresibilidad, ofrece un soporte adecuado para las cargas aplicadas, reduciendo significativamente el riesgo de deformaciones.

6 RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Exploración del subsuelo y ensayos de laboratorio

Se llevó a cabo una exhaustiva campaña de investigación geotécnica crucial para la correcta caracterización de las propiedades mecánicas y estratigráficas del terreno. esta investigación comprendió no solo los nuevos cinco (5) sondeos exploratorios, sino que también se tuvo en cuenta la información presentada en el estudio de suelos proyecto construcción de centro educativa vereda los laureles del año 2022 por esta misma firma la cual contó con seis sondeos y perforaciones hasta 6 m de profundidad

Las profundidades especificadas en la Tabla 1, La elección de las ubicaciones y profundidades de los sondeos se realizó estratégicamente para obtener una representación precisa de las condiciones del subsuelo en las diferentes zonas y áreas de interés para las nuevas edificaciones.

Durante la campaña geotécnica, se registró la presencia del nivel freático en el sondeo 4, a una profundidad de 3.20 metros. Este hallazgo es de suma importancia, ya que la presencia de agua subterránea puede influir en el comportamiento geotécnico del suelo.

6.2 Tipo y nivel de las cimentaciones del proyecto.

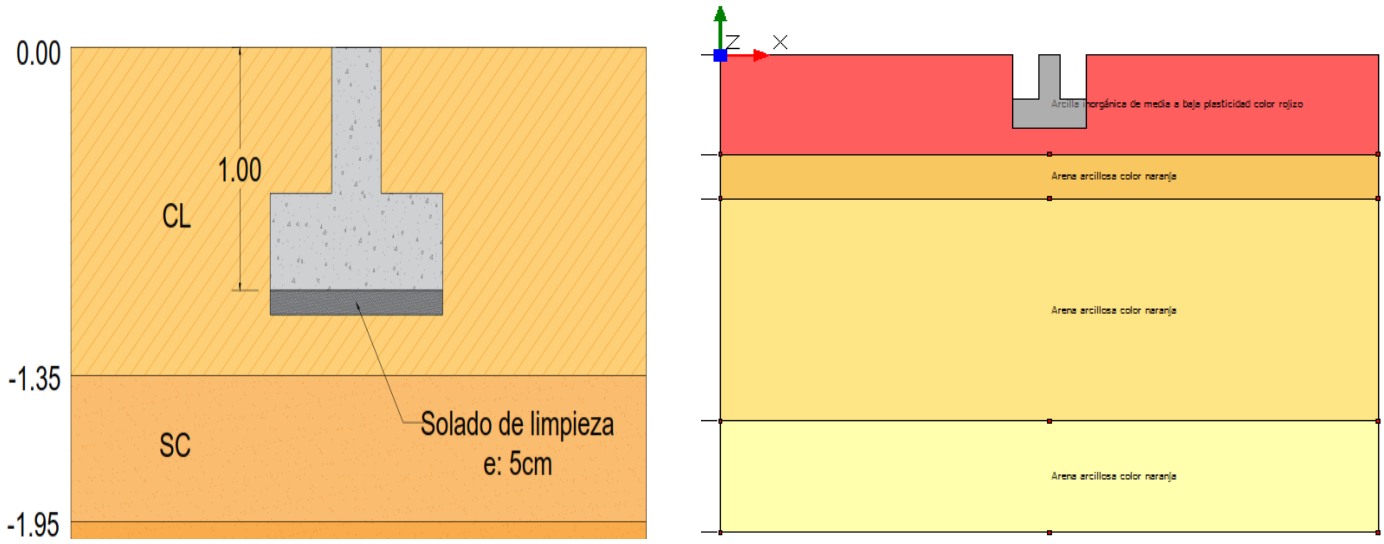
Considerando los diferentes tipos de cimentaciones necesarios para la nueva infraestructura del colegio Los Laureles, se desarrollaron dos propuestas de cimentación diseñadas en función de las características geotécnicas del suelo y la estructura a construir. A continuación, se indica las principales características de cada tipo de cimentación

6.2.1 Cimentación tipo zapatas aisladas zona 1 área administrativa de dos niveles y zona 2 área de aulas de clases de dos niveles

Se propone una cimentación superficial tipo zapata de cimentación con vigas de amarre a una profundidad de 1.00 m para ambas edificaciones. Las cimentaciones quedaran apoyadas sobre una arcilla de media a baja plasticidad arcillosa de consistencia rígida, clasificada en el sistema SUCS como CL.

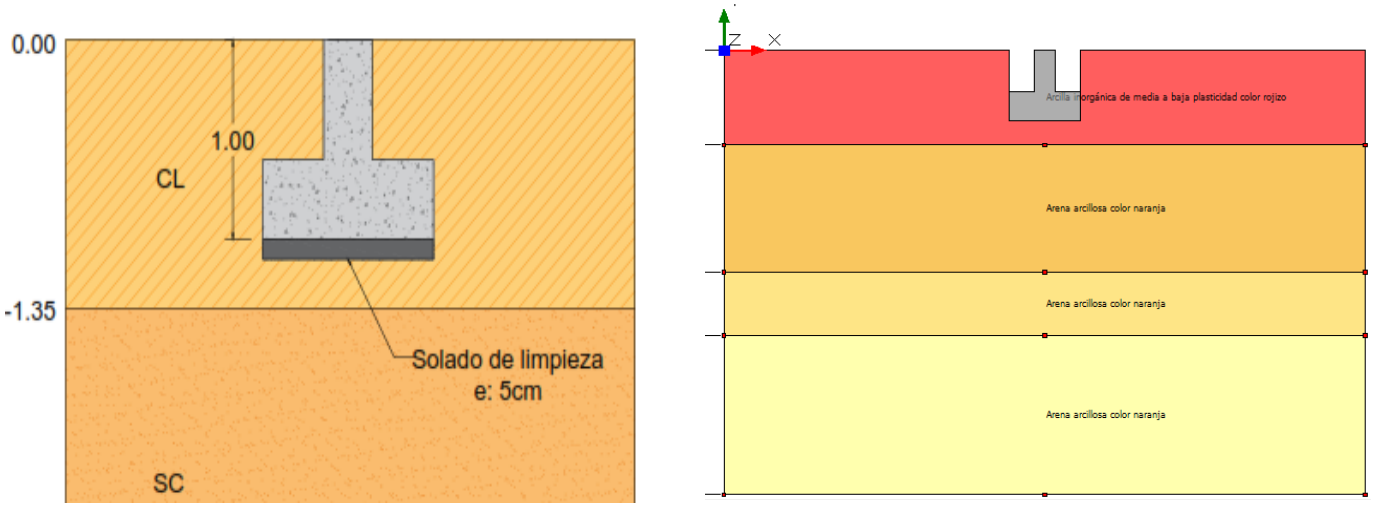
En la **Figura 26** se presenta la propuesta de cimentación tipo zapata y los estratos de suelos caracterizados para el área administrativa y en la **Figura 27** para el área de las aulas de clases.

Figura 26. Propuesta de cimentación zapata aislada área administrativa de dos niveles zona 1.



Fuente: Autor.

Figura 27. Propuesta de cimentación zapata aislada área aulas de clases de dos niveles zona 2

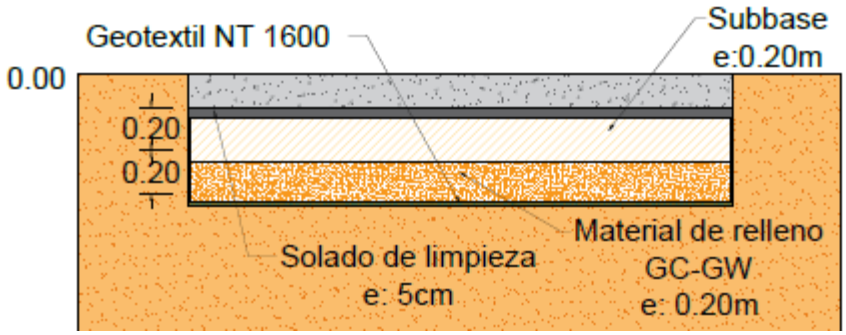


Fuente: Autor.

6.2.2 Losa de concreto zona 3 para polideportiva y parqueadero

Se proponen dos losas de concreto individuales para cada estructura la cual quedará apoyada sobre una arena arcillosa de consistencia suelta, clasificada en el sistema SUCS como SC. La losa de concreto para la polideportiva tendrá un espesor de 0.20 m, esta quedará soportada un material tipo subbase de 0.20 mm de espesor y además deberá removerse 0.30 mm de suelo natural el cual será mejorado por un material de relleno tipo grava arcillosa o limosa que cumpla con las especificaciones INVIAS Y finalmente entre la capa del material tipo subbase y la subrasante se deberá aplicar un solado de limpieza de 5 cm (Ver **Figura 28**)

Figura 28. Propuesta de losa de concreto polideportivo.



Fuente: Autor.

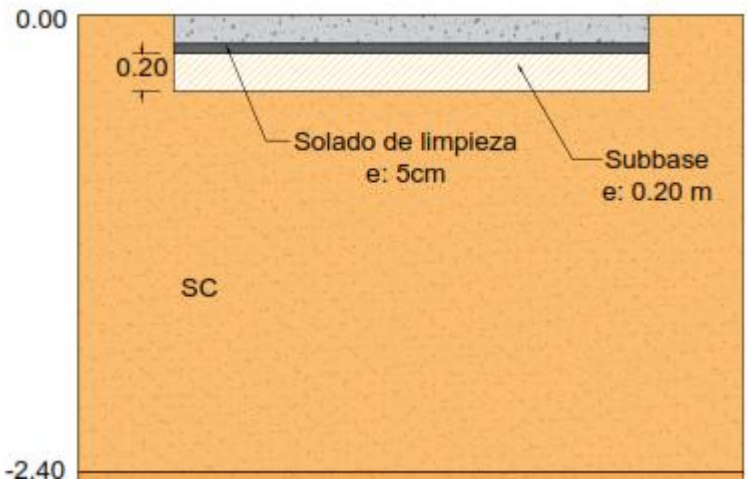
Para mejorar el desempeño estructural de la losa de concreto de la polideportiva, se recomienda la incorporación de un geotextil de alta resistencia. Este material geosintético fortalece la cimentación al actuar como una barrera que mejora la estabilidad y durabilidad del sistema, optimizando su comportamiento geotécnico.

El geotextil aporta rigidez a la estructura al mejorar la distribución de cargas y reducir los asentamientos diferenciales. Además, su función de filtración y separación evita el ascenso de partículas finas por efecto del agua subterránea, previniendo la erosión interna y el debilitamiento del suelo, lo que protege la integridad de la losa.

Adicionalmente, se recomienda la impermeabilización de la placa de concreto para evitar la infiltración de agua, lo que contribuirá a reducir los efectos de deterioro por ciclos de humedad y secado, así como la posible aparición de fisuras o degradación prematura del material. La combinación de estas medidas garantizará una mayor vida útil de la estructura y un desempeño óptimo en condiciones operativas.

Por otra parte, la losa de concreto del parqueadero tendrá un espesor de 0.20 m, esta quedará soportado por un material tipo subbase con un espesor de capa de 0.20 m y finalmente entre la losa de concreto y la subbase se deberá aplicar un salo de limpieza de 5 cm (ver **Figura 29)**

Figura 29. Propuesta losa de concreto parqueadero.



Fuente: Autor

6.3 Recomendaciones estructurales y sísmicas

6.4.1. Sismicidad. El coeficiente de aceleración pico esperada Aa es de 0.15 g y el coeficiente de aceleración horizontal pico Av es 0.15.

6.4.2. Perfil del terreno para efectos locales y factores de amplificación. Para considerar el efecto de sitio, se recomienda trabajar con un Perfil de suelo D. Los factores de amplificación del espectro en la zona de periodo corto e intermedio debido a los efectos de sitio Fa y Fv se pueden tomar como Fa=1.50 y Fv =2.20.

6.4 Recomendaciones generales y limitaciones

Este estudio de suelos se efectuó utilizando las prácticas habituales de la ingeniería geotécnica. Si durante la construcción se presentan condiciones del terreno o circunstancias no previstas en este informe se deberá dar visto a un Ingeniero asesor en Suelos para establecer las recomendaciones o procedimientos más convenientes.

Tanto la subrasante como el material tipo subbase deberán ser compactado a un 95% del Proctor de laboratorio.

Se recomienda implementar un plan de control de calidad que garantice el cumplimiento de los parámetros técnicos exigidos para la correcta ejecución de la obra. Este plan debe incluir la toma de muestras y ensayos de resistencia del concreto utilizado en los diferentes elementos estructurales, asegurando que cumpla con las especificaciones establecidas en el diseño y normativa vigente.

Asimismo, se debe llevar a cabo un programa detallado de control de densidades en campo, con el fin de evaluar el grado de compactación de los materiales utilizados en los rellenos. Para ello, se recomienda la ejecución de pruebas in situ, como el ensayo de densidad por el método del cono de arena, garantizando que los suelos compactados alcancen el porcentaje óptimo definido en el diseño geotécnico. Un control adecuado de la compactación es fundamental para prevenir asentamientos diferenciales, mejorar la capacidad portante del suelo y asegurar la estabilidad de las estructuras a largo plazo.

7 BIBLIOGRAFÍA

- BABAN, Tharwat M. Shallow Foundations. Discussions and problem Solving. First edition 2016 by Jhon Wiley & Sons, Ltd.
- Manual de Diseño y Construcción del espacio Público de Bucaramanga MEPB.
- Manual de Diseño y Construcción del espacio Público de Medellín MEPM.
- BHUDU, Muni. Soil Mechanics and Foundations. Wiley International. 3rd Edition. 2010.
- Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, Título H – Estudios Geotécnicos.
- Software Strater 5, Golden Software.

ANEXO 1

ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN DE SONDEOS


S1-22
S2-22
S3-22
Institución Educativa Los Laureles
S4-22
S2-25
S5-25
S6-22
S3-25
S4-25
S1-25
S5-22
AP1

ANEXO 2.

ENSAYOS DE LABORATORIO.

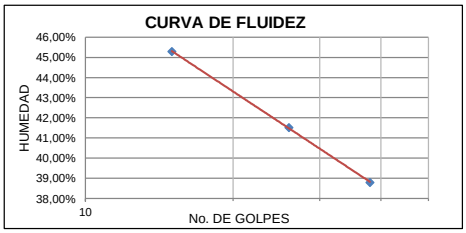
INGECONSULTA SAS		
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		
Determinación del contenido de agua (Humedad Natural) en suelos I.N.V.E 122- 2012		
Determinación del Límite Líquido de los suelos I.N.V.E 125 - 2012		
Límite Plástico e Indice de Plasticidad de los suelos I.N.V.E 126 - 2012		
Determinación de los Tamaños de las partículas de los suelo (Granulometría) I.N.V.E 123 -	Código:	F-PS-15
Clásificación de suelos, Sistema SUCS	Versión: 2	Página 1/1

CLIENTE:	UT DIPROB LAURELES		**PROYECTO:**	ESTUDIO DE SUELOS, ESCUELA LAURELES					
LOCALIZACIÓN:	VEREDA LAURELES, BARRANCABERMEJA			**UBICACIÓN SONDEO :**			7° 1'6.73"N- 73°48'19.50"O		
MUESTRA No:	2	**SONDEO No.:**	1	**PROFUNDIDAD (m):**	0,40	A	1,30	**FECHA:**	23/01/2025

Determinación del Límite Plástico, Límite líquido, La humedad e Indice Plástico y de Liquidez.

DESCRIPCIÓN	HUMEDADES							
	LIMITE PLÁSTICO (L.P.)			LIMITE LIQUIDO (L.L)			NATURAL (w)	
ENSAYO No.:	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**
RECIPIENTE No.:	**H4**	**E5**	**E9**	**V11**	**V14**	**V34**	**E42**	
No. DE GOLPES:	**N/A**	**N/A**	**N/A**	**15**	**26**	**38**	**N/A**	
$W_r + W_h$ [g]:	26,08	19,89	15,57	19,24	19,86	20,51	311,43	
$W_r + W_s$ [g]:	25,00	19,12	14,73	15,63	16,26	16,96	251,00	
W_r [g]:	19,41	14,97	10,17	7,66	7,59	7,81	28,35	
W_w [g]:	1,08	0,77	0,84	3,61	3,60	3,55	60,43	
W_s [g]:	5,59	4,15	4,56	7,97	8,67	9,15	222,65	
w:	**19,32%**	**18,55%**	**18,42%**	**45,29%**	**41,52%**	**38,80%**	**27,14%**	

Notas: Wr = Peso del recipiente, Wh = Peso humedo del suelo, Ww = Peso del agua, Ws = Peso de los solidos. El ensayo de Límite Líquido, se hizo de acuerdo al procedimiento A. Los rollos de masa de suelo en el ensayo del límite plástico se realizaronpor el método manual.



RESULTADOS HUMEDAD, LIMITES LIQUIDO Y PLÁSTCO E INDICE PLÁSTICO	
Humedad Natural w (%) =	27,14
Límite Líquido L.L (%) =	41,67
Límite Plástico L.P (%) =	18,77
Indice Plasticidad I.P (%) =	22,90

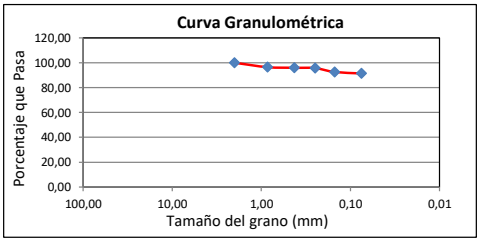
Cálculo Índice de Liquidez (Si aplica):	
Indice de Liquidez IL (%) =	0,37
Consistencia, según I.L =	*Suelo en estado Plástico*

DATOS ENSAYO TAMAÑO PARTÍCULAS

Peso húmedo Muestra Whm (g) =	292,0
Peso seco muestra Wsm (g) =	212,78

TAMIZ		W_{ret}	Porcentaje			Resultados	
No	mm	gramos	Reten.	Acumul.	Pasa	Tamiz	%pasa
3"	75,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
2"	50,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
1 1/2	37,50	0,00	0,00	0,00	100,00		
1"	25,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/4"	19,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/8"	9,50	0,00	0,00	0,00	100,00		
4	4,75	0,00	0,00	0,00	100,00		
10	2,00	0,00	0,00	0,00	100,00	2,00	**100,00**
20	0,85	7,58	3,56	3,56	96,44	0,85	**96,44**
40	0,43	1,00	0,47	4,03	95,97	0,43	**95,97**
60	0,25	0,60	0,28	4,31	95,69	0,25	**95,69**
140	0,15	6,62	3,11	7,43	92,57	0,15	**92,57**
200	0,08	2,50	1,17	8,60	91,40	0,08	**91,40**
FONDO		0,96	0,45		-		
Suma pesos ret. =		**19,26**					

Nota : El tamiz utililizado para separación de partículas fue el No 200



RESUMEN RESULTADOS ANÁLISIS DE TAMIZADO DE LA FRACCIÓN RETENIDA EN EL TAMIZ No 200					
Tamaño Máximo (mm) =	2,00		**Grava % =**		**0,00**
Grava Gruesa %	0,00		**Arena % =**		**8,60**
Grava media %	0,00		**Finos % =**		**91,40**
Grava Fina %	0,00		Diámetros efectivos (mm):		
Arena Gruesa %	0,00		D10 =	D30 =	
Arena media %	4,03		D50 =	D60 =	
Arena Fina %	4,57		Coeficientes :	Cu =	
Finos %	91,40			Cc =	

Nota : Cu es el coeficiente de Uniformidad y Cc el coeficiente de Curvatura

CLASIFICACIÓN S.U.C.S	CL	DESCRIPCIÓN:	ARCILLA INORGANICA DE MEDIA A BAJA PLASTICIDAD	COLOR	ROJIZO
OBSERVACIONES:					

REALIZÓ: **Jainner Camacho**
Aux. Laboratorio

REVISÓ: **Andrea Meneses**
Coordinadora Técnica

VoBo: **INGECONSULTA**

Los resultados del presente informe son confidenciales y no pueden ser reproducidos sin autorización de ingeconsulta SAS
Ingeconsulta SAS. Calle 50 No 19-77, Barrancabermeja, Santander. Email Ingeconsultasas1@hotmail.com

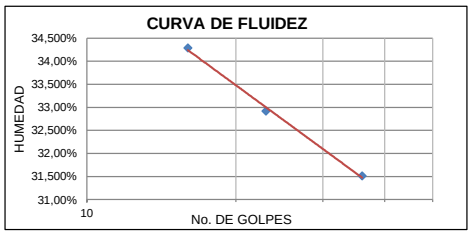
INGECONSULTA S.A.S	**INGECONSULTA SAS**		
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		
	Determinación del contenido de agua (Humedad Natural) en suelos I.N.V.E 122- 2012		
	Determinación del Límite Líquido de los suelos I.N.V.E 125 - 2012		
	Límite Plástico e Indice de Plasticidad de los suelos I.N.V.E 126 - 2012		
	Determinación de los Tamaños de las partículas de los suelo (Granulometría) I.N.V.E 123 -	Código:	F-PS-15
	Clásificación de suelos, Sistema SUCS	Versión: 2	Página 1/1

CLIENTE:	UT DIPROB LAURELES		**PROYECTO:**	ESTUDIO DE SUELOS, ESCUELA LAURELES					
LOCALIZACIÓN:	VEREDA LAURELES, BARRANCABERMEJA			**UBICACIÓN SONDEO :**			7° 1'6.73"N- 73°48'19.50"O		
MUESTRA No:	4	**SONDEO No.:**	1	**PROFUNDIDAD (m):**	2,20	A	3,10	**FECHA:**	23/01/2025

Determinación del Límite Plástico, Límite líquido, La humedad e Indice Plástico y de Liquidez.

DESCRIPCIÓN	HUMEDADES							
	LIMITE PLÁSTICO (L.P.)			LIMITE LIQUIDO (L.L)			NATURAL (w)	
ENSAYO No.:	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**
RECIPIENTE No.:	**E1**	**E5**	**H11**	**H2**	**V3**	**V6**	**E42**	
No. DE GOLPES:	**N/A**	**N/A**	**N/A**	**16**	**23**	**36**	**N/A**	
$W_r + W_h$ [g]:	22,75	22,59	22,42	23,91	23,17	23,10	336,0	
$W_r + W_s$ [g]:	21,48	21,44	21,35	20,45	20,02	20,10	296,21	
W_r [g]:	15,65	16,05	16,45	10,36	10,45	10,58	26,2	
W_w [g]:	1,27	1,15	1,07	3,46	3,15	3,00	39,74	
W_s [g]:	5,83	5,39	4,90	10,09	9,57	9,52	269,98	
w:	**21,78%**	**21,24%**	**21,84%**	**34,29%**	**32,92%**	**31,51%**	**14,72%**	

Notas: Wr = Peso del recipiente, Wh = Peso humedo del suelo, Ww = Peso del agua, Ws = Peso de los solidos. El ensayo de Límite Líquido, se hizo de acuerdo al procedimiento A. Los rollos de masa de suelo en el ensayo del límite plástico se realizaronpor el método manual.



RESULTADOS HUMEDAD, LIMITES LIQUIDO Y PLÁSTCO E INDICE PLÁSTICO	
Humedad Natural w (%) =	14,72
Límite Líquido L.L (%) =	32,70
Límite Plástico L.P (%) =	21,62
Indice Plasticidad I.P (%) =	11,08

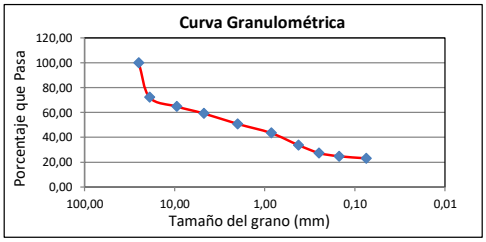
Cálculo Índice de Liquidez (Si aplica):
Indice de Liquidez IL (%) =
Consistencia, según I.L =

DATOS ENSAYO TAMAÑO PARTÍCULAS

Peso húmedo Muestra Whm (g) =	288,0
Peso seco muestra Wsm (g) =	245,60

TAMIZ		W_{ret}	Porcentaje			Resultados	
No	mm	gramos	Reten.	Acumul.	Pasa	Tamiz	%pasa
3"	75,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
2"	50,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
1 1/2	37,50	0,00	0,00	0,00	100,00		
1"	25,00	0,00	0,00	0,00	100,00	25,00	**100,00**
3/4"	19,00	68,32	27,82	27,82	72,18	19,00	**72,18**
3/8"	9,50	18,15	7,39	35,21	64,79	9,50	**64,79**
4	4,75	13,75	5,60	40,81	59,19	4,75	**59,19**
10	2,00	20,65	8,41	49,21	50,79	2,00	**50,79**
20	0,85	18,03	7,34	56,56	43,44	0,85	**43,44**
40	0,43	23,69	9,65	66,20	33,80	0,43	**33,80**
60	0,25	15,70	6,39	72,59	27,41	0,25	**27,41**
140	0,15	6,47	2,63	75,23	24,77	0,15	**24,77**
200	0,08	4,10	1,67	76,90	23,10	0,08	**23,10**
FONDO		1,00	0,41		-		
Suma pesos ret. =		**189,86**					

Nota : El tamiz utililizado para separación de partículas fue el No 200



RESUMEN RESULTADOS ANÁLISIS DE TAMIZADO DE LA FRACCIÓN RETENIDA EN EL TAMIZ No 200					
Tamaño Máximo (mm) =	25,00		**Grava % =**		**40,81**
Grava Gruesa %	0,00		**Arena % =**		**36,09**
Grava media %	27,82		**Finos % =**		**23,10**
Grava Fina %	12,99		Diámetros efectivos (mm):		
Arena Gruesa %	8,41		D10 =	D30 =	
Arena media %	16,99		D50 =	D60 =	
Arena Fina %	10,70		Coeficientes :	Cu =	
Finos %	23,10			Cc =	

Nota : Cu es el coeficiente de Uniformidad y Cc el coeficiente de Curvatura

CLASIFICACIÓN S.U.C.S	GC	**DESCRIPCIÓN:**	GRAVA ARCILLOSA	**COLOR**	ROJIZO MOTEADO DE GRIS MUY CLARO
OBSERVACIONES:					

REALIZÓ: **Jainner Camacho**
Aux. Laboratorio

REVISÓ: **Andrea Meneses**
Coordinadora Técnica

VoBo: **INGECONSULTA**

Los resultados del presente informe son confidenciales y no pueden ser reproducidos sin autorización de ingeconsulta SAS

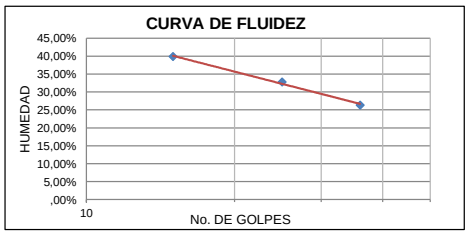
	INGECONSULTA SAS		
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		
INGECONSULTA S.A.S	Determinación del contenido de agua (Humedad Natural) en suelos I.N.V.E 122- 2012		
	Determinación del Límite Líquido de los suelos I.N.V.E 125 - 2012		
	Límite Plástico e Indice de Plasticidad de los suelos I.N.V.E 126 - 2012		
	Determinación de los Tamaños de las partículas de los suelo (Granulometría) I.N.V.E 123 -	Código:	F-PS-15
	Clásificación de suelos, Sistema SUCS	Versión: 2	Página 1/1

CLIENTE:	UT DIPROB LAURELES	**PROYECTO:**	ESTUDIO DE SUELOS, ESCUELA LAURELES					
LOCALIZACIÓN:	VEREDA LAURELES, BARRANCABERMEJA		**UBICACIÓN SONDEO :**	7° 1'6.73"N- 73°48'19.50"O				
MUESTRA No:	5	**SONDEO No.:**	1	**PROFUNDIDAD (m):**	3,10	A	4,00	**FECHA:** 23/01/2025

Determinación del Límite Plástico, Límite líquido, La humedad e Indice Plástico y de Liquidez.

DESCRIPCIÓN	HUMEDADES							
	LIMITE PLÁSTICO (L.P.)			LIMITE LIQUIDO (L.L)			NATURAL (w)	
ENSAYO No.:	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**
RECIPIENTE No.:	**E13**	**H12**	**E9**	**V15**	**V35**	**V8**	**E42**	
No. DE GOLPES:	**N/A**	**N/A**	**N/A**	**15**	**25**	**36**	**N/A**	
$W_r + W_h$ [g]:	23,29	23,87	19,70	19,25	19,23	20,07	148,5	
$W_r + W_s$ [g]:	22,60	23,02	18,90	16,67	16,95	18,00	132,00	
W_r [g]:	19,34	19,13	15,09	10,20	10,00	10,15	5,6	
W_w [g]:	0,69	0,85	0,80	2,58	2,28	2,07	16,52	
W_s [g]:	3,26	3,89	3,81	6,47	6,95	7,85	126,38	
w:	**21,17%**	**21,85%**	**21,00%**	**39,88%**	**32,81%**	**26,37%**	**13,07%**	

Notas: Wr = Peso del recipiente, Wh = Peso humedo del suelo, Ww = Peso del agua, Ws = Peso de los solidos. El ensayo de Límite Líquido, se hizo de acuerdo al procedimiento A. Los rollos de masa de suelo en el ensayo del límite plástico se realizaronpor el método manual.



RESULTADOS HUMEDAD, LIMITES LIQUIDO Y PLÁSTCO E INDICE PLÁSTICO	
Humedad Natural w (%) =	13,07
Límite Líquido L.L (%) =	31,82
Límite Plástico L.P (%) =	21,34
Indice Plasticidad I.P (%) =	10,48

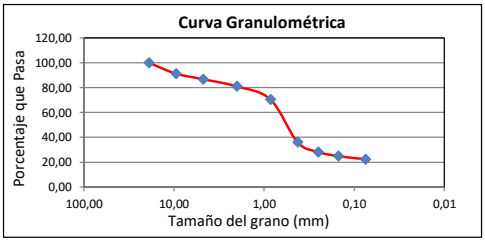
Cálculo Índice de Liquidez (Si aplica):
Indice de Liquidez IL (%) =
Consistencia, según I.L =

DATOS ENSAYO TAMAÑO PARTÍCULAS

Peso húmedo Muestra Whm (g) =	389,6
Peso seco muestra Wsm (g) =	338,67

TAMIZ		W_{ret}	Porcentaje			Resultados	
No	mm	gramos	Reten.	Acumul.	Pasa	Tamiz	%pasa
3"	75,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
2"	50,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
1 1/2	37,50	0,00	0,00	0,00	100,00		
1"	25,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/4"	19,00	0,00	0,00	0,00	100,00	19,00	**100,00**
3/8"	9,50	29,62	8,75	8,75	91,25	9,50	**91,25**
4	4,75	15,20	4,49	13,23	86,77	4,75	**86,77**
10	2,00	19,64	5,80	19,03	80,97	2,00	**80,97**
20	0,85	35,62	10,52	29,55	70,45	0,85	**70,45**
40	0,43	116,69	34,46	64,01	35,99	0,43	**35,99**
60	0,25	26,61	7,86	71,86	28,14	0,25	**28,14**
140	0,15	11,02	3,25	75,12	24,88	0,15	**24,88**
200	0,08	8,52	2,52	77,63	22,37	0,08	**22,37**
FONDO		0,03	0,01		-		
Suma pesos ret. =		**262,95**					

Nota : El tamiz utililizado para separación de partículas fue el No 200



RESUMEN RESULTADOS ANÁLISIS DE TAMIZADO DE LA FRACCIÓN RETENIDA EN EL TAMIZ No 200					
Tamaño Máximo (mm) =	19,00		**Grava % =**		**13,23**
Grava Gruesa %	0,00		**Arena % =**		**64,40**
Grava media %	0,00		**Finos % =**		**22,37**
Grava Fina %	13,23		Diámetros efectivos (mm):		
Arena Gruesa %	5,80		D10 =	D30 =	
Arena media %	44,97		D50 =	D60 =	
Arena Fina %	13,63		Coeficientes :	Cu =	
Finos %	22,37			Cc =	

Nota : Cu es el coeficiente de Uniformidad y Cc el coeficiente de Curvatura

CLASIFICACIÓN S.U.C.S	SC	**DESCRIPCIÓN:**	ARENA ARCILLOSA	**COLOR**	GRIS OSCURO
OBSERVACIONES:					

REALIZÓ: **Jainner Camacho**
Aux. Laboratorio

REVISÓ: **Andrea Meneses**
Coordinadora Técnica

VoBo: **INGECONSULTA**

Los resultados del presente informe son confidenciales y no pueden ser reproducidos sin autorización de ingeconsulta SAS

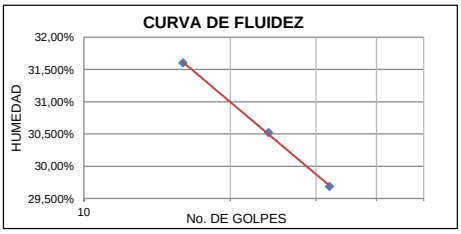
INGECONSULTA S.A.S	**INGECONSULTA SAS**		
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		
	Determinación del contenido de agua (Humedad Natural) en suelos I.N.V.E 122- 2012		
	Determinación del Límite Líquido de los suelos I.N.V.E 125 - 2012		
	Límite Plástico e Indice de Plasticidad de los suelos I.N.V.E 126 - 2012		
	Determinación de los Tamaños de las partículas de los suelo (Granulometría) I.N.V.E 123 -	Código:	F-PS-15
	Clásificación de suelos, Sistema SUCS	Versión:	2 / 1/1

CLIENTE:	UT DIPROB LAURELES		**PROYECTO:**	ESTUDIO DE SUELOS, ESCUELA LAURELES					
LOCALIZACIÓN:	VEREDA LAURELES, BARRANCABERMEJA			**UBICACIÓN SONDEO :**			7° 1'6.73"N- 73°48'19.50"O		
MUESTRA No:	7	**SONDEO No.:**	1	**PROFUNDIDAD (m):**	4,90	A	5,80	**FECHA:**	23/01/2025

Determinación del Límite Plástico, Límite líquido, La humedad e Indice Plástico y de Liquidez.

DESCRIPCIÓN	HUMEDADES							
	LIMITE PLÁSTICO (L.P.)			LIMITE LIQUIDO (L.L)			NATURAL (w)	
ENSAYO No.:	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**
RECIPIENTE No.:	**E13**	**H1**	**E7**	**E5**	**I1**	**E14**	**E42**	
No. DE GOLPES:	**N/A**	**N/A**	**N/A**	**16**	**24**	**32**	**N/A**	
$W_r + W_h$ [g]:	16,18	15,86	15,54	30,79	30,45	30,10	322,2	
$W_r + W_s$ [g]:	14,46	14,17	13,88	27,26	27,48	27,66	289,16	
W_r [g]:	6,25	6,10	5,95	16,09	17,77	19,44	26,7	
W_w [g]:	1,72	1,69	1,66	3,53	2,97	2,44	33,02	
W_s [g]:	8,21	8,07	7,93	11,17	9,72	8,22	262,50	
w:	**20,95%**	**20,94%**	**20,93%**	**31,60%**	**30,52%**	**29,68%**	**12,58%**	

Notas: Wr = Peso del recipiente, Wh = Peso humedo del suelo, Ww = Peso del agua, Ws = Peso de los solidos. El ensayo de Límite Líquido, se hizo de acuerdo al procedimiento A. Los rollos de masa de suelo en el ensayo del límite plástico se realizaronpor el método manual.



RESULTADOS HUMEDAD, LIMITES LIQUIDO Y PLÁSTCO E INDICE PLÁSTICO	
Humedad Natural w (%) =	12,58
Límite Líquido L.L (%) =	30,37
Límite Plástico L.P (%) =	20,94
Indice Plasticidad I.P (%) =	9,43

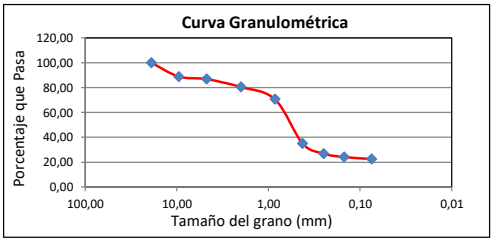
Cálculo Índice de Liquidez (Si aplica):
Indice de Liquidez IL (%) =
Consistencia, según I.L =

DATOS ENSAYO TAMAÑO PARTÍCULAS

Peso húmedo Muestra Whm (g) =	326,8
Peso seco muestra Wsm (g) =	285,66

TAMIZ		W_{ret}	Porcentaje			Resultados	
No	mm	gramos	Reten.	Acumul.	Pasa	Tamiz	%pasa
3"	75,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
2"	50,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
1 1/2	37,50	0,00	0,00	0,00	100,00		
1"	25,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/4"	19,00	0,00	0,00	0,00	100,00	19,00	**100,00**
3/8"	9,50	31,95	11,18	11,18	88,82	9,50	**88,82**
4	4,75	5,62	1,97	13,15	86,85	4,75	**86,85**
10	2,00	18,25	6,39	19,54	80,46	2,00	**80,46**
20	0,85	28,18	9,86	29,41	70,59	0,85	**70,59**
40	0,43	101,61	35,57	64,98	35,02	0,43	**35,02**
60	0,25	23,31	8,16	73,14	26,86	0,25	**26,86**
140	0,15	7,80	2,73	75,87	24,13	0,15	**24,13**
200	0,08	4,49	1,57	77,44	22,56	0,08	**22,56**
FONDO		0,58	0,20		-		
Suma pesos ret. =		**221,79**					

Nota : El tamiz utililizado para separación de partículas fue el No 200



RESUMEN RESULTADOS ANÁLISIS DE TAMIZADO DE LA FRACCIÓN RETENIDA EN EL TAMIZ No 200					
Tamaño Máximo (mm) =	19,00		**Grava % =**		**13,15**
Grava Gruesa %	0,00		**Arena % =**		**64,29**
Grava media %	0,00		**Finos % =**		**22,56**
Grava Fina %	13,15		Diámetros efectivos (mm):		
Arena Gruesa %	6,39		D10 =	D30 =	
Arena media %	45,44		D50 =	D60 =	
Arena Fina %	12,46		Coeficientes :	Cu =	
Finos %	22,56			Cc =	

Nota : Cu es el coeficiente de Uniformidad y Cc el coeficiente de Curvatura

CLASIFICACIÓN S.U.C.S	SC	**DESCRIPCIÓN:**	ARENA ARCILLOSA	**COLOR**	CAFÉ MUY CLARO MANCHAS ROJAS
OBSERVACIONES:					

REALIZÓ: Jainner Camacho — **Jainner Camacho**, Aux. Laboratorio

REVISÓ: Andrea Meneses — **Andrea Meneses**, **Coordinadora Técnica**

VoBo: INGECONSULTA INGENIERIA CIVIL NIT. 823.000.737-7 — **INGECONSULTA**

Los resultados del presente informe son confidenciales y no pueden ser reproducidos sin autorización de ingeconsulta SAS

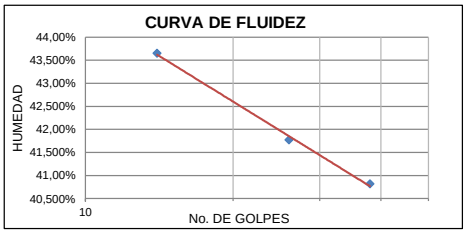
INGECONSULTA SAS		
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		
Determinación del contenido de agua (Humedad Natural) en suelos I.N.V.E 122- 2012		
Determinación del Límite Líquido de los suelos I.N.V.E 125 - 2012		
Límite Plástico e Indice de Plasticidad de los suelos I.N.V.E 126 - 2012		
Determinación de los Tamaños de las partículas de los suelo (Granulometría) I.N.V.E 123 -	Código:	F-PS-15
Clásificación de suelos, Sistema SUCS	Versión: 2	Página 1/1

CLIENTE:	UT DIPROB LAURELES	**PROYECTO:**	ESTUDIO DE SUELOS, ESCUELA LAURELES					
LOCALIZACIÓN:	VEREDA LAURELES, BARRANCABERMEJA		**UBICACIÓN SONDEO :**	7° 1'7.32"N- 73°48'18.49"O				
MUESTRA No:	3	**SONDEO No.:**	2	**PROFUNDIDAD (m):**	1,50	A	1,95	**FECHA:** 23/01/2025

Determinación del Límite Plástico, Límite líquido, La humedad e Indice Plástico y de Liquidez.

DESCRIPCIÓN	HUMEDADES							
	LIMITE PLÁSTICO (L.P.)			LIMITE LIQUIDO (L.L)			NATURAL (w)	
ENSAYO No.:	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**
RECIPIENTE No.:	**E13**	**H1**	**E7**	**E5**	**I1**	**E14**	**E42**	
No. DE GOLPES:	**N/A**	**N/A**	**N/A**	**14**	**26**	**38**	**N/A**	
$W_r + W_h$ [g]:	16,62	16,44	16,25	23,93	25,74	27,54	357,24	
$W_r + W_s$ [g]:	14,86	14,54	14,22	21,42	23,40	25,34	292,81	
W_r [g]:	7,67	6,88	6,09	15,67	17,81	19,95	26,64	
W_w [g]:	1,76	1,90	2,03	2,51	2,34	2,20	64,43	
W_s [g]:	7,19	7,66	8,13	5,75	5,59	5,39	266,17	
w:	**24,48%**	**24,74%**	**24,97%**	**43,65%**	**41,77%**	**40,82%**	**24,21%**	

Notas: Wr = Peso del recipiente, Wh = Peso humedo del suelo, Ww = Peso del agua, Ws = Peso de los solidos. El ensayo de Límite Líquido, se hizo de acuerdo al procedimiento A. Los rollos de masa de suelo en el ensayo del límite plástico se realizaronpor el método manual.



RESULTADOS HUMEDAD, LIMITES LIQUIDO Y PLÁSTCO E INDICE PLÁSTICO	
Humedad Natural w (%) =	24,21
Límite Líquido L.L (%) =	41,95
Límite Plástico L.P (%) =	24,73
Indice Plasticidad I.P (%) =	17,22

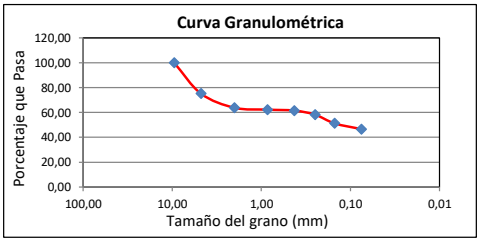
Cálculo Índice de Liquidez (Si aplica):
Indice de Liquidez IL (%) =
Consistencia, según I.L =

DATOS ENSAYO TAMAÑO PARTÍCULAS

Peso húmedo Muestra Whm (g) =	382,0
Peso seco muestra Wsm (g) =	289,52

TAMIZ		W_{ret}	Porcentaje			Resultados	
No	mm	gramos	Reten.	Acumul.	Pasa	Tamiz	%pasa
3"	75,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
2"	50,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
1 1/2	37,50	0,00	0,00	0,00	100,00		
1"	25,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/4"	19,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/8"	9,50	0,00	0,00	0,00	100,00	9,50	**100,00**
4	4,75	71,95	24,85	24,85	75,15	4,75	**75,15**
10	2,00	32,88	11,36	36,21	63,79	2,00	**63,79**
20	0,85	4,36	1,51	37,71	62,29	0,85	**62,29**
40	0,43	2,26	0,78	38,49	61,51	0,43	**61,51**
60	0,25	9,37	3,24	41,73	58,27	0,25	**58,27**
140	0,15	20,51	7,08	48,81	51,19	0,15	**51,19**
200	0,08	13,33	4,60	53,42	46,58	0,08	**46,58**
FONDO		0,59	0,20		-		
Suma pesos ret. =		**155,25**					

Nota : El tamiz utililizado para separación de partículas fue el No 200



RESUMEN RESULTADOS ANÁLISIS DE TAMIZADO DE LA FRACCIÓN RETENIDA EN EL TAMIZ No 200					
Tamaño Máximo (mm) =	9,50		**Grava % =**		**24,85**
Grava Gruesa %	0,00		**Arena % =**		**28,57**
Grava media %	0,00		**Finos % =**		**46,58**
Grava Fina %	24,85		Diámetros efectivos (mm):		
Arena Gruesa %	11,36		D10 =	D30 =	
Arena media %	2,29		D50 =	D60 =	
Arena Fina %	14,92		Coeficientes :	Cu =	
Finos %	46,58			Cc =	

Nota : Cu es el coeficiente de Uniformidad y Cc el coeficiente de Curvatura

CLASIFICACIÓN S.U.C.S	SC	DESCRIPCIÓN:	ARENA ARCILLOSA	COLOR	ROJIZO
OBSERVACIONES:					

REALIZÓ: **Jainner Camacho**, Aux. Laboratorio

REVISÓ: **Andrea Meneses**, **Coordinadora Técnica**

VoBo: **INGECONSULTA**

Los resultados del presente informe son confidenciales y no pueden ser reproducidos sin autorización de ingeconsulta SAS
Ingeconsulta SAS. Calle 50 No 19-77, Barrancabermeja, Santander. Email Ingeconsultasas1@hotmail.com

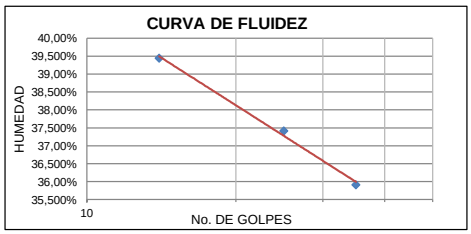
INGECONSULTA S.A.S	**INGECONSULTA SAS**		
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		
	Determinación del contenido de agua (Humedad Natural) en suelos I.N.V.E 122- 2012		
	Determinación del Límite Líquido de los suelos I.N.V.E 125 - 2012		
	Límite Plástico e Indice de Plasticidad de los suelos I.N.V.E 126 - 2012		
	Determinación de los Tamaños de las partículas de los suelo (Granulometría) I.N.V.E 123 -	Código:	F-PS-15
	Clásificación de suelos, Sistema SUCS	Versión: 2	Página 1/1

CLIENTE:	UT DIPROB LAURELES	**PROYECTO:**	ESTUDIO DE SUELOS, ESCUELA LAURELES				
LOCALIZACIÓN:	VEREDA LAURELES, BARRANCABERMEJA	**UBICACIÓN SONDEO :**	7° 1'7.32"N- 73°48'18.49"O				
MUESTRA No:	5	**SONDEO No.:**	2	**PROFUNDIDAD (m):**	2,85	A	3,75	**FECHA:**	23/01/2025

Determinación del Límite Plástico, Límite líquido, La humedad e Indice Plástico y de Liquidez.

DESCRIPCIÓN	HUMEDADES							
	LIMITE PLÁSTICO (L.P.)			LIMITE LIQUIDO (L.L)			NATURAL (w)	
ENSAYO No.:	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**
RECIPIENTE No.:	**E13**	**H1**	**E7**	**E5**	**I1**	**E14**	**E42**	
No. DE GOLPES:	**N/A**	**N/A**	**N/A**	**14**	**25**	**35**	**N/A**	
$W_r + W_h$ [g]:	14,48	15,65	16,81	37,05	29,71	28,38	305,0	
$W_r + W_s$ [g]:	12,97	13,91	14,84	32,21	26,10	25,96	256,47	
W_r [g]:	6,20	6,13	6,05	19,94	16,45	19,22	27,0	
W_w [g]:	1,51	1,74	1,97	4,84	3,61	2,42	48,50	
W_s [g]:	6,77	7,78	8,79	12,27	9,65	6,74	229,48	
w:	**22,30%**	**22,37%**	**22,41%**	**39,45%**	**37,41%**	**35,91%**	**21,13%**	

Notas: Wr = Peso del recipiente, Wh = Peso humedo del suelo, Ww = Peso del agua, Ws = Peso de los solidos. El ensayo de Límite Líquido, se hizo de acuerdo al procedimiento A. Los rollos de masa de suelo en el ensayo del límite plástico se realizaronpor el método manual.



RESULTADOS HUMEDAD, LIMITES LIQUIDO Y PLÁSTCO E INDICE PLÁSTICO	
Humedad Natural w (%) =	21,13
Límite Líquido L.L (%) =	37,25
Límite Plástico L.P (%) =	22,36
Indice Plasticidad I.P (%) =	14,89

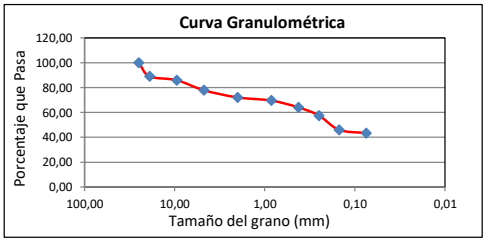
Cálculo Índice de Liquidez (Si aplica):
Indice de Liquidez IL (%) =
Consistencia, según I.L =

DATOS ENSAYO TAMAÑO PARTÍCULAS

Peso húmedo Muestra Whm (g) =	301,2
Peso seco muestra Wsm (g) =	237,51

TAMIZ		W_{ret}	Porcentaje			Resultados	
No	mm	gramos	Reten.	Acumul.	Pasa	Tamiz	%pasa
3"	75,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
2"	50,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
1 1/2	37,50	0,00	0,00	0,00	100,00		
1"	25,00	0,00	0,00	0,00	100,00	25,00	**100,00**
3/4"	19,00	26,01	10,95	10,95	89,05	19,00	**89,05**
3/8"	9,50	7,29	3,07	14,02	85,98	9,50	**85,98**
4	4,75	19,18	8,08	22,10	77,90	4,75	**77,90**
10	2,00	13,83	5,82	27,92	72,08	2,00	**72,08**
20	0,85	5,90	2,48	30,40	69,60	0,85	**69,60**
40	0,43	13,00	5,47	35,88	64,12	0,43	**64,12**
60	0,25	15,76	6,64	42,51	57,49	0,25	**57,49**
140	0,15	27,20	11,45	53,96	46,04	0,15	**46,04**
200	0,08	6,35	2,67	56,64	43,36	0,08	**43,36**
FONDO		0,89	0,37		-		
Suma pesos ret. =		**135,41**					

Nota : El tamiz utililizado para separación de partículas fue el No 200



RESUMEN RESULTADOS ANÁLISIS DE TAMIZADO DE LA FRACCIÓN RETENIDA EN EL TAMIZ No 200					
Tamaño Máximo (mm) =	25,00		**Grava % =**		**22,10**
Grava Gruesa %	0,00		**Arena % =**		**34,54**
Grava media %	10,95		**Finos % =**		**43,36**
Grava Fina %	11,14		Diámetros efectivos (mm):		
Arena Gruesa %	5,82		D10 =	D30 =	
Arena media %	7,96		D50 =	D60 =	
Arena Fina %	20,76		Coeficientes :	Cu =	
Finos %	43,36			Cc =	

Nota : Cu es el coeficiente de Uniformidad y Cc el coeficiente de Curvatura

CLASIFICACIÓN S.U.C.S	SC	**DESCRIPCIÓN:**	ARENA ARCILLOSA	**COLOR**	GRIS MUY CLARO, MOTEADOS ROJOS
OBSERVACIONES:					

REALIZÓ: **Jainner Camacho**
Aux. Laboratorio

REVISÓ: **Andrea Meneses**
Coordinadora Técnica

VoBo: **INGECONSULTA**

Los resultados del presente informe son confidenciales y no pueden ser reproducidos sin autorización de ingeconsulta SAS

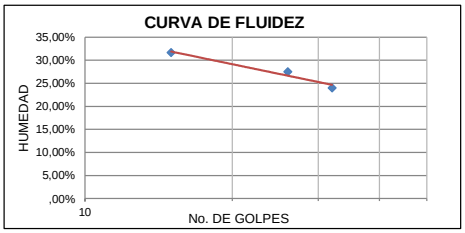
INGECONSULTA S.A.S	**INGECONSULTA SAS** **LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS** Determinación del contenido de agua (Humedad Natural) en suelos I.N.V.E 122- 2012 Determinación del Límite Líquido de los suelos I.N.V.E 125 - 2012 Límite Plástico e Indice de Plasticidad de los suelos I.N.V.E 126 - 2012 Determinación de los Tamaños de las partículas de los suelo (Granulometría) I.N.V.E 123 - Clásificación de suelos, Sistema SUCS	Código:	F-PS-15
		Versión:	2 Página 1/1

CLIENTE:	UT DIPROB LAURELES	**PROYECTO:**	ESTUDIO DE SUELOS, ESCUELA LAURELES				
LOCALIZACIÓN:	VEREDA LAURELES, BARRANCABERMEJA			**UBICACIÓN SONDEO :**	7° 1'7.32"N- 73°48'18.49"O		
MUESTRA No:	6	**SONDEO No.:**	2	**PROFUNDIDAD (m):**	3,75	A	4,65
FECHA:	23/01/2025						

Determinación del Límite Plástico, Límite líquido, La humedad e Indice Plástico y de Liquidez.

DESCRIPCIÓN	HUMEDADES							
	LIMITE PLÁSTICO (L.P.)			LIMITE LIQUIDO (L.L)			NATURAL (w)	
ENSAYO No.:	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**
RECIPIENTE No.:	**L11**	**L13**	**L15**	**P3**	**L14**	**P9**	**E42**	
No. DE GOLPES:	**N/A**	**N/A**	**N/A**	**15**	**26**	**32**	**N/A**	
$W_r + W_h$ [g]:	17,65	13,96	17,66	29,98	25,44	25,10	256,6	
$W_r + W_s$ [g]:	16,44	13,01	16,41	27,41	23,16	23,50	232,20	
W_r [g]:	10,43	8,56	10,28	19,29	14,88	16,84	13,3	
W_w [g]:	1,21	0,95	1,25	2,57	2,28	1,60	24,40	
W_s [g]:	6,01	4,45	6,13	8,12	8,28	6,66	218,95	
w:	**20,13%**	**21,35%**	**20,39%**	**31,65%**	**27,54%**	**24,02%**	**11,14%**	

Notas: Wr = Peso del recipiente, Wh = Peso humedo del suelo, Ww = Peso del agua, Ws = Peso de los solidos. El ensayo de Límite Líquido, se hizo de acuerdo al procedimiento A. Los rollos de masa de suelo en el ensayo del límite plástico se realizaronpor el método manual.



RESULTADOS HUMEDAD, LIMITES LIQUIDO Y PLÁSTCO E INDICE PLÁSTICO	
Humedad Natural w (%) =	11,14
Límite Líquido L.L (%) =	26,87
Límite Plástico L.P (%) =	20,62
Indice Plasticidad I.P (%) =	6,24

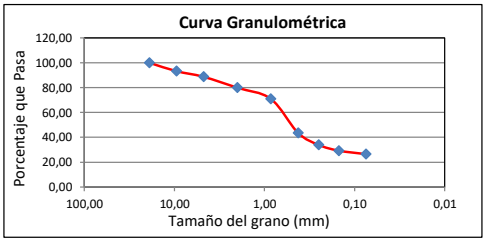
Cálculo Índice de Liquidez (Si aplica):
Indice de Liquidez IL (%) =
Consistencia, según I.L =

DATOS ENSAYO TAMAÑO PARTÍCULAS

Peso húmedo Muestra Whm (g) =	372,0
Peso seco muestra Wsm (g) =	330,54

TAMIZ		**W_{ret}**	**Porcentaje**			**Resultados**	
No	mm	gramos	Reten.	Acumul.	Pasa	Tamiz	%pasa
3"	75,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
2"	50,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
1 1/2	37,50	0,00	0,00	0,00	100,00		
1"	25,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/4"	19,00	0,00	0,00	0,00	100,00	19,00	**100,00**
3/8"	9,50	22,32	6,75	6,75	93,25	9,50	**93,25**
4	4,75	15,03	4,55	11,30	88,70	4,75	**88,70**
10	2,00	29,12	8,81	20,11	79,89	2,00	**79,89**
20	0,85	29,62	8,96	29,07	70,93	0,85	**70,93**
40	0,43	90,17	27,28	56,35	43,65	0,43	**43,65**
60	0,25	32,25	9,76	66,11	33,89	0,25	**33,89**
140	0,15	15,20	4,60	70,70	29,30	0,15	**29,30**
200	0,08	9,32	2,82	73,52	26,48	0,08	**26,48**
FONDO		0,03	0,01		-		
Suma pesos ret. =		**243,06**					

Nota : El tamiz utililizado para separación de partículas fue el No 200



RESUMEN RESULTADOS ANÁLISIS DE TAMIZADO DE LA FRACCIÓN RETENIDA EN EL TAMIZ No 200					
Tamaño Máximo (mm) =	19,00		**Grava % =**		**11,30**
Grava Gruesa %	0,00		**Arena % =**		**62,22**
Grava media %	0,00		**Finos % =**		**26,48**
Grava Fina %	11,30		Diámetros efectivos (mm):		
Arena Gruesa %	8,81		D10 =	D30 =	
Arena media %	36,24		D50 =	D60 =	
Arena Fina %	17,17		Coeficientes :	Cu =	
Finos %	26,48			Cc =	

Nota : Cu es el coeficiente de Uniformidad y Cc el coeficiente de Curvatura

CLASIFICACIÓN S.U.C.S	SC	**DESCRIPCIÓN:**	ARENA ARCILLOSA	**COLOR**	CAFÉ OSCURO
OBSERVACIONES:					

REALIZÓ: **Jainner Camacho**
Aux. Laboratorio

REVISÓ: **Andrea Meneses**
Coordinadora Técnica

VoBo: **INGECONSULTA**

Los resultados del presente informe son confidenciales y no pueden ser reproducidos sin autorización de ingeconsulta SAS

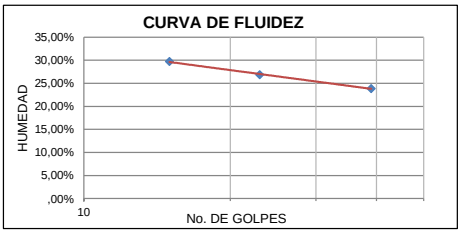
INGECONSULTA S.A.S	**INGECONSULTA SAS**		
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		
	Determinación del contenido de agua (Humedad Natural) en suelos I.N.V.E 122- 2012		
	Determinación del Límite Líquido de los suelos I.N.V.E 125 - 2012		
	Límite Plástico e Indice de Plasticidad de los suelos I.N.V.E 126 - 2012		
	Determinación de los Tamaños de las partículas de los suelo (Granulometría) I.N.V.E 123 -	Código:	F-PS-15
	Clásificación de suelos, Sistema SUCS	Versión:	2 / 1/1

CLIENTE:	UT DIPROB LAURELES	**PROYECTO:**	ESTUDIO DE SUELOS, ESCUELA LAURELES				
LOCALIZACIÓN:	VEREDA LAURELES, BARRANCABERMEJA			**UBICACIÓN SONDEO :**		7° 1'7.32"N- 73°48'18.49"O	
MUESTRA No:	8	**SONDEO No.:**	2	**PROFUNDIDAD (m):**	5,55 A 6,45	**FECHA:**	23/01/2025

Determinación del Límite Plástico, Límite líquido, La humedad e Indice Plástico y de Liquidez.

DESCRIPCIÓN	HUMEDADES							
	LIMITE PLÁSTICO (L.P.)			LIMITE LIQUIDO (L.L)			NATURAL (w)	
ENSAYO No.:	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**
RECIPIENTE No.:	**E13**	**H1**	**E7**	**E5**	**I1**	**E14**	**E42**	
No. DE GOLPES:	**N/A**	**N/A**	**N/A**	**15**	**23**	**39**	**N/A**	
$W_r + W_h$ [g]:	15,16	16,59	18,02	25,91	32,02	27,70	392,8	
$W_r + W_s$ [g]:	13,55	14,74	15,93	23,55	29,28	25,30	352,80	
W_r [g]:	6,06	6,09	6,11	15,61	19,07	15,25	33,8	
W_w [g]:	1,61	1,85	2,09	2,36	2,74	2,40	39,96	
W_s [g]:	7,49	8,66	9,82	7,94	10,21	10,05	319,04	
w:	**21,50%**	**21,37%**	**21,28%**	**29,72%**	**26,84%**	**23,88%**	**12,53%**	

Notas: Wr = Peso del recipiente, Wh = Peso humedo del suelo, Ww = Peso del agua, Ws = Peso de los solidos. El ensayo de Límite Líquido, se hizo de acuerdo al procedimiento A. Los rollos de masa de suelo en el ensayo del límite plástico se realizaronpor el método manual.



RESULTADOS HUMEDAD, LIMITES LIQUIDO Y PLÁSTCO E INDICE PLÁSTICO	
Humedad Natural w (%) =	12,53
Límite Líquido L.L (%) =	26,40
Límite Plástico L.P (%) =	21,38
Indice Plasticidad I.P (%) =	5,02

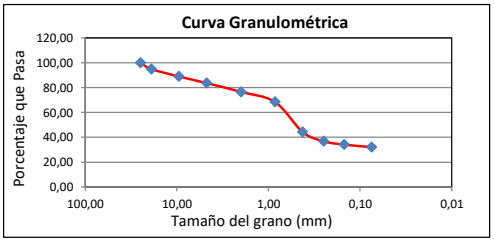
Cálculo Índice de Liquidez (Si aplica):
Indice de Liquidez IL (%) =
Consistencia, según I.L =

DATOS ENSAYO TAMAÑO PARTÍCULAS

Peso húmedo Muestra Whm (g) =	356,1
Peso seco muestra Wsm (g) =	311,52

TAMIZ		W_{ret}	Porcentaje			Resultados	
No	mm	gramos	Reten.	Acumul.	Pasa	Tamiz	%pasa
3"	75,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
2"	50,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
1 1/2	37,50	0,00	0,00	0,00	100,00		
1"	25,00	0,00	0,00	0,00	100,00	25,00	**100,00**
3/4"	19,00	15,81	5,08	5,08	94,92	19,00	**94,92**
3/8"	9,50	18,67	5,99	11,07	88,93	9,50	**88,93**
4	4,75	16,47	5,29	16,36	83,64	4,75	**83,64**
10	2,00	21,99	7,06	23,41	76,59	2,00	**76,59**
20	0,85	25,34	8,13	31,55	68,45	0,85	**68,45**
40	0,43	75,15	24,12	55,67	44,33	0,43	**44,33**
60	0,25	23,39	7,51	63,18	36,82	0,25	**36,82**
140	0,15	8,32	2,67	65,85	34,15	0,15	**34,15**
200	0,08	6,28	2,02	67,87	32,13	0,08	**32,13**
FONDO		0,58	0,19		-		
Suma pesos ret. =		**212,00**					

Nota : El tamiz utililizado para separación de partículas fue el No 200



RESUMEN RESULTADOS ANÁLISIS DE TAMIZADO DE LA FRACCIÓN RETENIDA EN EL TAMIZ No 200					
Tamaño Máximo (mm) =	25,00		**Grava % =**		**16,36**
Grava Gruesa %	0,00		**Arena % =**		**51,51**
Grava media %	5,08		**Finos % =**		**32,13**
Grava Fina %	11,28		Diámetros efectivos (mm):		
Arena Gruesa %	7,06		D10 =	D30 =	
Arena media %	32,26		D50 =	D60 =	
Arena Fina %	12,20		Coeficientes :	Cu =	
Finos %	32,13			Cc =	

Nota : Cu es el coeficiente de Uniformidad y Cc el coeficiente de Curvatura

CLASIFICACIÓN S.U.C.S	SC	**DESCRIPCIÓN:**	ARENA ARCILLOSA	**COLOR**	GRIS CLARO TONOS AMARILLOS MANCHADO DE ROJO
OBSERVACIONES:					

REALIZÓ: **Jainner Camacho**, Aux. Laboratorio

REVISÓ: **Andrea Meneses**, **Coordinadora Técnica**

VoBo: **INGECONSULTA**

Los resultados del presente informe son confidenciales y no pueden ser reproducidos sin autorización de ingeconsulta SAS
Ingeconsulta SAS. Calle 50 No 19-77, Barrancabermeja, Santander. Email Ingeconsultasas1@hotmail.com

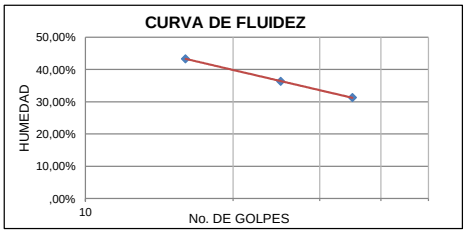
INGECONSULTA S.A.S	**INGECONSULTA SAS**		
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		
	Determinación del contenido de agua (Humedad Natural) en suelos I.N.V.E 122- 2012		
	Determinación del Límite Líquido de los suelos I.N.V.E 125 - 2012		
	Límite Plástico e Indice de Plasticidad de los suelos I.N.V.E 126 - 2012		
	Determinación de los Tamaños de las partículas de los suelo (Granulometría) I.N.V.E 123 -	Código:	F-PS-15
	Clásificación de suelos, Sistema SUCS	Versión: 2	Página 1/1

CLIENTE:	UT DIPROB LAURELES		**PROYECTO:**	ESTUDIO DE SUELOS, ESCUELA LAURELES					
LOCALIZACIÓN:	VEREDA LAURELES, BARRANCABERMEJA			**UBICACIÓN SONDEO :**			7° 1'6.78"N- 73°48'18.97"O		
MUESTRA No:	2	**SONDEO No.:**	3	**PROFUNDIDAD (m):**	0,45	A	1,35	**FECHA:**	23/01/2025

Determinación del Límite Plástico, Límite líquido, La humedad e Indice Plástico y de Liquidez.

DESCRIPCIÓN	HUMEDADES							
	LIMITE PLÁSTICO (L.P.)			LIMITE LIQUIDO (L.L)			NATURAL (w)	
ENSAYO No.:	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**
RECIPIENTE No.:	**H1**	**E6**	**E3**	**V37**	**V8**	**V15**	**E42**	
No. DE GOLPES:	**N/A**	**N/A**	**N/A**	**16**	**25**	**35**	**N/A**	
$W_r + W_h$ [g]:	25,82	21,81	25,53	19,46	20,59	19,91	258,62	
$W_r + W_s$ [g]:	24,82	20,88	24,42	15,92	17,12	17,00	212,00	
W_r [g]:	19,76	16,04	18,78	7,75	7,57	7,69	16,32	
W_w [g]:	1,00	0,93	1,11	3,54	3,47	2,91	46,62	
W_s [g]:	5,06	4,84	5,64	8,17	9,55	9,31	195,68	
w:	**19,76%**	**19,21%**	**19,68%**	**43,33%**	**36,34%**	**31,26%**	**23,82%**	

Notas: Wr = Peso del recipiente, Wh = Peso humedo del suelo, Ww = Peso del agua, Ws = Peso de los solidos. El ensayo de Límite Líquido, se hizo de acuerdo al procedimiento A. Los rollos de masa de suelo en el ensayo del límite plástico se realizaronpor el método manual.



RESULTADOS HUMEDAD, LIMITES LIQUIDO Y PLÁSTCO E INDICE PLÁSTICO	
Humedad Natural w (%) =	23,82
Límite Líquido L.L (%) =	36,09
Límite Plástico L.P (%) =	19,55
Indice Plasticidad I.P (%) =	16,54

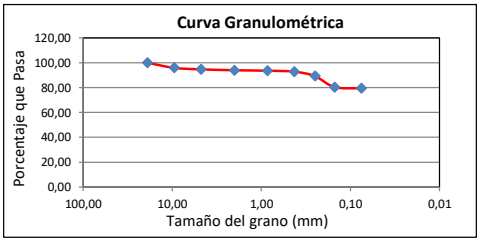
Cálculo Índice de Liquidez (Si aplica):	
Indice de Liquidez IL (%) =	0,26
Consistencia, según I.L =	*Suelo en estado Plástico*

DATOS ENSAYO TAMAÑO PARTÍCULAS

Peso húmedo Muestra Whm (g) =	225,3
Peso seco muestra Wsm (g) =	171,59

TAMIZ		W_{ret}	Porcentaje			Resultados	
No	mm	gramos	Reten.	Acumul.	Pasa	Tamiz	%pasa
3"	75,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
2"	50,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
1 1/2	37,50	0,00	0,00	0,00	100,00		
1"	25,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/4"	19,00	0,00	0,00	0,00	100,00	19,00	**100,00**
3/8"	9,50	7,05	4,11	4,11	95,89	9,50	**95,89**
4	4,75	2,08	1,21	5,32	94,68	4,75	**94,68**
10	2,00	1,20	0,70	6,02	93,98	2,00	**93,98**
20	0,85	0,67	0,39	6,41	93,59	0,85	**93,59**
40	0,43	1,32	0,77	7,18	92,82	0,43	**92,82**
60	0,25	6,18	3,60	10,78	89,22	0,25	**89,22**
140	0,15	15,20	8,86	19,64	80,36	0,15	**80,36**
200	0,08	1,63	0,95	20,59	79,41	0,08	**79,41**
FONDO		0,59	0,34		-		
Suma pesos ret. =		**35,92**					

Nota : El tamiz utililizado para separación de partículas fue el No 200



RESUMEN RESULTADOS ANÁLISIS DE TAMIZADO DE LA FRACCIÓN RETENIDA EN EL TAMIZ No 200					
Tamaño Máximo (mm) =	19,00		**Grava % =**		**5,32**
Grava Gruesa %	0,00		**Arena % =**		**15,27**
Grava media %	0,00		**Finos % =**		**79,41**
Grava Fina %	5,32		Diámetros efectivos (mm):		
Arena Gruesa %	0,70		D10 =	D30 =	
Arena media %	1,16		D50 =	D60 =	
Arena Fina %	13,41		Coeficientes :	Cu =	
Finos %	79,41			Cc =	

Nota : Cu es el coeficiente de Uniformidad y Cc el coeficiente de Curvatura

CLASIFICACIÓN S.U.C.S	CL	**DESCRIPCIÓN:**	ARCILLA INORGANICA DE MEDIA A BAJA PLASTICIDAD	**COLOR**	ROJIZO
OBSERVACIONES:					

REALIZÓ: **Jainner Camacho**
Aux. Laboratorio

REVISÓ: **Andrea Meneses**
Coordinadora Técnica

VoBo: **INGECONSULTA**

Los resultados del presente informe son confidenciales y no pueden ser reproducidos sin autorización de ingeconsulta SAS
Ingeconsulta SAS. Calle 50 No 19-77, Barrancabermeja, Santander. Email Ingeconsultasas1@hotmail.com

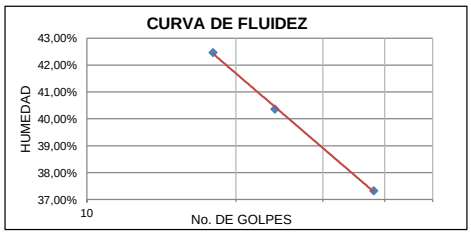
INGECONSULTA S.A.S	**INGECONSULTA SAS**		
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		
	Determinación del contenido de agua (Humedad Natural) en suelos I.N.V.E 122- 2012		
	Determinación del Límite Líquido de los suelos I.N.V.E 125 - 2012		
	Límite Plástico e Indice de Plasticidad de los suelos I.N.V.E 126 - 2012		
	Determinación de los Tamaños de las partículas de los suelo (Granulometría) I.N.V.E 123 -	Código:	F-PS-15
	Clásificación de suelos, Sistema SUCS	Versión: 2	Página 1/1

CLIENTE:	UT DIPROB LAURELES		**PROYECTO:**	ESTUDIO DE SUELOS, ESCUELA LAURELES					
LOCALIZACIÓN:	VEREDA LAURELES, BARRANCABERMEJA			**UBICACIÓN SONDEO :**			7° 1'6.78"N- 73°48'18.97"O		
MUESTRA No:	4	**SONDEO No.:**	3	**PROFUNDIDAD (m):**	2,25	A	3,15	**FECHA:**	23/01/2025

Determinación del Límite Plástico, Límite líquido, La humedad e Indice Plástico y de Liquidez.

DESCRIPCIÓN	HUMEDADES							
	LIMITE PLÁSTICO (L.P.)			LIMITE LIQUIDO (L.L)			NATURAL (w)	
ENSAYO No.:	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**
RECIPIENTE No.:	**E12**	**E13**	**H12**	**V11**	**V6**	**V22**	**E42**	
No. DE GOLPES:	**N/A**	**N/A**	**N/A**	**18**	**24**	**38**	**N/A**	
$W_r + W_h$ [g]:	26,61	24,40	22,52	20,29	19,30	21,20	212,4	
$W_r + W_s$ [g]:	25,44	23,43	21,53	16,54	15,97	17,58	185,00	
W_r [g]:	19,71	18,58	16,58	7,71	7,72	7,88	18,5	
W_w [g]:	1,17	0,97	0,99	3,75	3,33	3,62	27,36	
W_s [g]:	5,73	4,85	4,95	8,83	8,25	9,70	166,48	
w:	**20,42%**	**20,00%**	**20,00%**	**42,47%**	**40,36%**	**37,32%**	**16,43%**	

Notas: Wr = Peso del recipiente, Wh = Peso humedo del suelo, Ww = Peso del agua, Ws = Peso de los solidos. El ensayo de Límite Líquido, se hizo de acuerdo al procedimiento A. Los rollos de masa de suelo en el ensayo del límite plástico se realizaronpor el método manual.



RESULTADOS HUMEDAD, LIMITES LIQUIDO Y PLÁSTCO E INDICE PLÁSTICO	
Humedad Natural w (%) =	16,43
Límite Líquido L.L (%) =	40,11
Límite Plástico L.P (%) =	20,14
Indice Plasticidad I.P (%) =	19,97

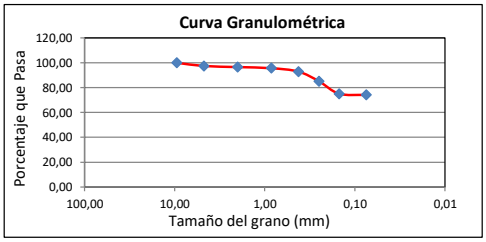
Cálculo Índice de Liquidez (Si aplica):	
Indice de Liquidez IL (%) =	-0,19
Consistencia, según I.L =	*Suelo en Estado sólido*

DATOS ENSAYO TAMAÑO PARTÍCULAS

Peso húmedo Muestra Whm (g) =	228,3
Peso seco muestra Wsm (g) =	190,74

TAMIZ		W_{ret}	Porcentaje			Resultados	
No	mm	gramos	Reten.	Acumul.	Pasa	Tamiz	%pasa
3"	75,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
2"	50,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
1 1/2	37,50	0,00	0,00	0,00	100,00		
1"	25,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/4"	19,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/8"	9,50	0,00	0,00	0,00	100,00	9,50	**100,00**
4	4,75	4,95	2,60	2,60	97,40	4,75	**97,40**
10	2,00	1,68	0,88	3,47	96,53	2,00	**96,53**
20	0,85	1,74	0,91	4,39	95,61	0,85	**95,61**
40	0,43	5,15	2,70	7,09	92,91	0,43	**92,91**
60	0,25	14,88	7,80	14,89	85,11	0,25	**85,11**
140	0,15	19,12	10,02	24,91	75,09	0,15	**75,09**
200	0,08	1,96	1,03	25,94	74,06	0,08	**74,06**
FONDO		0,89	0,47		-		
Suma pesos ret. =		**50,37**					

Nota : El tamiz utililizado para separación de partículas fue el No 200



RESUMEN RESULTADOS ANÁLISIS DE TAMIZADO DE LA FRACCIÓN RETENIDA EN EL TAMIZ No 200					
Tamaño Máximo (mm) =	9,50		**Grava % =**		**2,60**
Grava Gruesa %	0,00		**Arena % =**		**23,34**
Grava media %	0,00		**Finos % =**		**74,06**
Grava Fina %	2,60		Diámetros efectivos (mm):		
Arena Gruesa %	0,88		D10 =	D30 =	
Arena media %	3,61		D50 =	D60 =	
Arena Fina %	18,85		Coeficientes :	Cu =	
Finos %	74,06			Cc =	

Nota : Cu es el coeficiente de Uniformidad y Cc el coeficiente de Curvatura

CLASIFICACIÓN S.U.C.S	CL	**DESCRIPCIÓN:**	ARCILLA INORGANICA DE MEDIA A BAJA PLASTICIDAD	**COLOR**	ROJIZO
OBSERVACIONES:					

REALIZÓ: **Jainner Camacho**
Aux. Laboratorio

REVISÓ: **Andrea Meneses**
Coordinadora Técnica

VoBo: **INGECONSULTA**

Los resultados del presente informe son confidenciales y no pueden ser reproducidos sin autorización de ingeconsulta SAS

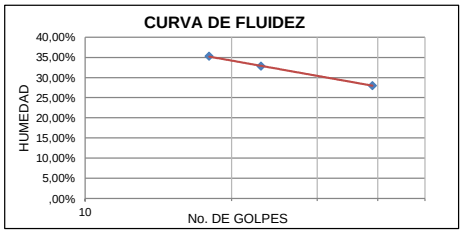
INGECONSULTA SAS		
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		
Determinación del contenido de agua (Humedad Natural) en suelos I.N.V.E 122- 2012		
Determinación del Límite Líquido de los suelos I.N.V.E 125 - 2012		
Límite Plástico e Indice de Plasticidad de los suelos I.N.V.E 126 - 2012		
Determinación de los Tamaños de las partículas de los suelo (Granulometría) I.N.V.E 123 -	Código:	F-PS-15
Clásificación de suelos, Sistema SUCS	Versión: 2	Página 1/1

CLIENTE:	UT DIPROB LAURELES	**PROYECTO:**	ESTUDIO DE SUELOS, ESCUELA LAURELES				
LOCALIZACIÓN:	VEREDA LAURELES, BARRANCABERMEJA		**UBICACIÓN SONDEO :**	7° 1'6.78"N- 73°48'18.97"O			
MUESTRA No:	5	**SONDEO No.:**	3	**PROFUNDIDAD (m):**	3,15	A	4,05
FECHA:	23/01/2025						

Determinación del Límite Plástico, Límite líquido, La humedad e Indice Plástico y de Liquidez.

DESCRIPCIÓN	HUMEDADES							
	LIMITE PLÁSTICO (L.P.)			LIMITE LIQUIDO (L.L)			NATURAL (w)	
ENSAYO No.:	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**
RECIPIENTE No.:	**W12**	**E17**	**H2**	**E12**	**E44**	**E24**	**N6**	
No. DE GOLPES:	**N/A**	**N/A**	**N/A**	**18**	**23**	**39**	**N/A**	
$W_r + W_h$ [g]:	12,61	15,59	13,41	27,09	26,55	25,80	326,60	
$W_r + W_s$ [g]:	11,42	13,84	12,09	24,41	24,69	23,45	285,00	
W_r [g]:	6,09	5,97	6,05	16,81	19,02	15,06	21,25	
W_w [g]:	1,19	1,75	1,32	2,68	1,86	2,35	41,60	
W_s [g]:	5,33	7,87	6,04	7,60	5,67	8,39	263,75	
w:	**22,33%**	**22,24%**	**21,85%**	**35,26%**	**32,80%**	**28,01%**	**15,77%**	

Notas: Wr = Peso del recipiente, Wh = Peso humedo del suelo, Ww = Peso del agua, Ws = Peso de los solidos. El ensayo de Límite Líquido, se hizo de acuerdo al procedimiento A. Los rollos de masa de suelo en el ensayo del límite plástico se realizaronpor el método manual.



RESULTADOS HUMEDAD, LIMITES LIQUIDO Y PLÁSTCO E INDICE PLÁSTICO	
Humedad Natural w (%) =	15,77
Límite Líquido L.L (%) =	31,98
Límite Plástico L.P (%) =	22,14
Indice Plasticidad I.P (%) =	9,85

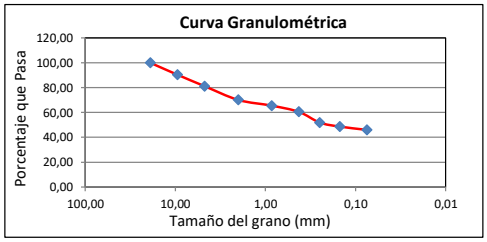
Cálculo Índice de Liquidez (Si aplica):
Indice de Liquidez IL (%) =
Consistencia, según I.L =

DATOS ENSAYO TAMAÑO PARTÍCULAS

Peso húmedo Muestra Whm (g) =	268,0
Peso seco muestra Wsm (g) =	225,73

TAMIZ		W_{ret}	Porcentaje			Resultados	
No	mm	gramos	Reten.	Acumul.	Pasa	Tamiz	%pasa
3"	75,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
2"	50,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
1 1/2	37,50	0,00	0,00	0,00	100,00		
1"	25,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/4"	19,00	0,00	0,00	0,00	100,00	19,00	**100,00**
3/8"	9,50	21,67	9,60	9,60	90,40	9,50	**90,40**
4	4,75	20,77	9,20	18,80	81,20	4,75	**81,20**
10	2,00	25,05	11,10	29,90	70,10	2,00	**70,10**
20	0,85	10,45	4,63	34,53	65,47	0,85	**65,47**
40	0,43	11,27	4,99	39,52	60,48	0,43	**60,48**
60	0,25	19,36	8,58	48,10	51,90	0,25	**51,90**
140	0,15	7,34	3,25	51,35	48,65	0,15	**48,65**
200	0,08	5,98	2,65	54,00	46,00	0,08	**46,00**
FONDO		0,03	0,01		-		
Suma pesos ret. =		**121,92**					

Nota : El tamiz utililizado para separación de partículas fue el No 200



RESUMEN RESULTADOS ANÁLISIS DE TAMIZADO DE LA FRACCIÓN RETENIDA EN EL TAMIZ No 200					
Tamaño Máximo (mm) =	19,00		**Grava % =**		**18,80**
Grava Gruesa %	0,00		**Arena % =**		**35,20**
Grava media %	0,00		**Finos % =**		**46,00**
Grava Fina %	18,80		Diámetros efectivos (mm):		
Arena Gruesa %	11,10		D10 =	D30 =	
Arena media %	9,62		D50 =	D60 =	
Arena Fina %	14,48		Coeficientes :	Cu =	
Finos %	46,00			Cc =	

Nota : Cu es el coeficiente de Uniformidad y Cc el coeficiente de Curvatura

CLASIFICACIÓN S.U.C.S	SC	**DESCRIPCIÓN:**	ARENA ARCILLOSA	**COLOR**	GRIS CLARO MACHAS CAFES Y ROJO
OBSERVACIONES:					

REALIZÓ: **Jainner Camacho**
Aux. Laboratorio

REVISÓ: **Andrea Meneses**
Coordinadora Técnica

VoBo: **INGECONSULTA**

Los resultados del presente informe son confidenciales y no pueden ser reproducidos sin autorización de ingeconsulta SAS
Ingeconsulta SAS. Calle 50 No 19-77, Barrancabermeja, Santander. Email Ingeconsultasas1@hotmail.com

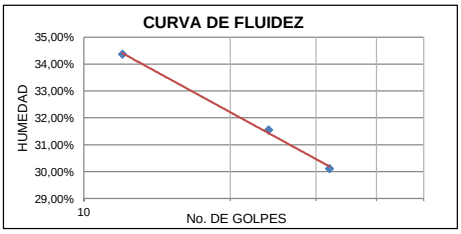
INGECONSULTA S.A.S	**INGECONSULTA SAS**		
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		
	Determinación del contenido de agua (Humedad Natural) en suelos I.N.V.E 122- 2012		
	Determinación del Límite Líquido de los suelos I.N.V.E 125 - 2012		
	Límite Plástico e Indice de Plasticidad de los suelos I.N.V.E 126 - 2012		
	Determinación de los Tamaños de las partículas de los suelo (Granulometría) I.N.V.E 123 -	Código:	F-PS-15
	Clásificación de suelos, Sistema SUCS	Versión:	2 | 1/1

CLIENTE:	UT DIPROB LAURELES	**PROYECTO:**	ESTUDIO DE SUELOS, ESCUELA LAURELES				
LOCALIZACIÓN:	VEREDA LAURELES, BARRANCABERMEJA			**UBICACIÓN SONDEO :**		7° 1'6.78"N- 73°48'18.97"O	
MUESTRA No:	7	**SONDEO No.:**	3	**PROFUNDIDAD (m):**	5,40 A 6,30	**FECHA:**	23/01/2025

Determinación del Límite Plástico, Límite líquido, La humedad e Indice Plástico y de Liquidez.

DESCRIPCIÓN	HUMEDADES							
	LIMITE PLÁSTICO (L.P.)			LIMITE LIQUIDO (L.L)			NATURAL (w)	
ENSAYO No.:	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**
RECIPIENTE No.:	**E14**	**H11**	**E2**	**E40**	**R17**	**R20**	**N6**	
No. DE GOLPES:	**N/A**	**N/A**	**N/A**	**12**	**24**	**32**	**N/A**	
$W_r + W_h$ [g]:	16,62	17,16	17,78	28,98	25,90	27,49	876,09	
$W_r + W_s$ [g]:	14,72	15,15	15,58	26,66	23,60	24,60	758,95	
W_r [g]:	6,11	6,29	6,02	19,91	16,31	15,00	133,62	
W_w [g]:	1,90	2,01	2,20	2,32	2,30	2,89	117,14	
W_s [g]:	8,61	8,86	9,56	6,75	7,29	9,60	625,33	
w:	**22,07%**	**22,69%**	**23,01%**	**34,37%**	**31,55%**	**30,10%**	**18,73%**	

Notas: Wr = Peso del recipiente, Wh = Peso humedo del suelo, Ww = Peso del agua, Ws = Peso de los solidos. El ensayo de Límite Líquido, se hizo de acuerdo al procedimiento A. Los rollos de masa de suelo en el ensayo del límite plástico se realizaronpor el método manual.



RESULTADOS HUMEDAD, LIMITES LIQUIDO Y PLÁSTCO E INDICE PLÁSTICO	
Humedad Natural w (%) =	18,73
Límite Líquido L.L (%) =	31,22
Límite Plástico L.P (%) =	22,59
Indice Plasticidad I.P (%) =	8,63

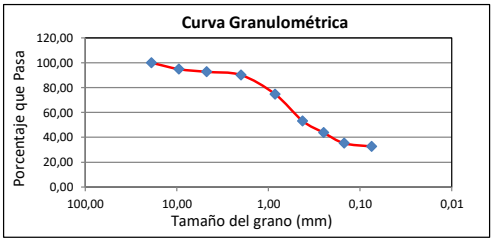
Cálculo Índice de Liquidez (Si aplica):
Indice de Liquidez IL (%) =
Consistencia, según I.L =

DATOS ENSAYO TAMAÑO PARTÍCULAS

Peso húmedo Muestra Whm (g) =	275,3
Peso seco muestra Wsm (g) =	223,70

TAMIZ		W_{ret}	Porcentaje			Resultados	
No	mm	gramos	Reten.	Acumul.	Pasa	Tamiz	%pasa
3"	75,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
2"	50,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
1 1/2	37,50	0,00	0,00	0,00	100,00		
1"	25,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/4"	19,00	0,00	0,00	0,00	100,00	19,00	**100,00**
3/8"	9,50	11,53	5,15	5,15	94,85	9,50	**94,85**
4	4,75	4,84	2,16	7,32	92,68	4,75	**92,68**
10	2,00	5,77	2,58	9,90	90,10	2,00	**90,10**
20	0,85	34,22	15,30	25,19	74,81	0,85	**74,81**
40	0,43	48,30	21,59	46,79	53,21	0,43	**53,21**
60	0,25	21,25	9,50	56,29	43,71	0,25	**43,71**
140	0,15	18,91	8,45	64,74	35,26	0,15	**35,26**
200	0,08	5,94	2,66	67,39	32,61	0,08	**32,61**
FONDO		0,58	0,26		-		
Suma pesos ret. =		**151,34**					

Nota : El tamiz utililizado para separación de partículas fue el No 200



RESUMEN RESULTADOS ANÁLISIS DE TAMIZADO DE LA FRACCIÓN RETENIDA EN EL TAMIZ No 200					
Tamaño Máximo (mm) =	19,00		**Grava % =**		**7,32**
Grava Gruesa %	0,00		**Arena % =**		**60,08**
Grava media %	0,00		**Finos % =**		**32,61**
Grava Fina %	7,32		Diámetros efectivos (mm):		
Arena Gruesa %	2,58		D10 =	D30 =	
Arena media %	36,89		D50 =	D60 =	
Arena Fina %	20,61		Coeficientes :	Cu =	
Finos %	32,61			Cc =	

Nota : Cu es el coeficiente de Uniformidad y Cc el coeficiente de Curvatura

CLASIFICACIÓN S.U.C.S	SC	**DESCRIPCIÓN:**	ARENA ARCILLOSA	**COLOR**	GRIS CLARO TONOS AMARILLOS MANCHADO DE ROJO
OBSERVACIONES:					

REALIZÓ: **Jainner Camacho**, Aux. Laboratorio

REVISÓ: **Andrea Meneses**, **Coordinadora Técnica**

VoBo: **INGECONSULTA**

Los resultados del presente informe son confidenciales y no pueden ser reproducidos sin autorización de ingeconsulta SAS

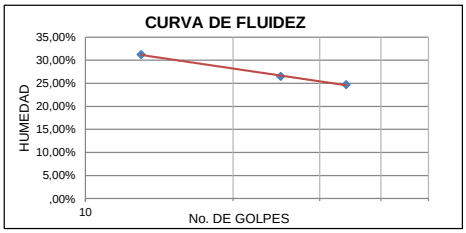
INGECONSULTA SAS		
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		
Determinación del contenido de agua (Humedad Natural) en suelos I.N.V.E 122- 2012		
Determinación del Límite Líquido de los suelos I.N.V.E 125 - 2012		
Límite Plástico e Indice de Plasticidad de los suelos I.N.V.E 126 - 2012		
Determinación de los Tamaños de las partículas de los suelo (Granulometría) I.N.V.E 123 -	Código:	F-PS-15
Clásificación de suelos, Sistema SUCS	Versión: 2	Página 1/1

CLIENTE:	UT DIPROB LAURELES	**PROYECTO:**	ESTUDIO DE SUELOS, ESCUELA LAURELES					
LOCALIZACIÓN:	VEREDA LAURELES, BARRANCABERMEJA	**UBICACIÓN SONDEO :**	7° 1'6.82"N- 73°48'18.45"O					
MUESTRA No:	3	**SONDEO No.:**	4	**PROFUNDIDAD (m):**	1,50	A	2,40	**FECHA:** 23/01/2025

Determinación del Límite Plástico, Límite líquido, La humedad e Indice Plástico y de Liquidez.

DESCRIPCIÓN	HUMEDADES							
	LIMITE PLÁSTICO (L.P.)			LIMITE LIQUIDO (L.L)			NATURAL (w)	
ENSAYO No.:	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**
RECIPIENTE No.:	**V10**	**X11**	**X13**	**V12**	**X15**	**W11**	**E42**	
No. DE GOLPES:	**N/A**	**N/A**	**N/A**	**13**	**25**	**34**	**N/A**	
$W_r + W_h$ [g]:	21,15	22,58	28,52	24,19	21,53	28,52	351,09	
$W_r + W_s$ [g]:	19,22	20,46	27,08	22,03	20,19	26,78	297,19	
W_r [g]:	9,91	10,22	19,97	15,11	15,13	19,74	26,11	
W_w [g]:	1,93	2,12	1,44	2,16	1,34	1,74	53,90	
W_s [g]:	9,31	10,24	7,11	6,92	5,06	7,04	271,08	
w:	**20,73%**	**20,70%**	**20,25%**	**31,21%**	**26,48%**	**24,72%**	**19,88%**	

Notas: Wr = Peso del recipiente, Wh = Peso humedo del suelo, Ww = Peso del agua, Ws = Peso de los solidos. El ensayo de Límite Líquido, se hizo de acuerdo al procedimiento A. Los rollos de masa de suelo en el ensayo del límite plástico se realizaronpor el método manual.



RESULTADOS HUMEDAD, LIMITES LIQUIDO Y PLÁSTCO E INDICE PLÁSTICO	
Humedad Natural w (%) =	19,88
Límite Líquido L.L (%) =	26,58
Límite Plástico L.P (%) =	20,56
Indice Plasticidad I.P (%) =	6,02

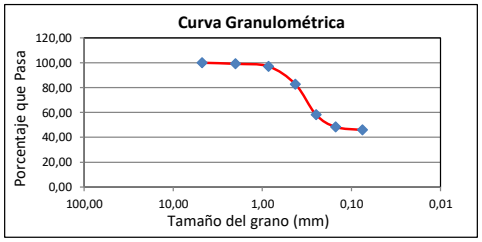
Cálculo Índice de Liquidez (Si aplica):
Indice de Liquidez IL (%) =
Consistencia, según I.L =

DATOS ENSAYO TAMAÑO PARTÍCULAS

Peso húmedo Muestra Whm (g) =	314,4
Peso seco muestra Wsm (g) =	251,86

TAMIZ		W_{ret}	Porcentaje			Resultados	
No	mm	gramos	Reten.	Acumul.	Pasa	Tamiz	%pasa
3"	75,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
2"	50,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
1 1/2	37,50	0,00	0,00	0,00	100,00		
1"	25,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/4"	19,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/8"	9,50	0,00	0,00	0,00	100,00		
4	4,75	0,00	0,00	0,00	100,00	4,75	**100,00**
10	2,00	2,22	0,88	0,88	99,12	2,00	**99,12**
20	0,85	5,31	2,11	2,99	97,01	0,85	**97,01**
40	0,43	36,06	14,32	17,31	82,69	0,43	**82,69**
60	0,25	61,44	24,39	41,70	58,30	0,25	**58,30**
140	0,15	25,13	9,98	51,68	48,32	0,15	**48,32**
200	0,08	6,21	2,47	54,14	45,86	0,08	**45,86**
FONDO		0,12	0,05		-		
Suma pesos ret. =		**136,49**					

Nota : El tamiz utililizado para separación de partículas fue el No 200



RESUMEN RESULTADOS ANÁLISIS DE TAMIZADO DE LA FRACCIÓN RETENIDA EN EL TAMIZ No 200					
Tamaño Máximo (mm) =	4,75		**Grava % =**		**0,00**
Grava Gruesa %	0,00		**Arena % =**		**54,14**
Grava media %	0,00		**Finos % =**		**45,86**
Grava Fina %	0,00		Diámetros efectivos (mm):		
Arena Gruesa %	0,88		D10 =	D30 =	
Arena media %	16,43		D50 =	D60 =	
Arena Fina %	36,84		Coeficientes :	Cu =	
Finos %	45,86			Cc =	

Nota : Cu es el coeficiente de Uniformidad y Cc el coeficiente de Curvatura

CLASIFICACIÓN S.U.C.S	SC	DESCRIPCIÓN:	ARENA ARCILLOSA	COLOR	GRIS MUY CLARO, MOTEADO ROJO
OBSERVACIONES:					

REALIZÓ: Jainner Camacho — Aux. Laboratorio

REVISÓ: Andrea Meneses — **Coordinadora Técnica**

VoBo: INGECONSULTA

Los resultados del presente informe son confidenciales y no pueden ser reproducidos sin autorización de ingeconsulta SAS
Ingeconsulta SAS. Calle 50 No 19-77, Barrancabermeja, Santander. Email Ingeconsultasas1@hotmail.com

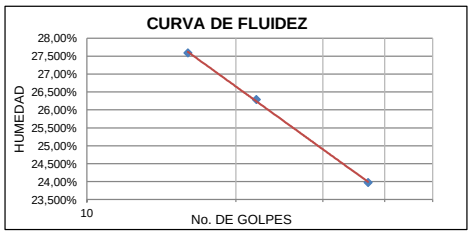
INGECONSULTA S.A.S	**INGECONSULTA SAS**		
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		
	Determinación del contenido de agua (Humedad Natural) en suelos I.N.V.E 122- 2012		
	Determinación del Límite Líquido de los suelos I.N.V.E 125 - 2012		
	Límite Plástico e Indice de Plasticidad de los suelos I.N.V.E 126 - 2012		
	Determinación de los Tamaños de las partículas de los suelo (Granulometría) I.N.V.E 123 -	Código:	F-PS-15
	Clásificación de suelos, Sistema SUCS	Versión: 2	Página 1/1

CLIENTE:	UT DIPROB LAURELES		**PROYECTO:**	ESTUDIO DE SUELOS, ESCUELA LAURELES					
LOCALIZACIÓN:	VEREDA LAURELES, BARRANCABERMEJA			**UBICACIÓN SONDEO :**			7° 1'6.82"N- 73°48'18.45"O		
MUESTRA No:	5	**SONDEO No.:**	4	**PROFUNDIDAD (m):**	3,30	A	4,20	**FECHA:**	23/01/2025

Determinación del Límite Plástico, Límite líquido, La humedad e Indice Plástico y de Liquidez.

DESCRIPCIÓN	HUMEDADES							
	LIMITE PLÁSTICO (L.P.)			LIMITE LIQUIDO (L.L)			NATURAL (w)	
ENSAYO No.:	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**
RECIPIENTE No.:	**E13**	**H1**	**E7**	**E5**	**I1**	**E14**	**E42**	
No. DE GOLPES:	**N/A**	**N/A**	**N/A**	**16**	**22**	**37**	**N/A**	
$W_r + W_h$ [g]:	14,65	14,10	13,54	30,90	38,54	28,95	399,0	
$W_r + W_s$ [g]:	13,22	12,77	12,31	28,29	35,61	26,50	338,12	
W_r [g]:	6,03	6,03	6,03	18,83	24,46	16,28	34,3	
W_w [g]:	1,43	1,33	1,23	2,61	2,93	2,45	60,85	
W_s [g]:	7,19	6,74	6,28	9,46	11,15	10,22	303,80	
w:	**19,89%**	**19,75%**	**19,59%**	**27,59%**	**26,29%**	**23,97%**	**20,03%**	

Notas: Wr = Peso del recipiente, Wh = Peso humedo del suelo, Ww = Peso del agua, Ws = Peso de los solidos. El ensayo de Límite Líquido, se hizo de acuerdo al procedimiento A. Los rollos de masa de suelo en el ensayo del límite plástico se realizaronpor el método manual.



RESULTADOS HUMEDAD, LIMITES LIQUIDO Y PLÁSTCO E INDICE PLÁSTICO	
Humedad Natural w (%) =	20,03
Límite Líquido L.L (%) =	25,64
Límite Plástico L.P (%) =	19,74
Indice Plasticidad I.P (%) =	5,90

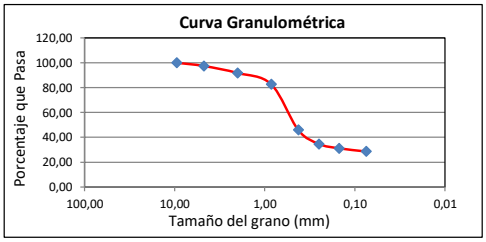
Cálculo Índice de Liquidez (Si aplica):
Indice de Liquidez IL (%) =
Consistencia, según I.L =

DATOS ENSAYO TAMAÑO PARTÍCULAS

Peso húmedo Muestra Whm (g) =	325,5
Peso seco muestra Wsm (g) =	260,30

TAMIZ		W_{ret}	Porcentaje			Resultados	
No	mm	gramos	Reten.	Acumul.	Pasa	Tamiz	%pasa
3"	75,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
2"	50,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
1 1/2	37,50	0,00	0,00	0,00	100,00		
1"	25,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/4"	19,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/8"	9,50	0,00	0,00	0,00	100,00	9,50	**100,00**
4	4,75	6,76	2,60	2,60	97,40	4,75	**97,40**
10	2,00	14,69	5,64	8,24	91,76	2,00	**91,76**
20	0,85	23,41	8,99	17,23	82,77	0,85	**82,77**
40	0,43	95,99	36,88	54,11	45,89	0,43	**45,89**
60	0,25	29,25	11,24	65,35	34,65	0,25	**34,65**
140	0,15	9,03	3,47	68,82	31,18	0,15	**31,18**
200	0,08	6,74	2,59	71,41	28,59	0,08	**28,59**
FONDO		0,19	0,07		-		
Suma pesos ret. =		**186,06**					

Nota : El tamiz utililizado para separación de partículas fue el No 200



RESUMEN RESULTADOS ANÁLISIS DE TAMIZADO DE LA FRACCIÓN RETENIDA EN EL TAMIZ No 200					
Tamaño Máximo (mm) =	9,50		**Grava % =**		**2,60**
Grava Gruesa %	0,00		**Arena % =**		**68,81**
Grava media %	0,00		**Finos % =**		**28,59**
Grava Fina %	2,60		Diámetros efectivos (mm):		
Arena Gruesa %	5,64		D10 =	D30 =	
Arena media %	45,87		D50 =	D60 =	
Arena Fina %	17,30		Coeficientes :	Cu =	
Finos %	28,59			Cc =	

Nota : Cu es el coeficiente de Uniformidad y Cc el coeficiente de Curvatura

CLASIFICACIÓN S.U.C.S	SC	**DESCRIPCIÓN:**	ARENA ARCILLOSA	**COLOR**	NARANJA CLARO
OBSERVACIONES:					

REALIZÓ: **Jainner Camacho**
Aux. Laboratorio

REVISÓ: **Andrea Meneses**
Coordinadora Técnica

VoBo: **INGECONSULTA**

Los resultados del presente informe son confidenciales y no pueden ser reproducidos sin autorización de ingeconsulta SAS

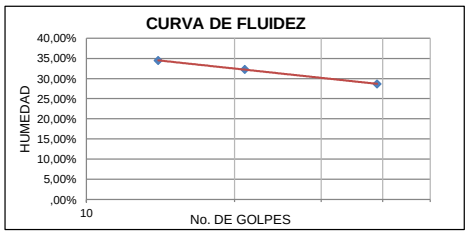
INGECONSULTA S.A.S	**INGECONSULTA SAS**		
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		
	Determinación del contenido de agua (Humedad Natural) en suelos I.N.V.E 122- 2012		
	Determinación del Límite Líquido de los suelos I.N.V.E 125 - 2012		
	Límite Plástico e Indice de Plasticidad de los suelos I.N.V.E 126 - 2012		
	Determinación de los Tamaños de las partículas de los suelo (Granulometría) I.N.V.E 123 -	Código:	F-PS-15
	Clásificación de suelos, Sistema SUCS	Versión: 2	Página 1/1

CLIENTE:	UT DIPROB LAURELES	**PROYECTO:**	ESTUDIO DE SUELOS, ESCUELA LAURELES					
LOCALIZACIÓN:	VEREDA LAURELES, BARRANCABERMEJA	**UBICACIÓN SONDEO :**	7° 1'6.82"N- 73°48'18.45"O					
MUESTRA No:	6	**SONDEO No.:**	4	**PROFUNDIDAD (m):**	4,20	A	5,10	**FECHA:** 23/01/2025

Determinación del Límite Plástico, Límite líquido, La humedad e Indice Plástico y de Liquidez.

DESCRIPCIÓN	HUMEDADES							
	LIMITE PLÁSTICO (L.P.)			LIMITE LIQUIDO (L.L)			NATURAL (w)	
ENSAYO No.:	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**
RECIPIENTE No.:	**L6**	**P4**	**L7**	**L10**	**L9**	**P5**	**E42**	
No. DE GOLPES:	**N/A**	**N/A**	**N/A**	**14**	**21**	**39**	**N/A**	
$W_r + W_h$ [g]:	23,60	23,90	19,65	21,40	22,45	20,55	282,3	
$W_r + W_s$ [g]:	22,70	22,95	18,75	18,40	19,45	18,30	240,00	
W_r [g]:	18,65	18,80	14,85	9,70	10,15	10,45	23,8	
W_w [g]:	0,90	0,95	0,90	3,00	3,00	2,25	42,32	
W_s [g]:	4,05	4,15	3,90	8,70	9,30	7,85	216,16	
w:	**22,22%**	**22,89%**	**23,08%**	**34,48%**	**32,26%**	**28,66%**	**19,58%**	

Notas: Wr = Peso del recipiente, Wh = Peso humedo del suelo, Ww = Peso del agua, Ws = Peso de los solidos. El ensayo de Límite Líquido, se hizo de acuerdo al procedimiento A. Los rollos de masa de suelo en el ensayo del límite plástico se realizaronpor el método manual.



RESULTADOS HUMEDAD, LIMITES LIQUIDO Y PLÁSTCO E INDICE PLÁSTICO	
Humedad Natural w (%) =	19,58
Límite Líquido L.L (%) =	31,12
Límite Plástico L.P (%) =	22,73
Indice Plasticidad I.P (%) =	8,39

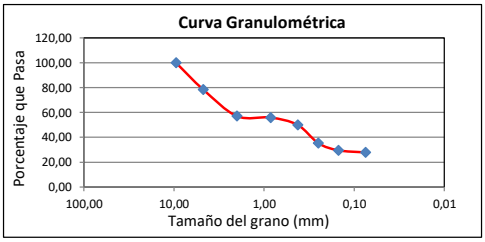
Cálculo Índice de Liquidez (Si aplica):
Indice de Liquidez IL (%) =
Consistencia, según I.L =

DATOS ENSAYO TAMAÑO PARTÍCULAS

Peso húmedo Muestra Whm (g) =	523,3
Peso seco muestra Wsm (g) =	420,81

TAMIZ		W_{ret}	Porcentaje			Resultados	
No	mm	gramos	Reten.	Acumul.	Pasa	Tamiz	%pasa
3"	75,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
2"	50,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
1 1/2	37,50	0,00	0,00	0,00	100,00		
1"	25,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/4"	19,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/8"	9,50	0,00	0,00	0,00	100,00	9,50	**100,00**
4	4,75	90,36	21,47	21,47	78,53	4,75	**78,53**
10	2,00	90,38	21,48	42,95	57,05	2,00	**57,05**
20	0,85	4,73	1,12	44,07	55,93	0,85	**55,93**
40	0,43	24,70	5,87	49,94	50,06	0,43	**50,06**
60	0,25	62,08	14,75	64,70	35,30	0,25	**35,30**
140	0,15	24,10	5,73	70,42	29,58	0,15	**29,58**
200	0,08	7,37	1,75	72,18	27,82	0,08	**27,82**
FONDO		0,03	0,01		-		
Suma pesos ret. =		**303,75**					

Nota : El tamiz utililizado para separación de partículas fue el No 200



RESUMEN RESULTADOS ANÁLISIS DE TAMIZADO DE LA FRACCIÓN RETENIDA EN EL TAMIZ No 200					
Tamaño Máximo (mm) =	9,50		**Grava % =**		**21,47**
Grava Gruesa %	0,00		**Arena % =**		**50,70**
Grava media %	0,00		**Finos % =**		**27,82**
Grava Fina %	21,47		Diámetros efectivos (mm):		
Arena Gruesa %	21,48		D10 =	D30 =	
Arena media %	6,99		D50 =	D60 =	
Arena Fina %	22,23		Coeficientes :	Cu =	
Finos %	27,82			Cc =	

Nota : Cu es el coeficiente de Uniformidad y Cc el coeficiente de Curvatura

CLASIFICACIÓN S.U.C.S	SC	**DESCRIPCIÓN:**	ARENA ARCILLOSA	**COLOR**	NARANJA CLARO
OBSERVACIONES:					

REALIZÓ: **Jainner Camacho**, Aux. Laboratorio

REVISÓ: **Andrea Meneses**, **Coordinadora Técnica**

VoBo: **INGECONSULTA**

Los resultados del presente informe son confidenciales y no pueden ser reproducidos sin autorización de ingeconsulta SAS
Ingeconsulta SAS. Calle 50 No 19-77, Barrancabermeja, Santander. Email Ingeconsultasas1@hotmail.com

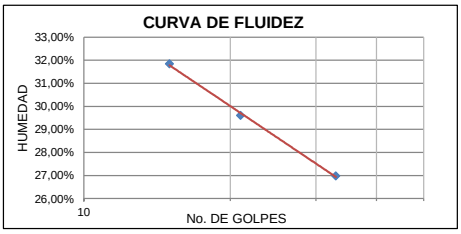
INGECONSULTA SAS		
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		
Determinación del contenido de agua (Humedad Natural) en suelos I.N.V.E 122- 2012		
Determinación del Límite Líquido de los suelos I.N.V.E 125 - 2012		
Límite Plástico e Indice de Plasticidad de los suelos I.N.V.E 126 - 2012		
Determinación de los Tamaños de las partículas de los suelo (Granulometría) I.N.V.E 123 -	Código:	F-PS-15
Clásificación de suelos, Sistema SUCS	Versión:	2 / 1/1

CLIENTE:	UT DIPROB LAURELES	**PROYECTO:**	ESTUDIO DE SUELOS, ESCUELA LAURELES				
LOCALIZACIÓN:	VEREDA LAURELES, BARRANCABERMEJA			**UBICACIÓN SONDEO :**	7° 1'6.82"N- 73°48'18.45"O		
MUESTRA No:	7	**SONDEO No.:**	4	**PROFUNDIDAD (m):**	5,10	A	6,00
FECHA:	23/01/2025						

Determinación del Límite Plástico, Límite líquido, La humedad e Indice Plástico y de Liquidez.

DESCRIPCIÓN	HUMEDADES							
	LIMITE PLÁSTICO (L.P.)			LIMITE LIQUIDO (L.L)			NATURAL (w)	
ENSAYO No.:	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**
RECIPIENTE No.:	**L6**	**P4**	**L7**	**L10**	**L9**	**P5**	**E42**	
No. DE GOLPES:	**N/A**	**N/A**	**N/A**	**15**	**21**	**33**	**N/A**	
$W_r + W_h$ [g]:	23,70	26,35	25,21	19,67	19,20	18,23	159,3	
$W_r + W_s$ [g]:	22,41	25,03	23,82	16,82	16,58	16,15	132,00	
W_r [g]:	15,75	18,68	16,75	7,87	7,73	8,44	12,3	
W_w [g]:	1,29	1,32	1,39	2,85	2,62	2,08	27,30	
W_s [g]:	6,66	6,35	7,07	8,95	8,85	7,71	119,74	
w:	**19,37%**	**20,79%**	**19,66%**	**31,84%**	**29,60%**	**26,98%**	**22,80%**	

Notas: Wr = Peso del recipiente, Wh = Peso humedo del suelo, Ww = Peso del agua, Ws = Peso de los solidos. El ensayo de Límite Líquido, se hizo de acuerdo al procedimiento A. Los rollos de masa de suelo en el ensayo del límite plástico se realizaronpor el método manual.



RESULTADOS HUMEDAD, LIMITES LIQUIDO Y PLÁSTCO E INDICE PLÁSTICO	
Humedad Natural w (%) =	22,80
Límite Líquido L.L (%) =	28,58
Límite Plástico L.P (%) =	19,94
Indice Plasticidad I.P (%) =	8,64

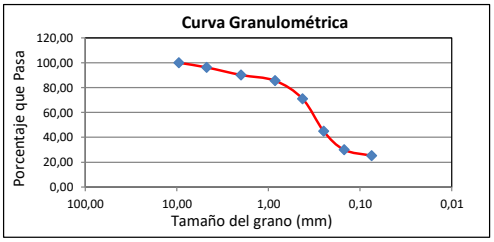
Cálculo Índice de Liquidez (Si aplica):
Indice de Liquidez IL (%) =
Consistencia, según I.L =

DATOS ENSAYO TAMAÑO PARTÍCULAS

Peso húmedo Muestra Whm (g) =	330,3
Peso seco muestra Wsm (g) =	254,99

TAMIZ		W_{ret}	Porcentaje			Resultados	
No	mm	gramos	Reten.	Acumul.	Pasa	Tamiz	%pasa
3"	75,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
2"	50,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
1 1/2	37,50	0,00	0,00	0,00	100,00		
1"	25,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/4"	19,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/8"	9,50	0,00	0,00	0,00	100,00	9,50	**100,00**
4	4,75	9,54	3,74	3,74	96,26	4,75	**96,26**
10	2,00	15,56	6,10	9,84	90,16	2,00	**90,16**
20	0,85	11,71	4,59	14,44	85,56	0,85	**85,56**
40	0,43	37,14	14,57	29,00	71,00	0,43	**71,00**
60	0,25	66,45	26,06	55,06	44,94	0,25	**44,94**
140	0,15	38,03	14,91	69,97	30,03	0,15	**30,03**
200	0,08	12,36	4,85	74,82	25,18	0,08	**25,18**
FONDO		0,58	0,23		-		
Suma pesos ret. =		**191,37**					

Nota : El tamiz utililizado para separación de partículas fue el No 200



RESUMEN RESULTADOS ANÁLISIS DE TAMIZADO DE LA FRACCIÓN RETENIDA EN EL TAMIZ No 200					
Tamaño Máximo (mm) =	9,50		**Grava % =**		**3,74**
Grava Gruesa %	0,00		**Arena % =**		**71,08**
Grava media %	0,00		**Finos % =**		**25,18**
Grava Fina %	3,74		Diámetros efectivos (mm):		
Arena Gruesa %	6,10		D10 =	D30 =	
Arena media %	19,16		D50 =	D60 =	
Arena Fina %	45,82		Coeficientes :	Cu =	
Finos %	25,18			Cc =	

Nota : Cu es el coeficiente de Uniformidad y Cc el coeficiente de Curvatura

CLASIFICACIÓN S.U.C.S	SC	**DESCRIPCIÓN:**	ARENA ARCILLOSA	**COLOR**	NARANJA CLARO
OBSERVACIONES:					

REALIZÓ: **Jainner Camacho**, Aux. Laboratorio

REVISÓ: **Andrea Meneses**, **Coordinadora Técnica**

VoBo: **INGECONSULTA**

Los resultados del presente informe son confidenciales y no pueden ser reproducidos sin autorización de ingeconsulta SAS
Ingeconsulta SAS. Calle 50 No 19-77, Barrancabermeja, Santander. Email Ingeconsultasas1@hotmail.com

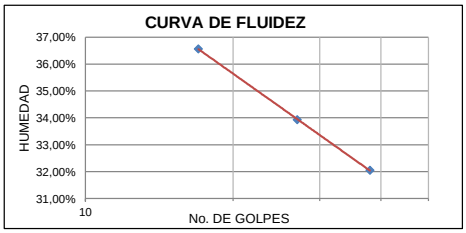
INGECONSULTA S.A.S	**INGECONSULTA SAS**		
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		
	Determinación del contenido de agua (Humedad Natural) en suelos I.N.V.E 122- 2012		
	Determinación del Límite Líquido de los suelos I.N.V.E 125 - 2012		
	Límite Plástico e Indice de Plasticidad de los suelos I.N.V.E 126 - 2012		
	Determinación de los Tamaños de las partículas de los suelo (Granulometría) I.N.V.E 123 -	Código:	F-PS-15
	Clásificación de suelos, Sistema SUCS	Versión: 2	Página 1/1

CLIENTE:	UT DIPROB LAURELES		**PROYECTO:**	ESTUDIO DE SUELOS, ESCUELA LAURELES					
LOCALIZACIÓN:	VEREDA LAURELES, BARRANCABERMEJA			**UBICACIÓN SONDEO :**			7° 1'7.27"N- 73°48'19.54"O		
MUESTRA No:	2	**SONDEO No.:**	5	**PROFUNDIDAD (m):**	0,45	A	1,35	**FECHA:**	23/01/2025

Determinación del Límite Plástico, Límite líquido, La humedad e Indice Plástico y de Liquidez.

DESCRIPCIÓN	HUMEDADES							
	LIMITE PLÁSTICO (L.P.)			LIMITE LIQUIDO (L.L)			NATURAL (w)	
ENSAYO No.:	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**
RECIPIENTE No.:	**H4**	**E6**	**E14**	**V5**	**V35**	**V10**	**N4**	
No. DE GOLPES:	**N/A**	**N/A**	**N/A**	**17**	**27**	**38**	**N/A**	
$W_r + W_h$ [g]:	26,99	24,10	28,35	19,35	21,05	25,25	598,86	
$W_r + W_s$ [g]:	25,69	22,86	26,98	16,90	18,20	21,50	523,47	
W_r [g]:	18,70	16,15	19,65	10,20	9,80	9,80	119,10	
W_w [g]:	1,30	1,24	1,37	2,45	2,85	3,75	75,39	
W_s [g]:	6,99	6,71	7,33	6,70	8,40	11,70	404,37	
w:	**18,60%**	**18,48%**	**18,69%**	**36,57%**	**33,93%**	**32,05%**	**18,64%**	

Notas: Wr = Peso del recipiente, Wh = Peso humedo del suelo, Ww = Peso del agua, Ws = Peso de los solidos. El ensayo de Límite Líquido, se hizo de acuerdo al procedimiento A. Los rollos de masa de suelo en el ensayo del límite plástico se realizaronpor el método manual.



RESULTADOS HUMEDAD, LIMITES LIQUIDO Y PLÁSTCO E INDICE PLÁSTICO	
Humedad Natural w (%) =	18,64
Límite Líquido L.L (%) =	34,34
Límite Plástico L.P (%) =	18,59
Indice Plasticidad I.P (%) =	15,75

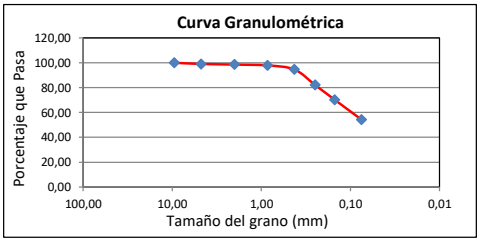
Cálculo Índice de Liquidez (Si aplica):	
Indice de Liquidez IL (%) =	0,00
Consistencia, según I.L =	*Suelo en estado Plástico*

DATOS ENSAYO TAMAÑO PARTÍCULAS

Peso húmedo Muestra Whm (g) =	350,4
Peso seco muestra Wsm (g) =	285,04

TAMIZ		W_{ret}	Porcentaje			Resultados	
No	mm	gramos	Reten.	Acumul.	Pasa	Tamiz	%pasa
3"	75,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
2"	50,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
1 1/2	37,50	0,00	0,00	0,00	100,00		
1"	25,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/4"	19,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/8"	9,50	0,00	0,00	0,00	100,00	9,50	**100,00**
4	4,75	2,75	0,96	0,96	99,04	4,75	**99,04**
10	2,00	1,45	0,51	1,47	98,53	2,00	**98,53**
20	0,85	1,94	0,68	2,15	97,85	0,85	**97,85**
40	0,43	9,28	3,26	5,41	94,59	0,43	**94,59**
60	0,25	35,23	12,36	17,77	82,23	0,25	**82,23**
140	0,15	34,25	12,02	29,79	70,21	0,15	**70,21**
200	0,08	45,54	15,98	45,76	54,24	0,08	**54,24**
FONDO		0,12	0,04		-		
Suma pesos ret. =		**130,56**					

Nota : El tamiz utililizado para separación de partículas fue el No 200



RESUMEN RESULTADOS ANÁLISIS DE TAMIZADO DE LA FRACCIÓN RETENIDA EN EL TAMIZ No 200					
Tamaño Máximo (mm) =	9,50		**Grava % =**		**0,96**
Grava Gruesa %	0,00		**Arena % =**		**44,80**
Grava media %	0,00		**Finos % =**		**54,24**
Grava Fina %	0,96		Diámetros efectivos (mm):		
Arena Gruesa %	0,51		D10 =	D30 =	
Arena media %	3,94		D50 =	D60 =	
Arena Fina %	40,35		Coeficientes :	Cu =	
Finos %	54,24			Cc =	

Nota : Cu es el coeficiente de Uniformidad y Cc el coeficiente de Curvatura

CLASIFICACIÓN S.U.C.S	CL	**DESCRIPCIÓN:**	ARCILLA INORGANICA DE MEDIA A BAJA PLASTICIDAD	**COLOR**	ROJIZO
OBSERVACIONES:					

REALIZÓ: **Jainner Camacho**
Aux. Laboratorio

REVISÓ: **Andrea Meneses**
Coordinadora Técnica

VoBo: **INGECONSULTA**

Los resultados del presente informe son confidenciales y no pueden ser reproducidos sin autorización de ingeconsulta SAS
Ingeconsulta SAS. Calle 50 No 19-77, Barrancabermeja, Santander. Email Ingeconsultasas1@hotmail.com

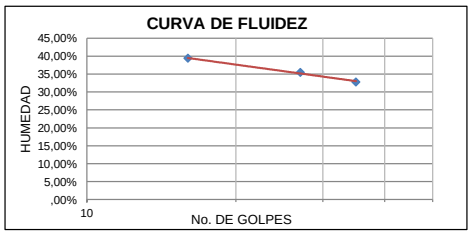
INGECONSULTA S.A.S	INGECONSULTA SAS		
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		
	Determinación del contenido de agua (Humedad Natural) en suelos I.N.V.E 122- 2012		
	Determinación del Límite Líquido de los suelos I.N.V.E 125 - 2012		
	Límite Plástico e Indice de Plasticidad de los suelos I.N.V.E 126 - 2012		
	Determinación de los Tamaños de las partículas de los suelo (Granulometría) I.N.V.E 123 -	Código:	F-PS-15
	Clásificación de suelos, Sistema SUCS	Versión: 2	Página 1/1

CLIENTE:	UT DIPROB LAURELES	**PROYECTO:**	ESTUDIO DE SUELOS, ESCUELA LAURELES						
LOCALIZACIÓN:	VEREDA LAURELES, BARRANCABERMEJA	**UBICACIÓN SONDEO :**	7° 1'7.27"N- 73°48'19.54"O						
MUESTRA No:	4	**SONDEO No.:**	5	**PROFUNDIDAD (m):**	2,25	A	3,15	**FECHA:**	23/01/2025

Determinación del Límite Plástico, Límite líquido, La humedad e Indice Plástico y de Liquidez.

DESCRIPCIÓN	HUMEDADES							
	LIMITE PLÁSTICO (L.P.)			LIMITE LIQUIDO (L.L)			NATURAL (w)	
ENSAYO No.:	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**
RECIPIENTE No.:	**E5**	**E13**	**H2**	**4**	**V36**	**V22**	**E-4**	
No. DE GOLPES:	**N/A**	**N/A**	**N/A**	**16**	**27**	**35**	**N/A**	
$W_r + W_h$ [g]:	25,20	23,55	21,25	20,95	22,95	23,35	120,13	
$W_r + W_s$ [g]:	24,00	22,75	20,20	17,70	19,60	20,10	103,40	
W_r [g]:	18,80	19,30	15,80	9,45	10,15	10,20	15,62	
W_w [g]:	1,20	0,80	1,05	3,25	3,35	3,25	16,73	
W_s [g]:	5,20	3,45	4,40	8,25	9,45	9,90	87,78	
w:	**23,08%**	**23,19%**	**23,86%**	**39,39%**	**35,45%**	**32,83%**	**19,06%**	

Notas: Wr = Peso del recipiente, Wh = Peso humedo del suelo, Ww = Peso del agua, Ws = Peso de los solidos. El ensayo de Límite Líquido, se hizo de acuerdo al procedimiento A. Los rollos de masa de suelo en el ensayo del límite plástico se realizaronpor el método manual.



RESULTADOS HUMEDAD, LIMITES LIQUIDO Y PLÁSTCO E INDICE PLÁSTICO	
Humedad Natural w (%) =	19,06
Límite Líquido L.L (%) =	35,70
Límite Plástico L.P (%) =	23,38
Indice Plasticidad I.P (%) =	12,32

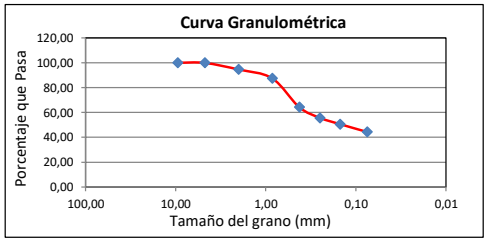
Cálculo Índice de Liquidez (Si aplica):
Indice de Liquidez IL (%) =
Consistencia, según I.L =

DATOS ENSAYO TAMAÑO PARTÍCULAS

Peso húmedo Muestra Whm (g) =	223,4
Peso seco muestra Wsm (g) =	180,79

TAMIZ		W_{ret}	Porcentaje			Resultados	
No	mm	gramos	Reten.	Acumul.	Pasa	Tamiz	%pasa
3"	75,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
2"	50,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
1 1/2	37,50	0,00	0,00	0,00	100,00		
1"	25,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/4"	19,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/8"	9,50	0,00	0,00	0,00	100,00	9,50	**100,00**
4	4,75	0,25	0,14	0,14	99,86	4,75	**99,86**
10	2,00	9,55	5,28	5,42	94,58	2,00	**94,58**
20	0,85	12,80	7,08	12,50	87,50	0,85	**87,50**
40	0,43	42,02	23,24	35,74	64,26	0,43	**64,26**
60	0,25	15,56	8,61	44,35	55,65	0,25	**55,65**
140	0,15	9,10	5,03	49,38	50,62	0,15	**50,62**
200	0,08	11,39	6,30	55,68	44,32	0,08	**44,32**
FONDO		0,19	0,11		-		
Suma pesos ret. =		**100,86**					

Nota : El tamiz utililizado para separación de partículas fue el No 200



RESUMEN RESULTADOS ANÁLISIS DE TAMIZADO DE LA FRACCIÓN RETENIDA EN EL TAMIZ No 200					
Tamaño Máximo (mm) =	9,50		**Grava % =**		**0,14**
Grava Gruesa %	0,00		**Arena % =**		**55,55**
Grava media %	0,00		**Finos % =**		**44,32**
Grava Fina %	0,14		Diámetros efectivos (mm):		
Arena Gruesa %	5,28		D10 =	D30 =	
Arena media %	30,32		D50 =	D60 =	
Arena Fina %	19,94		Coeficientes :	Cu =	
Finos %	44,32			Cc =	

Nota : Cu es el coeficiente de Uniformidad y Cc el coeficiente de Curvatura

CLASIFICACIÓN S.U.C.S	SC	DESCRIPCIÓN:	ARENA ARCILLOSA	COLOR	NARANJA CLARO
OBSERVACIONES:					

REALIZÓ: **Jainner Camacho**
Aux. Laboratorio

REVISÓ: **Andrea Meneses**
Coordinadora Técnica

VoBo: **INGECONSULTA**

Los resultados del presente informe son confidenciales y no pueden ser reproducidos sin autorización de ingeconsulta SAS

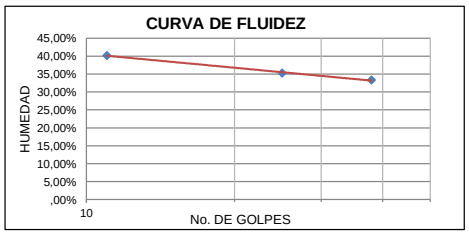
INGECONSULTA SAS		
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		
Determinación del contenido de agua (Humedad Natural) en suelos I.N.V.E 122- 2012		
Determinación del Límite Líquido de los suelos I.N.V.E 125 - 2012		
Límite Plástico e Indice de Plasticidad de los suelos I.N.V.E 126 - 2012		
Determinación de los Tamaños de las partículas de los suelo (Granulometría) I.N.V.E 123 -	Código:	F-PS-15
Clásificación de suelos, Sistema SUCS	Versión: 2	Página 1/1

CLIENTE:	UT DIPROB LAURELES	**PROYECTO:**	ESTUDIO DE SUELOS, ESCUELA LAURELES				
LOCALIZACIÓN:	VEREDA LAURELES, BARRANCABERMEJA	**UBICACIÓN SONDEO :**	7° 1'7.27"N- 73°48'19.54"O				
MUESTRA No:	6	**SONDEO No.:**	5	**PROFUNDIDAD (m):**	4,05	A	4,95
FECHA:	23/01/2025						

Determinación del Límite Plástico, Límite líquido, La humedad e Indice Plástico y de Liquidez.

DESCRIPCIÓN	HUMEDADES							
	LIMITE PLÁSTICO (L.P.)			LIMITE LIQUIDO (L.L)			NATURAL (w)	
ENSAYO No.:	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**
RECIPIENTE No.:	**E3**	**E7**	**E11**	**V2**	**V11**	**V1**	**E-42**	
No. DE GOLPES:	**N/A**	**N/A**	**N/A**	**11**	**25**	**38**	**N/A**	
$W_r + W_h$ [g]:	21,90	23,10	22,85	23,85	24,85	23,35	159,62	
$W_r + W_s$ [g]:	20,90	21,95	21,55	19,95	20,90	20,10	146,00	
W_r [g]:	16,20	16,65	15,60	10,25	9,70	10,35	26,32	
W_w [g]:	1,00	1,15	1,30	3,90	3,95	3,25	13,62	
W_s [g]:	4,70	5,30	5,95	9,70	11,20	9,75	119,68	
w:	**21,28%**	**21,70%**	**21,85%**	**40,21%**	**35,27%**	**33,33%**	**11,38%**	

Notas: Wr = Peso del recipiente, Wh = Peso humedo del suelo, Ww = Peso del agua, Ws = Peso de los solidos. El ensayo de Límite Líquido, se hizo de acuerdo al procedimiento A. Los rollos de masa de suelo en el ensayo del límite plástico se realizaronpor el método manual.



RESULTADOS HUMEDAD, LIMITES LIQUIDO Y PLÁSTCO E INDICE PLÁSTICO	
Humedad Natural w (%) =	11,38
Límite Líquido L.L (%) =	35,42
Límite Plástico L.P (%) =	21,61
Indice Plasticidad I.P (%) =	13,82

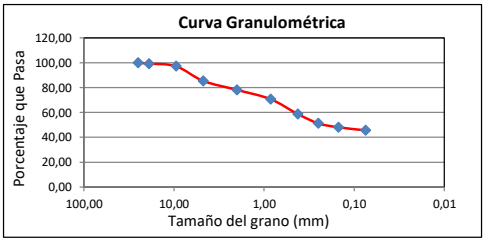
Cálculo Índice de Liquidez (Si aplica):
Indice de Liquidez IL (%) =
Consistencia, según I.L =

DATOS ENSAYO TAMAÑO PARTÍCULAS

Peso húmedo Muestra Whm (g) =	655,8
Peso seco muestra Wsm (g) =	581,13

TAMIZ		W_{ret}	Porcentaje			Resultados	
No	mm	gramos	Reten.	Acumul.	Pasa	Tamiz	%pasa
3"	75,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
2"	50,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
1 1/2	37,50	0,00	0,00	0,00	100,00		
1"	25,00	0,00	0,00	0,00	100,00	25,00	**100,00**
3/4"	19,00	4,08	0,70	0,70	99,30	19,00	**99,30**
3/8"	9,50	12,08	2,08	2,78	97,22	9,50	**97,22**
4	4,75	68,60	11,80	14,59	85,41	4,75	**85,41**
10	2,00	42,13	7,25	21,83	78,17	2,00	**78,17**
20	0,85	43,14	7,42	29,26	70,74	0,85	**70,74**
40	0,43	69,29	11,92	41,18	58,82	0,43	**58,82**
60	0,25	44,04	7,58	48,76	51,24	0,25	**51,24**
140	0,15	18,36	3,16	51,92	48,08	0,15	**48,08**
200	0,08	14,20	2,44	54,36	45,64	0,08	**45,64**
FONDO		0,22	0,04		-		
Suma pesos ret. =		**316,14**					

Nota : El tamiz utililizado para separación de partículas fue el No 200



RESUMEN RESULTADOS ANÁLISIS DE TAMIZADO DE LA FRACCIÓN RETENIDA EN EL TAMIZ No 200					
Tamaño Máximo (mm) =	25,00		**Grava % =**		**14,59**
Grava Gruesa %	0,00		**Arena % =**		**39,78**
Grava media %	0,70		**Finos % =**		**45,64**
Grava Fina %	13,88		Diámetros efectivos (mm):		
Arena Gruesa %	7,25		D10 =	D30 =	
Arena media %	19,35		D50 =	D60 =	
Arena Fina %	13,18		Coeficientes :	Cu =	
Finos %	45,64			Cc =	

Nota : Cu es el coeficiente de Uniformidad y Cc el coeficiente de Curvatura

CLASIFICACIÓN S.U.C.S	SC	DESCRIPCIÓN:	ARENA ARCILLOSA	COLOR	NARANJA CLARO
OBSERVACIONES:					

REALIZÓ: **Jainner Camacho**
Aux. Laboratorio

REVISÓ: **Andrea Meneses**
Coordinadora Técnica

VoBo: **INGECONSULTA**

Los resultados del presente informe son confidenciales y no pueden ser reproducidos sin autorización de ingeconsulta SAS
Ingeconsulta SAS. Calle 50 No 19-77, Barrancabermeja, Santander. Email Ingeconsultasas1@hotmail.com

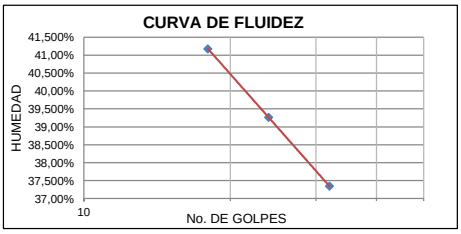
INGECONSULTA SAS		
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		
Determinación del contenido de agua (Humedad Natural) en suelos I.N.V.E 122- 2012		
Determinación del Límite Líquido de los suelos I.N.V.E 125 - 2012		
Límite Plástico e Indice de Plasticidad de los suelos I.N.V.E 126 - 2012		
Determinación de los Tamaños de las partículas de los suelo (Granulometría) I.N.V.E 123 -	Código:	F-PS-15
Clásificación de suelos, Sistema SUCS	Versión:	2 / 1/1

CLIENTE:	UT DIPROB LAURELES	**PROYECTO:**	ESTUDIO DE SUELOS, ESCUELA LAURELES						
LOCALIZACIÓN:	VEREDA LAURELES, BARRANCABERMEJA			**UBICACIÓN SONDEO :**			7° 1'7.27"N- 73°48'19.54"O		
MUESTRA No:	7	**SONDEO No.:**	5	**PROFUNDIDAD (m):**	4,95	A	5,85	**FECHA:**	23/01/2025

Determinación del Límite Plástico, Límite líquido, La humedad e Indice Plástico y de Liquidez.

DESCRIPCIÓN	HUMEDADES							
	LIMITE PLÁSTICO (L.P.)			LIMITE LIQUIDO (L.L)			NATURAL (w)	
ENSAYO No.:	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**
RECIPIENTE No.:	**H12**	**E45**	**E5**	**H78**	**I2**	**I1**	**N5**	
No. DE GOLPES:	**N/A**	**N/A**	**N/A**	**18**	**24**	**32**	**N/A**	
$W_r + W_h$ [g]:	30,22	22,05	25,16	29,25	26,25	27,70	1047,39	
$W_r + W_s$ [g]:	29,25	20,95	24,22	26,45	23,05	24,75	931,20	
W_r [g]:	24,40	15,70	19,65	19,65	14,90	16,85	134,77	
W_w [g]:	0,97	1,10	0,94	2,80	3,20	2,95	116,19	
W_s [g]:	4,85	5,25	4,57	6,80	8,15	7,90	796,43	
w:	**20,00%**	**20,95%**	**20,57%**	**41,18%**	**39,26%**	**37,34%**	**14,59%**	

Notas: Wr = Peso del recipiente, Wh = Peso humedo del suelo, Ww = Peso del agua, Ws = Peso de los solidos. El ensayo de Límite Líquido, se hizo de acuerdo al procedimiento A. Los rollos de masa de suelo en el ensayo del límite plástico se realizaronpor el método manual.



RESULTADOS HUMEDAD, LIMITES LIQUIDO Y PLÁSTCO E INDICE PLÁSTICO	
Humedad Natural w (%) =	14,59
Límite Líquido L.L (%) =	38,96
Límite Plástico L.P (%) =	20,51
Indice Plasticidad I.P (%) =	18,45

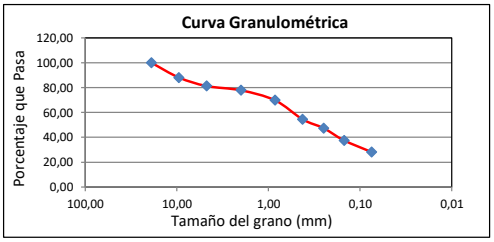
Cálculo Índice de Liquidez (Si aplica):
Indice de Liquidez IL (%) =
Consistencia, según I.L =

DATOS ENSAYO TAMAÑO PARTÍCULAS

Peso húmedo Muestra Whm (g) =	220,3
Peso seco muestra Wsm (g) =	188,13

TAMIZ		W_{ret}	Porcentaje			Resultados	
No	mm	gramos	Reten.	Acumul.	Pasa	Tamiz	%pasa
3"	75,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
2"	50,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
1 1/2	37,50	0,00	0,00	0,00	100,00		
1"	25,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/4"	19,00	0,00	0,00	0,00	100,00	19,00	**100,00**
3/8"	9,50	22,37	11,89	11,89	88,11	9,50	**88,11**
4	4,75	12,87	6,84	18,73	81,27	4,75	**81,27**
10	2,00	6,44	3,42	22,16	77,84	2,00	**77,84**
20	0,85	15,12	8,04	30,19	69,81	0,85	**69,81**
40	0,43	28,86	15,34	45,53	54,47	0,43	**54,47**
60	0,25	13,44	7,14	52,68	47,32	0,25	**47,32**
140	0,15	18,37	9,76	62,44	37,56	0,15	**37,56**
200	0,08	17,72	9,42	71,86	28,14	0,08	**28,14**
FONDO		0,58	0,31		-		
Suma pesos ret. =		**135,77**					

Nota : El tamiz utililizado para separación de partículas fue el No 200



RESUMEN RESULTADOS ANÁLISIS DE TAMIZADO DE LA FRACCIÓN RETENIDA EN EL TAMIZ No 200					
Tamaño Máximo (mm) =	19,00		**Grava % =**		**18,73**
Grava Gruesa %	0,00		**Arena % =**		**53,13**
Grava media %	0,00		**Finos % =**		**28,14**
Grava Fina %	18,73		Diámetros efectivos (mm):		
Arena Gruesa %	3,42		D10 =	D30 =	
Arena media %	23,38		D50 =	D60 =	
Arena Fina %	26,33		Coeficientes :	Cu =	
Finos %	28,14			Cc =	

Nota : Cu es el coeficiente de Uniformidad y Cc el coeficiente de Curvatura

CLASIFICACIÓN S.U.C.S	SC	**DESCRIPCIÓN:**	ARENA ARCILLOSA	**COLOR**	GRIS MUY CLARO
OBSERVACIONES:					

REALIZÓ: **Jainner Camacho**, Aux. Laboratorio

REVISÓ: **Andrea Meneses**, **Coordinadora Técnica**

VoBo: **INGECONSULTA**

Los resultados del presente informe son confidenciales y no pueden ser reproducidos sin autorización de ingeconsulta SAS
Ingeconsulta SAS. Calle 50 No 19-77, Barrancabermeja, Santander. Email Ingeconsultasas1@hotmail.com

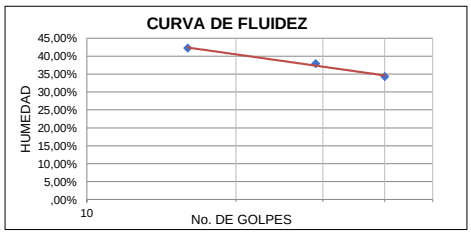
INGECONSULTA SAS		
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	
	Determinación del contenido de agua (Humedad Natural) en suelos I.N.V.E 122- 2012	
	Determinación del Límite Líquido de los suelos I.N.V.E 125 - 2012	
	Límite Plástico e Indice de Plasticidad de los suelos I.N.V.E 126 - 2012	
	Determinación de los Tamaños de las partículas de los suelo (Granulometría) I.N.V.E 123 -	Código: F-PS-15
	Clásificación de suelos, Sistema SUCS	Versión: 2 Página 1/1

CLIENTE:	UTDIPROB LAURELES		**PROYECTO:**	ESTUDIO DE SUELOS, ESCUELA LAURELES					
LOCALIZACIÓN:	VEREDA LAURELES, BARRANCABERMEJA			**UBICACIÓN SONDEO :**			7° 1'6.27"N- 73°48'19.13"O		
MUESTRA No:	2	**APIQUE**	1	**PROFUNDIDAD (m):**	0,00	A	1,20	**FECHA:**	23/01/2025

Determinación del Límite Plástico, Límite líquido, La humedad e Indice Plástico y de Liquidez.

DESCRIPCIÓN	HUMEDADES							
	LIMITE PLÁSTICO (L.P.)			LIMITE LIQUIDO (L.L)			NATURAL (w)	
ENSAYO No.:	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**
RECIPIENTE No.:	**I-2**	**H-11**	**E-1**	**R-10**	**E-7**	**H-20**	**E42**	
No. DE GOLPES:	**N/A**	**N/A**	**N/A**	**16**	**29**	**40**	**N/A**	
$W_r + W_h$ [g]:	20,30	23,61	23,13	20,81	21,01	21,86	355,7	
$W_r + W_s$ [g]:	19,68	22,89	22,63	16,93	17,37	18,45	287,90	
W_r [g]:	16,04	18,82	19,76	7,74	7,76	8,50	37,3	
W_w [g]:	0,62	0,72	0,50	3,88	3,64	3,41	67,77	
W_s [g]:	3,64	4,07	2,87	9,19	9,61	9,95	250,64	
w:	**17,03%**	**17,69%**	**17,42%**	**42,22%**	**37,88%**	**34,27%**	**27,04%**	

Notas: Wr = Peso del recipiente, Wh = Peso humedo del suelo, Ww = Peso del agua, Ws = Peso de los solidos. El ensayo de Límite Líquido, se hizo de acuerdo al procedimiento A. Los rollos de masa de suelo en el ensayo del límite plástico se realizaronpor el método manual.



RESULTADOS HUMEDAD, LIMITES LIQUIDO Y PLÁSTCO E INDICE PLÁSTICO	
Humedad Natural w (%) =	27,04
Límite Líquido L.L (%) =	38,47
Límite Plástico L.P (%) =	17,38
Indice Plasticidad I.P (%) =	21,09

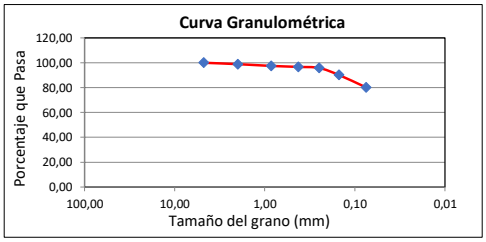
Cálculo Índice de Liquidez (Si aplica):	
Indice de Liquidez IL (%) =	0,46
Consistencia, según I.L =	*Suelo en estado Plástico*

DATOS ENSAYO TAMAÑO PARTÍCULAS

Peso húmedo Muestra Whm (g) =	347,6
Peso seco muestra Wsm (g) =	253,61

TAMIZ		W_{ret}	Porcentaje			Resultados	
No	mm	gramos	Reten.	Acumul.	Pasa	Tamiz	%pasa
3"	75,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
2"	50,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
1 1/2	37,50	0,00	0,00	0,00	100,00		
1"	25,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/4"	19,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/8"	9,50	0,00	0,00	0,00	100,00		
4	4,75	0,00	0,00	0,00	100,00	4,75	**100,00**
10	2,00	2,83	1,12	1,12	98,88	2,00	**98,88**
20	0,85	3,62	1,43	2,54	97,46	0,85	**97,46**
40	0,43	1,99	0,78	3,33	96,67	0,43	**96,67**
60	0,25	2,16	0,85	4,18	95,82	0,25	**95,82**
140	0,15	14,42	5,69	9,87	90,13	0,15	**90,13**
200	0,08	25,32	9,98	19,85	80,15	0,08	**80,15**
FONDO		0,89	0,35		-		
Suma pesos ret. =		**51,23**					

Nota : El tamiz utililizado para separación de partículas fue el No 200



RESUMEN RESULTADOS ANÁLISIS DE TAMIZADO DE LA FRACCIÓN RETENIDA EN EL TAMIZ No 200					
Tamaño Máximo (mm) =	4,75		**Grava % =**		**0,00**
Grava Gruesa %	0,00		**Arena % =**		**19,85**
Grava media %	0,00		**Finos % =**		**80,15**
Grava Fina %	0,00		Diámetros efectivos (mm):		
Arena Gruesa %	1,12		D10 =	D30 =	
Arena media %	2,21		D50 =	D60 =	
Arena Fina %	16,52		Coeficientes :	Cu =	
Finos %	80,15			Cc =	

Nota : Cu es el coeficiente de Uniformidad y Cc el coeficiente de Curvatura

CLASIFICACIÓN S.U.C.S	CL	**DESCRIPCIÓN:**	ARCILLA INORGANICA DE MEDIA A BAJA PLASTICIDAD	**COLOR**	ROJIZO
OBSERVACIONES:					

REALIZÓ: **Jainner Camacho**
Aux. Laboratorio

REVISÓ: **Andrea Meneses**
Coordinadora Técnica

VoBo: **INGECONSULTA**

Los resultados del presente informe son confidenciales y no pueden ser reproducidos sin autorización de ingeconsulta SAS

INGECONSULTA S.A.S	**INGECONSULTA SAS** **LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**	UTDIPROB LAURELES
	CBR INALTERADO INV 148-13	Código: **F-PS-23**

CLIENTE: UTDIPROB LAURELES **FECHA:** 20 de enero de 2025

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS, ESCUELA LAURELES

LOCALIZACIÓN: INSTITUCIÓN EDUCATIVA LOS LAURELES BARRANCABERMEJA, VEREDA LAURELES

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: ARCILLA DE MEDIA PLASTICIDAD, HUMEDAD MEDIA, COLOR ROJIZO

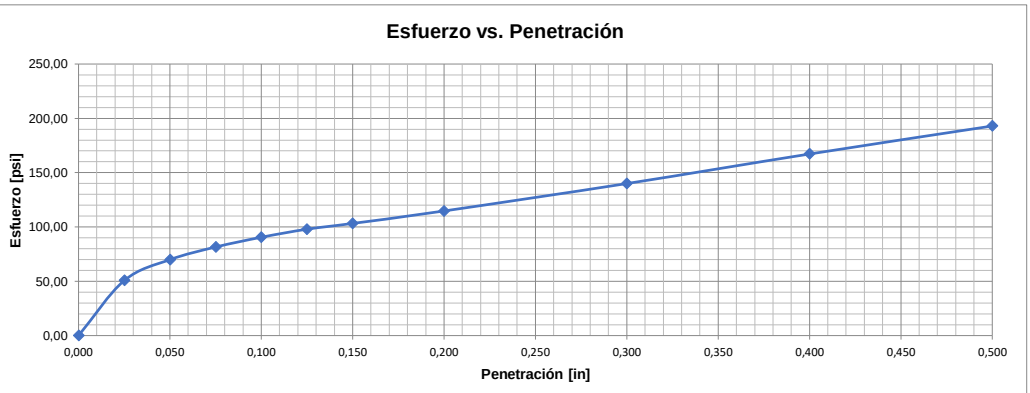
APIQUE No. 1 **PROFUNDIDAD [m]:** 0,00-1,20 **CONDICIÓN DEL ENSAYO:** NATURAL (SIN INMERSIÓN)

CÁLCULOS

PENETRACIÓN		PRESIÓN ESTANDAR	CARGA	ESFUERZO	ESFUERZO CORREGIDO	CBR	EXPANSIÓN			
							Tiempo	Lectura Deformimetro	Expansión	
[mm]	[in]	[lb/in^2]	[lb]	[lb/in^2]	[lb/in^2]	[%]	[h]		[in]	[%]
0,00	0,000		0,00	0,00			0	0,00	0,000	0,00
0,63	0,025		151,97	50,66			24	0,00	0,000	0,00
1,27	0,050		209,75	69,92			48	0,00	0,000	0,00
1,91	0,075		244,59	81,53			72	0,00	0,000	0,00
2,54	0,100	1000	271,57	90,52		9,05	96	0,00	0,000	0,00
3,18	0,125		293,83	97,94						
3,81	0,150		309,79	103,26						
5,08	0,200	1500	344,18	114,73		7,65				
7,62	0,300		419,94	139,98						
10,16	0,400		501,55	167,18						
12,70	0,500		578,88	192,96						

Procedimiento:
CBR sobre muestras inalteradas

Relación de Soporte (CBR) [%]: 9,05



OBSERVACIONES: * Determinación de la relación del CBR de laboratorio según norma I.N.V. E -148 - 13

REALIZÓ:
Jainner Camacho
Aux. Laboratorio

REVISÓ:
Andrea Meneses
Coordinadora
Técnica

VoBo:
INGECONSULTA
INGENIERIA CIVIL
NIT. 829.000.737-7
INGECONSULTA

NOTA: Los resultados del presente informe son confidenciales y no pueden ser reproducidos total o parcialmente sin previa autorización de Ingeconsulta S.A.S

INGECONSULTA S.A.S	**INGECONSULTA SAS** **LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS** **CBR INALTERADO INV 148-13**	Código: **F-PS-23**

CLIENTE: UTDIPROB LAURELES **FECHA:** 24 de enero de 2025

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS, ESCUELA LAURELES

LOCALIZACIÓN: INSTITUCIÓN EDUCATIVA LOS LAURELES BARRANCABERMEJA, VEREDA LAURELES

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: ARCILLA DE MEDIA PLASTICIDAD, HUMEDAD MEDIA, COLOR ROJIZO

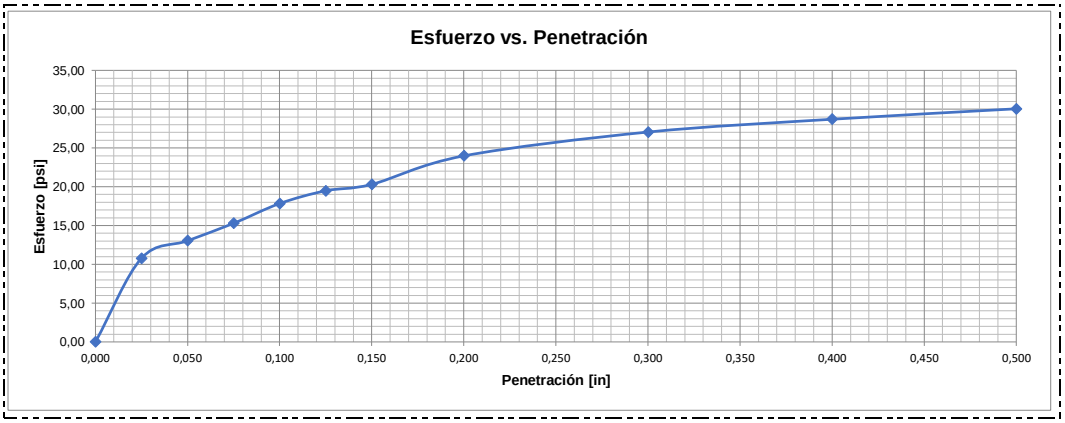
APIQUE No. 1 **PROFUNDIDAD [m]:** 0,00-1,20 **CONDICIÓN DEL ENSAYO:** \TURADA (DESPUES DE INMERSIÓ

CÁLCULOS

PENETRACIÓN		PRESIÓN ESTANDAR	CARGA	ESFUERZO	ESFUERZO CORREGIDO	CBR	EXPANSIÓN			
							Tiempo	Lectura Deformimetro	Expansión	
[mm]	[in]	[lb/in^2]	[lb]	[lb/in^2]	[lb/in^2]	[%]	[h]		[in]	[%]
0,00	0,000		0,00	0,00			0	0,00	0,000	0,00
0,63	0,025		32,37	10,79			24	0,00	0,000	0,00
1,27	0,050		39,12	13,04			48	0,00	0,000	0,00
1,91	0,075		45,86	15,29			72	0,00	0,000	0,00
2,54	0,100	1000	53,50	17,83		1,78	96	0,00	0,000	0,00
3,18	0,125		58,45	19,48						
3,81	0,150		60,92	20,31						
5,08	0,200	1500	71,94	23,98		1,60				
7,62	0,300		81,16	27,05						
10,16	0,400		86,10	28,70						
12,70	0,500		90,15	30,05						

Procedimiento:
CBR sobre muestras inalteradas

Relación de Soporte (CBR) [%]: 1,78



OBSERVACIONES: * Determinación de la relación del CBR de laboratorio según norma I.N.V. E -148 - 13

REALIZÓ:
Jainner Camacho
Aux. Laboratorio

REVISÓ:
Andrea Meneses
Coordinadora
Técnica

VoBo:
INGECONSULTA

NOTA: Los resultados del presente informe son confidenciales y no pueden ser reproducidos total o parcialmente sin previa autorización de Ingeconsulta S.A.S

INGECONSULTA SAS
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE CORTE DIRECTO CONSOLIDADO- DRENADO INV E 154-13

Cliente:	UTDIPROB LAURELES	**Fecha de ensayo:**	23/01/2025
Proyecto:	ESTUDIO DE SUELOS, ESCUELA LAURELES	**Prof. Muestra (m)**	1,50-1,95
Tipo de Muestra	SHELLBY	**Muestra**	3
Sondeo	VEREDA LAURELES, BARRANCABERMEJA	**Clasificación SUCS**	SC
Material:	INALTERADA	**Tipo de ensayo:**	CD

Tabla N°1. Párametros de la muestra

Parámetros de la muestra	Ensayo N° 1	Ensayo N° 2	Ensayo N° 3
Anillo No.	1	1	1
Diámetro (mm)	50,53	50,53	50,53
Masa M. húmeda M_{TO} + anillo (g)	205,20	205,13	205,15
Altura del anillo (mm)	21,80	21,80	21,80
Masa del anillo (g)	124,46	124,46	124,46
Área muestra (cm²)	**20,05**	**20,05**	**20,05**
Densidad de la muestra (g/cm³)	**1,85**	**1,85**	**1,85**

Tabla N°2. Condiciones iniciales

Recipiente No.	Rp1	Rp2	Rp3
Masa M. húmeda + recipiente (g)	132,12	129,60	126,40
Masa M. seca + recipiente (g)	112,90	110,50	108,00
Masa de recipiente (g)	33,00	32,40	30,50
Humedad natural (%)	**24,06**	**24,46**	**23,74**
Masa muestra húmeda M_{TO} (g)	**80,74**	**80,67**	**80,69**
Masa muestra seca M_d (g)	**65,08**	**64,82**	**65,21**
Densidad húmeda ρ_n (g/cm³)	**1,85**	**1,85**	**1,85**
Densidad seca ρ_d (g/cm³)	**1,49**	**1,48**	**1,49**
Gravedad específica *G*		**2,68**	
Grado de Saturación inicial S_0 (%)	**80,57**	**81,16**	**79,86**
Relación de vacíos inicial e_0	**0,80**	**0,81**	**0,80**

Tabla N°3. Parámetros del Ensayo

Pesas en el brazo (kg)	6,00	11,00	17,00
Escala Múltiplo (1 / 5 / 10)	1	1	1
Peso del brazo (kg)	**4,00**	**4,00**	**4,00**
Carga total en la muestra (kg)	**10,00**	**15,00**	**21,00**
Esfuerzo Vertical (kpa)	**48,90**	**73,35**	**102,69**
Esfuerzo Vertical (kg/cm²)	**0,50**	**0,75**	**1,05**
Velocidad desplazam. (mm/min)	0,05	0,05	0,05

RESULTADOS

Tabla N°4. Resultados Obtenidos

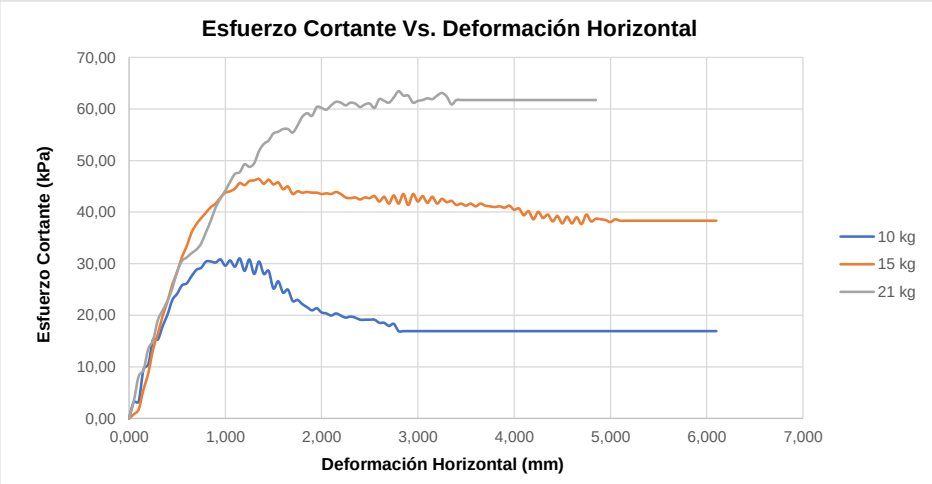
Parámetros	Punto N°1	Punto N°2	Punto N°3
Carga Vertical (kg) →	**10 kg**	**15 kg**	**21 kg**
Fuerza Maxima (N)	**62,22**	**93,10**	**127,22**
Esf. Cortante Maximo (kPa)	**31,03**	**46,43**	**63,44**
Def. Horizontal Última (mm)	**1,15**	**1,35**	**2,80**
Esfuerzo Normal (kPa)	**48,90**	**73,35**	**102,69**

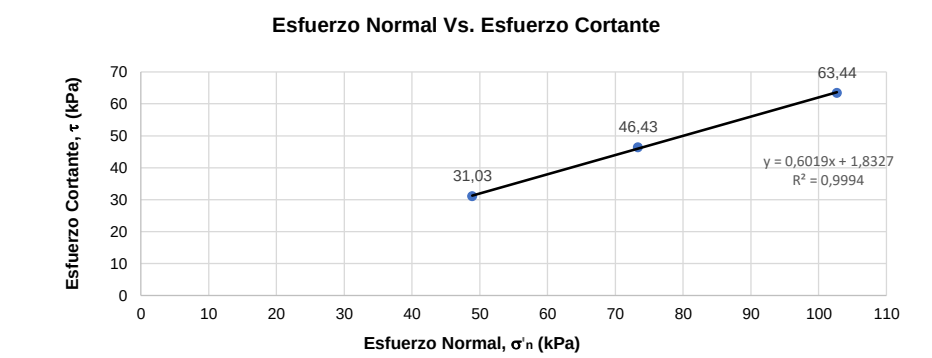
Los resultados del presente informe son confidenciales y no pueden ser reproducidos sin autorización de ingeconsulta SAS
Ingeconsulta SAS. Calle 50 No 19-77, Barrancabermeja, Santander. Email Ingeconsultasas1@hotmail.com

INGECONSULTA SAS
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE CORTE DIRECTO CONSOLIDADO- DRENADO INV E 154-13

GRAFICOS Y RESULTADOS





Resumen de resultados ensayo de Corte

Tipo de Ensayo:	CD	
Descripción Suelo:	INALTERADA	
Condiciones iniciales :		
Humedad	24,08	%
Peso Húmedo promedio	18,46	KN/m^3
Peso Seco Promedio	14,88	KN/m^3
Grado de saturación	80,53	%
Relación de vacios Inicial	0,80	

σ'c	τ
kPa	kPa
48,90	31,03
73,35	46,43
102,69	63,44

Resultados ensayo :

Velocidad de Desplazamiento	0,05	mm/min
Angulo de Corte máximo	31,04	Grados
Cohesión Drenada	1,83	Kpa

Realizó: **Aux. Laboratorio**
Jainner Camacho

Revisó: **Andrea Meneses**
Coordinadora Técnica

VoBo: **Ingeconsulta SAS**

Los resultados del presente informe son confidenciales y no pueden ser reproducidos sin autorización de ingeconsulta SAS
Ingeconsulta SAS. Calle 50 No 19-77, Barrancabermeja, Santander. Email Ingeconsultasas1@hotmail.com

ANEXO 3.

REGISTRO DE PERFORACION.

INGECONSULTA S.A.S.
Calle 50 No 19 - 77 Barrio Colombia
Municipio de Barrancabermeja, Santander
Tel. 7-6010454. Email: ingeconsultasas1@hotmail.com

INGECONSULTA S.A.S

Registro de Perforación
F - PS - 27
Versión 3

Sondeo : 1



CONTRATANTE: UT DIPROB LAURELES
PROYECTO: ESTUDIOS COLEGIO LOS LAURELES DEL DISTRITO DE BARRANCABERMEJA, SANTANDER
Localización: VEREDA LOS LAURELES CORREGIMIENTO EL CENTRO-BARRANCABERMEJA

Profundidad (m): 6,25
Cota m.s.n.m:
Nivel freático (m) :

Ubicación: BARRANCABERMEJA - SANTANDER
Coordenadas Norte: 7° 1'6.73"N
Coordenada Este: - 73°48'19.50"O

Elevación	Profundidad (m)	Litología	Clasificación SUCS	Descripción	Muestras	N.F	Datos ensayos de campo	No golpes/pie ó qu (0 10 20 30 40 50 60 70)	Perforación
0	0						EXC(De 0,00 - 0,40 : _, _, _, 0)		EX
-0,5	0,5		CL	Arcilla Inorganica De Media A Baja Plasticidad color rojizo de 0m a 1,3m	S1 M1-M2		SPT(De 0,40 - 0,85 : 6, 6, 6, 12)	12	
-1	1						SPT(De 0,85 - 1,30 : 5, 7, 8, 15)	15	
-1,5	1,5		GC		S1 M3		SPT(De 1,30 - 1,75 : 7, 9, 9, 18)	18	
-2	2			Grava Arcillosa color rojizo moteado de gris muy claro de 2,2m a 3,1m			SPT(De 1,75 - 2,20 : 12, 14, 12, 26)	26	
-2,5	2,5		GC		S1 M4		SPT(De 2,20 - 2,65 : 14, 12, 11, 23)	23	
-3	3						SPT(De 2,65 - 3,10 : 13, 21, 18, 39)	39	
-3,5	3,5		SC		S1 M5		SPT(De 3,10 - 3,55 : 12, 11, 11, 22)	22	SS
-4	4			Arena Arcillosa color gris oscuro de 3,1m a 4m			SPT(De 3,55 - 4,00 : 14, 14, 23, 37)	37	
-4,5	4,5		SC		S1 M6		SPT(De 4,00 - 4,45 : 20, 15, 12, 27)	27	
-5	5						SPT(De 4,45 - 4,90 : 14, 16, 18, 34)	34	
-5,5	5,5		SC	Arena Arcillosa color café muy claro manchas rojas de 4,9m a 6,25m	S1 M7		SPT(De 4,90 - 5,35 : 16, 12, 8, 20)	20	
-6	6						SPT(De 5,35 - 5,80 : 16, 17, 30, 47)	47	
							SPT(De 5,80 - 6,25 : 18, 19, 21, 40)	40	

Convenciones
- N campo, SPT
- N/A, No aplica
- N/E, No especificado
- Nivel Freático

Muestreadores
Shelby, Rotación, Split S., Wequipo, Barreno, Exc. Manual

Personal de campo
Perforador: CALIXTO MONTEROSA
Supervisor: JAINNER CAMACHO

Trabajo de Oficina
Digitó: CARLOS BENJUMEA
Revisó: CARLOS BENJUMEA
Fecha: 27/ 01 /2025

Datos Perforación
Fecha Inicio: 16 / 01/ 2025
Fecha Final: 16 / 01/ 2025
Estabiliz.:
Diám. Perf. (cm):

INGECONSULTA S.A.S.
Calle 50 No 19 - 77 Barrio Colombia
Municipio de Barrancabermeja, Santander
Tel. 7-6010454. Email: ingeconsultasas1@hotmail.com

INGECONSULTA S.A.S

Registro de Perforación
F - PS - 27
Versión 3

Sondeo : 2



CONTRATANTE: UT DIPROB LAURELES
PROYECTO: ESTUDIOS COLEGIO LOS LAURELES DEL DISTRITO DE BARRANCABERMEJA, SANTANDER
Localización: VEREDA LOS LAURELES CORREGIMIENTO EL CENTRO-BARRANCABERMEJA

Profundidad (m): 6,45
Cota m.s.n.m:
Nivel freático (m) :

Ubicación: BARRANCABERMEJA - SANTANDER
Coordenadas Norte: 7° 1'7.32"N
Coordenada Este: 73°48'18.49"O

Elevación	Profundidad (m)	Litología	Clasificación SUCS	Descripción	Muestras	N.F	Datos ensayos de campo	No golpes/pie ó qu (0 10 20 30 40 50 60 70)	Perforación
0	0		SC	Arena Arcillosa color rojizo de 0m a 1,5m	S2 M1-M2		EXC(De 0,00 - 0,60 : _, _, _, 0)		EX
-0,5	0,5						SPT(De 0,60 - 1,05 : 8, 9, 9, 18)	18	SS
-1	1						SPT(De 1,05 - 1,50 : 7, 8, 9, 17)	17	
-1,5	1,5		SC		S2 M3		SH(De 1,50 - 1,95)		SH
-2	2		SC	Arena Arcillosa color rojizo de 1,5m a 1,95m	S2 M4		SPT(De 1,95 - 2,40 : 5, 7, 5, 12)	12	SS
-2,5	2,5						SPT(De 2,40 - 2,85 : 6, 9, 11, 20)	20	
-3	3		SC	Arena Arcillosa color gris muy claro, moteados rojos de 2,85m a 3,75m	S2 M5		SPT(De 2,85 - 3,30 : 5, 5, 10, 15)	15	
-3,5	3,5						SPT(De 3,30 - 3,75 : 10, 8, 12, 20)	20	
-4	4		SC	Arena Arcillosa color café oscuro de 3,75m a 4,65m	S2 M6		SPT(De 3,75 - 4,20 : 6, 5, 8, 13)	13	
-4,5	4,5						SPT(De 4,20 - 4,65 : 12, 4, 8, 12)	12	
-5	5		SC		S2 M7		SPT(De 4,65 - 5,10 : 7, 7, 9, 16)	16	
-5,5	5,5						SPT(De 5,10 - 5,55 : 13, 6, 7, 13)	13	
-6	6		SC	Arena Arcillosa color gris claro tonos amarillos manchado de rojo de 5,55m a 6,45m	S2 M8		SPT(De 5,55 - 6,00 : 8, 8, 7, 15)	15	
							SPT(De 6,00 - 6,45 : 12, 7, 8, 15)	15	

Convenciones
- N campo, SPT
- N/A, No aplica
- N/E, No especificado
- Nivel Freático

Muestreadores
- Shelby
- Split S.
- Barreno
- Rotación
- Wequipo
- Exc. Manual

Personal de campo
Perforador: CALIXTO MONTEROSA
Supervisor: JAINNER CAMACHO

Trabajo de Oficina
Digitó: CARLOS BENJUMEA
Revisó: CARLOS BENJUMEA
Fecha: 27/ 01 /2025

Datos Perforación
Fecha Inicio: 16 / 01/ 2025
Fecha Final: 16 / 01/ 2025
Estabiliz.:
Diám. Perf. (cm):

INGECONSULTA S.A.S.
Calle 50 No 19 - 77 Barrio Colombia
Municipio de Barrancabermeja, Santander
Tel. 7-6010454. Email: ingeconsultasas1@hotmail.com

INGECONSULTA S.A.S

Registro de Perforación
F - PS - 27
Versión 3

Sondeo : 3



CONTRATANTE: UT DIPROB LAURELES
PROYECTO: ESTUDIOS COLEGIO LOS LAURELES DEL DISTRITO DE BARRANCABERMEJA, SANTANDER
Localización: VEREDA LOS LAURELES CORREGIMIENTO EL CENTRO-BARRANCABERMEJA

Profundidad (m): 6,3
Cota m.s.n.m:
Nivel freático (m) :

Ubicación: BARRANCABERMEJA - SANTANDER
Coordenadas Norte: 7° 1'6.78"N
Coordenada Este: 73°48'18.97"O

Elevación	Profundidad (m)	Litología	Clasificación SUCS	Descripción	Muestras	N.F	Datos ensayos de campo	No golpes/pie ó qu (0 10 20 30 40 50 60 70)	Perforación
0 a -0,5	0 a 0,5		CL	Arcilla Inorganica De Media A Baja Plasticidad color rojizo de 0m a 1,35m	S3 M1-M2		EXC(De 0,00 - 0,45 : _, _, _, 0) SPT(De 0,45 - 0,90 : 7, 6, 7, 13) 13 SPT(De 0,90 - 1,35 : 5, 7, 6, 13) 13		EX
-0,5 a -1,5	0,5 a 1,5		CL	Arcilla Inorganica De Media A Baja Plasticidad color rojizo de 1,35m a 2,25m	S3 M3		SPT(De 1,35 - 1,80 : 9, 10, 10, 0) 0 SPT(De 1,80 - 2,25 : 10, 11, 11, 22) 22		
-1,5 a -2,5	1,5 a 2,5		CL	Arcilla Inorganica De Media A Baja Plasticidad color rojizo de 2,25m a 3,15m	S3 M4		SPT(De 2,25 - 2,70 : 9, 8, 6, 14) 14 SPT(De 2,70 - 3,15 : 9, 10, 12, 22) 22		
-2,5 a -3,5	2,5 a 3,5		SC	Arena Arcillosa color gris claro machas cafes y rojo de 3,15m a 4,05m	S3 M5		SPT(De 3,15 - 3,60 : 10, 11, 12, 23) 23 SPT(De 3,60 - 4,05 : 9, 13, 14, 27) 27		SS
-3,5 a -4,5	3,5 a 4,5		SC	Arena Arcillosa color gris claro machas cafes y rojo de 4,05m a 5,4m	S3 M6		SPT(De 4,05 - 4,50 : 6, 8, 10, 18) 18 SPT(De 4,50 - 4,95 : 12, 7, 9, 16) 16 SPT(De 4,95 - 5,40 : 13, 6, 14, 20) 20		
-4,5 a -5,5	4,5 a 5,5		SC	Arena Arcillosa color gris claro tonos amarillos manchado de rojo de 5,4m a 6,3m	S3 M7		SPT(De 5,40 - 5,85 : 12, 7, 10, 17) 17 SPT(De 5,85 - 6,30 : 14, 13, 13, 26) 26		
-5,5 a -6	5,5 a 6								

Convenciones
- N campo, SPT
- N/A, No aplica
- N/E, No especificado
- Nivel Freático

Muestreadores
- Shelby
- Split S.
- Barreno
- Rotación
- Wequipo
- Exc. Manual

Personal de campo
Perforador: CALIXTO MONTEROSA
Supervisor: JAINNER CAMACHO

Trabajo de Oficina
Digitó: CARLOS BENJUMEA
Revisó: CARLOS BENJUMEA
Fecha: 27/ 01 /2025

Datos Perforación
Fecha Inicio: 16 / 01/ 2025
Fecha Final: 16 / 01/ 2025
Estabiliz.:
Diám. Perf. (cm):

INGECONSULTA S.A.S.
Calle 50 No 19 - 77 Barrio Colombia
Municipio de Barrancabermeja, Santander
Tel. 7-6010454. Email: ingeconsultasas1@hotmail.com

INGECONSULTA S.A.S

Registro de Perforación
F - PS - 27
Versión 3

Sondeo : 4



CONTRATANTE: UT DIPROB LAURELES
PROYECTO: ESTUDIOS COLEGIO LOS LAURELES DEL DISTRITO DE BARRANCABERMEJA, SANTANDER
Localización: VEREDA LOS LAURELES CORREGIMIENTO EL CENTRO-BARRANCABERMEJA

Profundidad (m): 6
Cota m.s.n.m:
Nivel freático (m) :

Ubicación: BARRANCABERMEJA - SANTANDER
Coordenadas Norte: 7° 1'6.82"N
Coordenada Este: 73°48'18.45"O

Elevación	Profundidad (m)	Litología	Clasificación SUCS	Descripción	Muestras	N.F	Datos ensayos de campo	No golpes/pie ó qu (0 10 20 30 40 50 60 70)	Perforación
0 a -0,5	0 a 0,5		SC	Arena Arcillosa color gris claro de 0m a 1,5m	S4 M1-M2		EXC(De 0,00 - 0,60 : _, _, _, 0) SPT(De 0,60 - 1,05 : 4, 2, 3, 5) 5 SPT(De 1,05 - 1,50 : 2, 3, 3, 6) 6 SPT(De 1,50 - 1,95 : 2, 2, 1, 3) 3		EX
-0,5 a -1,5	0,5 a 1,5		SC	Arena Arcillosa color gris muy claro, moteado rojo de 1,5m a 2,4m	S4 M3		SPT(De 1,95 - 2,40 : 7, 10, 11, 21) 21 SPT(De 2,40 - 2,85 : 7, 8, 8, 16) 16		
-1,5 a -2,5	1,5 a 2,5		SC	Arena Arcillosa color naranja claro de 2,4m a 3,3m	S4 M4		SPT(De 2,85 - 3,30 : 6, 5, 5, 10) 10		SS
-2,5 a -3,5	2,5 a 3,5		SC	Arena Arcillosa color naranja claro de 3,3m a 4,2m	S4 M5		SPT(De 3,30 - 3,75 : 6, 5, 8, 13) 13 SPT(De 3,75 - 4,20 : 7, 12, 11, 23) 23		
-3,5 a -4,5	3,5 a 4,5		SC	Arena Arcillosa color naranja claro de 4,2m a 5,1m	S4 M6		SPT(De 4,20 - 4,65 : 5, 6, 7, 13) 13 SPT(De 4,65 - 5,10 : 7, 11, 12, 23) 23		
-4,5 a -5,5	4,5 a 5,5		SC	Arena Arcillosa color naranja claro de 5,1m a 6m	S4 M7		SPT(De 5,10 - 5,55 : 5, 8, 9, 17) 17 SPT(De 5,55 - 6,00 : 8, 7, 9, 16) 16		
-5,5 a -6	5,5 a 6								

Convenciones
- N campo, SPT
- N/A, No aplica
- N/E, No especificado
- Nivel Freático

Muestreadores
- Shelby
- Rotación
- Split S.
- Wequipo
- Barreno
- Exc. Manual

Personal de campo
Perforador: CALIXTO MONTEROSA
Supervisor: JAINNER CAMACHO

Trabajo de Oficina
Digitó: CARLOS BENJUMEA
Revisó: CARLOS BENJUMEA
Fecha: 27/ 01 /2025

Datos Perforación
Fecha Inicio: 16 / 01/ 2025
Fecha Final: 16 / 01/ 2025
Estabiliz.:
Diám. Perf. (cm):

INGECONSULTA S.A.S.
Calle 50 No 19 - 77 Barrio Colombia
Municipio de Barrancabermeja, Santander
Tel. 7-6010454. Email: ingeconsultasas1@hotmail.com

INGECONSULTA S.A.S

Registro de Perforación
F - PS - 27
Versión 3

Sondeo : 5



CONTRATANTE: UT DIPROB LAURELES
PROYECTO: ESTUDIOS COLEGIO LOS LAURELES DEL DISTRITO DE BARRANCABERMEJA, SANTANDER
Localización: VEREDA LOS LAURELES CORREGIMIENTO EL CENTRO-BARRANCABERMEJA

Profundidad (m): 6,3
Cota m.s.n.m:
Nivel freático (m) :

Ubicación: BARRANCABERMEJA - SANTANDER
Coordenadas Norte: 7° 1'7.27"N
Coordenada Este: 73°48'19.54"O

Elevación	Profundidad (m)	Litología	Clasificación SUCS	Descripción	Muestras	N.F	Datos ensayos de campo	No golpes/pie ó qu (0 10 20 30 40 50 60 70)	Perforación
0	0		CL	Arcilla Inorganica De Media A Baja Plasticidad color rojizo de 0m a 1,35m	S5 M1-M2		EXC(De 0,00 - 0,45 : _, _, _, 0)		EX
-0,5	0,5						SPT(De 0,45 - 0,90 : 4, 2, 3, 5)	5	
-1	1						SPT(De 0,90 - 1,35 : 2, 3, 3, 6)	6	
-1,5	1,5		SC		S5 M3		SPT(De 1,35 - 1,80 : 2, 2, 1, 3)	3	
-2	2						SPT(De 1,80 - 2,25 : 7, 10, 11, 21)	21	
-2,5	2,5		SC	Arena Arcillosa color naranja claro de 2,25m a 3,15m	S5 M4		SPT(De 2,25 - 2,70 : 7, 8, 8, 16)	16	
-3	3						SPT(De 2,70 - 3,15 : 6, 5, 5, 10)	10	
-3,5	3,5		SC		S5 M5		SPT(De 3,15 - 3,60 : 6, 5, 8, 13)	13	SS
-4	4						SPT(De 3,60 - 4,05 : 7, 12, 11, 23)	23	
-4,5	4,5		SC	Arena Arcillosa color naranja claro de 4,05m a 4,95m	S5 M6		SPT(De 4,05 - 4,50 : 5, 6, 7, 13)	13	
-5	5						SPT(De 4,50 - 4,95 : 7, 11, 12, 23)	23	
-5,5	5,5		SC	Arena Arcillosa color gris muy claro de 4,95m a 6,3m	S5 M7		SPT(De 4,95 - 5,40 : 12, 13, 14, 27)	27	
-6	6						SPT(De 5,40 - 5,85 : 13, 13, 13, 26)	26	
							SPT(De 5,85 - 6,30 : 16, 17, 19, 36)	36	

Convenciones
- N campo, SPT
- N/A, No aplica
- N/E, No especificado
- Nivel Freático

Muestreadores
Shelby, Rotación, Split S., Wequipo, Barreno, Exc. Manual

Personal de campo
Perforador: CALIXTO MONTEROSA
Supervisor: JAINNER CAMACHO

Trabajo de Oficina
Digitó: CARLOS BENJUMEA
Revisó: CARLOS BENJUMEA
Fecha: 27/ 01 /2025

Datos Perforación
Fecha Inicio: 16 / 01/ 2025
Fecha Final: 16 / 01/ 2025
Estabiliz.:
Diám. Perf. (cm):

ANEXO 4.

PARAMETROS GEOMECANICOS DE LOS PERFILES DE DISEÑO.

ANEXO 4.1

PARAMETROS GEOMECANICOS DE LOS PERFILES DE DISEÑO ZONA 1

ANEXO 4. ESTIMACION PARAMETROS GEOMECANICOS DE LOS PERFILES DE DISEÑO

4.1 PERFIL DE DISEÑO 1

4.1.1 RESUMEN CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO Y ADOPCIÓN DE PARÁMETROS VOLUMÉTRICOS EN EL PERFIL DE DISEÑO

PROYECTO:	**colegio laureles area administrativa**	**LOCALIZACION**	S3	**NIVEL FREATICO DE DISEÑO**	**m**
PEFIL DE DISEÑO	**1**	**PROFUNDIDAD TOTAL (m)**	**6,00**	**No DE HOJAS**	Seis

Propiedades Físicas e indices de los suelos

Estrato No	Perfil Estratigráfico	Clasif. Suelo SUCS	Tipo de suelo C / G	letra Inicia Clasif. suelo	Profundidad De m	Profundidad a m	Espesor Estrato m	% FINOS	Humedad w %	Límite líquido L.L	Límite Plástico L.P	Indice Plástico I.P
1	Arcilla inorgánica de media a baja plasticidad color rojizo	CL	C	C	0,00	1,35	1,35	54,24	18,64	34,34	18,59	15,75
2	Arena arcillosa color naranja	SC	G	S	1,35	1,95	0,60	43,36	21,13	37,25	22,36	14,89
3	Arena arcillosa color naranja	SC	G	S	1,95	4,95	3,00	39,95	15,68	33,81	21,99	11,82
4	Arena arcillosa color naranja	SC	G	S	4,95	6,45	1,50	30,14	13,56	32,68	20,95	11,74

Características geomecánicas, determinadas en campo o laboratorio

Estrato No	Perfil Estratigráfico	Clasif. Suelo SUCS	Resist. Comp. Simple Cu Kg/cm² Vel. Campo	Torc. Labor	Penetrom.	comp. Simple	Promedio	Corte directo ϕ	Corte directo c' Kpa	Ncampo promedio golpes/pie	N' corregido N.Freático
1	Arcilla inorgánica de media a baja plasticidad color rojizo	CL								11	11
2	Arena arcillosa color naranja	SC								16	16
3	Arena arcillosa color naranja	SC								15	15
4	Arena arcillosa color naranja	SC								23	23

Cálculo de Parámetros gravimétricos

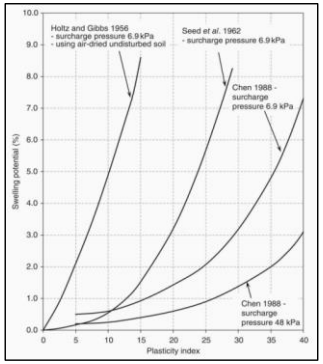
Estrato No	Perfil Estratigráfico	Tipo de Suelo SUCS	Compor. suelo NSR H.2.5	Gravedad especifica[1]	Peso Húm Laboratorio	Peso seco Laboratorio	Peso Húmedo[2] S. Granular	Peso Húmedo[2] S. fino	Peso Húm Resumen	Peso seco[3] Resumen	Peso Húm. Promedio	Peso seco Promedio
					KN/m3							
1	Arcilla inorgánica de media a baja plasticidad color rojizo	CL	Cohesivo	2,80				17,75	17,75	14,96	17,75	14,96
2	Arena arcillosa color naranja	SC	Cohesivo	2,65			18,00		18,00	14,86	18,00	14,86
3	Arena arcillosa color naranja	SC	Granular	2,67			18,00		18,00	15,56	18,00	15,56
4	Arena arcillosa color naranja	SC	Granular	2,67			19,11		19,11	16,83	19,11	16,83

Notas: 1. Gs, adoptada según el tipo de suelo. 2. Interpolado de valores propuestos por Terzaghi y Peck 3. Calculado en función de la humedad

Relaciones gravimetricas calculadas o estimadas

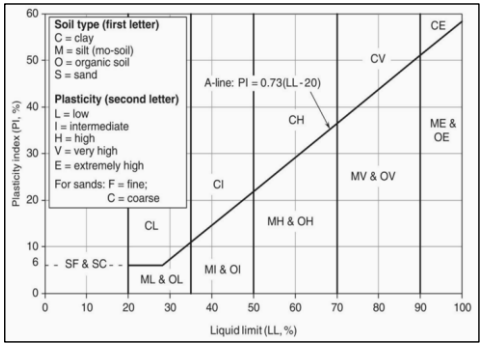
Estrato No	Perfil Estratigráfico	Clasif. Suelo SUCS	Inicial Suelo	Relacion de vacios e	Peso Saturado KN/m3	Relación Poisson[1] u	Porc. De Saturac- S
1	Arcilla inorgánica de media a baja plasticidad color rojizo	CL	C	0,87	19,62	0,20	59,89
2	Arena arcillosa color naranja	SC	S	0,78	19,25	0,35	71,49
3	Arena arcillosa color naranja	SC	S	0,72	19,73	0,35	58,47
4	Arena arcillosa color naranja	SC	S	0,80	19,27	0,35	45,16

Notas: 1. Estimada, según el tipo de suelo



Características suelos

Estrato No	Perfil Estratigráfico	Clasif. Suelo SUCS	Indice Liquidez IL	Estado Suelo fino	Consistencia de los Suelos Finos	Consistencia de los Suelos granulares	Plasticidad Reino Unido B.S.	Potencial Expansión Seed (1962)	Chen (1982)
1	Arcilla inorgánica de media a baja plasticidad color rojizo	CL	0,003	plástico	Rígidez media		Baja	Medio	Bajo
2	Arena arcillosa color naranja	SC				Suelto			
3	Arena arcillosa color naranja	SC				Suelto			
4	Arena arcillosa color naranja	SC				Densidad Media			



Carta Clasificación de la Plasticidad, British Estándar, BS

Cálculo Potencial de expansión			
Seed et al (1962)		Chen (1988)	
1,802	Medio	0,96	Bajo
1,572			
0,894			
0,879			

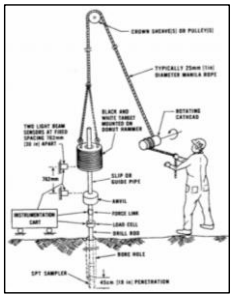
Swelling potential (%)	Description
0–1.5	Low
1.5–5.0	Medium
5.0–25	High
25+	Very high

Burmister

4.1.2 CORRECCION DE VALORES DEL ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR AL PERFIL DE DISEÑO

Correción por Energía N_{60} y sobrecapa $N1_{(60)}$

Nivel Freático		m
Datos del Equipo:		
Tipo de Martillo	Anular	
Energia transferida equipo usado	50	%
Energía de referencia	60	%
Diametro perforación:	2,5-4,5	pulg
Tipo de muestreador	Estandar	



$N_{60}=N_{campo\ corregido\ NF}*C$; $C= C_E*C_R*CS*C_B$; Donde:

C_R = *Correción por longitud de varilla*

C_R = 0,75 ; 0 <= L <= 3 m (Skempton)

C_R = 1/(0,98986+4,3166/(esf. Efect)^2); para Z > 3,0m (Cetin)

C_E = *0,83* *Corrección por energía de ref. del 60%*

C_S = *1,00* *Para muestreador estandar*

C_B = *1,00* *Para perforación de diámetro entre 2,5 a 4,5 pulg.*

CORRECION POR ENERGIA, EQUIPO Y CARACTERISTICAS DE LA PERFORACION

Estrato No	Perfil Estratigráfico	Tipo de Suelo SUCS	Profundidad estrato Inicial m	Final m	Promedio m	Espesor m	Correción Por varilla C_R	corrección Total C	$N_{(50)}$ de campo	$N_{(50)}$ corregido N.Freático	$N_{(50)}$ corregido perf.	$N_{(60)}$ $C*N_{(50)\ cor}$ golpe/pie
1	Arcilla inorgánica de media a baja plasticidad color rojizo	CL	0,00	1,35	0,68	1,35	0,75	0,63	11	11	8	**7**
2	Arena arcillosa color naranja	SC	1,35	1,95	1,65	0,60	0,75	0,63	16	16	12	**10**
3	Arena arcillosa color naranja	SC	1,95	4,95	3,45	3,00	0,80	0,67	15	15	12	**10**
4	Arena arcillosa color naranja	SC	4,95	6,45	5,70	1,50	0,85	0,71	23	23	20	**16**

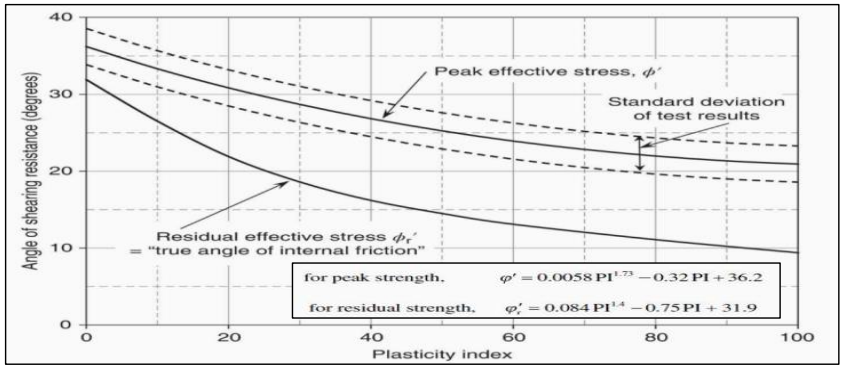
CORRECCION POR SOBRECAPA

Estrato No	Perfil Estratigráfico	Tipo de Suelo SUCS	Peso Unitario KN/m^3	Prof. Promedio m	Esf. estrato KN/m^2	Esf. Total mitad KN/m^2	Presión de Poro u KN/m^2	Esfuerzo efectivo KN/m^2	C_N calculado	C_N Usado <=1,70	$(N1)_{60}$ $C_N*N_{(60)}$ golpes/pie
1	Arcilla inorgánica de media a baja plasticidad color rojizo	CL	17,75	0,68	23,96	11,98	0,00	11,98	2,89	1,00	**7**
2	Arena arcillosa color naranja	SC	18,00	1,65	10,80	29,36	0,00	29,36	1,85	1,70	**17**
3	Arena arcillosa color naranja	SC	18,00	3,45	54,00	61,76	0,00	61,76	1,27	1,27	**13**
4	Arena arcillosa color naranja	SC	19,11	5,70	28,67	103,10	0,00	103,10	0,98	0,98	**16**

Notas:

1. Los martillos de tipo Anular usados en colombia, transfieren un 50% de la energía teórica (Babar 2016)
2. El valor de correción de sobrecapa se determinó según Liao and Whitman (1986) y es menor o igual a 1.7, Seed et al (2001, 2003),ver informe.
3. La correción por nivel freático solo se aplica en suelos granulares con $N_{(50)}$ de campo mayor a 15, por debajo del N.F
4. Los suelos finos, no se corrigen Por sobrecapa y C_N=1

4.1.3. CALCULO PARAMETROS GEOMECANICOS Y DE DEFORMABILIDAD



Gibson (1953)

Typical values of the angle of shearing resistance of compacted sands and gravels.

Soil description	Class*	φ (°)
Well graded sand-gravel mixtures	GW	>38
Poorly graded sand-gravel mixtures	GP	>37
Silty gravels, poorly graded gravel-sand-silt	GM	>34
Clayey gravels, poorly graded gravel-sand-clay	GC	>31
Well-graded clean sand, gravelly sand	SW	38
Poorly graded clean sand, gravelly sand	SP	37

Typical values of the angle of shearing resistance of cohesionless soils.

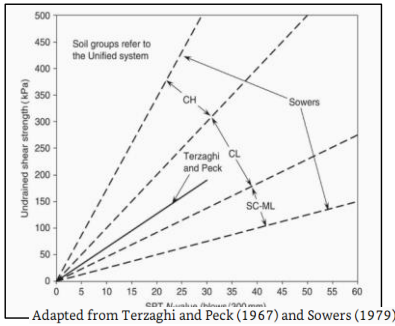
Soil description	φ (°)	
	Loose	Dense
Uniform sand, round grains	27	34
Well-graded sand, angular grains	33	45
Sandy gravel	35	50
Silty sand	27–33	30–34
Inorganic silt	27–30	30–35

Typical values of the effective angle of shearing resistance of compacted clays.

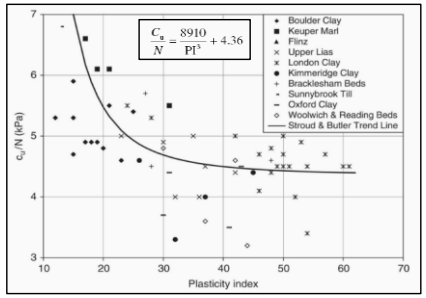
Soil description	Class*	φ (°)
Silty clays, sand-silt mix	SM	34
Clayey sands, sand-clay mix	SC	31
Silts and clayey silts	ML	32
Clays of low plasticity	CL	28
Clayey silts, elastic silts	MH	25
Clays of high plasticity	CH	19

PARAMETROS GEOMECANICOS

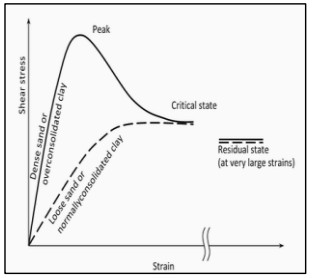
Estrato No	Perfil Estratigráfico	Tipo de Suelo SUCS	IP %	Clasificación Plasticidad Finos	$N_{(60)}$ golpe/pie	ϕ Labor. Corte dir.	ϕ Granular			ϕ Cohesivo		ϕ	
							Wall 1988	Hatanaka 1996	Peck 1974	Pico Peck	Residual Bjerrum	Promedio	Adoptado
1	Arcilla inorgánica de media a baja plasticidad color roji	CL	15,75	Media	7					27,92	20,87	#¡DIV/0!	28,00
2	Arena arcillosa color naranja	SC	14,89		10		30,10	31,44	31,10			30,88	31,00
3	Arena arcillosa color naranja	SC	11,82		10		30,10	29,12	29,90			29,71	30,00
4	Arena arcillosa color naranja	SC	11,74		16		31,80	30,89	30,80			31,16	31,00



Adapted from Terzaghi and Peck (1967) and Sowers (1979)



Stroud and Butler (1975)



Burmister

PI	Classification
0	Non-plastic
1–5	Slightly plastic
5–10	Low plastic
10–20	Medium plastic
20–40	High plastic
>40	Very high plastic

Estrato No	Perfil Estratigráfico	Tipo de Suelo SUCS	$N_{(60)}$ golpe/pie	c' (Kpa) Australian	Sorensen 2013	Promedio	Adoptado	Cu Sower/Stroud Kpa	Mod. Young Eu (Kulhawy) Mpa	Mod. Young E_y Mpa	Modulo Edomét. Mpa
1	Arcilla inorgánica de media a baja plasticidad color rojizo	CL	7	3,60	3,08	3,34	2,00	30,80	43,75	35,00	38,89
2	Arena arcillosa color naranja	SC	10	3,00	2,50	2,75	2,00	25,00	21,00	18,90	30,33
3	Arena arcillosa color naranja	SC	10	2,25	1,00	1,63	1,60	10,00	21,00	18,90	30,33
4	Arena arcillosa color naranja	SC	16	3,00	1,60	2,30	1,50	16,00	44,80	40,32	64,71

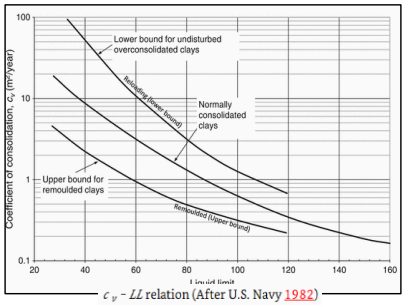
Australian Standards for retaining walls (AS 4678)

Soil group	Typical soils in group	Soil parameters c' (kPa)	φ' (degrees)
Poor	Soft and firm clay of medium to high plasticity; silty clays; loose variable clayey fills; loose sandy silts	0–5	17–25
Average	Stiff sandy clays; gravelly clays; compact clayey sands and sandy silts; compacted clay fills	0–10	26–32
Good	Gravelly sands, compacted sands, controlled crushed sandstone and graveled fills, dense well graded sands	0–5	32–37
Very good	Weak weathered rock, controlled fills of road base, gravel and recycled concrete	0–25	36–43

PARAMETROS DE CONSOLIDACION

Compressibility	C_c
Slight or low	<0.2
Moderate of intermediate	0.2–0.4
High	>0.4

Kulhawy and Mayne (1990)



c_v - LL relation (After U.S. Navy 1982)

Estrato No	Perfil Estratigráfico	Tipo de Suelo SUCS	Consistencia	Cc Terzaghi (1967)	Kulhawy (1990)	Promedio	Adoptado	Cs ó C_R Mesri (1977)	Mesri (1973)	Promedio	Cv m^2/año U.S. Navy
1	Arcilla inorgánica de media a baja plasticidad color rojizo	CL	Rígidez media	0,219	0,213	0,216	0,216	0,009	0,002	0,005	12,639
2	Arena arcillosa color naranja	SC	Suelto								
3	Arena arcillosa color naranja	SC	Suelto								
4	Arena arcillosa color naranja	SC	Densidad Media								

Cc = Indice de Compresión, Cr = Indice de recompresión, Cv = Coeficiente de consolidación

Estrato No	Perfil Estratigráfico	Tipo de Suelo SUCS	Esfuerzo efectivo MN/m^2	e_{01}	eo		Pomedio e	CR	RR	OCR σ_p/σ' Mayne	Preconsol. σ'_p Kpa	NC/SC
1	Arcilla inorgánica de media a baja plasticidad color rojizo	CL	11,98	0,87	0,51	0,99	0,87	0,115	0,005	0,643	7,71	NC
2	Arena arcillosa color naranja	SC	29,36	0,78			0,78					
3	Arena arcillosa color naranja	SC	61,76	0,72			0,72					
4	Arena arcillosa color naranja	SC	103,10	0,80			0,80					

e_o = Relación de vacios inicial, CR y RR = Relación de Consolidación primaria y secundaria , OCR = Relación de sobreconsolidación, σ'_p= Esf. De preconsolidación.

4.1.4 RESUMENES

RESUMEN RESULTADOS PROPIEDADES INDICES Y FISICAS

Estrato No	Perfil Estratigráfico	Humedad %	Límite líquido L.L	Límite Plástico L.P	Indice Plástico I.P	% FINOS	Peso Húmedo KN/m3	Peso Saturado KN/m3	Gravedad especifica	Relacion de vacios e	Porc. De Saturac- S
1	Arcilla inorgánica de media a baja plasticidad color rojizo	18,64	34,34	18,59	15,75	54,24	17,75	19,62	2,80	0,87	59,89
2	Arena arcillosa color naranja	21,13	37,25	22,36	14,89	43,36	18,00	19,25	2,65	0,78	71,49
3	Arena arcillosa color naranja	15,68	33,81	21,99	11,82	39,95	18,00	19,73	2,67	0,72	58,47
4	Arena arcillosa color naranja	13,56	32,68	20,95	11,74	30,14	19,11	19,27	2,67	0,80	45,16

RESUMEN RESULTADOS CORRECCION SPT

Estrato No	Perfil Estratigráfico	Prof. Prom m	Esf. Total vertical KN/m^2	Presión de Poro u KN/m^2	Esfuerzo efectivo KN/m^2	$N_{(50)}$ de campo	$N_{(50)}$ corregido N.Freático	corrección Varillaje C	$N_{(60)}$ $C^*N_{(50)\ cor}$ golpe/pie	Correc. Sobrecapa C_N	$(N1)_{60}$ $C_N{}^*N_{(60)}$ golpes/pie
1	Arcilla inorgánica de media a baja plasticidad color rojizo	0,68	11,98	0,00	11,98	11,00	11,00	0,63	7,00	1,00	7,00
2	Arena arcillosa color naranja	1,65	29,36	0,00	29,36	16,00	16,00	0,63	10,00	1,70	17,00
3	Arena arcillosa color naranja	3,45	61,76	0,00	61,76	15,00	15,00	0,67	10,00	1,27	13,00
4	Arena arcillosa color naranja	5,70	103,10	0,00	103,10	23,00	23,00	0,71	16,00	0,98	16,00

RESUMEN PARAMETROS DE RESISTENCIA Y COMPRESIBILIDAD

Estrato No	Perfil Estratigráfico	Clasif. SUCS	ϕ	c´ Kpa	Cu Kpa	Ey Mpa	Ed Mpa	Ko	Ka	Kp	Hcrít (m) Terzagy
1	Arcilla inorgánica de media a baja plasticidad color rojizo	CL	28,00	2,00	30,80	35,00	38,89	0,531	0,361	2,770	5,20
2	Arena arcillosa color naranja	SC	31,00	2,00	25,00	18,90	30,33	0,485	0,320	3,124	3,93
3	Arena arcillosa color naranja	SC	30,00	1,60	10,00	18,90	30,33	0,500	0,333	3,000	0,00
4	Arena arcillosa color naranja	SC	31,00	1,50	16,00	40,32	64,71	0,485	0,320	3,124	1,48

Notas: Ko = Coeficiente de Reposo, Ka y Kp = Coeficiente de Presión de Tierras según Rankine (Caso β=0).

H_{CRIT} (m) = Altura crítica con corte vertical y sin entibado con una sobrecarga en el borde de la excavación de 10Kpa, para la excavación del cimiento.

ANEXO 4.2

PARAMETROS GEOMECANICOS DE LOS PERFILES DE DISEÑO ZONA 2

ANEXO 4. ESTIMACION PARAMETROS GEOMECANICOS DE LOS PERFILES DE DISEÑO

4.1 PERFIL DE DISEÑO 1

4.1.1 RESUMEN CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO Y ADOPCIÓN DE PARÁMETROS VOLUMÉTRICOS EN EL PERFIL DE DISEÑO

PROYECTO:	**colegio laureles area bloque aulas**	**LOCALIZACION**	S1	**NIVEL FREATICO DE DISEÑO**	**m**
PEFIL DE DISEÑO	**1**	**PROFUNDIDAD TOTAL (m)**	**6,00**	**No DE HOJAS**	Seis

Propiedades Físicas e indices de los suelos

Estrato No	Perfil Estratigráfico	Clasif. Suelo SUCS	Tipo de suelo C / G	letra Inicial Clasif. suelo	Profundidad De m	Profundidad a m	Espesor Estrato m	% FINOS	Humedad w %	Límite líquido L.L	Límite Plástico L.P	Indice Plástico I.P
1	Arcilla inorgánica de media a baja plasticidad color rojizo	CL	C	C	0,00	1,35	1,35	85,40	25,48	38,88	19,16	19,72
2	Arena arcillosa color naranja	SC	G	S	1,35	3,15	1,80	48,58	15,58	36,41	20,88	15,53
3	Arena arcillosa color naranja	SC	G	S	3,15	4,05	0,90	34,18	14,42	31,90	21,74	10,17
4	Arena arcillosa color naranja	SC	G	S	4,05	6,30	2,25	27,58	15,66	30,80	21,77	9,03

Características geomecánicas, determinadas en campo o laboratorio

Estrato No	Perfil Estratigráfico	Clasif. Suelo SUCS	Resist. Comp. Simple Cu Kg/cm² Vel. Campo	Torc. Labor	Penetrom.	comp. Simple	Promedio	Corte directo ϕ	Corte directo c' Kpa	Ncampo promedio golpes/pie	N' corregido N.Freático
1	Arcilla inorgánica de media a baja plasticidad color rojizo	CL								13	13
2	Arena arcillosa color naranja	SC								23	23
3	Arena arcillosa color naranja	SC								26	26
4	Arena arcillosa color naranja	SC								27	27

Cálculo de Parámetros gravimétricos

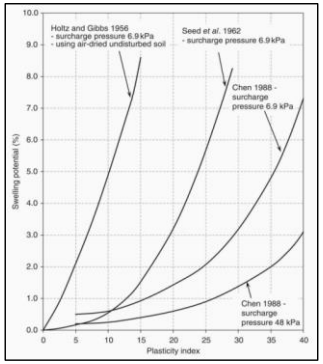
Estrato No	Perfil Estratigráfico	Tipo de Suelo SUCS	Compor. suelo NSR H.2.5	Gravedad especifica[1]	Peso Húm Laboratorio	Peso seco Laboratorio	Peso Húmedo[2] S. Granular	Peso Húmedo[2] S. fino	Peso Húm Resumen	Peso seco[3] Resumen	Peso Húm. Promedio	Peso seco Promedio
					KN/m3							
1	Arcilla inorgánica de media a baja plasticidad color rojizo	CL	Cohesivo	2,80				18,00	18,00	14,34	18,00	14,34
2	Arena arcillosa color naranja	SC	Cohesivo	2,65			18,67		18,67	16,15	18,67	16,15
3	Arena arcillosa color naranja	SC	Granular	2,67			19,33		19,33	16,90	19,33	16,90
4	Arena arcillosa color naranja	SC	Granular	2,67			19,78		19,78	17,10	19,78	17,10

Notas: 1. Gs, adoptada según el tipo de suelo. 2. Interpolado de valores propuestos por Terzaghi y Peck 3. Calculado en función de la humedad

Relaciones gravimetricas calculadas o estimadas

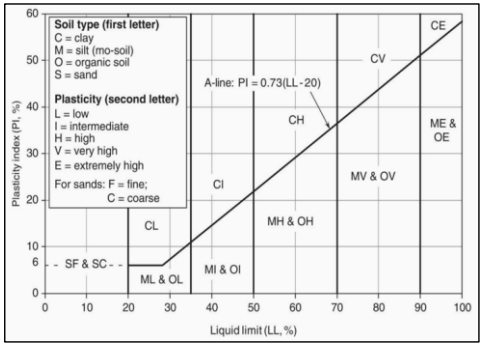
Estrato No	Perfil Estratigráfico	Clasif. Suelo SUCS	Inicial Suelo	Relacion de vacios e	Peso Saturado KN/m3	Relación Poisson[1] u	Porc. De Saturac- S
1	Arcilla inorgánica de media a baja plasticidad color rojizo	CL	C	0,95	19,22	0,20	74,95
2	Arena arcillosa color naranja	SC	S	0,64	20,06	0,35	64,41
3	Arena arcillosa color naranja	SC	S	0,58	20,57	0,35	66,36
4	Arena arcillosa color naranja	SC	S	0,81	20,58	0,35	51,87

Notas: 1. Estimada, según el tipo de suelo



Características suelos

Estrato No	Perfil Estratigráfico	Clasif. Suelo SUCS	Indice Liquidez IL	Estado Suelo fino	Consistencia de los Suelos Finos	Consistencia de los Suelos granulares	Plasticidad Reino Unido B.S.	Potencial Expansión Seed (1962)	Potencial Expansión Chen (1982)
1	Arcilla inorgánica de media a baja plasticidad color rojizo	CL	0,320	plástico	Rígidez media		Intermedia	No aplica	Bajo
2	Arena arcillosa color naranja	SC				Densidad Media			
3	Arena arcillosa color naranja	SC				Densidad Media			
4	Arena arcillosa color naranja	SC				Densidad Media			



Carta Clasificación de la Plasticidad, British Estándar, BS

Cálculo Potencial de expansión			
Seed et al (1962)		Chen (1988)	
3,119	No aplica	1,33	Bajo
1,740			
0,619			
0,464			

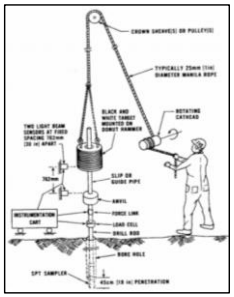
Swelling potential (%)	Description
0–1.5	Low
1.5–5.0	Medium
5.0–25	High
25+	Very high

Burmister

4.1.2 CORRECCION DE VALORES DEL ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR AL PERFIL DE DISEÑO

Correción por Energía N_{60} y sobrecapa $N1_{(60)}$

Nivel Freático		m
Datos del Equipo:		
Tipo de Martillo	Anular	
Energia transferida equipo usado	50	%
Energía de referencia	60	%
Diametro perforación:	2,5-4,5	pulg
Tipo de muestreador	Estandar	



$N_{60}=N_{campo\ corregido\ NF}*C$; $C= C_E*C_R*CS*C_B$; Donde:

C_R = *Correción por longitud de varilla*

C_R = 0,75 ; 0 <= L <= 3 m (Skempton)

C_R = 1/(0,98986+4,3166/(esf. Efect)^2); para Z > 3,0m (Cetin)

C_E = *0,83* *Corrección por energía de ref. del 60%*

C_S = *1,00* *Para muestreador estandar*

C_B = *1,00* *Para perforación de diámetro entre 2,5 a 4,5 pulg.*

CORRECION POR ENERGIA, EQUIPO Y CARACTERISTICAS DE LA PERFORACION

Estrato No	Perfil Estratigráfico	Tipo de Suelo SUCS	Profundidad estrato Inicial m	Final m	Promedio m	Espesor m	Correción Por varilla C_R	corrección Total C	$N_{(50)}$ de campo	$N_{(50)}$ corregido N.Freático	$N_{(50)}$ corregido perf.	$N_{(60)}$ $C*N_{(50)\ cor}$ golpe/pie
1	Arcilla inorgánica de media a baja plasticidad color rojizo	CL	0,00	1,35	0,68	1,35	0,75	0,63	13	13	10	**8**
2	Arena arcillosa color naranja	SC	1,35	3,15	2,25	1,80	0,75	0,63	23	23	17	**14**
3	Arena arcillosa color naranja	SC	3,15	4,05	3,60	0,90	0,80	0,67	26	26	21	**17**
4	Arena arcillosa color naranja	SC	4,05	6,30	5,18	2,25	0,85	0,71	27	27	23	**19**

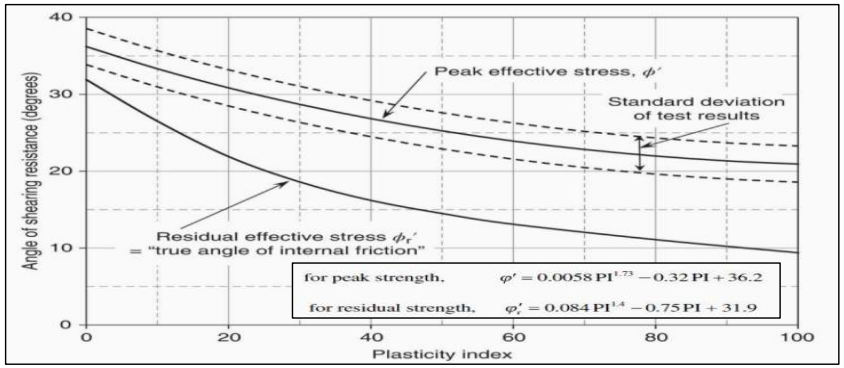
CORRECCION POR SOBRECAPA

Estrato No	Perfil Estratigráfico	Tipo de Suelo SUCS	Peso Unitario KN/m^3	Prof. Promedio m	Esf. estrato KN/m^2	Esf. Total mitad KN/m^2	Presión de Poro u KN/m^2	Esfuerzo efectivo KN/m^2	C_N calculado	C_N Usado <=1,70	$(N1)_{60}$ $C_N*N_{(60)}$ golpes/pie
1	Arcilla inorgánica de media a baja plasticidad color rojizo	CL	18,00	0,68	24,30	12,15	0,00	12,15	2,87	1,00	**8**
2	Arena arcillosa color naranja	SC	18,67	2,25	33,60	41,10	0,00	41,10	1,56	1,56	**22**
3	Arena arcillosa color naranja	SC	19,33	3,60	17,40	66,60	0,00	66,60	1,23	1,23	**21**
4	Arena arcillosa color naranja	SC	19,78	5,18	44,50	97,55	0,00	97,55	1,01	1,01	**19**

Notas:

1. Los martillos de tipo Anular usados en colombia, transfieren un 50% de la energía teórica (Babar 2016)
2. El valor de correción de sobrecapa se determinó según Liao and Whitman (1986) y es menor o igual a 1.7, Seed et al (2001, 2003),ver informe.
3. La correción por nivel freático solo se aplica en suelos granulares con $N_{(50)}$ de campo mayor a 15, por debajo del N.F
4. Los suelos finos, no se corrigen Por sobrecapa y C_N=1

4.1.3. CALCULO PARAMETROS GEOMECANICOS Y DE DEFORMABILIDAD



Gibson (1953)

Typical values of the angle of shearing resistance of compacted sands and gravels.

Soil description	Class*	φ (°)
Well graded sand-gravel mixtures	GW	>38
Poorly graded sand-gravel mixtures	GP	>37
Silty gravels, poorly graded gravel-sand-silt	GM	>34
Clayey gravels, poorly graded gravel-sand-clay	GC	>31
Well-graded clean sand, gravelly sand	SW	38
Poorly graded clean sand, gravelly sand	SP	37

Typical values of the angle of shearing resistance of cohesionless soils.

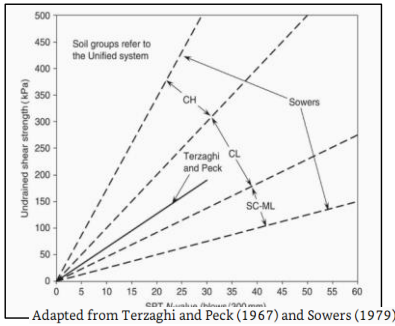
Soil description	φ (°)	
	Loose	Dense
Uniform sand, round grains	27	34
Well-graded sand, angular grains	33	45
Sandy gravel	35	50
Silty sand	27–33	30–34
Inorganic silt	27–30	30–35

Typical values of the effective angle of shearing resistance of compacted clays.

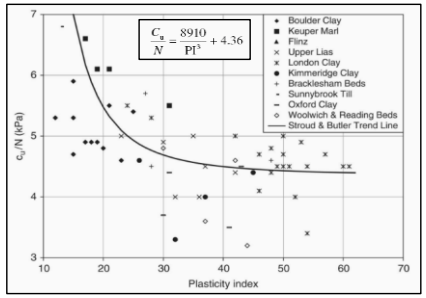
Soil description	Class*	φ (°)
Silty clays, sand-silt mix	SM	34
Clayey sands, sand-clay mix	SC	31
Silts and clayey silts	ML	32
Clays of low plasticity	CL	28
Clayey silts, elastic silts	MH	25
Clays of high plasticity	CH	19

PARAMETROS GEOMECANICOS

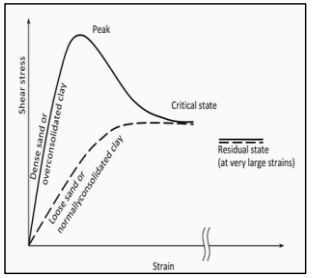
Estrato No	Perfil Estratigráfico	Tipo de Suelo SUCS	IP %	Clasificación Plasticidad Finos	$N_{(60)}$ golpe/pie	ϕ Labor. Corte dir.	ϕ Granular			ϕ Cohesivo		ϕ	
							Wall 1988	Hatanaka 1996	Peck 1974	Pico Peck	Residual Bjerrum	Promedio	Adoptado
1	Arcilla inorgánica de media a baja plasticidad color roji	CL	19,72	Media	8					27,05	19,60	23,32	24,00
2	Arena arcillosa color naranja	SC	15,53		14		31,20	33,98	32,60			32,59	33,00
3	Arena arcillosa color naranja	SC	10,17		17		32,10	33,49	32,30			32,63	33,00
4	Arena arcillosa color naranja	SC	9,03		19		32,70	32,49	31,70			32,30	32,00



Adapted from Terzaghi and Peck (1967) and Sowers (1979)



Stroud and Butler (1975)



Burmister

PI	Classification
0	Non-plastic
1–5	Slightly plastic
5–10	Low plastic
10–20	Medium plastic
20–40	High plastic
>40	Very high plastic

Estrato No	Perfil Estratigráfico	Tipo de Suelo SUCS	$N_{(60)}$ golpe/pie	c' (Kpa) Australian	Sorensen 2013	Promedio	Adoptado	Cu Sower/Stroud Kpa	Mod. Young Eu (Kulhawy) Mpa	Mod. Young E_y Mpa	Modulo Edomét. Mpa
1	Arcilla inorgánica de media a baja plasticidad color rojizo	CL	8	2,30	3,52	2,91	3,00	35,20	50,00	40,00	44,44
2	Arena arcillosa color naranja	SC	14	4,50	3,50	4,00	2,00	35,00	39,20	35,28	56,62
3	Arena arcillosa color naranja	SC	17	4,50	1,70	3,10	1,50	17,00	47,60	42,84	68,76
4	Arena arcillosa color naranja	SC	19	3,75	1,90	2,83	1,00	19,00	53,20	47,88	76,84

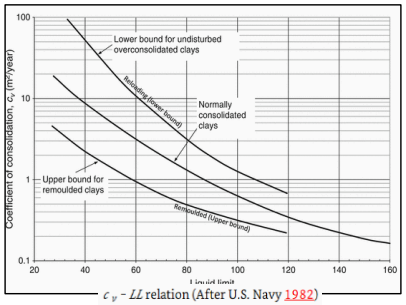
Australian Standards for retaining walls (AS 4678)

Soil group	Typical soils in group	Soil parameters c' (kPa)	φ' (degrees)
Poor	Soft and firm clay of medium to high plasticity; silty clays; loose variable clayey fills; loose sandy silts	0–5	17–25
Average	Stiff sandy clays; gravelly clays; compact clayey sands and sandy silts; compacted clay fills	0–10	26–32
Good	Gravelly sands, compacted sands, controlled crushed sandstone and graveled fills, dense well graded sands	0–5	32–37
Very good	Weak weathered rock, controlled fills of road base, gravel and recycled concrete	0–25	36–43

PARAMETROS DE CONSOLIDACION

Compressibility	C_c
Slight or low	<0.2
Moderate of intermediate	0.2–0.4
High	>0.4

Kulhawy and Mayne (1990)



c_v - LL relation (After U.S. Navy 1982)

Estrato No	Perfil Estratigráfico	Tipo de Suelo SUCS	Consistencia	Cc Terzaghi (1967)	Kulhawy (1990)	Promedio	Adoptado	Cs ó C_R Mesri (1977)	Mesri (1973)	Promedio	Cv m^2/año U.S. Navy
1	Arcilla inorgánica de media a baja plasticidad color rojizo	CL	Rígidez media	0,260	0,266	0,263	0,263	0,011	0,003	0,007	8,927
2	Arena arcillosa color naranja	SC	Densidad Media								
3	Arena arcillosa color naranja	SC	Densidad Media								
4	Arena arcillosa color naranja	SC	Densidad Media								

Cc = Indice de Compresión, Cr = Indice de recompresión, Cv = Coeficiente de consolidación

Estrato No	Perfil Estratigráfico	Tipo de Suelo SUCS	Esfuerzo efectivo MN/m^2	e_{01}	eo		Pomedio e	CR	RR	OCR σ_p/σ' Mayne	Preconsol. σ'_p Kpa	NC/SC
1	Arcilla inorgánica de media a baja plasticidad color rojizo	CL	12,15	0,95	0,54	1,15	0,95	0,135	0,006	0,658	8,00	NC
2	Arena arcillosa color naranja	SC	41,10	0,64			0,64					
3	Arena arcillosa color naranja	SC	66,60	0,58			0,58					
4	Arena arcillosa color naranja	SC	97,55	0,81			0,81					

e_o = Relación de vacios inicial, CR y RR = Relación de Consolidación primaria y secundaria , OCR = Relación de sobreconsolidación, σ'_p= Esf. De preconsolidación.

4.1.4 RESUMENES

RESUMEN RESULTADOS PROPIEDADES INDICES Y FISICAS

Estrato No	Perfil Estratigráfico	Humedad %	Límite líquido L.L	Límite Plástico L.P	Indice Plástico I.P	% FINOS	Peso Húmedo KN/m3	Peso Saturado KN/m3	Gravedad especifica	Relacion de vacios e	Porc. De Saturac-S
1	Arcilla inorgánica de media a baja plasticidad color rojizo	25,48	38,88	19,16	19,72	85,40	18,00	19,22	2,80	0,95	74,95
2	Arena arcillosa color naranja	15,58	36,41	20,88	15,53	48,58	18,67	20,06	2,65	0,64	64,41
3	Arena arcillosa color naranja	14,42	31,90	21,74	10,17	34,18	19,33	20,57	2,67	0,58	66,36
4	Arena arcillosa color naranja	15,66	30,80	21,77	9,03	27,58	19,78	20,58	2,67	0,81	51,87

RESUMEN RESULTADOS CORRECCION SPT

Estrato No	Perfil Estratigráfico	Prof. Prom m	Esf. Total vertical KN/m^2	Presión de Poro u KN/m^2	Esfuerzo efectivo KN/m^2	$N_{(50)}$ de campo	$N_{(50)}$ corregido N.Freático	corrección Varillaje C	$N_{(60)}$ $C^*N_{(50)\ cor}$ golpe/pie	Correc. Sobrecapa C_N	$(N1)_{60}$ $C_N{}^*N_{(60)}$ golpes/pie
1	Arcilla inorgánica de media a baja plasticidad color rojizo	0,68	12,15	0,00	12,15	13,00	13,00	0,63	8,00	1,00	8,00
2	Arena arcillosa color naranja	2,25	41,10	0,00	41,10	23,00	23,00	0,63	14,00	1,56	22,00
3	Arena arcillosa color naranja	3,60	66,60	0,00	66,60	26,00	26,00	0,67	17,00	1,23	21,00
4	Arena arcillosa color naranja	5,18	97,55	0,00	97,55	27,00	27,00	0,71	19,00	1,01	19,00

RESUMEN PARAMETROS DE RESISTENCIA Y COMPRESIBILIDAD

Estrato No	Perfil Estratigráfico	Clasif. SUCS	ϕ	c´ Kpa	Cu Kpa	Ey Mpa	Ed Mpa	Ko	Ka	Kp	Hcrít (m) Terzagy
1	Arcilla inorgánica de media a baja plasticidad color rojizo	CL	24,00	3,00	35,20	40,00	44,44	0,593	0,422	2,371	5,75
2	Arena arcillosa color naranja	SC	33,00	2,00	35,00	35,28	56,62	0,455	0,295	3,392	6,58
3	Arena arcillosa color naranja	SC	33,00	1,50	17,00	42,84	68,76	0,455	0,295	3,392	1,78
4	Arena arcillosa color naranja	SC	32,00	1,00	19,00	47,88	76,84	0,470	0,307	3,255	2,19

Notas: Ko = Coeficiente de Reposo, Ka y Kp = Coeficiente de Presión de Tierras según Rankine (Caso β=0).

H_{CRIT} (m) = Altura crítica con corte vertical y sin entibado con una sobrecarga en el borde de la excavación de 10Kpa, para la excavación del cimiento.

ANEXO 4. ESTIMACION PARAMETROS GEOMECANICOS DE LOS PERFILES DE DISEÑO

4.1 PERFIL DE DISEÑO 1

4.1.1 RESUMEN CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO Y ADOPCIÓN DE PARÁMETROS VOLUMÉTRICOS EN EL PERFIL DE DISEÑO

PROYECTO:	**colegio laureles area polideportiva y parqueadero**	**LOCALIZACION**	S1	**NIVEL FREATICO DE DISEÑO**	**3,20 m**
PEFIL DE DISEÑO	**1**	**PROFUNDIDAD TOTAL (m)**	**6,00**	**No DE HOJAS**	Seis

Propiedades Físicas e indices de los suelos

Estrato No	Perfil Estratigráfico	Clasif. Suelo SUCS	Tipo de suelo C / G	letra Inicia Clasif. suelo	Profundidad De m	Profundidad a m	Espesor Estrato m	% FINOS	Humedad w %	Límite líquido L.L	Límite Plástico L.P	Indice Plástico I.P
1	Arena arcillosa color naranja	SC	G	S	0,00	2,40	2,40	45,86	19,88	26,58	20,56	6,02
2	Arena arcillosa color naranja	SC	G	S	2,40	4,20	1,80	28,59	20,03	25,64	19,74	5,90
3	Arena arcillosa color naranja	SC	G	S	4,20	5,10	0,90	27,82	19,58	31,12	22,73	8,39
4	Arena arcillosa color naranja	SC	G	S	5,10	6,00	0,90	25,18	22,80	28,58	19,94	8,64

Características geomecánicas, determinadas en campo o laboratorio

Estrato No	Perfil Estratigráfico	Clasif. Suelo SUCS	Resist. Comp. Simple Cu Kg/cm² Vel. Campo	Torc. Labor	Penetrom.	comp. Simple	Promedio	Corte directo ϕ	Corte directo c' Kpa	Ncampo promedio golpes/pie	N' corregido N.Freático
1	Arena arcillosa color naranja	SC								8	8
2	Arena arcillosa color naranja	SC								15	15
3	Arena arcillosa color naranja	SC								18	17
4	Arena arcillosa color naranja	SC								16	16

Cálculo de Parámetros gravimétricos

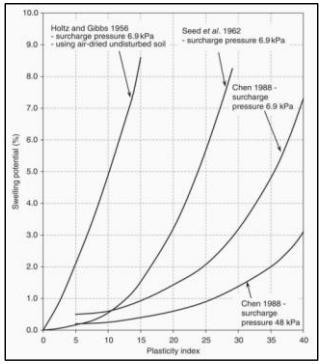
Estrato No	Perfil Estratigráfico	Tipo de Suelo SUCS	Compor. suelo NSR H.2.5	Gravedad especifica[1]	Peso Húm Laboratorio	Peso seco Laboratorio	Peso Húmedo[2] S. Granular	Peso Húmedo[2] S. fino	Peso Húm Resumen	Peso seco[3] Resumen	Peso Húm. Promedio	Peso seco Promedio
					KN/m3							
1	Arena arcillosa color naranja	SC	Granular	2,67			16,00		16,00	13,35	16,00	13,35
2	Arena arcillosa color naranja	SC	Granular	2,65			18,00		18,00	15,00	18,00	15,00
3	Arena arcillosa color naranja	SC	Granular	2,67			18,22		18,22	15,24	18,22	15,24
4	Arena arcillosa color naranja	SC	Granular	2,67			18,00		18,00	14,66	18,00	14,66

Notas: 1. Gs, adoptada según el tipo de suelo. 2. Interpolado de valores propuestos por Terzaghi y Peck 3. Calculado en función de la humedad

Relaciones gravimetricas calculadas o estimadas

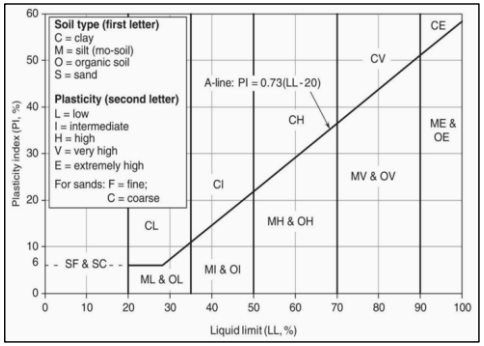
Estrato No	Perfil Estratigráfico	Clasif. Suelo SUCS	Inicial Suelo	Relacion de vacios e	Peso Saturado KN/m3	Relación Poisson[1] u	Porc. De Saturac- S
1	Arena arcillosa color naranja	SC	S	1,00	18,35	0,35	53,05
2	Arena arcillosa color naranja	SC	S	0,77	19,34	0,35	69,19
3	Arena arcillosa color naranja	SC	S	0,75	19,53	0,35	100,00
4	Arena arcillosa color naranja	SC	S	0,61	20,38	0,35	100,00

Notas: 1. Estimada, según el tipo de suelo



Características suelos

Estrato No	Perfil Estratigráfico	Clasif. Suelo SUCS	Indice Liquidez IL	Estado Suelo fino	Consistencia de los Suelos Finos	Consistencia de los Suelos granulares	Plasticidad Reino Unido B.S.	Potencial Expansión Seed (1962)	Chen (1982)
1	Arena arcillosa color naranja	SC				Suelto			
2	Arena arcillosa color naranja	SC				Suelto			
3	Arena arcillosa color naranja	SC				Densidad Media			
4	Arena arcillosa color naranja	SC				Densidad Media			



Carta Clasificación de la Plasticidad, British Estándar, BS

Cálculo Potencial de expansión			
Seed et al (1962)		Chen (1988)	
0,172			
0,164			
0,388			
0,416			

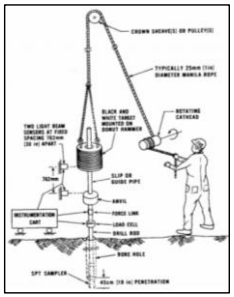
Swelling potential (%)	Description
0–1.5	Low
1.5–5.0	Medium
5.0–25	High
25+	Very high

Burmister

4.1.2 CORRECCION DE VALORES DEL ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR AL PERFIL DE DISEÑO

Correción por Energía N_{60} y sobrecapa $N1_{(60)}$

Nivel Freático	3,20	m
Datos del Equipo:		
Tipo de Martillo	Anular	
Energia transferida equipo usado	50	%
Energía de referencia	60	%
Diametro perforación:	2,5-4,5	pulg
Tipo de muestreador	Estandar	



$N_{60}=N_{campo\ corregido\ NF}*C$; $C= C_E*C_R*CS*C_B$; Donde:

C_R = *Correción por longitud de varilla*

C_R = 0,75 ; 0 <= L <= 3 m (Skempton)

C_R = 1/(0,98986+4,3166/(esf. Efect)^2); para Z > 3,0m (Cetin)

C_E = *0,83* *Corrección por energía de ref. del 60%*

C_S = *1,00* *Para muestreador estandar*

C_B = *1,00* *Para perforación de diámetro entre 2,5 a 4,5 pulg.*

CORRECION POR ENERGIA, EQUIPO Y CARACTERISTICAS DE LA PERFORACION

Estrato No	Perfil Estratigráfico	Tipo de Suelo SUCS	Profundidad estrato Inicial m	Final m	Promedio m	Espesor m	Correción Por varilla C_R	corrección Total C	$N_{(50)}$ de campo	$N_{(50)}$ corregido N.Freático	$N_{(50)}$ corregido perf.	$N_{(60)}$ $C*N_{(50)\ cor}$ golpe/pie
1	Arena arcillosa color naranja	SC	0,00	2,40	1,20	2,40	0,75	0,63	8	8	6	**5**
2	Arena arcillosa color naranja	SC	2,40	4,20	3,30	1,80	0,80	0,67	15	15	12	**10**
3	Arena arcillosa color naranja	SC	4,20	5,10	4,65	0,90	0,85	0,71	18	17	14	**12**
4	Arena arcillosa color naranja	SC	5,10	6,00	5,55	0,90	0,85	0,71	16	16	13	**11**

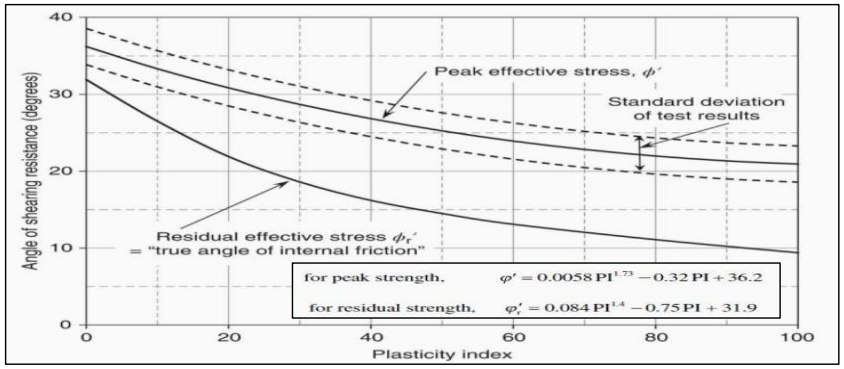
CORRECCION POR SOBRECAPA

Estrato No	Perfil Estratigráfico	Tipo de Suelo SUCS	Peso Unitario KN/m^3	Prof. Promedio m	Esf. estrato KN/m^2	Esf. Total mitad KN/m^2	Presión de Poro u KN/m^2	Esfuerzo efectivo KN/m^2	C_N calculado	C_N Usado <=1,70	$(N1)_{60}$ $C_N*N_{(60)}$ golpes/pie
1	Arena arcillosa color naranja	SC	16,00	1,20	38,40	19,20	0,00	19,20	2,28	1,70	**9**
2	Arena arcillosa color naranja	SC	19,34	3,30	34,81	55,80	1,00	54,80	1,35	1,35	**14**
3	Arena arcillosa color naranja	SC	19,53	4,65	17,58	82,00	14,50	67,50	1,22	1,22	**15**
4	Arena arcillosa color naranja	SC	20,38	5,55	18,34	99,96	23,50	76,46	1,14	1,14	**13**

Notas:

1. Los martillos de tipo Anular usados en colombia, transfieren un 50% de la energía teórica (Babar 2016)
2. El valor de correción de sobrecapa se determinó según Liao and Whitman (1986) y es menor o igual a 1.7, Seed et al (2001, 2003),ver informe.
3. La correción por nivel freático solo se aplica en suelos granulares con $N_{(50)}$ de campo mayor a 15, por debajo del N.F
4. Los suelos finos, no se corrigen Por sobrecapa y C_N=1

4.1.3. CALCULO PARAMETROS GEOMECANICOS Y DE DEFORMABILIDAD



Gibson (1953)

Typical values of the angle of shearing resistance of compacted sands and gravels.

Soil description	Class*	φ (°)
Well graded sand-gravel mixtures	GW	>38
Poorly graded sand-gravel mixtures	GP	>37
Silty gravels, poorly graded gravel-sand-silt	GM	>34
Clayey gravels, poorly graded gravel-sand-clay	GC	>31
Well-graded clean sand, gravelly sand	SW	38
Poorly graded clean sand, gravelly sand	SP	37

Typical values of the angle of shearing resistance of cohesionless soils.

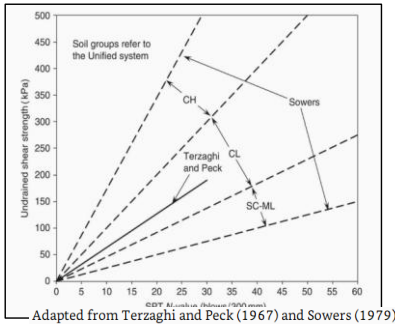
Soil description	φ (°)	
	Loose	Dense
Uniform sand, round grains	27	34
Well-graded sand, angular grains	33	45
Sandy gravel	35	50
Silty sand	27–33	30–34
Inorganic silt	27–30	30–35

Typical values of the effective angle of shearing resistance of compacted clays.

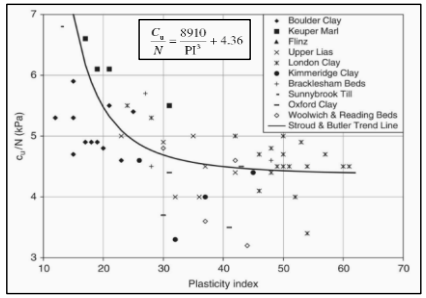
Soil description	Class*	φ (°)
Silty clays, sand-silt mix	SM	34
Clayey sands, sand-clay mix	SC	31
Silts and clayey silts	ML	32
Clays of low plasticity	CL	28
Clayey silts, elastic silts	MH	25
Clays of high plasticity	CH	19

PARAMETROS GEOMECANICOS

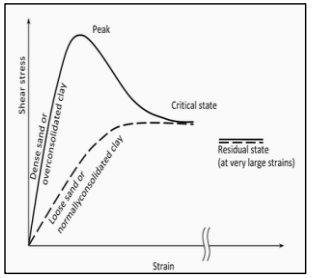
Estrato No	Perfil Estratigráfico	Tipo de Suelo SUCS	IP %	Clasificación Plasticidad Finos	$N_{(60)}$ golpe/pie	ϕ Labor. Corte dir.	ϕ Granular			ϕ Cohesivo		ϕ	
							Wall 1988	Hatanaka 1996	Peck 1974	Pico Peck	Residual Bjerrum	Promedio	Adoptado
1	Arena arcillosa color naranja	SC	6,02		5		28,60	26,42	28,70			27,91	30,00
2	Arena arcillosa color naranja	SC	5,90		10		30,10	29,73	30,20			30,01	31,00
3	Arena arcillosa color naranja	SC	8,39		12		30,70	30,32	30,50			30,51	31,00
4	Arena arcillosa color naranja	SC	8,64		11		30,40	29,12	29,90			29,81	30,00



Adapted from Terzaghi and Peck (1967) and Sowers (1979)



Stroud and Butler (1975)



Burmister

PI	Classification
0	Non-plastic
1–5	Slightly plastic
5–10	Low plastic
10–20	Medium plastic
20–40	High plastic
>40	Very high plastic

Estrato No	Perfil Estratigráfico	Tipo de Suelo SUCS	$N_{(60)}$ golpe/pie	c' (Kpa) Australian	Sorensen 2013	Promedio	Adoptado	Cu Sower/Stroud Kpa	Mod. Young Eu (Kulhawy) Mpa	Mod. Young E_y Mpa	Modulo Edomét. Mpa
1	Arena arcillosa color naranja	SC	5	0,00	0,50	0,25	0,25	5,00	10,50	9,45	15,17
2	Arena arcillosa color naranja	SC	10	3,00	1,00	2,00	1,20	10,00	21,00	18,90	30,33
3	Arena arcillosa color naranja	SC	12	3,00	1,20	2,10	1,20	12,00	33,60	30,24	48,53
4	Arena arcillosa color naranja	SC	11	2,25	1,10	1,68	1,10	11,00	30,80	27,72	44,49

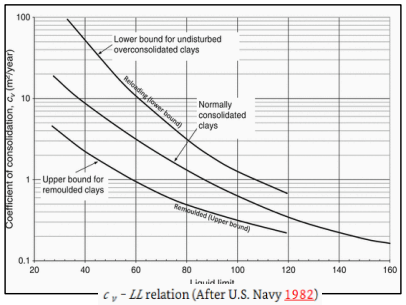
Australian Standards for retaining walls (AS 4678)

Soil group	Typical soils in group	Soil parameters c' (kPa)	φ' (degrees)
Poor	Soft and firm clay of medium to high plasticity; silty clays; loose variable clayey fills; loose sandy silts	0–5	17–25
Average	Stiff sandy clays; gravelly clays; compact clayey sands and sandy silts; compacted clay fills	0–10	26–32
Good	Gravelly sands, compacted sands, controlled crushed sandstone and graveled fills, dense well graded sands	0–5	32–37
Very good	Weak weathered rock, controlled fills of road base, gravel and recycled concrete	0–25	36–43

PARAMETROS DE CONSOLIDACION

Compressibility	C_c
Slight or low	<0.2
Moderate of intermediate	0.2–0.4
High	>0.4

Kulhawy and Mayne (1990)



c_v - LL relation (After U.S. Navy 1982)

Estrato No	Perfil Estratigráfico	Tipo de Suelo SUCS	Consistencia	Cc Terzaghi (1967)	Cc Kulhawy (1990)	Cc Promedio	Cc Adoptado	Cs ó C_R Mesri (1977)	Cs ó C_R Mesri (1973)	Cs ó C_R Promedio	Cv m^2/año U.S. Navy
1	Arena arcillosa color naranja	SC	Suelto								
2	Arena arcillosa color naranja	SC	Suelto								
3	Arena arcillosa color naranja	SC	Densidad Media								
4	Arena arcillosa color naranja	SC	Densidad Media								

Cc = Indice de Compresión, Cr = Indice de recompresión, Cv = Coeficiente de consolidación

Estrato No	Perfil Estratigráfico	Tipo de Suelo SUCS	Esfuerzo efectivo MN/m^2	e_{01}	eo		Pomedio e	CR	RR	OCR σ_p/σ' Mayne	Preconsol. σ'_p Kpa	NC/SC
1	Arena arcillosa color naranja	SC	19,20	1,00			1,00					
2	Arena arcillosa color naranja	SC	54,80	0,77			0,77					
3	Arena arcillosa color naranja	SC	67,50	0,75			0,75					
4	Arena arcillosa color naranja	SC	76,46	0,61			0,61					

e_o = Relación de vacios inicial, CR y RR = Relación de Consolidación primaria y secundaria , OCR = Relación de sobreconsolidación, σ'_p= Esf. De preconsolidación.

4.1.4 RESUMENES

RESUMEN RESULTADOS PROPIEDADES INDICES Y FISICAS

Estrato No	Perfil Estratigráfico	Humedad %	Límite líquido L.L	Límite Plástico L.P	Indice Plástico I.P	% FINOS	Peso Húmedo KN/m3	Peso Saturado KN/m3	Gravedad especifica	Relacion de vacios e	Porc. De Saturac- S
1	Arena arcillosa color naranja	19,88	26,58	20,56	6,02	45,86	16,00	18,35	2,67	1,00	53,05
2	Arena arcillosa color naranja	20,03	25,64	19,74	5,90	28,59	18,00	19,34	2,65	0,77	69,19
3	Arena arcillosa color naranja	19,58	31,12	22,73	8,39	27,82	18,22	19,53	2,67	0,75	100,00
4	Arena arcillosa color naranja	22,80	28,58	19,94	8,64	25,18	18,00	20,38	2,67	0,61	100,00

RESUMEN RESULTADOS CORRECCION SPT

Estrato No	Perfil Estratigráfico	Prof. Prom m	Esf. Total vertical KN/m^2	Presión de Poro u KN/m^2	Esfuerzo efectivo KN/m^2	$N_{(50)}$ de campo	$N_{(50)}$ corregido N.Freático	corrección Varillaje C	$N_{(60)}$ $C^*N_{(50)\ cor}$ golpe/pie	Correc. Sobrecapa C_N	$(N1)_{60}$ $C_N{}^*N_{(60)}$ golpes/pie
1	Arena arcillosa color naranja	1,20	19,20	0,00	19,20	8,00	8,00	0,63	5,00	1,70	9,00
2	Arena arcillosa color naranja	3,30	55,80	1,00	54,80	15,00	15,00	0,67	10,00	1,35	14,00
3	Arena arcillosa color naranja	4,65	82,00	14,50	67,50	18,00	16,50	0,71	12,00	1,22	15,00
4	Arena arcillosa color naranja	5,55	99,96	23,50	76,46	16,00	15,50	0,71	11,00	1,14	13,00

RESUMEN PARAMETROS DE RESISTENCIA Y COMPRESIBILIDAD

Estrato No	Perfil Estratigráfico	Clasif. SUCS	ϕ	c´ Kpa	Cu Kpa	Ey Mpa	Ed Mpa	Ko	Ka	Kp	Hcrít (m) Terzagy
1	Arena arcillosa color naranja	SC	30,00	0,25	5,00	9,45	15,17	0,500	0,333	3,000	0.00
2	Arena arcillosa color naranja	SC	31,00	1,20	10,00	18,90	30,33	0,485	0,320	3,124	0,00
3	Arena arcillosa color naranja	SC	31,00	1,20	12,00	30,24	48,53	0,485	0,320	3,124	0,52
4	Arena arcillosa color naranja	SC	30,00	1,10	11,00	27,72	44,49	0,500	0,333	3,000	0,26

Notas: Ko = Coeficiente de Reposo, Ka y Kp = Coeficiente de Presión de Tierras según Rankine (Caso β=0).

H_{CRIT} (m) = Altura crítica con corte vertical y sin entibado con una sobrecarga en el borde de la excavación de 10Kpa, para la excavación del cimiento.

ANEXO 4.3

PARAMETROS GEOMECANICOS DE LOS PERFILES DE DISEÑO ZONA 3

ANEXO 5.

MEMORIA DE CALCULO.

ANEXO 5. 1

MEMORIA DE CALCULO ZONA 1

ANEXO 5. MEMORIA DE CÁLCULO

5.1 GENERALES

FECHA ene-25 **PERFIL DE DISEÑO:** S3

NORMA: NSR 2010 Colombia **CALCULISTA :** Ing. HERNAN D. FLOREZ OLIVARES, Msc

5.2 DATOS DE ENTRADA

Datos Cimentación :		NF (m) =		Aa =	0,15	FSI =	4,00
Prof. Perfil (m) =	6,00			Perfil	D	FSB =	1,50
D (m) =	1,00	L/B1 =	1,00	Fa =	1,15	Sismo (S/N)	N
Bmín (m)	1,00	L/B2 =	1,50	Kh =	0,0863		
Bmáx (m)	3,00	L/B3 =	2,00	Kv =	0,0431		
Asent. Máx (mm) =	30,00			Coef Balasto	23127,04		

Estrato No	Perfil Estratigráfico	Clasif. Suelo SUCS	Profundidad De m	Profundidad a m	Espesor Estrato m	ϕ	c´ Kpa	Peso Húmedo KN/m3	Peso Saturado KN/m3
1	Arcilla inorgánica de media a baja plastic	CL	0,00	1,35	1,35	28,00	2,00	17,75	19,62
2	Arena arcillosa color naranja	SC	1,35	1,95	0,60	31,00	2,00	18,00	19,25
3	Arena arcillosa color naranja	SC	1,95	4,95	3,00	30,00	1,60	18,00	19,73
4	Arena arcillosa color naranja	SC	4,95	6,45	1,50	31,00	1,50	19,11	19,27

Estrato No	Peso Unit. Análisis KN/m3	Tipo de Suelo	N60 golpes/pie	Relacion Poisson	e	Ey Mod. Young Mpa	Ed Mod. Edom. Mpa	Cc	Cs	Esf Prec Kpa	Esf. efectivo Mitad estrato Kpa
1	9,62	C	7,00	0,20	0,87	35,00	38,89	0,2159489	0,005	7,71	13,24
2	9,25	G	10,00	0,35	0,78	18,90	30,33				32,26
3	9,73	G	10,00	0,35	0,72	18,90	30,33				67,63
4	9,27	G	16,00	0,35	0,80	40,32	64,71				111,69

5.3 CALCULO DE FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA, FORMA Y PROFUNDIDAD, PARA CARGA ÚLTIMA

SEGÚN HANSEN Y VESIC

B = 1,00 m

Parámetro	Factores de Capacidad de carga				Factores de Forma Vesic y Hansen			Factores de Profundidad Vesic Y Hansen			
L/B	Nq	Nc	Ng_{Vesic}	Ng_{Hansen}	Fqs	Fcs	Fgs	Fqd	Fcd_{Vesic}	Fgd	Fcd_{Hansen}
1,00	18,14	29,78	22,09	14,85	1,57	1,61	0,60	1,29	1,31	1,00	1,40
1,50	18,14	29,78	22,09	14,85	1,38	1,40	0,73	1,29	1,31	1,00	1,40
2,00	18,14	29,78	22,09	14,85	1,29	1,30	0,80	1,29	1,31	1,00	1,40

B = 1,50 m

Parámetro	Factores de Capacidad de carga				Factores de Forma Vesic y Hansen			Factores de Profundidad Vesic Y Hansen			
L/B	Nq	Nc	Ng_{Vesic}	Ng_{Hansen}	Fqs	Fcs	Fgs	Fqd	Fcd_{Vesic}	Fgd	Fcd_{Hansen}
1,00	18,14	29,78	22,09	14,85	1,57	1,61	0,60	1,19	1,20	1,00	1,27
1,50	18,14	29,78	22,09	14,85	1,38	1,40	0,73	1,19	1,20	1,00	1,27
2,00	18,14	29,78	22,09	14,85	1,29	1,30	0,80	1,19	1,20	1,00	1,27

B = 2,00 m

Parámetro	Factores de Capacidad de carga				Factores de Forma Vesic y Hansen			Factores de Profundidad Vesic Y Hansen			
L/B	Nq	Nc	Ng_{Vesic}	Ng_{Hansen}	Fqs	Fcs	Fgs	Fqd	Fcd_{Vesic}	Fgd	Fcd_{Hansen}
1,00	18,14	29,78	22,09	14,85	1,57	1,61	0,60	1,14	1,20	1,00	1,20
1,50	18,14	29,78	22,09	14,85	1,38	1,40	0,73	1,14	1,20	1,00	1,20
2,00	18,14	29,78	22,09	14,85	1,29	1,30	0,80	1,14	1,20	1,00	1,20

B = 2,50 m

Parámetro	Factores de Capacidad de carga				Factores de Forma Vesic y Hansen			Factores de Profundidad Vesic Y Hansen			
L/B	Nq	Nc	Ng_{Vesic}	Ng_{Hansen}	Fqs	Fcs	Fgs	Fqd	Fcd_{Vesic}	Fgd	Fcd_{Hansen}
1,00	18,14	29,78	22,09	14,85	1,57	1,61	0,60	1,12	1,20	1,00	1,16
1,50	18,14	29,78	22,09	14,85	1,38	1,40	0,73	1,12	1,20	1,00	1,16
2,00	18,14	29,78	22,09	14,85	1,29	1,30	0,80	1,12	1,20	1,00	1,16

B = 3,00 m

Parámetro	Factores de Capacidad de carga				Factores de Forma Vesic y Hansen			Factores de Profundidad Vesic Y Hansen			
L/B	Nq	Nc	Ng_{Vesic}	Ng_{Hansen}	Fqs	Fcs	Fgs	Fqd	Fcd_{Vesic}	Fgd	Fcd_{Hansen}
1,00	18,14	29,78	22,09	14,85	1,57	1,61	0,60	1,10	1,20	1,00	1,13
1,50	18,14	29,78	22,09	14,85	1,38	1,40	0,73	1,10	1,20	1,00	1,13
2,00	18,14	29,78	22,09	14,85	1,29	1,30	0,80	1,10	1,20	1,00	1,13

5.4 CALCULO DE FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA, FORMA Y PROFUNDIDAD, POR FACTOR DE SEGURIDAD BÁSICO

SEGÚN HANSEN Y VESIC

B = 1,00 m

Parámetro	Factores de Capacidad de carga				Factores de Forma Vesic y Hansen			Factores de Profundidad Vesic Y Hansen			
L/B	Nq	Nc	Ng_{Vesic}	Ng_{Hansen}	Fqs	Fcs	Fgs	Fqd	Fcd_{Vesic}	Fgd	Fcd_{Hansen}
1,00	7,02	15,73	6,15	3,47	1,38	1,45	0,60	1,32	1,37	1,00	1,40
1,50	7,02	15,73	6,15	3,47	1,25	1,30	0,73	1,32	1,37	1,00	1,40
2,00	7,02	15,73	6,15	3,47	1,19	1,22	0,80	1,32	1,37	1,00	1,40

B = 1,50 m

Parámetro	Factores de Capacidad de carga				Factores de Forma Vesic y Hansen			Factores de Profundidad Vesic Y Hansen			
L/B	Nq	Nc	Ng_{Vesic}	Ng_{Hansen}	Fqs	Fcs	Fgs	Fqd	Fcd_{Vesic}	Fgd	Fcd_{Hansen}
1,00	7,02	15,73	6,15	3,47	1,38	1,45	0,60	1,21	1,25	1,00	1,27
1,50	7,02	15,73	6,15	3,47	1,25	1,30	0,73	1,21	1,25	1,00	1,27
2,00	7,02	15,73	6,15	3,47	1,19	1,22	0,80	1,21	1,25	1,00	1,27

B = 2,00 m

Parámetro	Factores de Capacidad de carga				Factores de Forma Vesic y Hansen			Factores de Profundidad Vesic Y Hansen			
L/B	Nq	Nc	Ng_{Vesic}	Ng_{Hansen}	Fqs	Fcs	Fgs	Fqd	Fcd_{Vesic}	Fgd	Fcd_{Hansen}
1,00	7,02	15,73	6,15	3,47	1,38	1,45	0,60	1,16	1,25	1,00	1,20
1,50	7,02	15,73	6,15	3,47	1,25	1,30	0,73	1,16	1,25	1,00	1,20
2,00	7,02	15,73	6,15	3,47	1,19	1,22	0,80	1,16	1,25	1,00	1,20

B = 2,50 m

Parámetro	Factores de Capacidad de carga				Factores de Forma Vesic y Hansen			Factores de Profundidad Vesic Y Hansen			
L/B	Nq	Nc	Ng_{Vesic}	Ng_{Hansen}	Fqs	Fcs	Fgs	Fqd	Fcd_{Vesic}	Fgd	Fcd_{Hansen}
1,00	7,02	15,73	6,15	3,47	1,38	1,45	0,60	1,13	1,25	1,00	1,16
1,50	7,02	15,73	6,15	3,47	1,25	1,30	0,73	1,13	1,25	1,00	1,16
2,00	7,02	15,73	6,15	3,47	1,19	1,22	0,80	1,13	1,25	1,00	1,16

B = 3,00 m

Parámetro	Factores de Capacidad de carga				Factores de Forma Vesic y Hansen			Factores de Profundidad Vesic Y Hansen			
L/B	Nq	Nc	Ng_{Vesic}	Ng_{Hansen}	Fqs	Fcs	Fgs	Fqd	Fcd_{Vesic}	Fgd	Fcd_{Hansen}
1,00	7,02	15,73	6,15	3,47	1,38	1,45	0,60	1,11	1,25	1,00	1,13
1,50	7,02	15,73	6,15	3,47	1,25	1,30	0,73	1,11	1,25	1,00	1,13
2,00	7,02	15,73	6,15	3,47	1,19	1,22	0,80	1,11	1,25	1,00	1,13

5.5 CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA Y ADMISIBLE POR FALLA AL CORTE CON FACTOR DE SEGURIDAD

INDIRECTO

FSI = 4,00

Capacidades de Carga Última en KN/m2

Parámetro	Según Vesic					Según Hansen				
	Ancho de cimentación B (m)					Ancho de Cimentación B (m)				
L/B	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00
1,00	838,38	820,30	823,39	838,33	859,20	827,07	794,89	781,11	781,89	789,84
1,50	756,97	752,48	766,54	790,96	820,56	739,99	719,37	714,96	723,27	737,86
2,00	716,27	718,58	738,11	767,27	801,24	696,45	681,62	681,88	693,96	711,87

Capacidades de Carga Admisible en KN/m2

Parámetro	Según Vesic					Según Hansen				
	Ancho de cimentación B (m)					Ancho de Cimentación B (m)				
L/B	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00
1,00	209,60	205,07	205,85	209,58	214,80	206,77	198,72	195,28	195,47	197,46
1,50	189,24	188,12	191,63	197,74	205,14	185,00	179,84	178,74	180,82	184,47
2,00	179,07	179,64	184,53	191,82	200,31	174,11	170,40	170,47	173,49	177,97

FIGURA DE CAPACIDAD ADMISIBLE KPA, SEGÚN VESIC

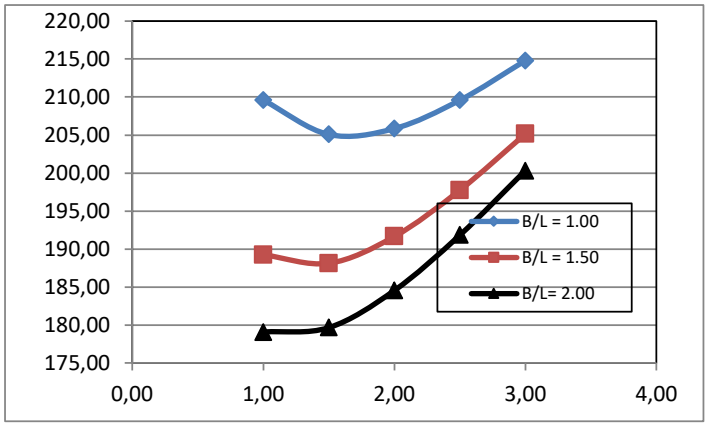
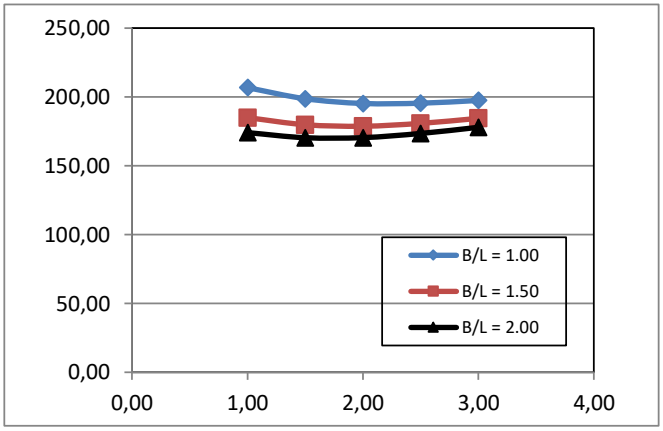


FIGURA DE CAPACIDAD ADMISIBLE KPA, SEGÚN HANSEN



Se observa que la capacidad admisible por Vesic es mayor que la de Hansen, por lo que se trabajará con Hansen.

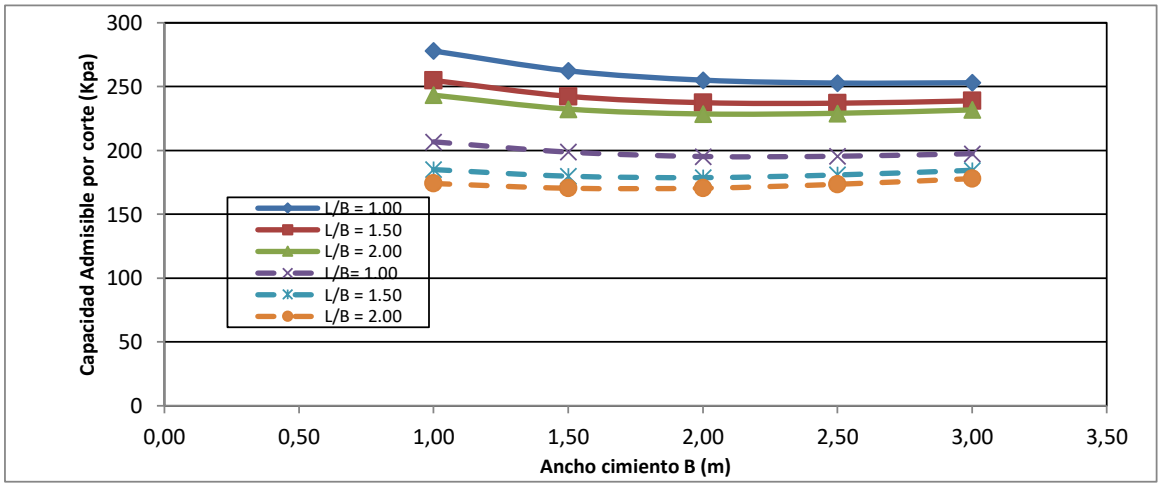
5.6 CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE AL CORTE CON FACTOR DE SEGURIDAD DIRECTO Ó BÁSICO

FSB = 1,50

Capacidades de Carga Admisible en KN/m2

Parámetro	Según Vesic					Según Hansen				
	Ancho de cimentación B (m)					Ancho de Cimentación B (m)				
L/B	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00
1,00	284,50	273,49	271,85	274,60	279,48	277,92	262,41	255,08	252,81	253,04
1,50	263,21	256,10	257,51	262,89	270,19	254,85	242,41	237,42	237,01	238,86
2,00	252,57	247,41	250,34	257,04	265,55	243,32	232,41	228,59	229,11	231,77

Capacidades Admisibles Kpa, según Hansen.



Capacidad Admisible Por Factor de seg. Básico -línea punteada - Vs Capacidad admisible por Factor de seguridad Indirecto -línea continua -

Considerando que la capacidad de carga admisible obtenida con factores de Seguridad Indirecto, son mayores que los obtenidos con el Factor de Seguridad Básico, aumentamos el Factor de seguridad Indirecto.

FSI = 3,00

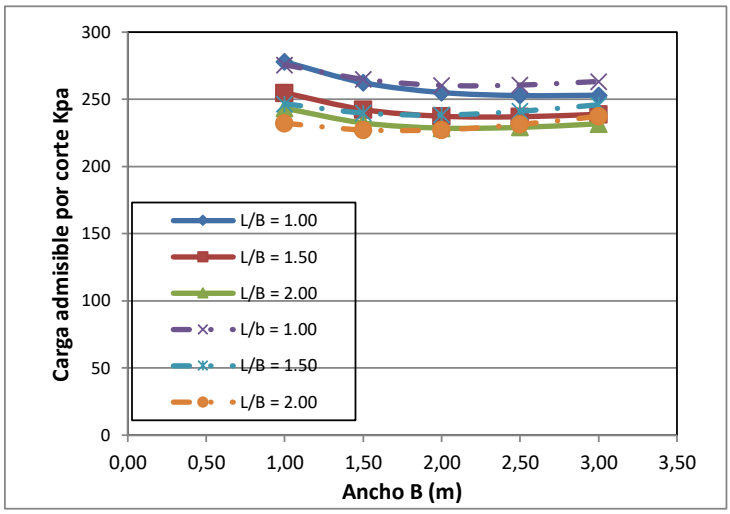
Capacidades de Carga Admisible en KN/m2

Parámetro	Según Hansen F.S.I					Según Hansen F.S.B.				
	Ancho de cimentación B (m)					Ancho de Cimentación B (m)				
L/B	**1,00**	**1,50**	**2,00**	**2,50**	**3,00**	**1,00**	**1,50**	**2,00**	**2,50**	**3,00**
1,00	275,69	264,96	260,37	260,63	263,28	277,92	262,41	255,08	252,81	253,04
1,50	246,66	239,79	238,32	241,09	245,95	254,85	242,41	237,42	237,01	238,86
2,00	232,15	227,21	227,29	231,32	237,29	243,32	232,41	228,59	229,11	231,77

Parámetro	**Comprobación FSB/FSI > 1.00**				
	Ancho de cimentación B (m)				
L/B	**1,00**	**1,50**	**2,00**	**2,50**	**3,00**
1,00	1,01	1,0	0,98	0,97	0,96
1,50	1,03	1,01	1,00	0,98	0,97
2,00	1,05	1,02	1,01	0,99	0,98

Capacidad Admisible Qa por Corte Según Hansen, en Kpa

Parámetro	Qa con base en Factor de Seguridad Indirecto				
	Ancho de cimentación B (m)				
L/B	**1,00**	**1,50**	**2,00**	**2,50**	**3,00**
1,00	275,69	264,96	260,37	260,63	263,28
1,50	246,66	239,79	238,32	241,09	245,95
2,00	232,15	227,21	227,29	231,32	237,29



Capacidad admisible FSB -Línea punteada Vs Capacidad Admisible FSI -Línea continua

Para el Factor de seguridad Indirecto considerado, la capacidad de Carga admisible por FSB es mayor (líneas continuas en la gráfica de arriba), es mayor a la capacidad admisble por Factor de seguridad Indirecto FSI (líneas discontinuas).

Con estas presiones se detrminarán los asentamientos de la cimentación propuestas y se verificará si el mismo supera o no el asentamiento máximo permisible.

5.7 ASENTAMIENTOS SEGÚN BURLAND Y BURBIDGE

Según Burland y Burbigge (1985), se puede calcular el asentamiento elástico de un suelo granular, utilizando el número de penetración estándar N60.

el N60 se debe ajustar así :

Para gravas : N60a = 1.25*N60
Para arena finas o limosas bajo el Nivel freático y N60 > 15 :
N60a = 15 + 0.5*(N60-15)

El asentamiento inmediato es $S_i = fs*fi*ft*[(\sigma'voB^{0.7}*Ic/3+(q'-\sigma'vo)*B^{0.7}*Ic]$. El significado de cada parámetro se explica en la parte teórica. En esta ecuación, Si en(mms), B en (m) y q' y σ'vo en (Kpa).

		B (m)				
L/B	Factores	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00
1,00	fs	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,50	fs	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
2,00	fs	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23
	fl	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	ft 15 años	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44
Prof. Análisis	H (m)	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
N ajustado	N60a	13,69	13,69	13,69	13,69	13,69
Ind. Comp.	Ic	0,044	0,044	0,044	0,044	0,044
Prof. Influencia	Zi	0,94	1,29	1,62	1,94	2,24
Esf. Ef. Kpa	σ'vo	17,66	17,66	17,66	17,66	17,66

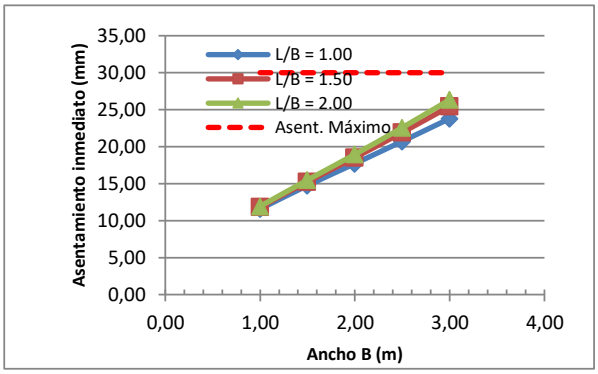
En este análisis se hizo :

$Ic = 1.71/N^{1.4}$ N=N60a promedio

Zi = 0.9352B0.796 (Manuel Delgado Vargas)

q' = Capacidad de carga admisble por corte.

B = Ancho menor cimiento (m)

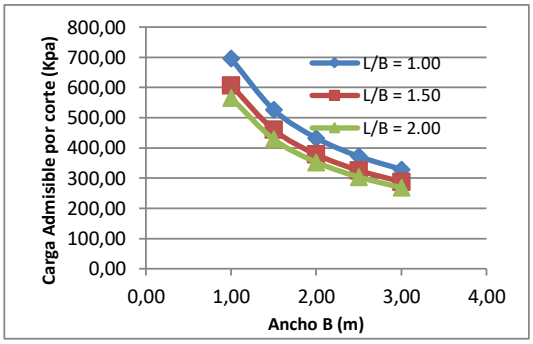


El asentamiento (mm) elástico impuesto por la cap. Admisible de corte en un tiempo cero, se observa en la figura del frente.

		B (m)				
L/B		1,00	1,50	2,00	2,50	3,00
1,00	$S_{0\ años}$	11,57	14,75	17,71	20,73	23,80
1,50	$S_{0\ años}$	11,83	15,25	18,53	21,93	25,44
2,00	$S_{0\ años}$	11,93	15,49	18,96	22,57	26,35
	Smáx.	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00

El asentamiento (mm) elástico impuesto por la cap. Admisible de corte po de quince años es :

		B (m)				
L/B		1,00	1,50	2,00	2,50	3,00
1,00	S 15 años	16,66	21,23	25,50	29,84	34,27
1,50	S 15 años	17,03	21,95	26,68	31,57	36,63
2,00	S 15 años	17,18	22,31	27,29	32,50	37,93



Debido a que algunos asentamientos inmediatos son mayores al máximo permitido, se debe restringir en algunos casos Qa.

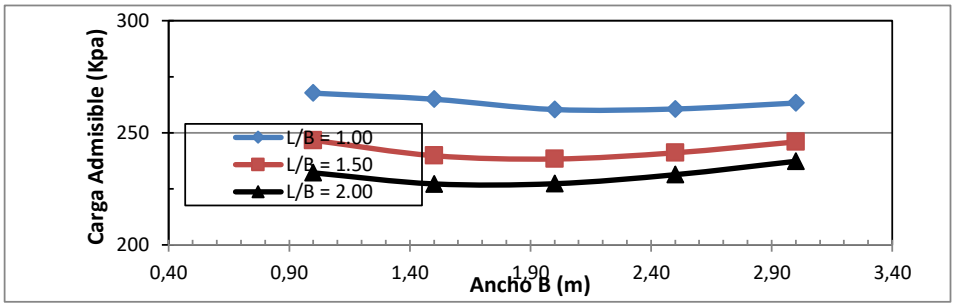
		B (m)				
L/B		1,00	1,50	2,00	2,50	3,00
1,00	$S_{0\ años}$	695,83	526,80	432,86	371,97	328,81
1,50	$S_{0\ años}$	607,66	460,42	378,59	325,54	287,95
2,00	$S_{0\ años}$	565,86	428,94	352,85	303,53	268,57

ASENTAMIENTO INMEDIATO So (mm) VS ANCHO DE ZAPATA B, Según RELACIÓN L/B

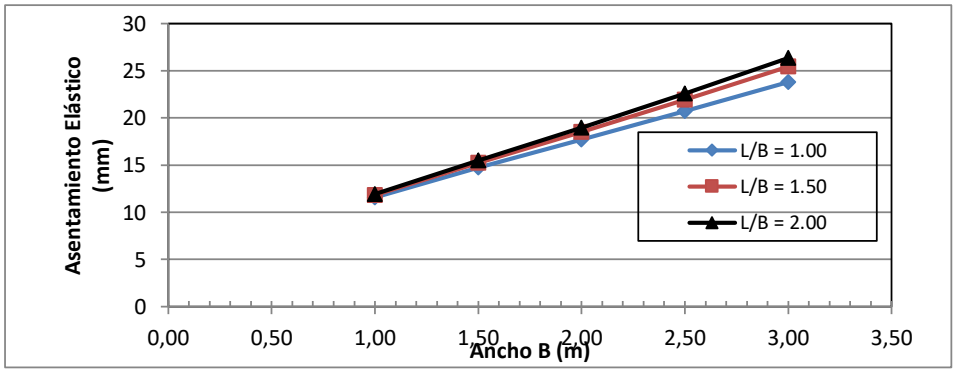
L/B	B (m)					
	So, mms	**1,00**	**1,50**	**2,00**	**2,50**	**3,00**
1,00	$S_{0\ años}$	11,57	14,75	17,71	20,73	23,80
1,50	$S_{0\ años}$	11,83	15,25	18,53	21,93	25,44
2,00	$S_{0\ años}$	11,93	15,49	18,96	22,57	26,35

CAPACIDAD DE CARGA ADMISBLE (Kpa) Vs ANCHO DE ZAPATA B (m), Según RELACIÓN L/B

L/B	B (m)					
	Qa, Kpa	**1,00**	**1,50**	**2,00**	**2,50**	**3,00**
1,00	Qa, $S_{0\ años}$	267,68	264,96	260,37	260,63	263,28
1,50	Qa, $S_{0\ años}$	246,66	239,79	238,32	241,09	245,95
2,00	Qa, $S_{0\ años}$	232,15	227,21	227,29	231,32	237,29



CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE Vs ANCHO MENOR CIMENTACIÓN



ASENTAMIENTO INMEDIATO VS ANCHO CIMIENTO

ANEXO 5. 2

MEMORIA DE CALCULO ZONA 2

ANEXO 5. MEMORIA DE CÁLCULO

5.1 GENERALES

FECHA ene-25 **PERFIL DE DISEÑO:** S1

NORMA: NSR 2010 Colombia **CALCULISTA :** Ing. HERNAN D. FLOREZ OLIVARES, Msc

5.2 DATOS DE ENTRADA

Datos Cimentación :		NF (m) =		Aa =	0,15	FSI =	4,00
Prof. Perfil (m) =	6,00			Perfil	D	FSB =	1,50
D (m) =	1,00	L/B1 =	1,00	Fa =	1,15	Sismo (S/N)	N
Bmín (m)	1,00	L/B2 =	1,50	Kh =	0,0863		
Bmáx (m)	3,00	L/B3 =	2,00	Kv =	0,0431		
Asent. Máx (mm) =	30,00			Coef Balasto	40252,01		

Estrato No	Perfil Estratigráfico	Clasif. Suelo SUCS	Profundidad De m	Profundidad a m	Espesor Estrato m	ϕ	c´ Kpa	Peso Húmedo KN/m3	Peso Saturado KN/m3
1	Arcilla inorgánica de media a baja plastic	CL	0,00	1,35	1,35	24,00	3,00	18,00	19,22
2	Arena arcillosa color naranja	SC	1,35	3,15	1,80	33,00	2,00	18,67	20,06
3	Arena arcillosa color naranja	SC	3,15	4,05	0,90	33,00	1,50	19,33	20,57
4	Arena arcillosa color naranja	SC	4,05	6,30	2,25	32,00	1,00	19,78	20,58

Estrato No	Peso Unit. Análisis KN/m3	Tipo de Suelo	N60 golpes/pie	Relacion Poisson	e	Ey Mod. Young Mpa	Ed Mod. Edom. Mpa	Cc	Cs	Esf Prec Kpa	Esf. efectivo Mitad estrato Kpa
1	9,22	C	8,00	0,20	0,95	40,00	44,44	0,2632032	0,007	8,00	12,97
2	10,06	G	14,00	0,35	0,64	35,28	56,62				44,00
3	10,57	G	17,00	0,35	0,58	42,84	68,76				71,31
4	10,58	G	19,00	0,35	0,81	47,88	76,84				103,71

5.3 CALCULO DE FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA, FORMA Y PROFUNDIDAD, PARA CARGA ÚLTIMA

SEGÚN HANSEN Y VESIC

B = 1,00 m

Parámetro	Factores de Capacidad de carga				Factores de Forma Vesic y Hansen			Factores de Profundidad Vesic Y Hansen			
L/B	Nq	Nc	Ng_{Vesic}	Ng_{Hansen}	Fqs	Fcs	Fgs	Fqd	Fcd_{Vesic}	Fgd	Fcd_{Hansen}
1,00	18,60	29,86	23,48	15,94	1,56	1,59	0,60	1,29	1,31	1,00	1,40
1,50	18,60	29,86	23,48	15,94	1,37	1,40	0,73	1,29	1,31	1,00	1,40
2,00	18,60	29,86	23,48	15,94	1,28	1,30	0,80	1,29	1,31	1,00	1,40

B = 1,50 m

Parámetro	Factores de Capacidad de carga				Factores de Forma Vesic y Hansen			Factores de Profundidad Vesic Y Hansen			
L/B	Nq	Nc	Ng_{Vesic}	Ng_{Hansen}	Fqs	Fcs	Fgs	Fqd	Fcd_{Vesic}	Fgd	Fcd_{Hansen}
1,00	18,60	29,86	23,48	15,94	1,56	1,59	0,60	1,19	1,20	1,00	1,27
1,50	18,60	29,86	23,48	15,94	1,37	1,40	0,73	1,19	1,20	1,00	1,27
2,00	18,60	29,86	23,48	15,94	1,28	1,30	0,80	1,19	1,20	1,00	1,27

B = 2,00 m

Parámetro	Factores de Capacidad de carga				Factores de Forma Vesic y Hansen			Factores de Profundidad Vesic Y Hansen			
L/B	Nq	Nc	Ng_{Vesic}	Ng_{Hansen}	Fqs	Fcs	Fgs	Fqd	Fcd_{Vesic}	Fgd	Fcd_{Hansen}
1,00	18,60	29,86	23,48	15,94	1,56	1,59	0,60	1,14	1,20	1,00	1,20
1,50	18,60	29,86	23,48	15,94	1,37	1,40	0,73	1,14	1,20	1,00	1,20
2,00	18,60	29,86	23,48	15,94	1,28	1,30	0,80	1,14	1,20	1,00	1,20

B = 2,50 m

Parámetro	Factores de Capacidad de carga				Factores de Forma Vesic y Hansen			Factores de Profundidad Vesic Y Hansen			
L/B	Nq	Nc	Ng_{Vesic}	Ng_{Hansen}	Fqs	Fcs	Fgs	Fqd	Fcd_{Vesic}	Fgd	Fcd_{Hansen}
1,00	18,60	29,86	23,48	15,94	1,56	1,59	0,60	1,11	1,20	1,00	1,16
1,50	18,60	29,86	23,48	15,94	1,37	1,40	0,73	1,11	1,20	1,00	1,16
2,00	18,60	29,86	23,48	15,94	1,28	1,30	0,80	1,11	1,20	1,00	1,16

B = 3,00 m

Parámetro	Factores de Capacidad de carga				Factores de Forma Vesic y Hansen			Factores de Profundidad Vesic Y Hansen			
L/B	Nq	Nc	Ng_{Vesic}	Ng_{Hansen}	Fqs	Fcs	Fgs	Fqd	Fcd_{Vesic}	Fgd	Fcd_{Hansen}
1,00	18,60	29,86	23,48	15,94	1,56	1,59	0,60	1,09	1,20	1,00	1,13
1,50	18,60	29,86	23,48	15,94	1,37	1,40	0,73	1,09	1,20	1,00	1,13
2,00	18,60	29,86	23,48	15,94	1,28	1,30	0,80	1,09	1,20	1,00	1,13

5.4 CALCULO DE FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA, FORMA Y PROFUNDIDAD, POR FACTOR DE SEGURIDAD BÁSICO

SEGÚN HANSEN Y VESIC

B = 1,00 m

Parámetro	Factores de Capacidad de carga				Factores de Forma Vesic y Hansen			Factores de Profundidad Vesic Y Hansen			
L/B	Nq	Nc	Ng_{Vesic}	Ng_{Hansen}	Fqs	Fcs	Fgs	Fqd	Fcd_{Vesic}	Fgd	Fcd_{Hansen}
1,00	7,00	15,58	6,24	3,57	1,37	1,44	0,60	1,31	1,37	1,00	1,40
1,50	7,00	15,58	6,24	3,57	1,25	1,29	0,73	1,31	1,37	1,00	1,40
2,00	7,00	15,58	6,24	3,57	1,19	1,22	0,80	1,31	1,37	1,00	1,40

B = 1,50 m

Parámetro	Factores de Capacidad de carga				Factores de Forma Vesic y Hansen			Factores de Profundidad Vesic Y Hansen			
L/B	Nq	Nc	Ng_{Vesic}	Ng_{Hansen}	Fqs	Fcs	Fgs	Fqd	Fcd_{Vesic}	Fgd	Fcd_{Hansen}
1,00	7,00	15,58	6,24	3,57	1,37	1,44	0,60	1,21	1,26	1,00	1,27
1,50	7,00	15,58	6,24	3,57	1,25	1,29	0,73	1,21	1,26	1,00	1,27
2,00	7,00	15,58	6,24	3,57	1,19	1,22	0,80	1,21	1,26	1,00	1,27

B = 2,00 m

Parámetro	Factores de Capacidad de carga				Factores de Forma Vesic y Hansen			Factores de Profundidad Vesic Y Hansen			
L/B	Nq	Nc	Ng_{Vesic}	Ng_{Hansen}	Fqs	Fcs	Fgs	Fqd	Fcd_{Vesic}	Fgd	Fcd_{Hansen}
1,00	7,00	15,58	6,24	3,57	1,37	1,44	0,60	1,16	1,24	1,00	1,20
1,50	7,00	15,58	6,24	3,57	1,25	1,29	0,73	1,16	1,24	1,00	1,20
2,00	7,00	15,58	6,24	3,57	1,19	1,22	0,80	1,16	1,24	1,00	1,20

B = 2,50 m

Parámetro	Factores de Capacidad de carga				Factores de Forma Vesic y Hansen			Factores de Profundidad Vesic Y Hansen			
L/B	Nq	Nc	Ng_{Vesic}	Ng_{Hansen}	Fqs	Fcs	Fgs	Fqd	Fcd_{Vesic}	Fgd	Fcd_{Hansen}
1,00	7,00	15,58	6,24	3,57	1,37	1,44	0,60	1,12	1,24	1,00	1,16
1,50	7,00	15,58	6,24	3,57	1,25	1,29	0,73	1,12	1,24	1,00	1,16
2,00	7,00	15,58	6,24	3,57	1,19	1,22	0,80	1,12	1,24	1,00	1,16

B = 3,00 m

Parámetro	Factores de Capacidad de carga				Factores de Forma Vesic y Hansen			Factores de Profundidad Vesic Y Hansen			
L/B	Nq	Nc	Ng_{Vesic}	Ng_{Hansen}	Fqs	Fcs	Fgs	Fqd	Fcd_{Vesic}	Fgd	Fcd_{Hansen}
1,00	7,00	15,58	6,24	3,57	1,37	1,44	0,60	1,10	1,24	1,00	1,13
1,50	7,00	15,58	6,24	3,57	1,25	1,29	0,73	1,10	1,24	1,00	1,13
2,00	7,00	15,58	6,24	3,57	1,19	1,22	0,80	1,10	1,24	1,00	1,13

5.5 CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA Y ADMISIBLE POR FALLA AL CORTE CON FACTOR DE SEGURIDAD

INDIRECTO

FSI = 4,00

Capacidades de Carga Última en KN/m2

Parámetro	Según Vesic					Según Hansen				
	Ancho de cimentación B (m)					Ancho de Cimentación B (m)				
L/B	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00
1,00	889,98	981,27	1054,18	1117,60	1175,38	878,10	950,83	1000,11	1042,66	1080,82
1,50	802,85	898,82	979,99	1053,32	1122,34	784,66	858,75	913,65	963,12	1009,25
2,00	759,29	857,60	942,90	1021,18	1095,82	737,94	812,71	870,42	923,35	973,47

Capacidades de Carga Admisible en KN/m2

Parámetro	Según Vesic					Según Hansen				
	Ancho de cimentación B (m)					Ancho de Cimentación B (m)				
L/B	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00
1,00	222,49	245,32	263,54	279,40	293,85	219,52	237,71	250,03	260,66	270,21
1,50	200,71	224,71	245,00	263,33	280,59	196,16	214,69	228,41	240,78	252,31
2,00	189,82	214,40	235,73	255,29	273,96	184,48	203,18	217,61	230,84	243,37

FIGURA DE CAPACIDAD ADMISIBLE KPA, SEGÚN VESIC

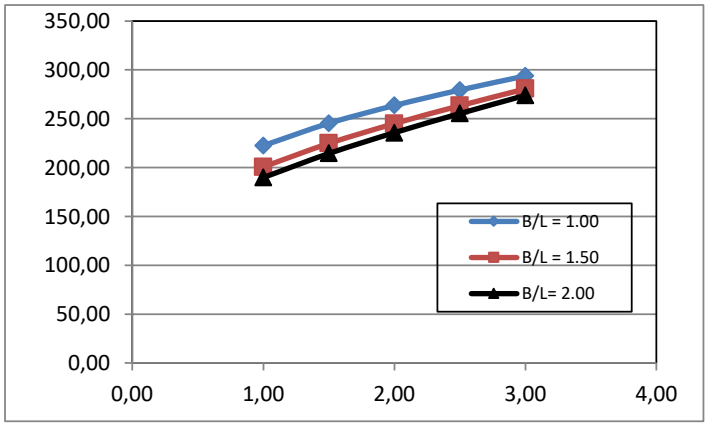
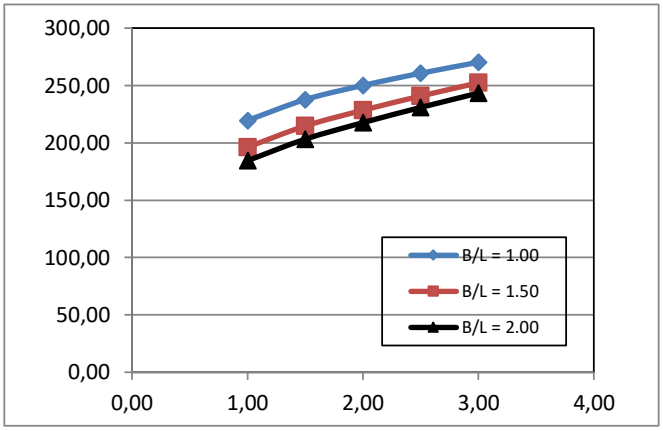


FIGURA DE CAPACIDAD ADMISIBLE KPA, SEGÚN HANSEN



Se observa que la capacidad admisible por Vesic es mayor que la de Hansen, por lo que se trabajará con Hansen.

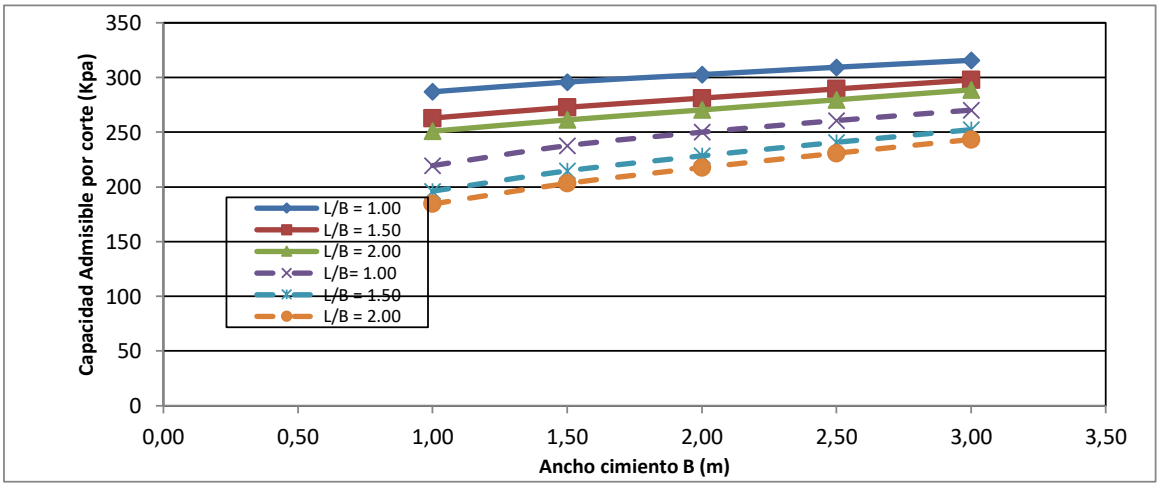
5.6 CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE AL CORTE CON FACTOR DE SEGURIDAD DIRECTO Ó BÁSICO

FSB = 1,50

Capacidades de Carga Admisible en KN/m2

Parámetro	Según Vesic					Según Hansen				
	Ancho de cimentación B (m)					Ancho de Cimentación B (m)				
L/B	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00
1,00	293,72	308,70	322,46	335,83	348,40	286,95	295,85	302,65	309,37	315,71
1,50	271,58	288,57	304,86	320,94	336,45	262,94	272,79	281,14	289,55	297,74
2,00	260,50	278,51	296,07	313,49	330,48	250,93	261,26	270,38	279,64	288,75

Capacidades Admisibles Kpa, según Hansen.



Capacidad Admisible Por Factor de seg. Básico -línea punteada - Vs Capacidad admisible por Factor de seguridad Indirecto -línea continua -

Considerando que la capacidad de carga admisible obtenida con factores de Seguridad Indirecto, son mayores que los obtenidos con el Factor de Seguridad Básico, aumentamos el Factor de seguridad Indirecto.

FSI = 3,00

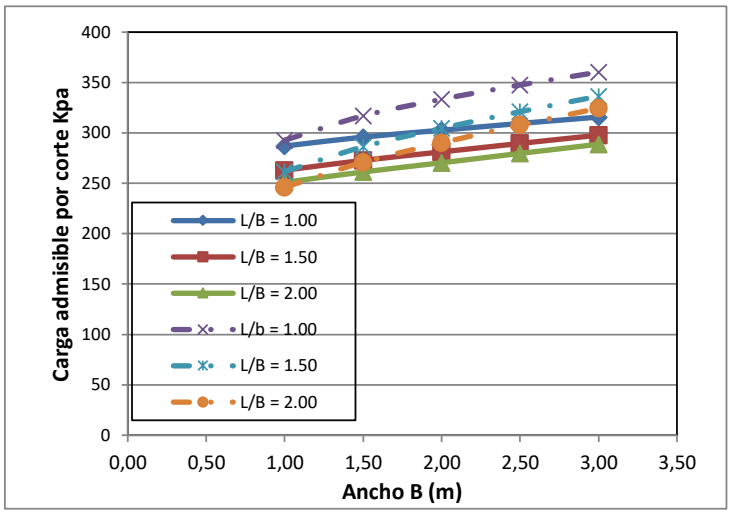
Capacidades de Carga Admisible en KN/m2

Parámetro	Según Hansen F.S.I					Según Hansen F.S.B.				
	Ancho de cimentación B (m)					Ancho de Cimentación B (m)				
L/B	**1,00**	**1,50**	**2,00**	**2,50**	**3,00**	**1,00**	**1,50**	**2,00**	**2,50**	**3,00**
1,00	292,70	316,94	333,37	347,55	360,27	286,95	295,85	302,65	309,37	315,71
1,50	261,55	286,25	304,55	321,04	336,42	262,94	272,79	281,14	289,55	297,74
2,00	245,98	270,90	290,14	307,78	324,49	250,93	261,26	270,38	279,64	288,75

Parámetro	**Comprobación FSB/FSI > 1.00**				
	Ancho de cimentación B (m)				
L/B	**1,00**	**1,50**	**2,00**	**2,50**	**3,00**
1,00	0,98	0,9	0,91	0,89	0,88
1,50	1,01	0,95	0,92	0,90	0,89
2,00	1,02	0,96	0,93	0,91	0,89

Capacidad Admisible Qa por Corte Según Hansen, en Kpa

Parámetro	Qa con base en Factor de Seguridad Indirecto				
	Ancho de cimentación B (m)				
L/B	**1,00**	**1,50**	**2,00**	**2,50**	**3,00**
1,00	292,70	316,94	333,37	347,55	360,27
1,50	261,55	286,25	304,55	321,04	336,42
2,00	245,98	270,90	290,14	307,78	324,49



Capacidad admisible FSB -Línea punteada Vs Capacidad Admisible FSI -Línea continua

Para el Factor de seguridad Indirecto considerado, la capacidad de Carga admisible por FSB es mayor (líneas continuas en la gráfica de arriba), es mayor a la capacidad admisble por Factor de seguridad Indirecto FSI (líneas discontinuas).

Con estas presiones se detrminarán los asentamientos de la cimentación propuestas y se verificará si el mismo supera o no el asentamiento máximo permisible.

5.7 ASENTAMIENTOS SEGÚN BURLAND Y BURBIDGE

Según Burland y Burbigge (1985), se puede calcular el asentamiento elástico de un suelo granular, utilizando el número de penetración estándar N60.

el N60 se debe ajustar así :

Para gravas : N60a = 1.25*N60
Para arena finas o limosas bajo el Nivel freático y N60 > 15 :
N60a = 15 + 0.5*(N60-15)

El asentamiento inmediato es $S_i = fs*fi*ft*[(\sigma'voB^{0.7}*Ic/3+(q'-\sigma'vo)*B^{0.7}*Ic]$. El significado de cada parámetro se explica en la parte teórica. En esta ecuación, Si en(mms), B en (m) y q' y σ'vo en (Kpa).

		B (m)				
L/B	Factores	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00
1,00	fs	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,50	fs	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
2,00	fs	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23
	fl	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	ft 15 años	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44
Prof. Análisis	H (m)	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
N ajustado	N60a	19,95	19,95	19,95	19,95	19,95
Ind. Comp.	Ic	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026
Prof. Influencia	Zi	0,94	1,29	1,62	1,94	2,24
Esf. Ef. Kpa	σ'vo	17,77	17,77	17,77	17,77	17,77

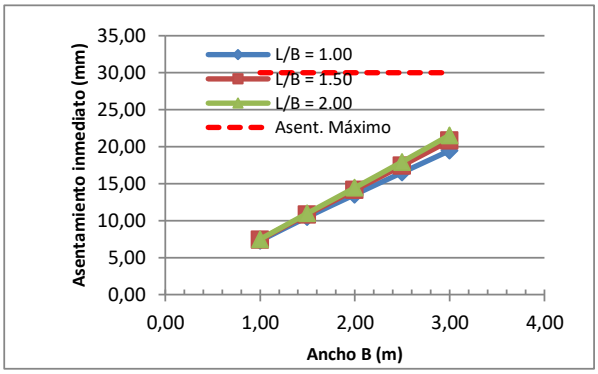
En este análisis se hizo :

$Ic = 1.71/N^{1.4}$ N=N60a promedio

Zi = 0.9352B0.796 (Manuel Delgado Vargas)

q' = Capacidad de carga admisble por corte.

B = Ancho menor cimiento (m)

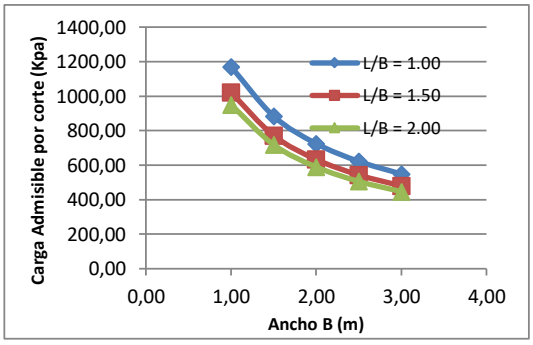


El asentamiento (mm) elástico impuesto por la cap. Admisible de corte en un tiempo cero, se observa en la figura del frente.

		B (m)				
L/B		1,00	1,50	2,00	2,50	3,00
1,00	$S_{0\ años}$	7,27	10,49	13,52	16,51	19,46
1,50	$S_{0\ años}$	7,42	10,83	14,13	17,45	20,81
2,00	$S_{0\ años}$	7,48	11,00	14,45	17,97	21,56
	Smáx.	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00

El asentamiento (mm) elástico impuesto por la cap. Admisible de corte po de quince años es :

		B (m)				
L/B		1,00	1,50	2,00	2,50	3,00
1,00	S 15 años	10,47	15,11	19,47	23,77	28,03
1,50	S 15 años	10,69	15,60	20,35	25,13	29,97
2,00	S 15 años	10,78	15,84	20,81	25,87	31,05



Debido a que algunos asentamientos inmediatos son mayores al máximo permitido, se debe restringir en algunos casos Qa.

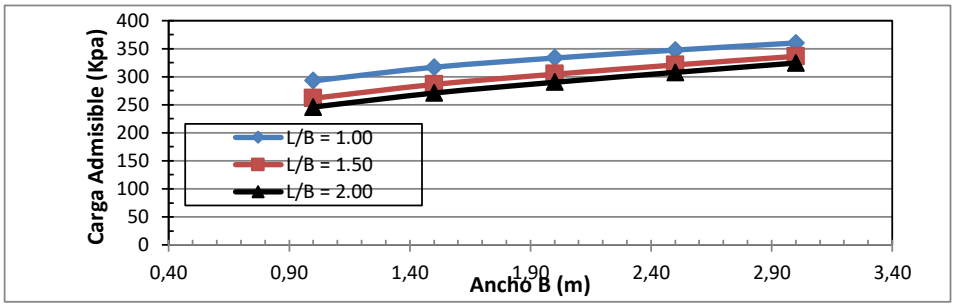
		B (m)				
L/B		1,00	1,50	2,00	2,50	3,00
1,00	$S_{0\ años}$	1170,54	884,22	725,10	621,96	548,86
1,50	$S_{0\ años}$	1021,20	771,78	633,17	543,32	479,64
2,00	$S_{0\ años}$	950,39	718,47	589,59	506,04	446,82

ASENTAMIENTO INMEDIATO So (mm) VS ANCHO DE ZAPATA B, Según RELACIÓN L/B

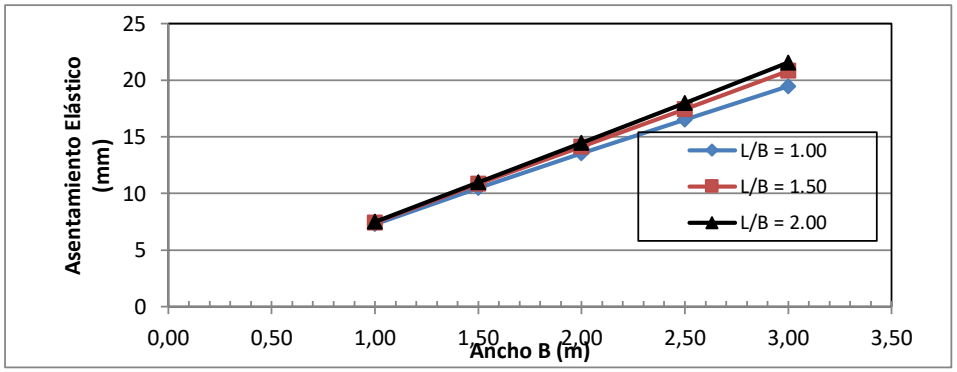
L/B	B (m)					
	So, mms	**1,00**	**1,50**	**2,00**	**2,50**	**3,00**
1,00	$S_{0\,años}$	7,27	10,49	13,52	16,51	19,46
1,50	$S_{0\,años}$	7,42	10,83	14,13	17,45	20,81
2,00	$S_{0\,años}$	7,48	11,00	14,45	17,97	21,56

CAPACIDAD DE CARGA ADMISBLE (Kpa) Vs ANCHO DE ZAPATA B (m), Según RELACIÓN L/B

L/B	B (m)					
	Qa, Kpa	**1,00**	**1,50**	**2,00**	**2,50**	**3,00**
1,00	Qa, $S_{0\,años}$	292,70	316,94	333,37	347,55	360,27
1,50	Qa, $S_{0\,años}$	261,55	286,25	304,55	321,04	336,42
2,00	Qa, $S_{0\,años}$	245,98	270,90	290,14	307,78	324,49



CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE Vs ANCHO MENOR CIMENTACIÓN



ASENTAMIENTO INMEDIATO VS ANCHO CIMIENTO


Consejo Profesional Nacional de Ingeniería y Arquitectura
MATRICULA No. 2520231164CND
Ingeniero Civil
APELLIDOS
Florez Olivares
NOMBRES
Hernan David
C.C. 79.419.365
UNIVERSIDAD
De La Salle

COPIA CONTR

REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2025-3265242

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que HERNAN DAVID FLOREZ OLIVARES, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 79419365, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 25202-31164 desde el 16 de Febrero de 1989, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 21.

2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.

3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**

4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.

5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los ocho (08) días del mes de Enero del año dos mil veinticinco (2025).

Rubén Dario Ochoa Arbeláez

Firmal del titular (*)

(*)Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado
El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.
Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Microsite/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.