ESTUDIO GEOTÉCNICO PALACIO DE JUSTICIA COLOSO

PROYECTO:
CONSULTORÍA PARA LA EVALUACION DEL ESTADO ESTRUCTURAL ACTUAL DEL PALACIO DE JUSTICIA DEL MUNICIPIO DE COLOSÓ, MEJORAMIENTO DE FACHADA Y TODAS LAS ADECUACIONES, REPARACIONES REQUERIDAS O REDISEÑO ESTRUCTURAL; ANALISIS DE VULNERABILIDAD SISMICA, ESTUDIOS DE PATOLOGIA ESTRUCTURAL, GEOTECNICOS, DISEÑO DE LAS INTERVENCIONES DE REFORZAMIENTO Y REHABILITACION ESTRUCTURAL, INCLUYENDO EL TRAMITE DE LA LICENCIA DE CONSTRUCCION Y DEMAS PERMISOS."

LOCALIZACIÓN:
COLOSO, SUCRE

CLIENTE:
NACIÓN - CONSEJO SUPERIOR DE LA JUDICATURA-DIRECCIÓN SECCIONAL DE ADMINISTRACIÓN JUDICIAL DE SINCELEJO - SUCRE.

JAIRO E HIGUERA S
ING. JAIRO EDUARDO HIGUERA SANABRIA
MP. 25000-16399 CND

ING. OSCAR JAVIER PARDO MORENO
MP. 25202-133283 CND
Profesional Esp. Suelos Interventoría

FEC HA	VERSÍON	PREPARÓ	CHEQUEÓ	E. APROBÓ	DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO	APROBADO POR
10/07/2024	1.00	L.AYALA	E. VARGAS	E. VARGAS	Creación del documento inicial	-
30/07/2024	2.00	J. PEREZ	E. VARGAS	E. VARGAS	Acta de observaciones	-
15/08/2024	3.00	J. PEREZ	E. VARGAS	E. VARGAS	Versión final	Interventor. OSCAR PARDO
18/11/2024	4.00	J. PEREZ	E. VARGAS	E. VARGAS	Versión final	

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

TABLA DE CONTENIDO

0 INTRODUCCIÓN 7
1 LOCALIZACIÓN 8
2 OBJETIVO Y ALCANCE DEL ESTUDIO 9
2.1 OBJETIVO 9
2.2 ALCANCE 9
3 CATEGORIZACION DE LA CONSTRUCCIÓN 9
3.1 DESCRIPCIÓN DE LA EDIFICACIÓN 9
3.2 EVALUACIÓN DE CARGAS 11
3.2.1 CARGAS DE REFORZAMIENTO 11
3.3 CATEGORIA DE LA EDIFICACIÓN 13
3.4 EDIFICACIONES VECINAS 15
4 INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO 18
4.1 PROVINCIA GEOLÓGICA 18
4.2 GEOLOGIA LOCAL 19
4.3 GEOMORFOLOGÍA 22
4.4 MORFOLOGÍA DEL TERRENO 23
4.5 ESTRATIGRAFIA 23
4.6 GEOLOGIA ESTRUCTURAL 23
4.7 HIDROGRAFIA Y CLIMA 27
5 EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO 28
5.1 EXPLORACIÓN 28
5.2 NIVEL FREÁTICO 29
5.3 ENSAYOS DE LABORATORIO 30
6 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA 32
6.1 PRUEBAS DE CARACTERIZACIÓN 32
6.1.1 Humedad natural 32
6.1.2 Granulometría 33
6.1.3 Límites de Consistencia 34
6.1.4 Standard Penetración Test (SPT) 35
6.2 PERFIL ESTRATIGRÁFICO 37
7 PARÁMETROS GEOTÉCNICOS PARA MODELACIÓN 39
7.1 PESO UNITARIO 39
7.2 ÁNGULO DE FRICCIÓN EFECTIVA 39
7.3 MÓDULO DE ELASTICIDAD 40
7.4 COHESION EFECTIVA 42
7.5 MÓDULO DE POISSON Y EMPUJES SOBRE EL TERRENO 43
7.6 RESUMEN DE PARÁMETROS DE DISEÑO 44

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

8 DISEÑO CIMENTACIÓN 45
8.1 ESTRATO DE APOYO, TIPO DE CIMENTACIÓN Y PROFUNDIDAD 45
8.2 CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO ELEMENTOS SUPERFICIALES..... 45
8.3 ANÁLISIS DE ASENTAMIENTOS..... 47
8.3.1 Asentamientos inmediatos..... 47
8.3.2 Asentamientos primarios..... 48
8.3.3 Asentamientos secundarios..... 50
8.3.4 Asentamientos totales..... 51
8.3.5 Asentamientos diferenciales..... 51
8.4 INTERACCIÓN SUELO – ESTRUCTURA..... 52
8.5 REFORZAMIENTO DE LA CIMENTACIÓN ESTRUCTURA 53
9 ANÁLISIS DE FACTORES DIRECTOS E INDIRECTOS 56
9.1.1 RECALCE DE LOS ELEMENTOS SUPERFICIALES..... 57
10 POTENCIAL DE COLAPSABILIDAD, EXPANSIBILIDAD Y LICUACIÓN 58
10.1 POTENCIAL DE COLAPSO 58
10.1.1 CRITERIO DE LA NSR-10 – SUELOS COLAPSABLES 58
10.2 POTENCIAL DE EXPANSIÓN 59
10.3 ABLANDAMIENTO CÍCLICO. 63
11 CARACTERIZACIÓN SISMICA 64
11.1 PERFIL SÍSMICO..... 64
11.2 CLASIFICACIÓN DEL PERFIL DE SUELO 66
11.2.1 NÚMERO MEDIO DE GOLPES..... 66
12 RECOMENDACIONES PARA CONSTRUCCIÓN 67
12.1 DIRECCIÓN DEL DISEÑO Y LA OBRA 67
12.2 PROCEDIMIENTO PARA LA OBRA 68
12.3 RELLENOS Y MEJORAMIENTO DE LA SUB RASANTE..... 68
12.4 GEOTEXTIL NT-1800 69
12.5 PROTECCIÓN DE EDIFICACIONES Y PREDIOS VECINOS 70
12.6 CONTROL DE HUMEDAD 70
12.6.1 FILTROS PERIMETRALES 71
13 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO..... 74
14 LIMITACIONES..... 76
15 ANEXOS 77
15.1 ANEXO A. REGISTRO FOTOGRÁFICO DE EXPLORACIÓN EN CAMPO 77
15.2 ANEXO B. PERFIL ESTRATIGRÁFICO 78
15.3 ANEXO C. RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO 79

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

15.4 ANEXO D. MEMORIA DE CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE 80

LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1. Localización zona de estudio..... 8
Imagen 2. Exploración de cimentación en campo. Fuente: Autores..... 10
Imagen 3. Vista en 3D de la estructura. Fuente: Autores..... 12
Imagen 4. Planta cimentación nueva. Fuente: Autores..... 13
Imagen 5. Colindancia extremo oeste de la edificación. 15
Imagen 6. Colindancia extremo sur de la edificación, entrada. 16
Imagen 7. Colindancia extremo norte de la edificación. 17
Imagen 8. Colindancia extremo noreste de la edificación. 17
Imagen 9.Provincias geológicas de Colombia. Fuente: INGEOMINAS. 18
Imagen 10. Geología local. Fuente: Servicio Geológico Colombiano. Geología de la Plancha 44 y 52 – Sincelejo y Sahagún. 19
Imagen 11. Localización planchas Sincelejo-Sahagún. Fuente: Servicio Geológico Colombiano. 21
Imagen 12. Localización fisiográfica de las planchas 44 y 52. Fuente: Sistema geológico colombiano plancha 44 y 52..... 22
Imagen 13. Esquema estructural de cinturón de San Jacinto. Fuente: Sistema geológico colombiano plancha 44 y 52..... 25
Imagen 14. Esquema estructural de la plancha 44. Fuente: Sistema geológico colombiano plancha 44 y 52. 26
Imagen 15. Marco tectónico regional. Fuente: Sistema geológico colombiano plancha 44 y 52. 27
Imagen 16. Localización de perforaciones de exploración 29
Imagen 17. Esquema perfil de suelo 38
Imagen 18. Propiedades de perfil de suelo 38
Imagen 19. Diagrama del sistema del coeficiente de balasto..... 53
Imagen 20. Estación Meteorológica El Paraíso – 13090060. IDEAM..... 61
Imagen 21. Localización zona de amenaza sísmica del proyecto según NSR-10 65
Imagen 22. Detalle visualización de relleno bajo la estructura. 69
Imagen 23. Detalle visualización de la ubicación del geotextil bajo la estructura.. 70
Imagen 24. Detalle de filtro perimetral..... 72
Imagen 25. Ubicación de los filtros perimetrales en planta. 73

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Cargas de reforzamiento aplicadas a la cimentación. 12
Tabla 2. Clasificación de las unidades de construcción por categorías. Fuente: NSR-10 14
Tabla 3. Número mínimo de sondeos y profundidad por categoría de la unidad de construcción. Fuente: NSR-10 14
Tabla 4. Localización de perforaciones de exploración 29

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

Tabla 5. Número y ensayos realizados. 30
Tabla 6. Resultados ensayos realizados 31
Tabla 7. Valores de límites líquidos e Índice de plasticidad 35
Tabla 8. Valores de N_{campo} y N_{60}, ensayos SPT realizados en todos los sondeos 36
Tabla 9. Consistencia del suelo a partir de los datos de SPT 37
Tabla 10. Peso Unitario del suelo 39
Tabla 11. Valores de cohesión efectiva 42
Tabla 12. Parámetros empuje de tierras. 44
Tabla 13. Resumen de parámetros de diseño 45
Tabla 14. Parámetros geotécnicos estimados para capacidad portante 46
Tabla 15. Valores de capacidad portante del terreno en kPa, Df = 0.50 m 46
Tabla 16. Valores de carga admisible en kN. Df = 0.50 m 47
Tabla 17. Asentamientos elásticos en la cimentación. 48
Tabla 18. Valores típicos relación de vacíos a partir de relaciones de fase. 49
Tabla 19. Asentamientos primarios en la cimentación. 50
Tabla 20. Asentamientos secundarios en la cimentación 50
Tabla 21. Asentamientos totales en la cimentación. 51
Tabla 22. Valores máximos de asentamientos diferenciales calculados en función de la distancia entre apoyos. Fuente: NSR-10 51
Tabla 23. Asentamientos diferenciales en la cimentación. 52
Tabla 24. Valor de coeficiente de Balasto recomendado en kN/m^3 53
Tabla 25. Cargas de reforzamiento aplicadas a la cimentación y comprobación de la capacidad portante del suelo con el reforzamiento propuesto. 54
Tabla 26. Asentamientos teóricos por elementos que se podrían generar en la estructura. 55
Tabla 27. Asentamientos diferenciales que se podrían generar en la estructura. . 56
Tabla 28. Fatores de seguridad directos según la NSR–10 Numeral H.2.4.3 57
Tabla 29. Fatores de seguridad indirectos según la NSR–10 Numeral H.4.7 57
Tabla 30. Criterio de Gibbs para colapsabilidad de suelos. 59
Tabla 31. Criterio de colapso de suelos. 59
Tabla 32. Clasificación de potencial expansivo del subsuelo 60
Tabla 33. Clasificación de potencial expansivo del subsuelo NSR-10 60
Tabla 34. Humedad de equilibrio y relación w/LL 60
Tabla 35. Caculo del índice de Thornthwaite. 62
Tabla 36. Propiedades índices, humedad y relación w/LL. 63
Tabla 37. Parámetros Sísmicos sitio de estudio 65
Tabla 38. Número medio de golpes N_{60} 66
Tabla 39. Clasificación del perfil de suelo. Tabla A.2.4-1, NSR-10 67

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Variación de la humedad natural con la profundidad 32
Gráfica 2. Variación de la granulometría con la profundidad 33
Gráfica 3. Distribución de límites de consistencia 34

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

Gráfica 4. Resultados carta de plasticidad, sondeos manuales S1, S2 y S3. 35
Gráfica 5. Valores de golpeo N_{60} - Ensayo SPT 36
Gráfica 6. Determinación del ángulo de fricción efectiva del subsuelo 40
Gráfica 7. Modulo elástico del subsuelo 41
Gráfica 8. Cohesión efectiva no drenado del subsuelo (kPa) 42
Gráfica 9. Ábaco de presiones admisibles 47
Gráfica 10. Balance curvo característica suelo-agua. 62
Gráfica 11. Criterio propuesto evaluación de susceptibilidad a licuación de suelos finos (ablandamiento cíclico) (Bray, Sancio y Durgunoglu (2004)). 64
Gráfica 12. Recomendaciones de evaluación suelos licuables (Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology (2013)). 64

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

0 INTRODUCCIÓN

A solicitud del cliente **NACIÓN - CONSEJO SUPERIOR DE LA JUDICATURA-DIRECCIÓN SECCIONAL DE ADMINISTRACIÓN JUDICIAL DE SINCELEJO – SUCRE** y cumpliendo con lo estipulado en la normativa vigente, se llevó a cabo la investigación del subsuelo para el proyecto **"CONSULTORÍA PARA LA EVALUACION DEL ESTADO ESTRUCTURAL ACTUAL DEL PALACIO DE JUSTICIA DEL MUNICIPIO DE COLOSÓ, MEJORAMIENTO DE FACHADA Y TODAS LAS ADECUACIONES, REPARACIONES REQUERIDAS O REDISEÑO ESTRUCTURAL; ANALISIS DE VULNERABILIDAD SISMICA, ESTUDIOS DE PATOLOGIA ESTRUCTURAL, GEOTECNICOS, DISEÑO DE LAS INTERVENCIONES DE REFORZAMIENTO Y REHABILITACION ESTRUCTURAL, INCLUYENDO EL TRAMITE DE LA LICENCIA DE CONSTRUCCION Y DEMAS PERMISOS"** para lo cual se llevaron a cabo tres (3) sondeos manuales los cuales alcanzaron profundidades entre 2.00 y 3.00 m. Las profundidades alcanzadas se dan debido al rechazo presentado en el ensayo de SPT. El sitio de estudio se ubica entre la carrera 5 con calla 13ª, en el municipio de Coloso, Sucre.

El presente documento, constituye el **Estudio Geotécnico** para el diseño de cimentación y recomendaciones generales de construcción; contiene criterios de diseño y memorias de cálculo respectivas de los diseños geotécnicos para la cimentación a construir, correspondiente a lo encontrado mediante exploración y ensayos de laboratorio realizados.

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

1 LOCALIZACIÓN

El sitio de estudio se encuentra ubicado en la carrera 5 con calle 13ª en zona urbana del municipio de Coloso, departamento de Sucre:



Imagen 1. Localización zona de estudio

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

2 OBJETIVO Y ALCANCE DEL ESTUDIO

2.1 OBJETIVO

Teniendo en cuenta las características geotécnicas encontradas en el terreno tales como la resistencia a la penetración, posición del nivel freático, clasificación, perfil estratigráfico, humedades, y resistencia del subsuelo, se pretende determinar los componentes del sistema de cimentación de la estructura, o en su defecto, la carga admisible por unidad de área.

2.2 ALCANCE

El alcance del diseño geotécnico para el proyecto **"CONSULTORÍA PARA LA EVALUACION DEL ESTADO ESTRUCTURAL ACTUAL DEL PALACIO DE JUSTICIA DEL MUNICIPIO DE COLOSÓ, MEJORAMIENTO DE FACHADA Y TODAS LAS ADECUACIONES, REPARACIONES REQUERIDAS O REDISEÑO ESTRUCTURAL; ANALISIS DE VULNERABILIDAD SISMICA, ESTUDIOS DE PATOLOGIA ESTRUCTURAL, GEOTECNICOS, DISEÑO DE LAS INTERVENCIONES DE REFORZAMIENTO Y REHABILITACION ESTRUCTURAL, INCLUYENDO EL TRAMITE DE LA LICENCIA DE CONSTRUCCION Y DEMAS PERMISOS"** contempla las siguientes actividades:

- Investigar detalladamente el comportamiento mecánico de los suelos existentes en la zona de estudio y las propiedades físico – mecánicas, con el fin de obtener los parámetros geotécnicos necesarios para los diferentes diseños geotécnicos y estructurales.

- Evaluación y diseño geotécnico de la cimentación, cálculo de capacidad portante y de deformaciones del subsuelo.

- Recomendaciones constructivas y precauciones de excavaciones si se requieren.

3 CATEGORIZACION DE LA CONSTRUCCIÓN

3.1 DESCRIPCIÓN DE LA EDIFICACIÓN

En el predio se encuentra la edificación existente de las instalaciones del Palacio de Justicia de un (1) nivel del municipio de Coloso. En el trabajo en campo se encontró lo siguiente.

- Columnas

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

En el sitio de estudio se realizaron identificación de 2 columnas, sugeridas por el contratista, identificadas como columna 2 y columna 3 a las cuales se le realizo extracción de núcleo, donde se puede detallar en el informe de patología del presente proyecto.

- Zapatas.

En el sitio de identificaron 3 puntos de zapatas, identificados como Z1, Z2, Z3. De los cuales solo de la zapata Z2 se logró identificar cimentación. La cimentación identificada corresponde a pedestal en concreto de sección 70X30cm, con espesor de 30cm. Unidos con vigas de cimentación Dicho pedestal se localiza superficial, debajo de la plantilla de piso df=15cm.
Las demás secciones de cimentación se pueden detallar en el plano de levantamiento estructural.



Imagen 2. Exploración de cimentación en campo. Fuente: Autores.

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

3.2 EVALUACIÓN DE CARGAS

Teniendo en cuenta las cargas máximas que se tramiten y/o transmitirá la estructura al suelo, se determinarán las características de capacidad portante, esfuerzos admisibles y asentamientos.

3.2.1 CARGAS DE REFORZAMIENTO

En la edificación se tiene previsto llevar a cabo la instalación y refuerzo de varios elementos, lo cual resulta en una modificación de las cargas iniciales del proyecto. Por consiguiente, conforme a los análisis estructurales efectuados en el informe de **REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE LA CONSULTORÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL ESTADO ESTRUCTURAL ACTUAL DEL PALACIO DE JUSTICIA**, se presentan las cargas para la cimentación:

CARGAS A CIMENTACIÓN REFORZAMIENTO PALACIO DE JUSTICIA			
SOPORTE	**HIPÓTESIS**	**Carga Vertical (KN)**	**Total (kN)**
A1	Peso propio	42.9	44.8
	cargas muertas	0.9	
	Sobrecarga de uso	1	
A2	Peso propio	138.3	143.1
	cargas muertas	0.8	
	Sobrecarga de uso	4	
A3	Peso propio	103.4	138.2
	cargas muertas	32	
	Sobrecarga de uso	2.8	
B1	Peso propio	46.2	62.9
	cargas muertas	4.5	
	Sobrecarga de uso	12.2	
B2	Peso propio	76.7	114
	cargas muertas	9.5	
	Sobrecarga de uso	27.8	
B3	Peso propio	96.9	117.9
	cargas muertas	4.4	
	Sobrecarga de uso	16.6	
B4	Peso propio	35.4	36.3
	cargas muertas	0.1	
	Sobrecarga de uso	0.8	
B4'	Peso propio	16	16.5
	cargas muertas	0.1	
	Sobrecarga de uso	0.4	

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

CARGAS A CIMENTACIÓN REFORZAMIENTO PALACIO DE JUSTICIA			
SOPORTE	**HIPÓTESIS**	**Carga Vertical (KN)**	**Total (kN)**
C1	Peso propio	38.6	39.9
	cargas muertas	0	
	Sobrecarga de uso	1.3	
C2	Peso propio	40	40.2
	cargas muertas	0.1	
	Sobrecarga de uso	0.1	
C2'	Peso propio	47.9	52.1
	cargas muertas	1.1	
	Sobrecarga de uso	3.1	
C3	Peso propio	56.7	57.5
	cargas muertas	0	
	Sobrecarga de uso	0.8	
C4	Peso propio	17.5	17.7
	cargas muertas	0.1	
	Sobrecarga de uso	0.1	

Tabla 1. Cargas de reforzamiento aplicadas a la cimentación.

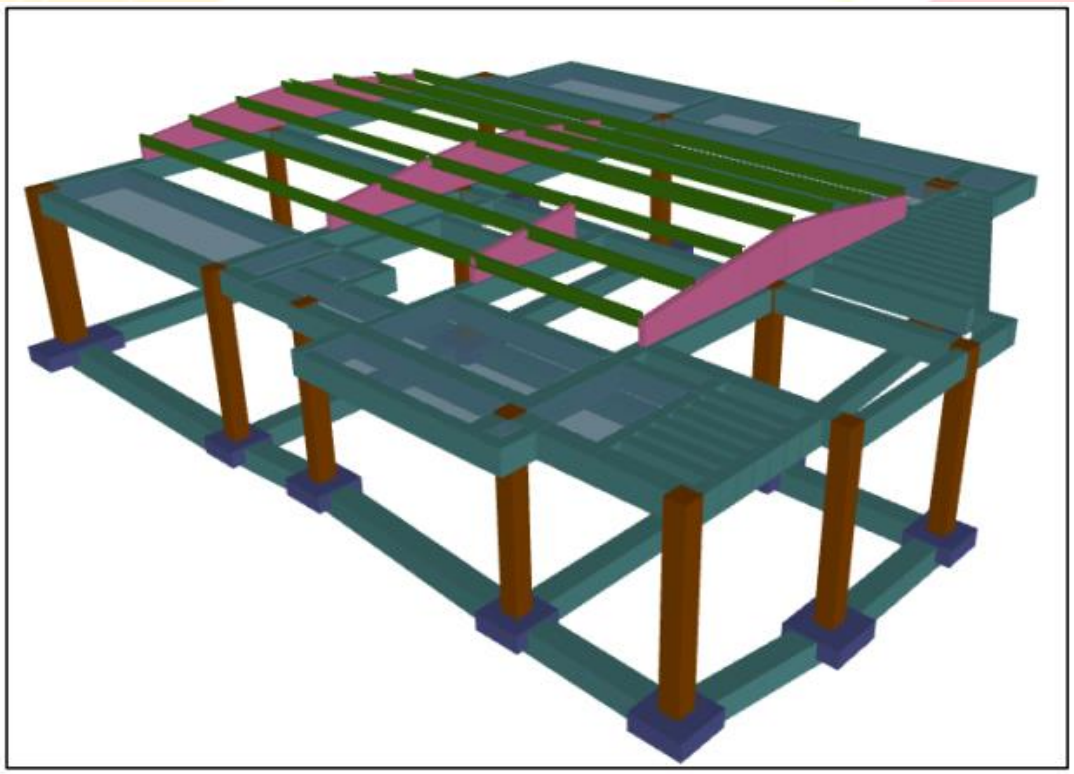


Imagen 3. Vista en 3D de la estructura. Fuente: Autores.

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

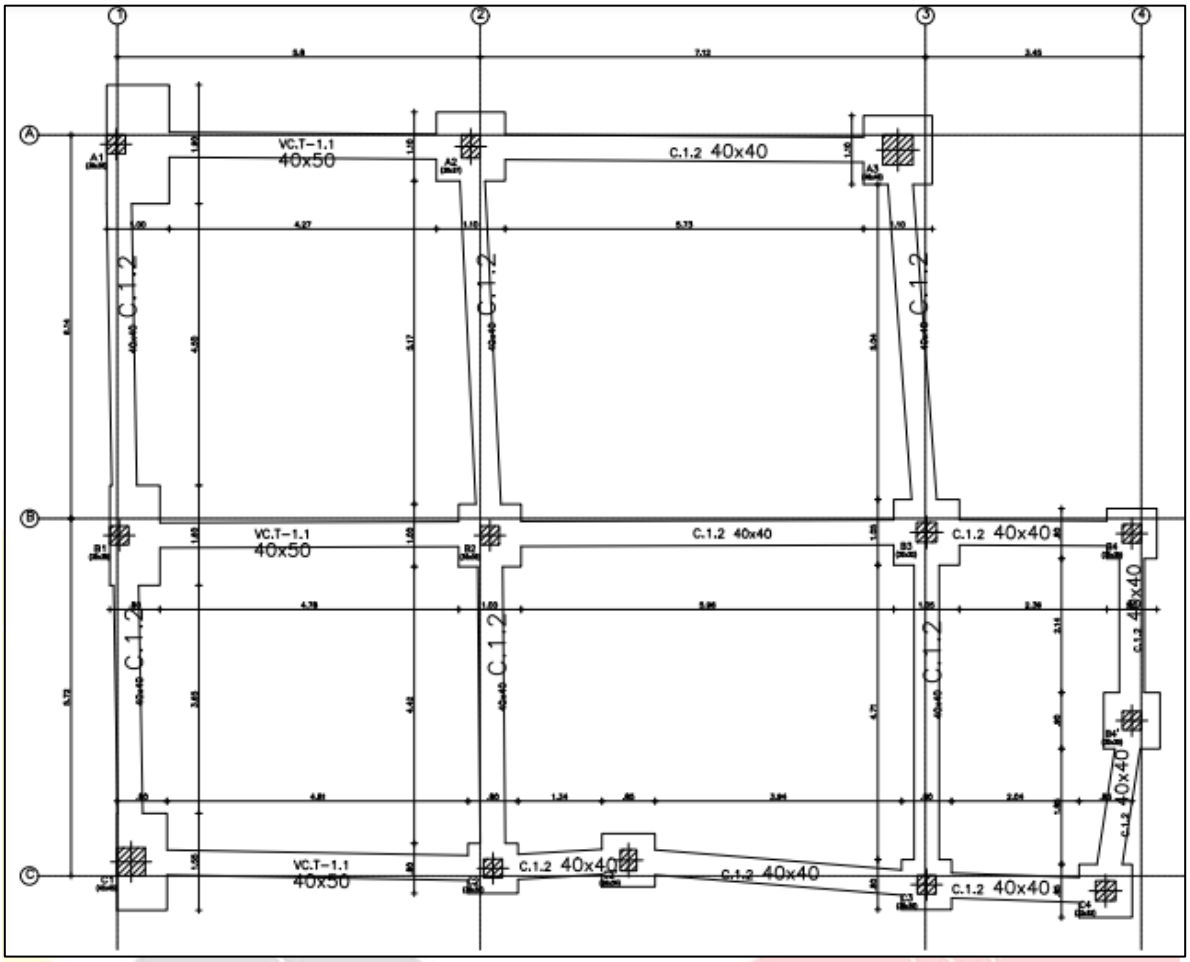


Imagen 4. Planta cimentación nueva. Fuente: Autores.

Teniendo en cuenta las cargas máximas que transmitirá la estructura al suelo, se determinarán las características de capacidad portante, esfuerzos admisibles y asentamientos.

3.3 CATEGORIA DE LA EDIFICACIÓN

En las siguientes tablas se presenta los lineamientos para la categorización de las unidades de construcción, según lo establece el NSR-10 en su parágrafo “H.3.1.1-Clasificación de las unidades de construcción por categorías”.

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

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

Tabla 2. Clasificación de las unidades de construcción por categorías. Fuente: NSR-10

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

Tabla 3. Número mínimo de sondeos y profundidad por categoría de la unidad de construcción. Fuente: NSR-10

La categoría de la unidad de construcción, número de sondeos y profundidad de éstos es la siguiente:

- De acuerdo con la Tabla 2 y el número de niveles de la edificación, la categoría de la unidad de construcción es: **Baja**

- De acuerdo con la Tabla 3 y la categoría de la unidad de construcción y el objetivo del presente estudio geotécnico, se establece que serán necesarios mínimo **3** sondeos a una profundidad de **6,0 metros** sujeto a lo estipulado en el literal H.3.2.5 del NSR-10 “Profundidad de los sondeos”. A esta observación hay que añadir lo consignado en el inciso (d) del mismo numeral, donde se especifica:
  - “En los casos donde se encuentren roca firme, o aglomerados rocosos o capas de suelos firmes asimilables a rocas, a profundidades inferiores a las establecidas, el 50% de los sondeos deberá alcanzar las siguientes penetraciones en material firme (material designado como A, B o C en la Tabla A.2.4.4-1 del Título A de este Reglamento), de acuerdo con la categoría de la unidad de construcción:

Categoría Baja: los sondeos pueden suspenderse al llegar a estos materiales.”

Nota: Como se encontraron cimentaciones tipo pedestales, el análisis de esta cimentación en donde la profundidad en la que el incremento de esfuerzo vertical (σv) causado por la edificación sobre el terreno sea el 10 % del σv en la interfaz suelo-cimentación, corresponde generalmente a 2b; Por lo tanto, la cimentación superficial analizada y propuesta en este informe cumple satisfactoriamente con los requisitos establecidos, dado que la profundidad de exploración alcanzó los 3.00 m y las zapatas con dimensiones máximas de 1.20 m x 1.20 m se ajustan a lo descrito en la NSR-10.

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

3.4 EDIFICACIONES VECINAS

Con respecto a edificaciones colindantes, no se presenta condición de muros compartidos o inmediatamente adyacentes.



Imagen 5. Colindancia extremo oeste de la edificación.

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN





Imagen 6. Colindancia extremo sur de la edificación, entrada.

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN



Imagen 7. Colindancia extremo norte de la edificación.



Imagen 8. Colindancia extremo noreste de la edificación.

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

4 INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO

4.1 PROVINCIA GEOLÓGICA

De acuerdo con la información mostrada por el INGEOMINAS, se tiene que el municipio de **Coloso** y toda el área Andina de Colombia, se ubica dentro de la Provincia Litosférica Continental Mesoproterozoica Grenvilliana PLCMG.

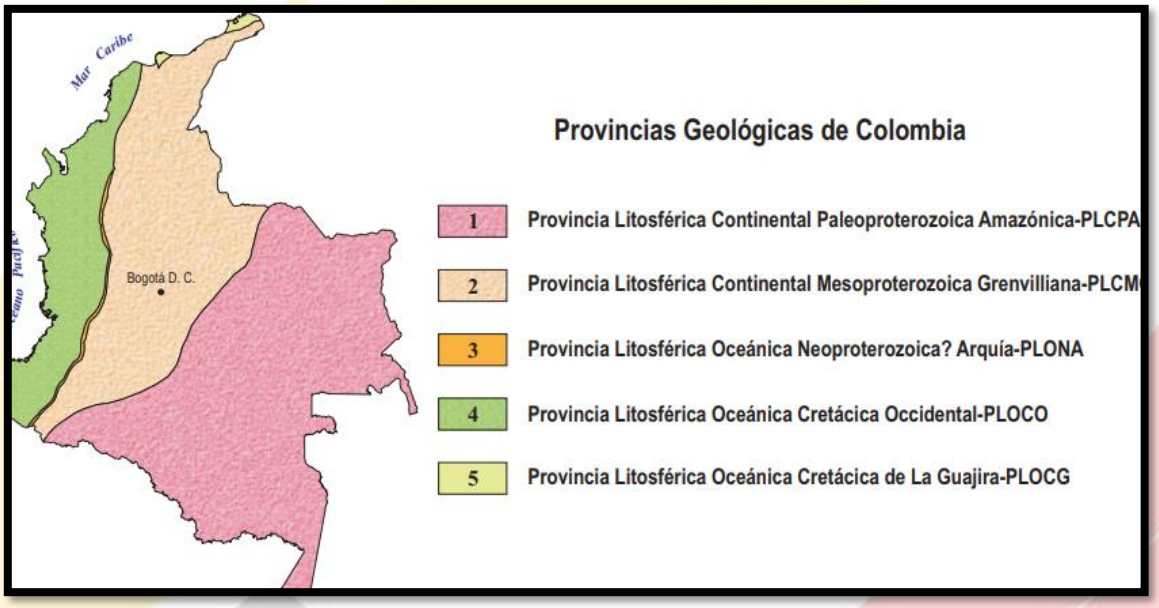


Imagen 9.Provincias geológicas de Colombia. Fuente: INGEOMINAS.

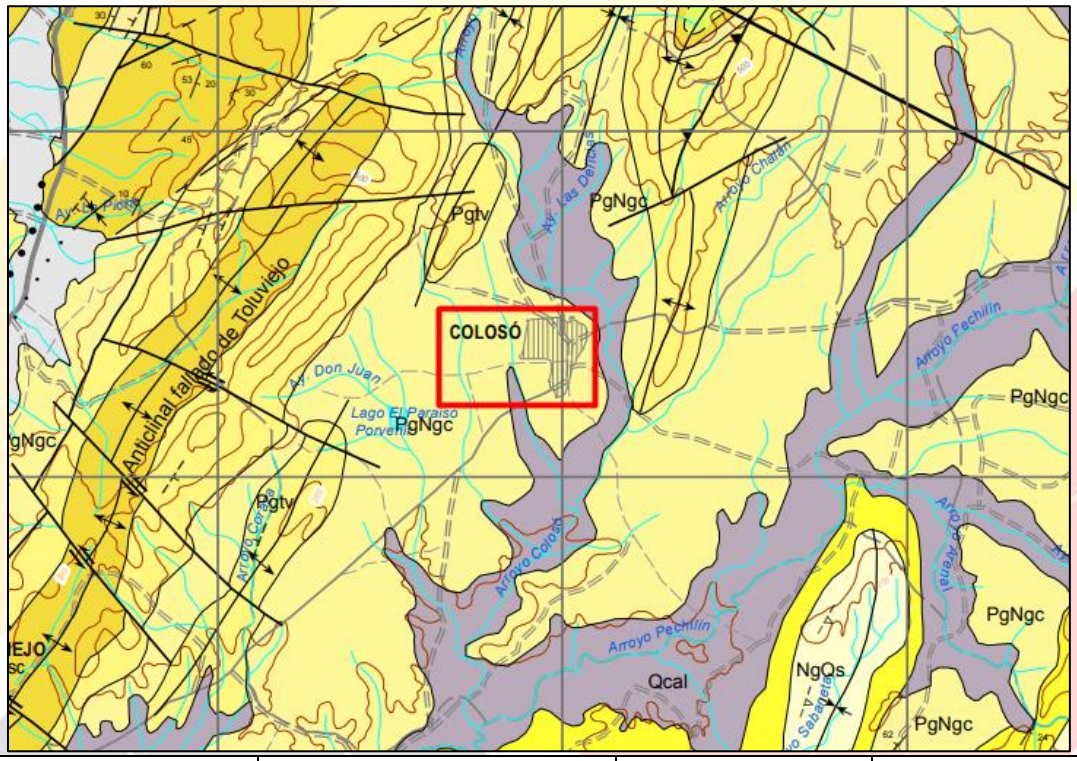
La Provincia Litosférica Oceánica Cretácica Occidental - PLOCO se considera que representa fragmentos corticales de afinidad oceánica acrecidos a la margen continental de Colombia. Esta provincia consiste en complejos de rocas ultramáficas, gabros asociados a tonalitas, basaltos asociados a dacitas y riolitas. komatiitas, picritas y rocas sedimentarias de origen marino. Esta asociación litológica, que incluye lavas ricas en MgO tales como picritas y komatiitas, de las cuales en la Isla de Gorgona representa el único ejemplo del fanerozoico en el mundo.

La PLOCO corresponde a los fragmentos del plateau que se acrecieron a la margen continental. Sin embargo, la mayor parte de este se acomodó entre Norteamérica y Sudamérica, desplazando hacia el oriente diferentes fragmentos corticales, tales como las Antillas Mayores, que retrasaron su movimiento y facilitaron el establecimiento de un zona de subducción bajo la margen occidental del plateau. Como consecuencia de esta subducción, que continua hasta hoy en la actual fosa centroamericana, se desarrolló un sistema magmático que dio origen al vulcanismo del istmo centroamericano. Adicionalmente, en el extremo nororiental del plateau y aprovechando la distensión ocasionada por estos reajustes y las fallas o

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

discontinuidades que lo limitan de los bloques corticales siálicos de Centroamérica (Bloque Chortis), se presentó actividad volcánica neogena. El crecimiento de los materiales volcánicos facilitó las condiciones para el establecimiento de arrecifes coralinos. Las tocas volcánicas producidas como resultado de esta actividad afloran en el centro de un atolón formado la Isla de Providencia. En San Andrés, las rocas volcánicas no afloran pero constituyen el sustrato sobre el que se ha producido el crecimiento de una plataforma de calizas arrecifales.

4.2 GEOLOGIA LOCAL



Suelo Residual	Suelo derivado por la meteorización y descomposición de la roca in situ		(0.00 m – 3.00 m)
Formación Carmen (PgNgc)	Arcillolitas grises y gris amarillentas con niveles arenosos hacia la parte inferior.	PgNgc	(3.00 m -)

Imagen 10. Geología local. Fuente: Servicio Geológico Colombiano. Geología de la Plancha 44 y 52 – Sincelejo y Sahagún.

El punto de estudio se localiza sobre un **suelo residual y laFormación Carmen (PgNgc).**

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

Suelo residual: En el proyecto se ha identificado un suelo residual de la Formación Carmen, que se encuentra en los primeros 3 metros de profundidad en el área de exploración. Este suelo se ha formado por la descomposición in situ de la roca madre, manteniendo algunas características originales de la formación geológica. Sin embargo, sus propiedades geomecánicas son inferiores a las de la roca madre.

Formación Carmen (PgNgc). Posteriormente, se identificó la presencia de esta unidad geológica con un grado mayor de resistencia, lo que provocó rechazo en la exploración. Esta unidad, típicamente arcillosa, ocupa las zonas topográficamente bajas del área de las dos planchas, que corresponden generalmente a estructuras sinclinales, como son los de Carbón y Palmito (H-1) y flanco oriental del Anticlinal de Toluviejo (Plancha 44). Estas estructuras se continúan hacia el suroccidente, en la Plancha 52. En general, forma una franja continua (15 km de anchura en promedio) de SE a NE que se extiende hasta la Plancha 37 María la Baja. La unidad consta de arcillolitas macizas, grises y gris amarillentas, con delgadas y muy espaciadas intercalaciones de limolitas y areniscas en capas muy delgadas. Su característica más notable es la presencia de una abundante fauna de foraminíferos planctónicos. Debido a sus características litológicas (lodolitas) y a la morfología que presenta, no es posible disponer de afloramientos continuos y representativos de la unidad; esto dificulta el levantamiento de columnas estratigráficas. Aprovechando los trabajos de ampliación de la carretera San Andrés – Tuchín (Plancha 52) se levantó una columna de referencia para el área de estudio**.**

Las planchas 44 Sincelejo y 52 Sahagún, están localizadas en el área sur del anticlinorio de San Jacinto, más exactamente en el Golfo de Morrosquillo.

Caracterizada por rocas eminentemente sedimentarias, discriminadas en nueve (9) formaciones y un (1) miembro, con edades que varían del Cretácico Superior al Pleistoceno. Los sedimentos generadores de estas rocas se formaron en un ambiente marino de margen continental, en profundidades que varían desde batial en la parte inferior de la secuencia y de nerítico a continental en la parte media superior de la secuencia.

La secuencia reconocida está compuesta en la base por rocas hemipelágicas, terrígenas de grano grueso a fino; las rocas hemipelágicas afloran también hacia la Parte media y superior en las formaciones Toluviejo y Carmen.

La geología estructural del área es compleja y variada; se caracteriza por formar parte de dos provincias tectónicas: el Cinturón de San Jacinto al centro occidente y la Cuenca de San Jorge al suroriente; estas dos provincias están limitadas por el lineamiento Romeral. El Cinturón de San Jacinto es una faja replegada caracterizada por fallas inversas y de cabalgamiento y de pliegues apretados. La Cuenca de San Jorge se caracteriza por un fallamiento normal.

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

Los recursos minerales de la región están representados en su gran mayoría por explotación de calizas, puzolanas y, en menor proporción, materiales para agregados.

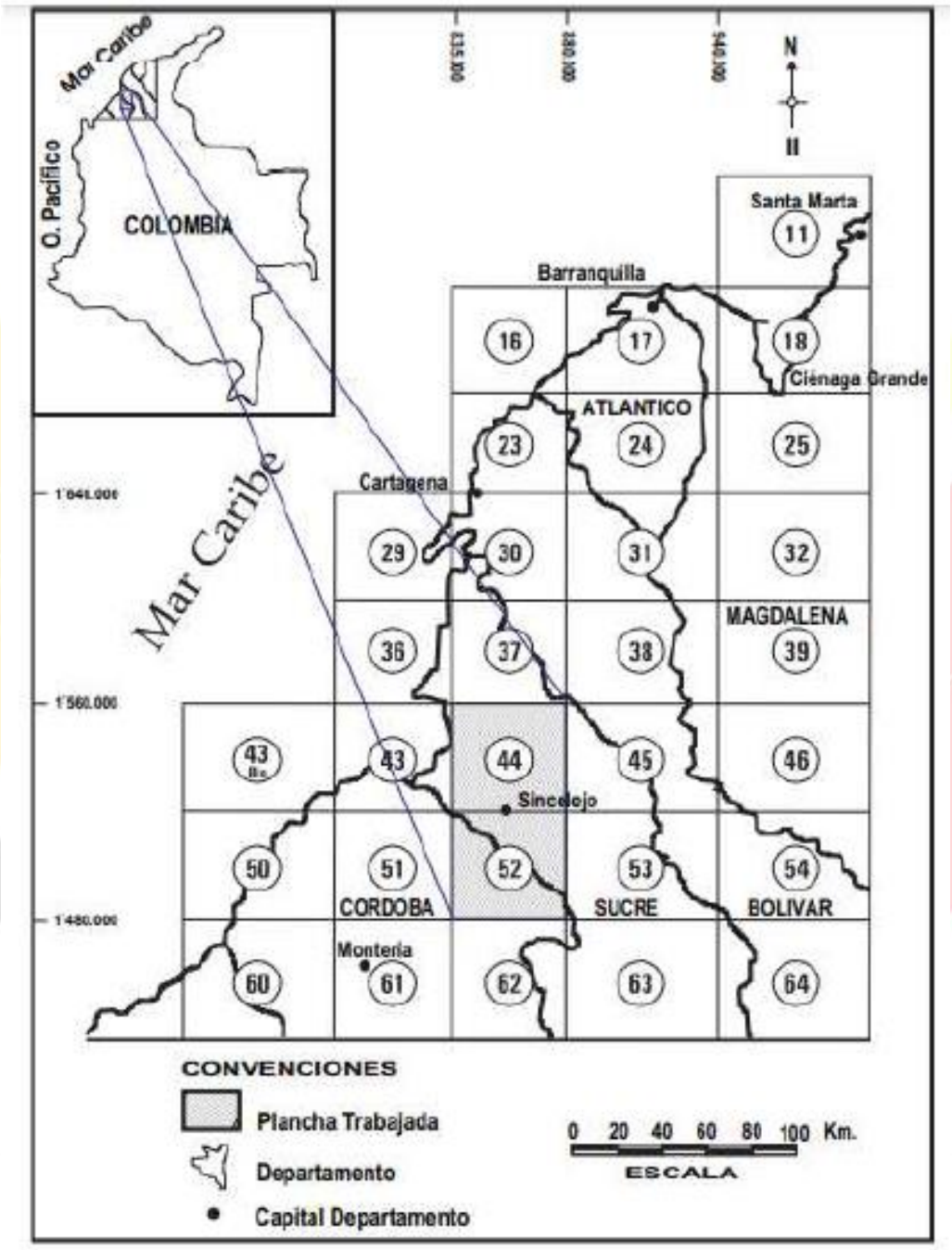


Imagen 11. Localización planchas Sincelejo-Sahagún. Fuente: Servicio Geológico Colombiano.

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

4.3 GEOMORFOLOGÍA

Fisiográficamente se pueden distinguir varias áreas topográfica y morfológicamente diferentes; una descripción de estas áreas de occidente a oriente es **llanura costera** donde la mejor expresión de esta geoforma se encuentra en el Golfo de Morrosquillo y corresponde a una zona de extensas planicies ligeramente onduladas con una pequeña inclinación hacia el mar; **zona montañosa**, está constituida por colinas altas, denominadas en el área de estudio como Montes de María, que en el Departamento de Bolívar reciben el nombre de Serranía de San Jacinto. Las colinas tienen un rumbo preferencial suroeste a noreste y gradualmente van ganando altura de sur a norte; **sábanas** donde una extensa zona caracterizada por pequeñas y numerosas lomas con alturas que varían por lo general entre 10 y 20 m de nivel circundante (100 y 30 msnm) bordea la margen oriental de la zona montañosa en declive hacia los ríos San Jorge, Cauca y Magdalena.

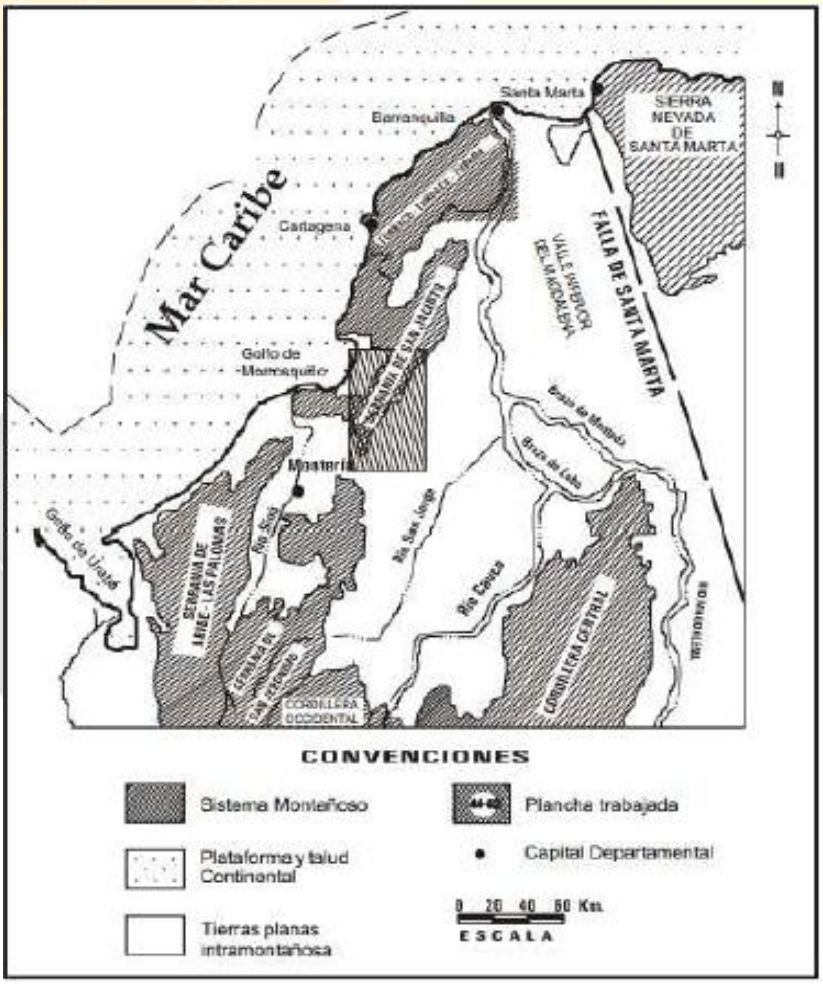


Imagen 12. Localización fisiográfica de las planchas 44 y 52. Fuente: Sistema geológico colombiano plancha 44 y 52.

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

4.4 MORFOLOGÍA DEL TERRENO

La zona específica de estudio está ubicada en una zona de pendientes bajas, a una altura media sobre el nivel del mar de 163 m.s.n.m., al nororiente del municipio de Coloso, Sucre.

4.5 ESTRATIGRAFIA

Las unidades litoestratigráficas diferenciadas en el área de las planchas 44 Sincelejo y 52 Sahagún hacen parte de las anteriormente denominadas Grupo Cansona y Carmen (Duque – Caro, 1971, 1984). La nomenclatura estratigráfica que se propone en este informe es una revisión actualizada de las ya conocidas en la literatura, que pretende unificar conceptos en torno a la extensión real de las unidades, sus límites y sus interrelaciones espacio – temporales. En el área de las planchas 44 y 52 se diferenciaron doce unidades de rango formación, algunas de las cuales se subdividieron en miembros. Las edades de las unidades varían del Cretácico Superior a Plioceno – Pleistoceno. La descripción se hace de más antiguo a más joven.

4.6 GEOLOGIA ESTRUCTURAL

El área de las planchas 44 Sincelejo y 52 Sahagún hace parte de dos provincias tectónicas; el Cinturón de San Jacinto al centro occidente y la Cuenca de San Jorge al suroriente. Estas dos provincias están limitadas por el lineamiento de Romeral. El Cinturón de San Jacinto es una faja replegada caracterizada por fallas inversas y de cabalgamiento, y pliegues apretados, que evidencian una dinámica comprevisa. La Cuenca de San Jorge se caracteriza por fallamiento normal, generado por una dinámica distensiva. En el área de las planchas sólo se tienen datos de superficie en la región central (Cinturón de San Jacinto) ya que la occidenal y suroriental (Cuenca de San Jorge) están cubiertas por sedimentos cuaternarios.

- Cinturón de San Jacinto

Es una faja alargada, de 360 km de longitud y 6 km de ancho (Duque – Caro, 1980) limitada al occidente por el lineamiento de Sinú y al oriente por lineamiento de Romeral (Duque – Caro, 1980). El área de las planchas 44 y 52 hace parte del extremo sur de Cinturón; en esta última recibe el nombre de San Jacinto.

- Fallas

Se presentan dos sistemas principales de fallas: longitudinales y transversales. Los primeros son los de mayor extensión, predominantemente inversos, de dirección NNE; éstos son desplazados por los segundos de menor extensión y de dirección E-W, WNW y ENE.

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

Se encuentran fallas como

- **Falla de Palmito**: Aflora al sureste del municipio del mismo nombre (Plancha 44). Tiene una longitud visible de 5 km; continúa hacia el sur en la Plancha 52. Afecta a rocas de la Formación Toluviejo. Es de ángulo alto (60o –70o E) y rumbo N30o E. Aunque no se observa planos de fricción, su relación con pliegues anticlinales invertidos (Plancha 52) parece indicar que se trata de una falla inversa, con buzamiento al SE.

- **Falla de Guaimí:** Se presenta al sureste de la plancha, entre las poblaciones de Guaimí y Varsovia. Continua hacia el sur en la Plancha 52. En la Plancha 44 tiene una longitud aproximada de 12 km, para luego desaparecer al noreste cubierta por sedimentos recientes. Se trata de una falla inversa de ángulo alto, (N20o – 50o E/65o - 90o) que pone en contacto rocas de la formación San Cayetano con rocas de la formación Carmen.

- **Falla de Toluviejo:** Recibe el nombre de esta población por la cual pasa su trazo. Se extiende desde Toluviejo hasta los límites con la Plancha 37. Es una falla de cabalgamiento de ángulo alto (60o – 80°) de rumbo N60o – 50o E y buzamiento al este. Pone en contacto rocas de la formación Toluviejo sobre las de la formación San Cayetano.

- **Falla de Palenquillo:** Deriva su nombre del arroyo del mismo nombre (Plancha 44, C-4, A-5) por cuyo curso se observa su trazo norte. Tiene una extensión de 16 km y se continua en la Plancha 37; su rumbo varía entre N10 E y N30o E, su buzamiento entre 48° y 81° al SW. Se observa planos estriados en arcillolitas de la Formación San Jacinto y areniscas de formación Maco que parecen indicar que se trata de una falla inversa con buzamiento hacia el oeste. Afecta rocas de las formaciones Maco y San Jacinto.

- **Falla de Chinulito:** Falla paralela a la de Palenquillo. Tiene una extensión de 15 km.

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

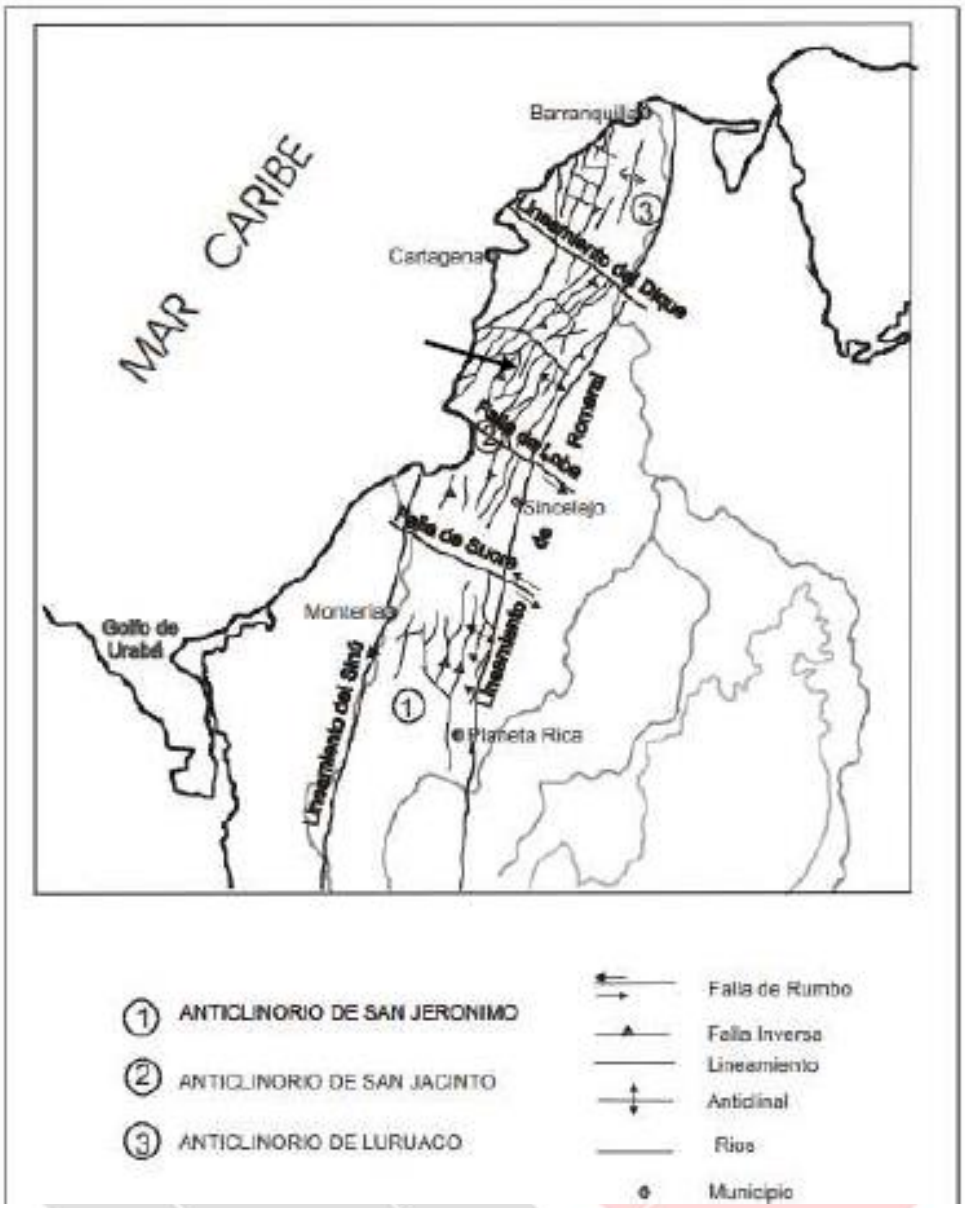


Imagen 13. Esquema estructural de cinturón de San Jacinto. Fuente: Sistema geológico colombiano plancha 44 y 52.

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

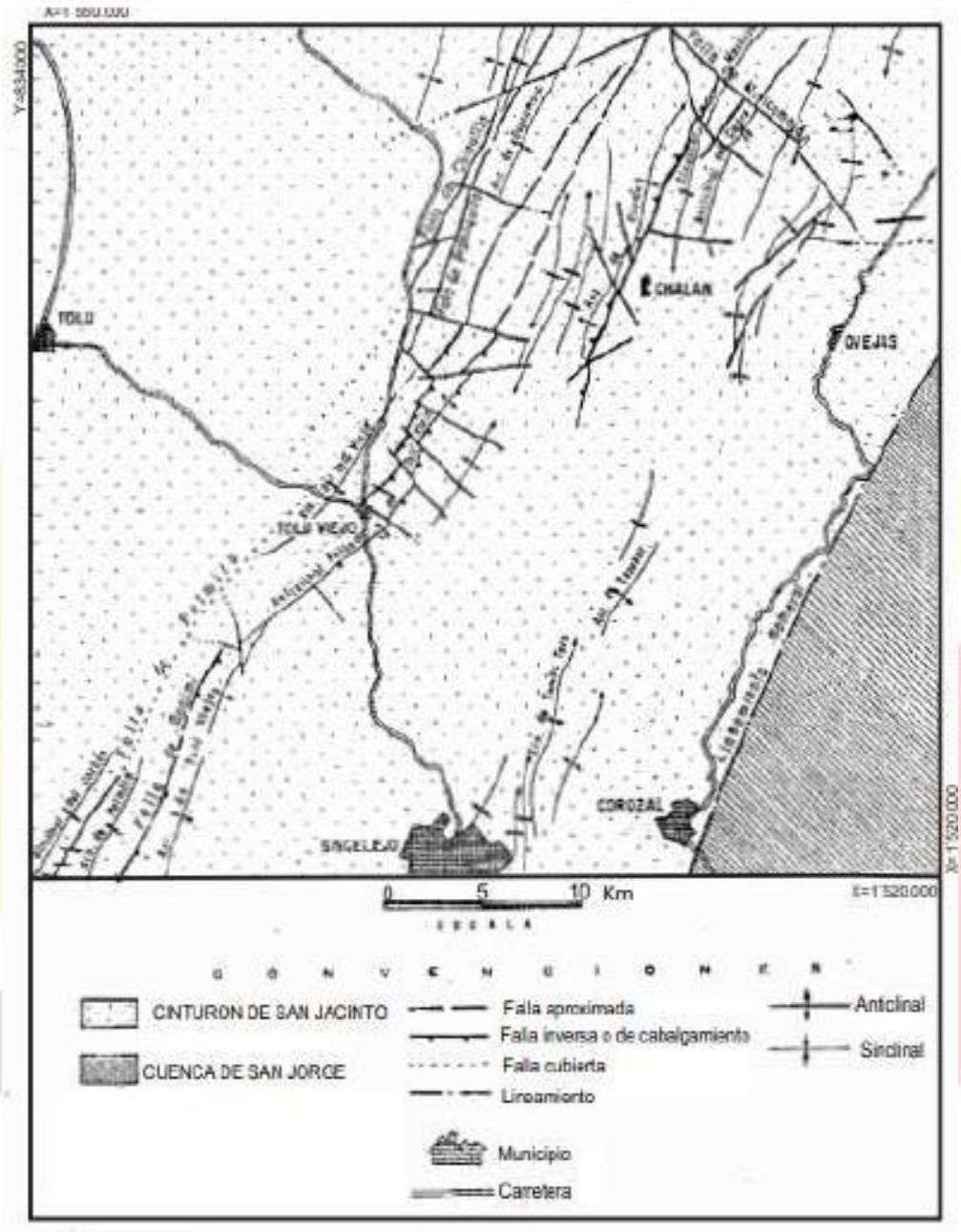


Imagen 14. Esquema estructural de la plancha 44. Fuente: Sistema geológico colombiano plancha 44 y 52.

- Lineamiento romeral:

Aunque no se observa mayores evidencias de su trazo en superficie, los registros gravimétricos y sísmicos evidencian su existencia. En el área de las planchas 44 y 52 constituye el límite oriental de la Provincia (Cinturón) de San Jacinto y el occidente de la provincia (Cuenca) de San Jorge.

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

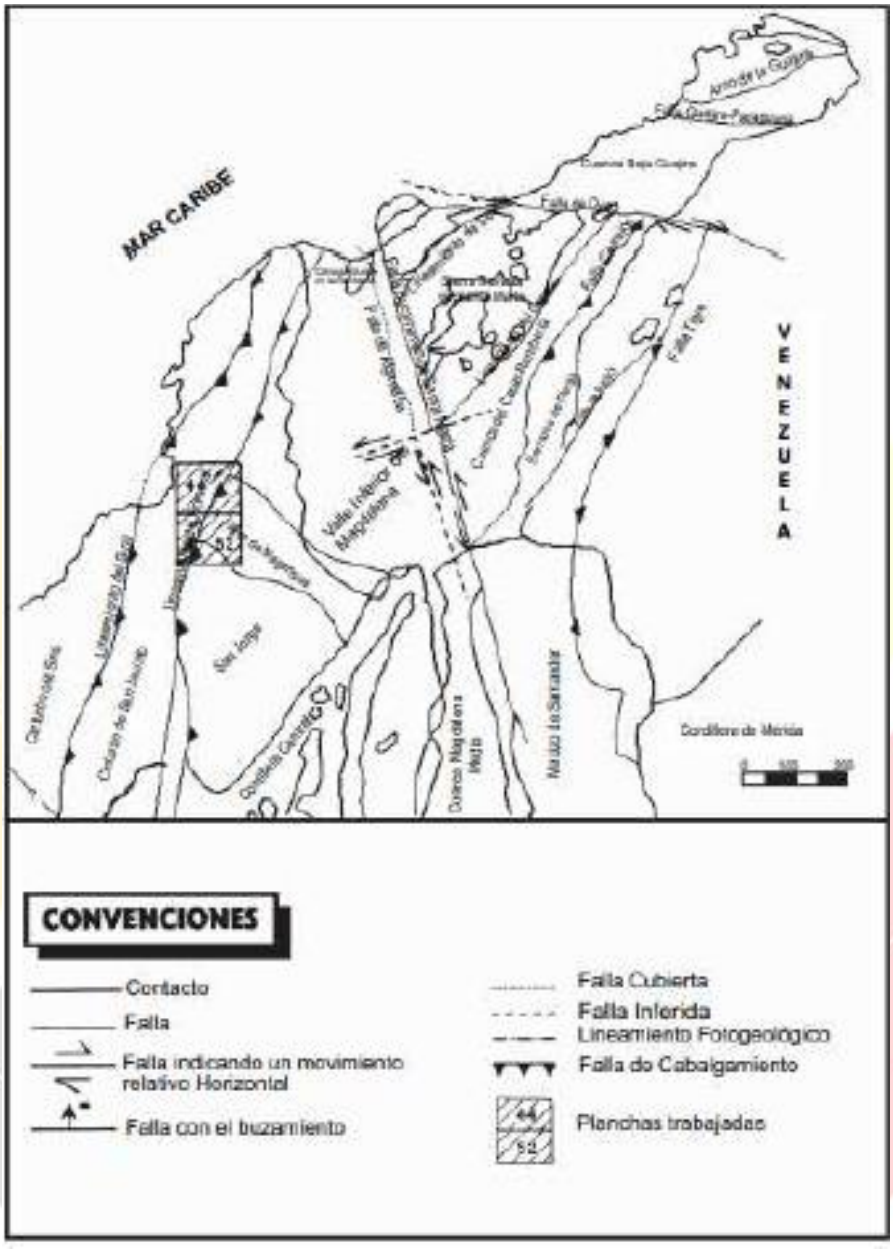


Imagen 15. Marco tectónico regional. Fuente: Sistema geológico colombiano plancha 44 y 52.

4.7 HIDROGRAFIA Y CLIMA

Los elementos hidrográficos más importantes del área de estudio son las aguas superficiales y subterráneas; estas últimas, por su invaluable importancia en los recursos del departamento, se incluyen en otro capítulo. Los Montes de María se pueden considerar como una divisoria de aguas; en la parte occidental de la

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

serranía los arroyos drenan sus aguas hacia el mar Caribe y en la parte oriental hacia el río Magdalena. Tanto en la zona montañosa como en las sabanas, los arroyos que son temporales corren impetuosos inmediatamente después de los fuertes aguaceros; en algunas áreas el agua se infiltra con gran rapidez, especialmente donde predominan calizas altamente fracturadas y facilitan la formación de manantiales como, por ejemplo, en los alrededores de Colosó, Toluviejo y Varsovia. La infiltración rápida de aguas superficiales obstaculiza la disponibilidad de aguas permanentes en épocas de sequía, lo cual genera grandes problemas para la agricultura y la ganadería. El clima de la región es típicamente tropical, con influencia de los vientos alisos que predominan durante algunos meses del año y determinan variaciones en temperatura, humedad relativa y precipitación. Las temperaturas fluctúan entre 24 y 32° C y la precipitación varía desde 858 mm en Toluviejo hasta 1.607 mm en Sincelejo. En términos generales, los meses de mayo a noviembre son los más lluviosos y el período seco está comprendido entre los meses de diciembre y marzo; en los meses de julio y agosto se registra un período menos lluvioso llamado el Veranillo de San Juan.

5 EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO

Para la caracterización geotécnica de los suelos que conforman el terreno sobre el cual se llevará a cabo el proyecto, se realizaron actividades de exploración mediante perforaciones manuales, ensayos de campo, ensayos de laboratorio y análisis de ingeniería, teniendo en cuenta los lineamientos del Código Colombiano de Construcciones Sismo – Resistentes NSR-10 en el Título H, capítulos H.2.1, H.3.1.1, H.3.2, Tabla H.3.2.-1 y Tabla H.3.1-1.

5.1 EXPLORACIÓN

Con el fin de evaluar las propiedades geomecánicas que conforman el suelo del sitio de estudio, se llevó a cabo un programa de exploración del subsuelo que consistió en realizar tres (3) sondeos manuales en diferentes localizaciones dentro del predio. Las perforaciones fueron identificadas como S1, S2 y S3 respectivamente.

Se tomaron muestras alteradas en bolsas plásticas para realizar ensayos de granulometría, humedad natural y límites de Atterberg; por otra parte; en campo se realizaron ensayos de penetración con una masa de 70 libras (300N), altura de caída promedio de 0,70 m, al cual se le aplicó la corrección pertinente para corresponder con el ensayo estándar.

Los resultados de las perforaciones y ensayos de laboratorio se encuentran en los registros del sondeo, donde la profundidad 0,00 m es la superficie del terreno. Los sondeos realizados para cada estructura prevista para el proyecto se localizan como se muestra a continuación:

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN



Imagen 16. Localización de perforaciones de exploración

SONDEO	LOCALIZACIÓN	
	NORTE	ESTE
S1	9°29'44.63"	75°21'8.47"
S2	9°29'45.18"	75°21'8.73"
S3	9°29'45.23"	75°21'8.26"

Tabla 4. Localización de perforaciones de exploración

5.2 NIVEL FREÁTICO

Uno de los aspectos que suele generar problemas con mayor frecuencia durante las etapas de excavación y construcción consiste en la existencia de agua subterránea, ya sea libre o confinada. La presencia de agua afecta negativamente las propiedades de los suelos, en este caso, en la exploración realizada **no se encontró nivel freático a una profundidad visible**.

Dado que el nivel freático no se encuentra presente y los valores de saturación del suelo son inferiores al 100%, se determina que el suelo en el proyecto debe ser analizado bajo el marco de la mecánica de suelos parcialmente saturados. Esta situación se debe a las fluctuaciones del nivel freático causadas por la interacción del suelo con su entorno, lo que resulta en una presión de poros de agua (uw) negativa. Por lo tanto, el comportamiento del suelo se rige por la capilaridad, también conocida como succión matricial.

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

La succión matricial está influenciada por el tamaño y distribución de las partículas, el tamaño de los poros y el grado de saturación del suelo. Además, la relación entre el contenido de agua y la succión es afectada por la cantidad de arcilla y la mineralogía del suelo. El perfil estratigráfico del estudio revela la presencia de material fino y granular, lo cual conduce a altos valores de succión matricial incluso con bajos contenidos de agua, lo que es típico de suelos arcillosos. Para reducir la capilaridad que podría afectar la cimentación superficial, se recomienda colocar una capa de material granular con un espesor mínimo de 10 cm por debajo de la cota de desplante.

5.3 ENSAYOS DE LABORATORIO

Con el fin de establecer las propiedades geotécnicas e índice de los suelos del depósito, se estableció un programa de ensayos de laboratorio. Se tuvo en cuenta que los ensayos realizados se efectuaron con una norma de referencia, que para el caso es aceptable normas vigentes del Instituto Nacional de Vías (INVIAS) o de las Normas Técnicas Colombianas NTC. El programa de ensayos incluyó:

SONDEO		NORMA		
	INV E - 111 - 13	INV E - 122 - 13	INV E - 124 – 13	INV E - 125 - 13
S1	3	3	3	3
S2	3	3	3	3
S3	2	2	2	2

NORMA	ENSAYO
INV E - 111 - 13	ENSAYO DE PENETRACIÓN NORMAL SPT Y MUESTREO DE SUELOS CON TUBO PARTIDO
INV E - 122 - 13	HUMEDAD NATURAL
INV E - 124 - 13	LAVADO SOBRE TAMIZ N°200
INV E - 125 - 13	LÍMITES DE ATTERBERG

Tabla 5. Número y ensayos realizados.

Los resultados de los ensayos de laboratorio realizados se resumen en la siguiente tabla:

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

sondeo	profundidad (m)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	Pasa 200 (%)	Humedad (%)	γd (t/m3)	CLASIFICACION USCS	CLASIFICACION AASHTO
S1	1	76,35	24%	52%	94,60	31,11	1,69	CH	A-7-6
	2	84,83	34%	51%	97,30	30,12	1,55	CH	A-7-6
	3	86,72	36%	50%	98,20	28,07	1,57	CH	A-7-6
S2	1	77,01	33%	44%	97,00	32,83	1,53	CH	A-7-5
	2	81,56	33%	49%	96,80	31,87	1,55	CH	A-7-5
	3	77,91	31%	47%	95,90	31,22	1,60	CH	A-7-6
S3	1	77,74	35%	43%	93,80	26,40	1,48	CH	A-7-6
	2	75,77	34%	41%	91,20	28,43	1,56	CH	A-7-5

Tabla 6. Resultados ensayos realizados

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

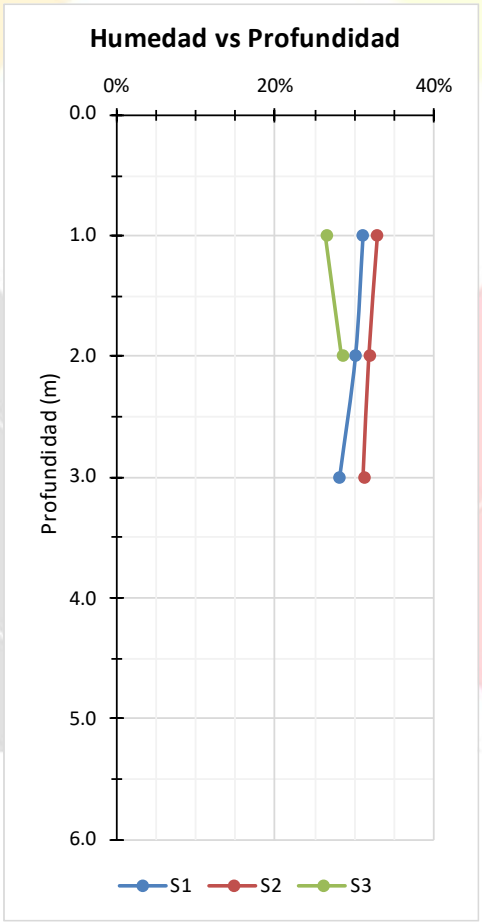
6 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

La caracterización geotécnica comprende la clasificación de los suelos y el análisis de las propiedades geomecánicas de los suelos identificados, además, incluye la determinación de los perfiles estratigráficos. Posterior a este análisis, será posible elaborar los cálculos de capacidad y diseños geotécnicos para las diferentes estructuras del proyecto.

6.1 PRUEBAS DE CARACTERIZACIÓN

6.1.1 Humedad natural

Este ensayo tiene como finalidad la determinación del contenido de agua expresado como porcentaje en una muestra de suelo, siendo una de las características más importantes para explicar el comportamiento de este, algunos de estos cambios pueden ser cambios de volumen, cohesión y estabilidad mecánica. Los resultados y la variación de la humedad por sondeo se muestran en la Gráfica 1.



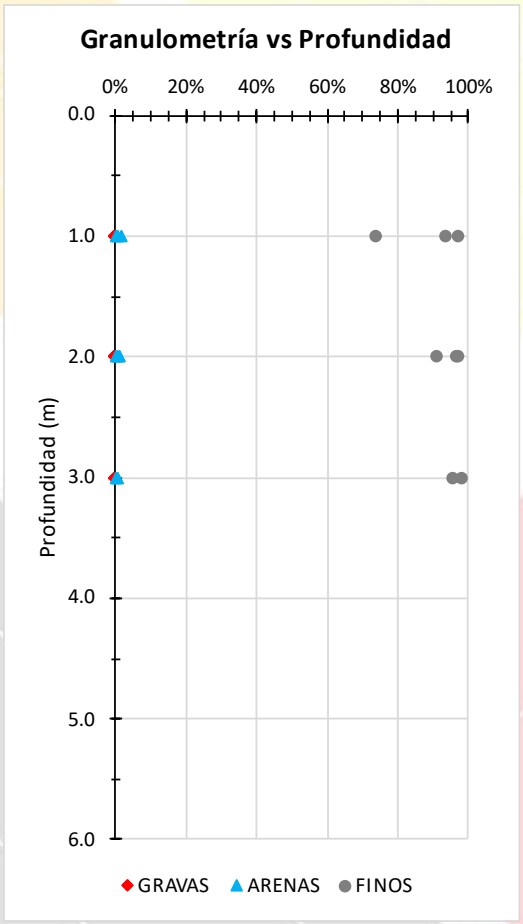
Gráfica 1. Variación de la humedad natural con la profundidad

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

En la gráfica de humedad vs. Profundidad se aprecia que el suelo en general presenta humedades variables entre el 26% y el 33%, sin presentar cambios abruptos en la profundidad explorada. El valor pico de humedad (32.83%) se encuentra a 1.00 m de la superficie, en la localización del sondeo 2. El valor promedio de humedad de las tres localizaciones de perforación es de 30%.

6.1.2 Granulometría

Este ensayo determina la gradación del grano que compone el material, su determinación se hace mediante el paso del material a través de mallas de diferentes tamaños, que actúan como filtro reteniendo el material más grueso.



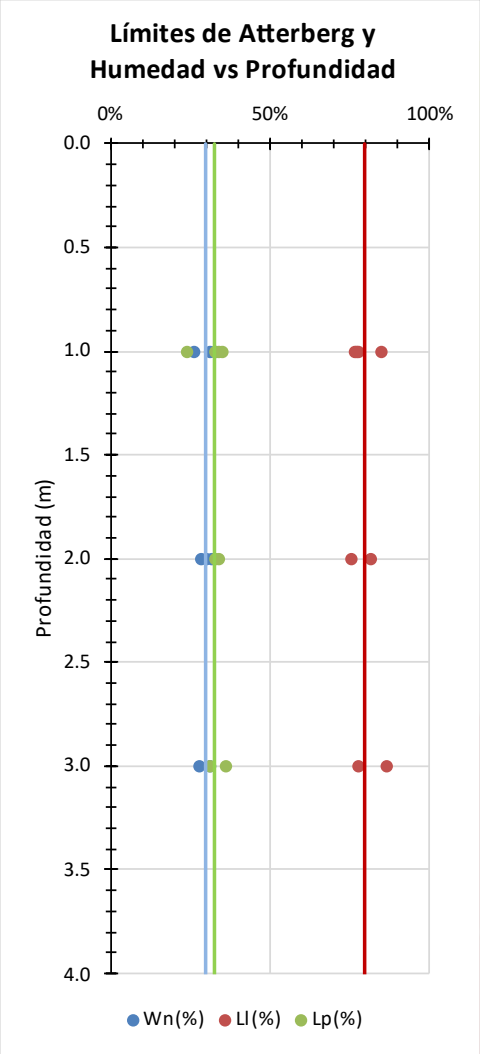
Gráfica 2. Variación de la granulometría con la profundidad

La gráfica de granulometría vs. profundidad muestra que la composición del suelo es predominantemente fina, correspondiente a arcillas de alta plasticidad; el material granular de tamaño arena varía entre el 0% y el 1.5%, el material fino se encuentra entre el 91% y hasta el 98%, y la presencia de material tamaño grava es de 0% en toda la profundidad de exploración.

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

6.1.3 Límites de Consistencia

Los límites de consistencia permiten caracterizar el comportamiento de la fracción fina del suelo. Estos límites indican el comportamiento del suelo en función del contenido de humedad que presentan:

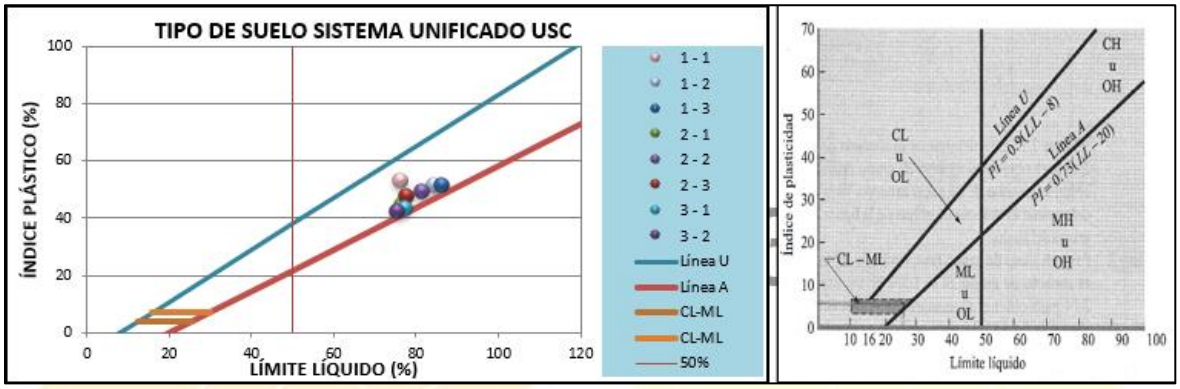


Gráfica 3. Distribución de límites de consistencia

En la gráfica anterior, se presenta la distribución de los valores de límite líquido y límite plástico obtenidos para las diferentes muestras evaluadas en comparación con los valores de humedad encontrados en el ensayo de humedad, obteniendo como resultado que el valor promedio de humedad de las muestras se concentra por debajo del valor promedio del límite plástico, y por encima del valor promedio del límite líquido, indicando una consistencia plástica a liquida. Se presentan valores promedio de 30% de humedad natural, limite liquido 80% y limite plástico 33%.

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

A continuación, se presenta la gráfica donde se ubican los resultados de la clasificación sobre las muestras ensayadas (límites de consistencia), en la carta de plasticidad para los sondeos realizados:



Gráfica 4. Resultados carta de plasticidad, sondeos manuales S1, S2 y S3.

Los resultados de límites obtenidos muestran que la clasificación para la fracción fina del suelo corresponde principalmente a **arcillas de alta plasticidad (CH).**

Índice de Plasticidad %							
SONDEO MUESTRA	Profundidad		Límite Líquido %	Límite Plástico %	Índice de Plasticidad %	Tipo de Suelo	Tipo de Suelo
S-M	P (m)		LI	Lp	Ip	TS	NOMBRE
1 - 1	0.00	1.00	76	24	52	CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad
1 - 2	1.00	1.00	85	34	51	CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad
1 - 3	2.00	3.00	87	36	51	CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad
2 - 1	0.00	1.00	77	33	44	CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad
2 - 2	1.00	2.00	82	33	49	CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad
2 - 3	2.00	3.00	78	31	47	CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad
3 - 1	0.00	1.00	78	35	43	CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad
3 - 2	1.00	2.00	76	34	42	CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad

Tabla 7. Valores de límites líquidos e Índice de plasticidad

6.1.4 Standard Penetración Test (SPT)

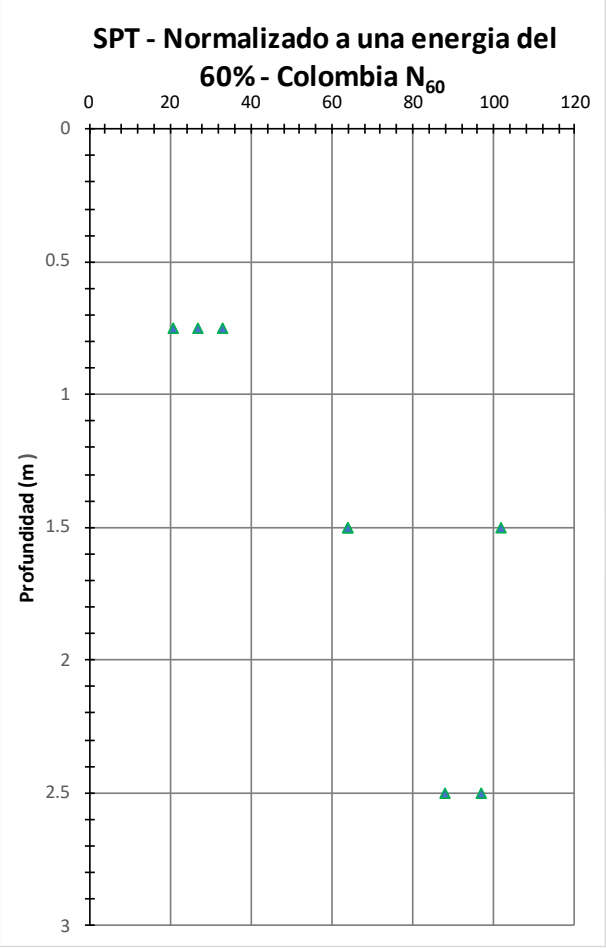
Este ensayo, es un ensayo de campo que mide la resistencia a la penetración del terreno mediante la hinca dinámica de un sacamuestras con forma normalizada. Consiste en medir el número de golpes necesario para que se introduzca a una determinada profundidad con cuchara partida o Split Spoon, que permite tomar una muestra en su interior, naturalmente alterada.

A partir de los ensayos de SPT realizados en los sondeos, se ha elaborado la Gráfica, que correlaciona los resultados de N_{60} con la profundidad de ejecución. En este gráfico se han incorporado los valores de golpeo necesarios para obtener muestras alteradas a 45 cm de penetración, considerando los valores del golpeo de los últimos 30 cm al 60% de energía para la obtención del N_{60}.

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

SONDEO	PROF. INICIAL [m]	PROF. FINAL [m]	N_{campo}	N_{60}	N_{45}
1	0.5	1.0	19	21	28
1	1	2.0	68	64	86
1	2	3.0	122	97	129
2	0.5	1.0	24	27	36
2	1	2.0	68	64	86
2	2.0	3.0	110	88	117
3	0.5	1.0	29	33	44
3	1.0	2.0	107	102	135

Tabla 8. Valores de N_{campo} y N_{60}, ensayos SPT realizados en todos los sondeos



VALORES NORMALIZADOS AL 60% N60	
Data Number	5
Minimum	21
Maximum	64
Mean	38
Median	33
Standard Desviation	20.7

Gráfica 5. Valores de golpeo N_{60} - Ensayo SPT

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

En la Tabla 8 y la Gráfica 5, se pueden identificar valores de N_{60} entre 21 y hasta 64, con un valor promedio de 7 el cual corresponde a una consistencia **DURA** en toda la profundidad del estrato.

CONSISTENCIA	N (SPT)
Muy Blanda	< 2
Blanda	2 a 4
Mediana	4 a 8
Compacta	8 a 15
Muy compacta	15 a 30
Duro	> 30

Tabla 9. Consistencia del suelo a partir de los datos de SPT

6.2 PERFIL ESTRATIGRÁFICO

Según los registros de campo y ensayos de laboratorio, en los diferentes sondeos se encontraron materiales con las siguientes características:

- **Sondeo N° 1:** A partir del nivel superficial del sitio de estudio, se identifica una capa de material compuesta por arcilla inorgánica de alta plasticidad color pardo hasta la profundidad explorada de 3.00 m, correspondiente a un suelo residual derivado de la descomposición insitu; el material no presenta mayor cambio ni en apariencia ni en comportamiento, a esta profundidad se dio por terminada la exploración. No se encontró presencia de agua en toda la profundidad de la perforación.

- **Sondeo N° 2:** A partir del nivel superficial del sitio de estudio, se identifica una capa de material compuesta por arcilla inorgánica de alta plasticidad color pardo hasta la profundidad explorada de 3.00 m, correspondiente a un suelo residual derivado de la descomposición insitu; el material no presenta mayor cambio ni en apariencia ni en comportamiento, a esta profundidad se dio por terminada la exploración. No se encontró presencia de agua en toda la profundidad de la perforación.
- **Sondeo N° 3:** A partir del nivel superficial del sitio de estudio, se identifica una capa de concreto de 10 cm y después de lo cual se encuentra una capa de material compuesta por arcilla inorgánica de alta plasticidad color pardo hasta la profundidad explorada de 2.00 m, correspondiente a un suelo residual derivado de la descomposición insitu; el material no presenta mayor cambio ni en apariencia ni en comportamiento, a esta profundidad se dio por terminada la exploración. No se encontró presencia de agua en toda la profundidad de la perforación.

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

El perfil de suelo se define con base en la variación de las propiedades mecánicas con la profundidad. A partir del nivel del terreno y, de acuerdo con las actividades de exploración realizadas, se clasifica el perfil estratigráfico.

Luego de analizar la información obtenida en campo y en laboratorio se estableció que la estratigrafía presente en la zona de estudio es la siguiente:

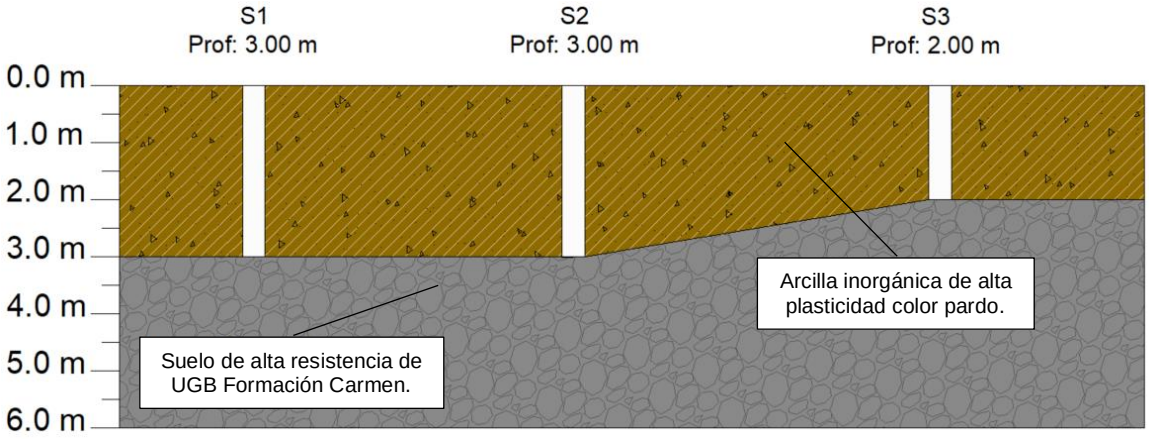


Imagen 17. Esquema perfil de suelo

CLASIFICACIÓN USCS	CLASIFICACIÓN AASHTO	SONDEO	DESCRIPCIÓN	COLOR	PROFUNDIDAD (m)	UNIDAD GEOLOGICA
CH	A-7-6	S1	Estrato homogéneo de arcillas color pardo, no se encntró presencia de nivel freático, y posee alta resistencia a profundidad.		3.0	UGS - Suelo residual
CH	A-7-6					
CH	A-7-6					
CH	A-7-5	S2	Estrato homogéneo de arcillas color pardo, no se encntró presencia de nivel freático, y posee alta resistencia a profundidad.		3.0	UGS - Suelo residual
CH	A-7-5					
CH	A-7-6					
CH	A-7-6	S3	Estrato homogéneo de arcillas color pardo, no se encntró presencia de nivel freático, y posee alta resistencia a profundidad.		2.0	UGS - Suelo residual
CH	A-7-5					

Imagen 18. Propiedades de perfil de suelo

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

7 PARÁMETROS GEOTÉCNICOS PARA MODELACIÓN

Para evaluar la cimentación nueva, se solicitan los siguientes parámetros de los suelos:

7.1 PESO UNITARIO

El peso unitario está definido como la masa del cuerpo por unidad de volumen. Este parámetro varía en función del contenido de agua que tenga el suelo así: húmedo (no saturado), saturado y seco.

$$\gamma = \frac{W}{V}$$

Para los suelos de los estratos de apoyo, se obtienen los siguientes valores de peso unitario:

Sondeo-Muestra	Profundidad (m)	Peso Unitario Húmedo (kN/m^3)	Peso Unitario Seco (kN/m^3)
S1 - M1	0.00 - 1.00	22.10	16.90
S1 - M2	1.00 - 2.00	20.20	15.50
S1 - M3	2.00 - 3.00	20.10	15.70
S2 - M1	0.00 - 1.00	20.30	15.30
S2 - M2	1.00 - 2.00	20.50	15.50
S2 - M3	2.00 - 3.00	21.00	16.00
S3 - M1	0.00 - 1.00	18.70	14.80
S3 - M2	1.00 - 2.00	20.00	15.60
γ_{prom} (kN/m^3)		20.36	15.66

Tabla 10. Peso Unitario del suelo

Para el suelo del estrato de apoyo, se obtiene un valor de peso unitario húmedo de **Ɣ = 2.036 g/cm^3 (20.36 kN/m^3)**.

7.2 ÁNGULO DE FRICCIÓN EFECTIVA

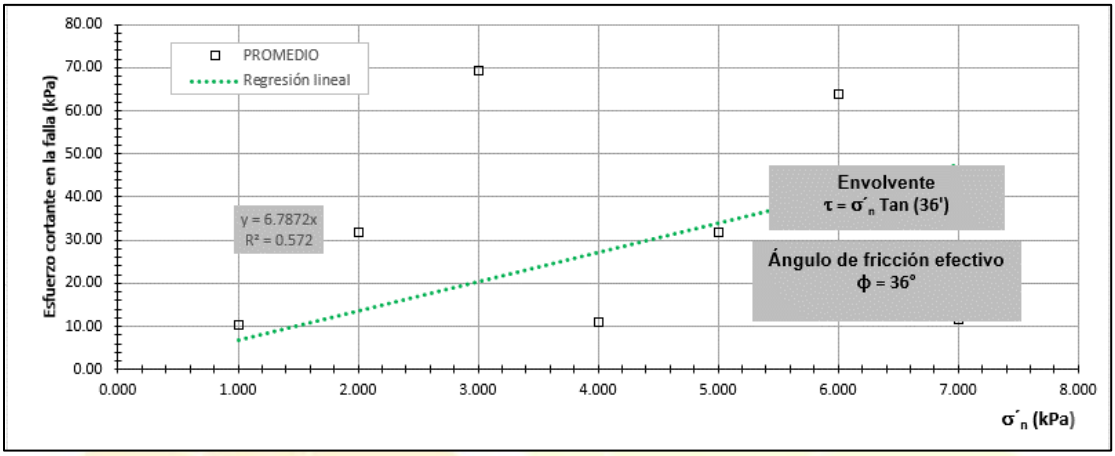
Para el cálculo del ángulo de fricción efectiva del subsuelo del subsuelo, se aplicaron las metodologías de autores conocidos tales como Kishida, Peck, Peck et all, JNR y JRB:

En el caso de las expresiones empleadas para el cálculo del ángulo de fricción efectiva, se emplearon la siguiente:

Peck Et all:

$$\emptyset' eq = 26.25 * (2 - \exp\left(-\frac{N1_{45}}{62}\right))$$

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN



SONDEO	PROF. INICIAL [m]	PROF. FINAL [m]	ÁNGULO EFECTIVO TOTAL ENVOLVENTE [°]
			Peck, et all
1	0.50	1.00	35.79
1	1.00	2.00	45.94
1	2.00	3.00	49.22
2	0.50	1.00	37.81
2	1.00	2.00	45.94
2	2.00	3.00	48.46
3	0.50	1.00	39.38
3	1.00	2.00	49.57

ÁNGULO DE FRICCIÓN ϕ'	
Mean	44
Mínimo	36
Máximo	50

Gráfica 6. Determinación del ángulo de fricción efectiva del subsuelo

Debido a que el estrato de apoyo consta de suelos finos principalmente, correspondiente a arcillas de baja plasticidad con presencia de arena, se obtiene un ángulo de fricción para la parte granular de 44°, pero par efectos de capacidad portante se escoge el valor mínimo de **ángulo de fricción efectiva de 36°.**

7.3 MÓDULO DE ELASTICIDAD

Es una medida de firmeza o rigidez del suelo. El suelo no es un material elástico, no se deforma de manera lineal, pero el módulo de elasticidad E, puede obtenerse como tangente de la curva de carga de suelos para deformaciones pequeñas, más allá de lo cual, el comportamiento pasa a ser plástico y no es posible emplear este módulo.

Para el cálculo de los módulos de elasticidad del subsuelo, se aplicaron las metodologías de autores como Bowles, Schmertmann y Kulhawy and Mayne para obtener los valores de los módulos de elasticidad del subsuelo:

Bowles (1996):

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

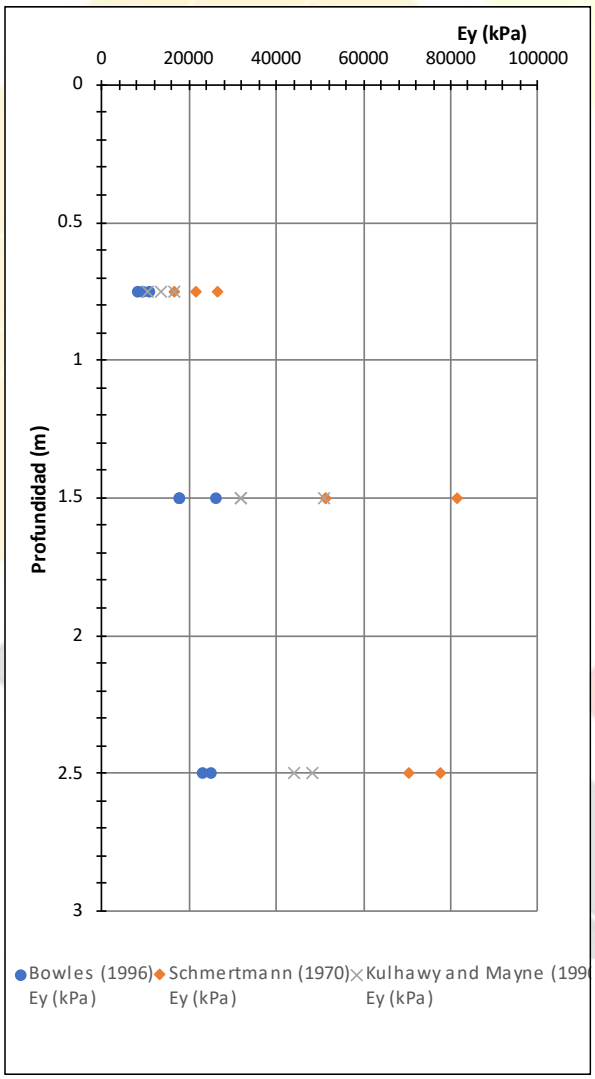
$$E\ (kPa) = 225 * (N1_{60} + 15)$$

Schmertmann (1970):

$$E\ (kPa) = 8 * N1_{60} * 100$$

Kulhawy and Mayne (1990):

$$E\ (kPa) = 5 * N1_{60} * 100$$



Ey (kPa) - Teórico	
Mean value	32642
Relative Min.	8100
Relative Max.	81600

Gráfica 7. Modulo elástico del subsuelo

Se toma un valor de **32642 kPa (32.642 MPa)** como Módulo de Elasticidad.

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

7.4 COHESION EFECTIVA

A partir de los valores de SPT, una vez corregido el número de campo N_{campo}, se procede a estimar los parámetros de resistencia del subsuelo con la aplicación de metodologías de reconocidos autores tales como Stroud, Sower, Sirvikaya y Torol y Szachy y Vargi, que correlacionan los valores de N_{campo}, N_{60} y N_{45} con características del suelo tales como sus propiedades índices, obteniendo los siguientes valores de cohesión efectiva del suelo correspondientes.

Para el cálculo de cohesión efectiva, se aplicó la metodología de autor como Seed e Idriss (1971). En el caso de la expresión empleada para el cálculo de la cohesión efectiva, se empleó la siguiente:

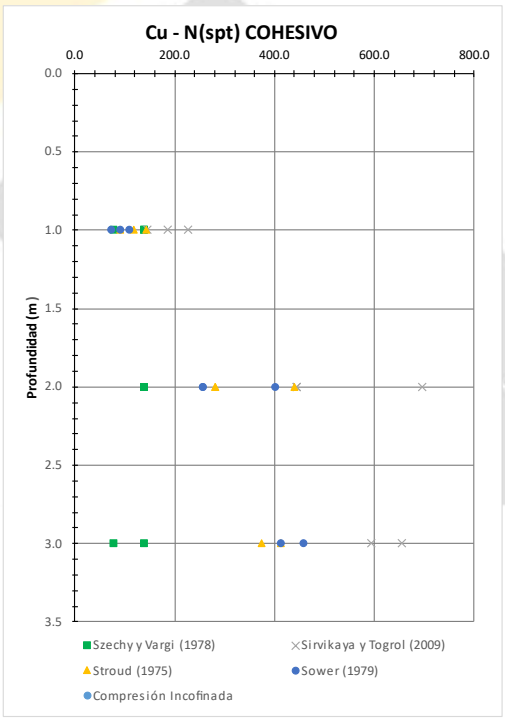
Seed e Idriss:

$$c' = 0.44 * (N45 - 8))$$

PARÁMETROS EFECTIVOS DE RESISTENCIA - SPT EN SUELO COHESIVO

SONDEO	TIPO MUESTRA	PROF. INICIAL [m]	PROF. FINAL [m]	N_{campo}	PESO UNITARIO [kN/m³]	ESFUERZO TOTAL [kN/m²]	N.F [m]	ESFUERZO EFEC. [kN/m²]	N_{70}	N_{60}	N_{45}	Wn (%)	PROPIEDADES INDICE (%)			IC	CONSISTENCIA	α	ID	C' - N(SPT) COHESIVO (kPa)
													LL	LP	IP					Seed e Idriss (1971)
1	SS	0.50	1.00	19	20.4	15.27	6	15.27	18	21	28	31.1	76	24	52	1	FIRME	0.043	ALTA PLASTICIDAD	8.80
1	SS	1.00	2.00	68	20.4	30.54	6	30.54	55	65	86	30.1	85	34	51	1	MUY FIRME	0.043	ALTA PLASTICIDAD	34.32
1	SS	2.00	3.00	122	20.4	50.90	6	50.90	83	96	129	28.1	87	36	51	1	MUY FIRME	0.043	ALTA PLASTICIDAD	53.24
2	SS	0.50	1.00	24	20.4	15.27	6	15.27	23	27	36	32.8	77	33	44	1	FIRME	0.043	ALTA PLASTICIDAD	12.32
2	SS	1.00	2.00	68	20.4	30.54	6	30.54	55	65	86	31.9	82	33	49	1	MUY FIRME	0.043	ALTA PLASTICIDAD	34.32
2	SS	2.00	3.00	110	20.4	50.90	6	50.90	75	87	116	31.2	78	31	47	1	MUY FIRME	0.043	ALTA PLASTICIDAD	47.52
3	SS	0.50	1.00	29	20.4	15.27	6	15.27	28	33	43	26.4	78	35	43	1	MUY FIRME	0.043	ALTA PLASTICIDAD	15.40
3	SS	1.00	2.00	107	20.4	30.54	6	30.54	87	102	136	28.4	78	34	44	1	MUY FIRME	0.043	ALTA PLASTICIDAD	56.32

Tabla 11. Valores de cohesión efectiva



VALORES C' COHESIVO	
Data Numbe	32
Minimum	8.80
Maximum	1089.00
Mean	32.78
Median	219.52
Stan. Desves	297.64

Gráfica 8. Cohesión efectiva no drenado del subsuelo (kPa)

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

De acuerdo con la información de cohesión efectiva (C') obtenida a partir de los ensayos de SPT realizados para el subsuelo, se define la resistencia del perfil de suelo de apoyo normalizado así:

C' = 32.78 kN/m^2 = 3.278 Ton/m^2

7.5 MÓDULO DE POISSON Y EMPUJES SOBRE EL TERRENO

La presión en reposo, representada por K_o, es la presión horizontal del terreno. Esta puede ser medida directamente por el test dilatometrico (DMT) o por un "borehole pressuremeter tester" (PMT). Estos ensayos son costosos, y por eso se usan relaciones empíricas para predecir el resto de las presiones que son más difíciles de obtener y que dependen generalmente del ángulo de rozamiento interno.

Aplicando

$$Ko = 1 - sen\phi$$

Se calcula la relación de Poisson como:

$$\mu = \frac{Ko}{1 + Ko}$$

El módulo de corte está dado por:

$$G = \frac{Es}{2\,(1 + \mu)}$$

El estado activo ocurre cuando existe una relajación en la masa de suelo que lo permite moverse hacia fuera del espacio que limitaba la tensión del suelo (por ejemplo, un muro de concreto que se rompe); esto es que el suelo está fallando por extenderse. Esta es la presión mínima a la que el suelo puede ser sometido para que no se rompa. Al contrario, el estado pasivo ocurre cuando la masa de suelo está sometida a una fuerza externa que lleva al suelo a la tensión límite de confinamiento. Esta es la máxima presión a la que puede ser sometida un suelo en el plano horizontal.

<u>Coeficientes de empuje de Rankine:</u>

Coeficiente de presión activa de Rankine:

$$Kd = \cos\beta\ \frac{cos\beta - (cos^2\beta - cos^2\phi)^{\frac{1}{2}}}{cos\beta + (cos^2\beta - cos^2\phi)^{\frac{1}{2}}}$$

Coeficiente de presión pasiva de Rankine:

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

$$Kd = \cos\beta \frac{cos\beta + (cos^2\beta - cos^2\phi)^{\frac{1}{2}}}{cos\beta \mp (cos^2\beta - cos^2\phi)^{\frac{1}{2}}}$$

En el caso en que β=0°, las ecuaciones anteriores se simplifican como:

$$Kd = tan^2(45 - \frac{\phi}{2})$$

$$Kp = tan^2(45 + \frac{\phi}{2})$$

Con los valores obtenidos se elabora la siguiente tabla se presentan parámetros para los estratos 1 y 2, ya que no se proveen excavaciones a mayor profundidad, los parámetros son:

PARAMETROS GEOTÉCNICOS			
Υ	22.36	kN/m3	Peso específico
ϕ'	36	°	Angulo de friccion interna del material
Es	32.6	Mpa	Modulo de Elasticidad del suelo
μ	0.292		Relacion de Poisson
G	0.013	Mpa	Modulo de corte del suelo
Ko	0.412		Presion de reposo
Kd	0.260		Coeficiente de presion activa de Rankine
Kp	3.852		Coeficiente de presion pasiva de Rankine
E_{edo}	43	Mpa	Modulo Edométrico
β	0.759	°	Angulo de dispersión

Tabla 12. Parámetros empuje de tierras.

7.6 RESUMEN DE PARÁMETROS DE DISEÑO

De acuerdo con el capítulo H.2.5 de la NSR-10, el subsuelo se puede catalogar como cohesivo, de acuerdo con el sistema de clasificación unificada de suelos U.S.C.S.

Teniendo en cuenta los anteriores análisis y tomando como referencia los diferentes estudios realizados en la zona, se recomiendan los siguientes valores para los parámetros de diseño:

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

ESTRATO	PROFUNDIDAD		DESCRIPCIÓN DEL ESTRATO	PESO UNITARIO (Y')		MODULO DE ELASTICIDAD (E)	COHESIÓN EFECTIVA (C')	ANGULO DE FRICCIÓN	Ko	Ka	Kp
				HUMEDO	SECO						
	INICIO	FIN		kN/m3	kN/m3	kPa	kPa	φ'			
1	0.0	3.0	Arcilla inóganica de alta plasticidad color pardo	20.36	15.66	32642	32.78	36	0.412	0.260	3.852

Nota: Los valores de cohesión y ángulo de fricción consignados en la presente tabla no cuentan con la aplicación del factor de seguridad directo.

Tabla 13. Resumen de parámetros de diseño

8 DISEÑO CIMENTACIÓN

8.1 ESTRATO DE APOYO, TIPO DE CIMENTACIÓN Y PROFUNDIDAD

A continuación, se presenta la capacidad portante para elementos continuos y aislados. Para las estructuras proyectadas, las cargas serán transmitidas a través de columnas a la cimentación, que estará compuesta por:

Estrato de apoyo Estructura
Este sistema estará apoyado sobre estratos de material compuesto por arcillas inorgánicas de baja plasticidad color pardo.

Cimentación recomendada

Zapatas unidas mediante vigas de cimentación que funcione como retícula de esta.

Profundidad de desplante
La cimentación contará con una profundidad de desplante mínima de 0.50 m.

8.2 CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO ELEMENTOS SUPERFICIALES.

Se hizo el análisis de capacidad portante de cimientos superficiales, en la que se aplicaron factores definidos en H.2.4.3 y H.4.7, de NSR-10 y las condiciones particulares del proyecto.

Se realizó el cálculo de la capacidad portante con una profundidad de cimentación de 0.5 m. Se evaluaron los asentamientos que podrían generarse con estas capacidades. No obstante, los valores de asentamiento resultantes no cumplen con los límites permitidos por la normativa vigente. Por lo tanto, se procede a aplicar un factor reductor a la capacidad portante hasta alcanzar los niveles de asentamiento aceptables según la normativa, lo que origina la capacidad portante por estados límites de servicio.

Al realizar el análisis y la comparación de diferentes Df, se observa que no generan grandes afectaciones o variaciones de la capacidad portante por estados límites de

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

servicio ya que este depende de dicho factor reductor de la capacidad por estados límites de falla. El factor reductor es de 27.

- Ancho de zapata: B ≥ 1.00 m
- Alto de zapata: H mín = 0.30 m
- Estrato de apoyo: Arcilla de alta plasticidad color pardo.

Para el diseño de la cimentación se debe revisar la capacidad de soporte variable de acuerdo con la profundidad final de la cimentación, la presión transmitida por la cimentación no deberá ser mayor a la capacidad de soporte admisible.

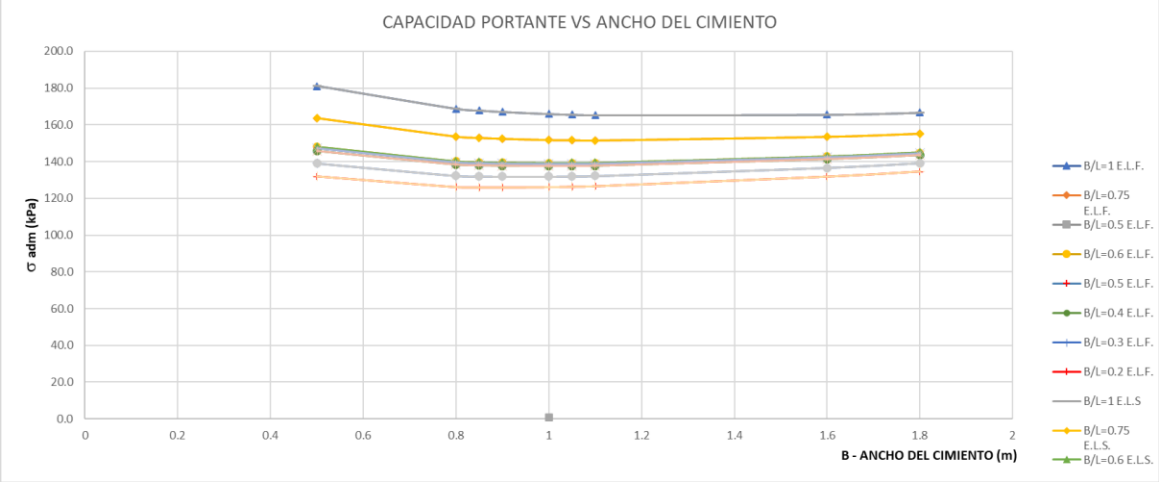
PROPIEDADES DEL SUELO		
C'	32.78	kPa
ϕ'	36	°
$\gamma_{excav.}$	20.36	kN/m^3
DF	0.5	m

Tabla 14. Parámetros geotécnicos estimados para capacidad portante

DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE (kPa)										
TEORIA DE HANSEN Y MEYERHOF, VESIC										
ANÁLISIS PARA CIMIENTOS CUADRADOS, RECTANGULARES Y CONTINUOS										
$\sigma u = CNcF_{cs}F_{cd}F_{ci} + qNqF_{qs}F_{qd}F_{qi} + 0.5\gamma BN\gamma F_{\gamma s}F_{\gamma d}F_{\gamma i}$										
VALORES DE CAPACIDAD ADMISIBLE DE SEGURIDAD σadm (kPa) *Estados límites de Servicio										
TIPO DE CIMIENTO	RELACIÓN B/L	ANCHO DEL CIMIENTO B (m)								
		0.5	0.8	0.85	0.9	1	1.05	1.1	1.6	1.8
CUADRADO	1	181.09	**168.83**	**167.89**	**167.12**	**166.01**	**165.63**	**165.34**	165.61	166.67
RECTANGULAR	0.75	163.53	153.62	152.95	152.44	151.80	151.63	151.55	153.53	155.18
CONTINUO	0.53	148.07	140.23	139.81	139.52	**139.29**	139.31	139.41	142.90	145.06
	0.52	147.37	**139.62**	139.21	138.94	138.72	138.75	138.86	142.42	144.60
	0.5	145.96	**138.41**	138.02	137.76	137.59	137.63	137.75	141.45	143.68
	0.4	138.94	132.32	132.04	131.89	131.90	132.04	132.24	136.62	139.08
	0.3	131.91	126.24	126.07	126.02	126.22	126.44	126.72	131.79	134.48

Tabla 15. Valores de capacidad portante del terreno en kPa, Df = 0.50 m

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN



Gráfica 9. Ábaco de presiones admisibles

La capacidad portante admisible de seguridad por metro cuadrado es de **166.01kPa (16.601 Ton-f/m^2).**

La cimentación requerida se encuentra entre las opciones presentadas en las tablas de capacidad portante. De acuerdo con las CARGAS A CIMENTACIÓN que presente la estructura con reforzamiento anteriormente mostradas las cargas son menores a **800 kN** (de acuerdo con lo expuesto en el numeral 3.2).

VALORES DE CARGA ADMISIBLE (kN)										
TIPO DE CIMIENTO	RELACIÓN B/L	ANCHO DEL CIMIENTO B (m)								
		0.5	0.8	0.85	0.9	1	1.05	1.1	1.6	1.8
CUADRADO	1	45.27	108.05	121.30	135.37	166.01	182.61	200.06	423.97	540.01
RECTANGULAR	0.75	54.51	131.09	147.34	164.64	202.40	222.90	244.49	524.06	670.36
CONTINUO	0.53	69.84	169.34	190.59	213.24	262.82	289.80	318.27	690.25	886.78
	0.52	70.85	171.85	193.42	216.42	266.78	294.18	323.11	701.15	900.97
	0.5	72.98	177.16	199.43	223.18	275.18	303.48	333.36	724.24	931.04
	0.4	86.83	211.72	238.50	267.08	329.76	363.92	400.01	874.38	1126.56
	0.3	109.92	269.31	303.61	340.25	420.73	464.65	511.10	1124.61	1452.42

Tabla 16. Valores de carga admisible en kN. Df = 0.50 m

8.3 ANÁLISIS DE ASENTAMIENTOS

8.3.1 Asentamientos inmediatos

Se realiza el cálculo con base en la teoría de la elasticidad para los asentamientos inmediatos:

$$S = \frac{B\, q_o}{E}(1-\nu^2)\,\alpha_{prom}$$

Donde:
S = Asentamiento inmediato o elástico

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

B = Ancho del cimiento
q_o = Presión de trabajo
E = Módulo de Elasticidad del suelo
μ = Relación de Poisson
α = factor de influencia

Los asentamientos inmediatos dependen de las propiedades de los suelos a bajas deformaciones, en cuyo caso puede aceptarse un comportamiento elástico de los suelos, y de la rigidez y extensión del cimiento mismo.

Los asentamientos inmediatos en milímetros (mm) calculados para la estructura estudiada corresponden a los mostrados en la siguiente tabla.

VALORES DE ASENTAMIENTO ELÁSTICO (mm)										
$S = \frac{B\,q_o}{E}(1-\nu^2)\,\alpha_{prom}$										
TIPO DE CIMIENTO	RELACIÓN B/L	ANCHO DEL CIMIENTO B (m)								
		0.5	0.8	0.85	0.9	1	1.05	1.1	1.6	1.8
CUADRADO	1	2.14	3.19	3.37	3.55	3.92	4.10	4.29	6.25	7.08
RECTANGULAR	0.75	2.21	3.33	3.52	3.71	4.11	4.31	4.51	6.65	7.56
CONTINUO	0.53	2.33	3.53	3.74	3.95	4.38	4.60	4.82	7.19	8.21
	0.52	2.34	3.54	3.75	3.96	4.40	4.62	4.84	7.22	8.25
	0.5	2.35	3.56	3.78	3.99	4.43	4.65	4.88	7.29	8.33
	0.4	2.44	3.71	3.94	4.17	4.63	4.86	5.10	7.67	8.78
	0.3	2.56	3.93	4.16	4.41	4.91	5.16	5.42	8.20	9.41

Tabla 17. Asentamientos elásticos en la cimentación.

8.3.2 Asentamientos primarios

La consolidación primaria es un proceso durante el cual el exceso de presión del agua intersticial se transfiere gradualmente en esfuerzo efectivo por la expulsión de esta.

La expresión para determinar la consolidación primaria es la siguiente:

$$S_p = \frac{C_s H}{1+e_0} log\left(\frac{(\sigma'_o + \Delta\sigma')}{\sigma'_o}\right) \qquad [1]$$

De donde:

C_s y C_c, ensayo de consolidación.
H= Punto a una profundidad de dos veces el ancho de la zapata (ancho de ejemplo 1 m^2 donde H=2.0 m)
e_o = Relación de vacíos inicial
σ'_o = esfuerzo vertical efectivo promedio sobre la capa de suelo (γ*H)
$\Delta\sigma'$ = presión agregada (presión equivalente a la capacidad portante del suelo para cimientos superficiales = 280.90 kPa)

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

Se considera la condición más crítica de LL, presente en la muestra entre 2.00 – 3.00 metros del sondeo S1, el cual es de 87%, entonces:

C_c = 0.009(87-10) = 0.69
C_s = 0.167*0.69 = 0.116

A partir de las relaciones de fase, para los cinco sondeos realizados y a las diferentes profundidades de exploración alcanzadas, se define la relación de vacíos inicial promedio:

HUMEDAD MEDIA DEL ESTRATO PORTANTE		
SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	HUMEDAD (%)
S1	1.00	31.11
S1	2.00	30.12
S1	3.00	28.07
S2	1.00	32.83
S2	2.00	31.87
S2	3.00	31.22
S3	1.00	26.4
S3	2.00	28.43
WN PROMEDIO		30.01
GS (Típica de suelos)		2.7
Y saturado (correlación) (kN/m3)		19.391
Yd seco (kN/m3)		14.916
Yt Total (kN/m3)		19.391
e Relación de Vacios		0.810

Tabla 18. Valores típicos relación de vacíos a partir de relaciones de fase.

Con base a la tabla anterior se obtiene la relación de vacíos inicial de 0.810; Se determina en base a los valores de relación de vacíos determinados mediante ecuaciones de relaciones de fase.

Los demás parámetros de cálculo de la consolidación primaria corresponden a los parámetros geotécnicos del suelo determinados en el numeral 7 del presente informe.

El asentamiento por consolidación primaria para la cimentación propuesta es:

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

VALORES DE ASENTAMIENTO PRIMARIO (mm)										
$S_p = \frac{C_s H}{1+e_0} log\left(\frac{(\sigma'_o + \Delta\sigma')}{\sigma'_o}\right)$										
TIPO DE CIMIENTO	RELACIÓN B/L	ANCHO DEL CIMIENTO B (m)								
		0.5	0.8	0.85	0.9	1	1.05	1.1	1.6	1.8
CUADRADO	1	63.65	61.90	61.76	61.65	61.48	61.43	61.38	61.43	61.58
RECTANGULAR	0.75	61.11	59.57	59.47	59.39	59.28	59.25	59.24	59.56	59.82
	0.5	116.14	114.69	114.69	114.56	114.52	114.53	114.56	115.28	115.71
CONTINUO	0.53	58.67	57.35	57.28	57.23	57.19	57.19	57.21	57.81	58.17
	0.52	58.56	57.25	57.17	57.13	57.09	57.09	57.11	57.73	58.10
	0.5	58.32	57.03	56.96	56.92	56.89	56.90	56.92	57.56	57.94
	0.4	57.13	55.95	55.90	55.87	55.87	55.90	55.93	56.72	57.15
	0.3	55.87	54.82	54.79	54.78	54.81	54.86	54.91	55.85	56.34

Tabla 19. Asentamientos primarios en la cimentación.

8.3.3 Asentamientos secundarios

Luego de la disipación completa de la presión intersticial, fenómeno que ocurre en la consolidación primaria, se presenta un asentamiento por ajuste plástico del suelo, esta etapa de consolidación se conoce como consolidación secundaria.

La consolidación secundaria se expresa como:

$$Ss = C'_a * H * \log\left(\frac{t2}{t1}\right)$$

Donde:

C'_a: De acuerdo con la compilación de la proporción entre C'_a/C_c para suelos naturales realizada por Mesri y Godlewski (1977) para arcillas y limos inorgánicos, $C'_a \approx 0.04 * C_c$.

t1: Tiempo para finalización de asentamiento primario (años).

t2: Tiempo de consolidación para asentamiento secundario luego de finalizado asentamiento primario (años).

Para efectos de análisis, se considera que t1=1 años y t2=10 años, periodo durante el cual el suelo se considera, ha alcanzado su consolidación total.

El asentamiento por consolidación secundaria para la cimentación propuesta es:

VALORES DE ASENTAMIENTO SECUNDARIO (mm)									
$S_s = C'_a H log\left(\frac{t_2}{t_1}\right)$									
TIPO DE CIMIENTO	ANCHO DEL CIMIENTO B (m)								
	0.5	0.8	0.85	0.9	1	1.05	1.1	1.6	1.8
DIMENSIÓN	19.38	31.00	32.94	34.88	38.75	40.69	42.63	62.00	69.75

Tabla 20. Asentamientos secundarios en la cimentación.

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

8.3.4 Asentamientos totales

Los asentamientos totales resultan de la suma simple de los asentamientos elásticos, consolidación primaria y consolidación secundaria.

VALORES DE ASENTAMIENTO TOTAL (mm)										
$S_T = S_e + S_P + S_s$										
TIPO DE CIMIENTO	RELACIÓN B/L	ANCHO DEL CIMIENTO B (m)								
		0.5	0.8	0.85	0.9	1	1.05	1.1	1.6	1.8
CUADRADO	1	85.16	96.09	98.07	100.07	104.15	106.22	108.30	129.68	138.41
RECTANGULAR	0.75	82.70	93.90	95.92	97.97	102.14	104.25	106.38	128.21	137.13
CONTINUO	0.53	80.38	91.88	93.95	96.05	100.32	102.48	104.66	127.00	136.14
	0.52	80.27	91.79	93.86	95.96	100.24	102.40	104.58	126.95	136.10
	0.5	80.05	91.60	93.68	95.79	100.07	102.24	104.42	126.85	136.02
	0.4	78.94	90.66	92.77	94.91	99.25	101.45	103.66	126.39	135.69
	0.3	77.81	89.74	91.89	94.06	98.47	100.70	102.95	126.05	135.50

Tabla 21. Asentamientos totales en la cimentación.

Teniendo en cuenta las cargas a cimentación y las dimensiones de la cimentación, el diseño debe contemplar las dimensiones óptimas tanto por capacidad como por deformaciones producidas al suelo de apoyo. De acuerdo con el apartado H.4.9.2 de la NSR-10, el asentamiento total máximo permitido es de 30.0cm para construcciones aisladas y 15.0 cm para construcciones entre medianeros, por lo tanto, los asentamientos calculados cumplen con los asentamientos máximos permitidos.

8.3.5 Asentamientos diferenciales

De acuerdo con H.4.9.3, los asentamientos máximos diferenciales permisibles de las estructuras se clasifican como se muestra a continuación:

Tabla H.4.9-1
Valores máximos de asentamientos diferenciales calculados, expresados en función de la distancia entre apoyos o columnas, ℓ

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	$\frac{\ell}{160}$

Tabla 22. Valores máximos de asentamientos diferenciales calculados en función de la distancia entre apoyos. Fuente: NSR-10

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

Teniendo en cuenta que el objeto del presente estudio, el asentamiento diferencial máximo permitido se calcula como l/300. De acuerdo con los planos de planta se presentan los asentamientos diferenciales máximos permitidos.

COLUMNAS ADYACENTES	DISTANCIA ENTRE COLUMNAS(m)	Asentamiento máximo permisible (mm)
A1-A2	5.67	18.90
A1-B1	6.25	20.83
A2-A3	6.82	22.73
A2-B2	6.22	20.73
A3-B3	6.11	20.37
B1-B2	5.93	19.77
B1-C1	5.22	17.40
B2-B3	6.99	23.30
B2-C2	5.32	17.73
B3-B4	3.28	10.93
B3-C3	5.63	18.77
B4-B4'	2.99	9.97
B4'-C4	2.72	9.07
C1-C2	5.79	19.30
C2-C2'	2.17	7.23
C2'-C3	4.78	15.93
C3-C4	2.87	9.57

Tabla 23. Asentamientos diferenciales en la cimentación.

8.4 INTERACCIÓN SUELO – ESTRUCTURA

Terzagui (1955) introdujo el concepto de módulo de reacción de la subrasante o coeficiente de balasto.

$$Módulo\ de\ balasto\ Ks = \frac{Presión\ promedio}{Asentamiento}$$

Winkler con base en el concepto de coeficiente de balasto propuso modelar la cimentación sobre un grupo de resortes con un coeficiente Ks.

Ks no es una propiedad del suelo sino depende también del tamaño del cimiento y el tipo de carga.

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

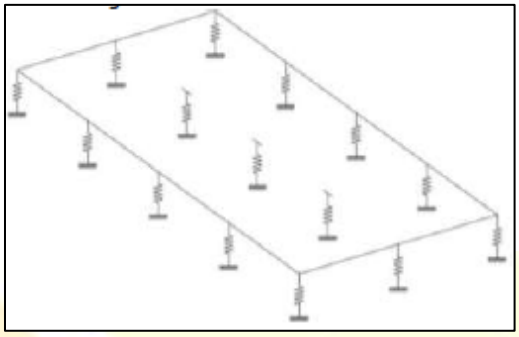


Imagen 19. Diagrama del sistema del coeficiente de balasto

Según valores típicos obtenidos de ensayos con Placa de Carga, para un suelo arcilloso medio, el Módulo de Balasto o Módulo de Reacción se encuentra generalmente entre 30 y 60 MN/m^3 (30.000 – 60.000 kN/m^3). Para el cálculo del módulo de balasto, se emplea el método sugerido por Morrison, que emplea la siguiente expresión:

$$Ks\ (kg/cm^3) = 1.9207 * q_0 + 0.2422 \qquad [1]$$
$$Ks\ (kN/m^3) = [1] * 9806.65$$

Siendo q_0 la capacidad portante obtenida, se obtiene el valor de Ks para las diferentes configuraciones de cimentación, así:

VALORES DE MÓDULO DE BALASTO (kN/m^3)										
$Ks\ (kg/cm^3) = 1.9207 * q_0 + 0.2422$ [1]										
TIPO DE CIMIENTO	RELACIÓN B/L	ANCHO DEL CIMIENTO B (m)								
		0.5	0.8	0.85	0.9	1	1.05	1.1	1.6	1.8
CUADRADO	1	37157.93	34802.04	34621.45	34474.51	34261.42	34187.58	34131.56	34184.51	34387.76
RECTANGULAR	0.75	33784.04	31880.62	31752.78	31655.00	31531.60	31499.10	31482.53	31864.43	32179.80
CONTINUO	0.53	30815.02	29309.77	29228.35	29173.83	29129.36	29133.25	29151.39	29822.75	30236.79
	0.52	30680.06	29192.91	29113.61	29061.05	29020.16	29025.71	29045.43	29729.95	30148.48
	0.5	30410.15	28959.20	28884.11	28835.49	28801.78	28810.63	28833.51	29544.34	29971.84
	0.4	29060.59	27790.63	27736.64	27707.69	27709.85	27735.24	27773.89	28616.31	29088.65
	0.3	27711.04	26622.06	26589.18	26579.89	26617.92	26659.85	26714.28	27688.27	28205.47

Tabla 24. Valor de coeficiente de Balasto recomendado en kN/m^3

8.5 REFORZAMIENTO DE LA CIMENTACIÓN ESTRUCTURA

Dado que no se identificó un sistema de cimentación óptimo, será necesario realizar un recalce, el cual consiste en aumentar la capacidad de carga de la cimentación, ampliando sus dimensiones existentes y apoyándola con vigas de cimentación. Con base en lo expuesto previamente sobre la cimentación y las propiedades físicas del suelo, se han definido las dimensiones mínimas necesarias para que la cimentación pueda soportar las solicitaciones de carga generadas por el reforzamiento y evitar asentamientos diferenciales. Por lo tanto, se presenta la siguiente alternativa para

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

el refuerzo de la cimentación, considerando las condiciones específicas del proyecto y las nuevas cargas.

Del análisis realizado, se determinan las cimentaciones que cumplen con los requisitos para soportar las cargas del reforzamiento, indicando las nuevas dimensiones mínimas que deben tener los elementos recalzados.

Dimensiones mínimas requeridas para soportar las cargas del reforzamiento.

SOPORTE	HIPÓTESIS	Carga Vertical (KN)	Total (kN)	L (m)	B (m)	B/L	Q adm. (kN)	Observación
	Peso propio	42.9						
	cargas muertas	0.9	44.8	1.90	1.00	0.53	262.82	OK
A1	Sobrecarga de uso	1						
	Peso propio	138.3						
	cargas muertas	0.8	143.1	1.10	1.10	1.00	200.06	OK
A2	Sobrecarga de uso	4						
	Peso propio	103.4						
	cargas muertas	32	138.2	1.10	1.10	1.00	201.06	OK
A3	Sobrecarga de uso	2.8						
	Peso propio	46.2						
	cargas muertas	4.5	62.9	1.60	0.80	0.50	177.16	OK
B1	Sobrecarga de uso	12.2						
	Peso propio	76.7						
	cargas muertas	9.5	114	1.00	1.00	1.00	166.01	OK
B2	Sobrecarga de uso	27.8						
	Peso propio	96.9						
	cargas muertas	4.4	117.9	1.05	1.05	1.00	182.61	OK
B3	Sobrecarga de uso	16.6						
	Peso propio	35.4						
	cargas muertas	0.1	36.3	0.80	0.80	1.00	108.05	OK
B4	Sobrecarga de uso	0.8						
	Peso propio	16						
	cargas muertas	0.1	16.5	0.90	0.90	1.00	135.37	OK
B4'	Sobrecarga de uso	0.4						
	Peso propio	38.6						
	cargas muertas	0	39.9	1.55	0.80	0.52	171.85	OK
C1	Sobrecarga de uso	1.3						
	Peso propio	40						
	cargas muertas	0.1	40.2	0.80	0.80	1.00	108.05	OK
C2	Sobrecarga de uso	0.1						
	Peso propio	47.9						
	cargas muertas	1.1	52.1	0.85	0.85	1.00	121.3	OK
C2'	Sobrecarga de uso	3.1						
	Peso propio	56.7						
	cargas muertas	0	57.5	0.80	0.80	1.00	108.05	OK
C3	Sobrecarga de uso	0.8						
	Peso propio	17.5						
	cargas muertas	0.1	17.7	0.85	0.85	1.00	121.3	OK
C4	Sobrecarga de uso	0.1						

Tabla 25. Cargas de reforzamiento aplicadas a la cimentación y comprobación de la capacidad portante del suelo con el reforzamiento propuesto.

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

Una vez revisada la capacidad portante de la cimentación reforzada en función de las cargas que va a soportar, se procede a calcular los asentamientos y los asentamientos diferenciales que se generarán en la estructura. A continuación, se presentan los asentamientos previstos en los elementos nuevos y reforzados.

ASENTAMIENTOS TEÓRICOS													
SOPORTE	L (m)	B (m)	B/L	Q adm. (kN)	Observación	Se (mm)	L/b	a esquina	a centro	a prom	Sp (mm)	Ss (mm)	St (mm)
A1	1.90	1.00	0.53	262.82	OK	1.34	1.9	0.750	1.500	1.125	63.14	28.99	93.47
A2	1.10	1.10	1.00	200.06	OK	3.52	1	0.561	1.122	0.842	149.97	31.89	185.37
A3	1.10	1.10	1.00	201.06	OK	3.39	1	0.561	1.122	0.842	148.02	31.89	183.30
B1	1.60	0.80	0.50	177.16	OK	1.53	2	0.766	1.532	1.149	75.06	23.19	99.79
B2	1.00	1.00	1.00	166.01	OK	2.55	1	0.561	1.122	0.842	134.47	28.99	166.00
B3	1.05	1.05	1.00	182.61	OK	2.76	1	0.561	1.122	0.842	137.80	30.44	171.00
B4	0.80	0.80	1.00	108.05	OK	0.65	1	0.561	1.122	0.842	80.33	23.19	104.17
B4'	0.90	0.90	1.00	135.37	OK	0.33	1	0.561	1.122	0.842	51.98	26.09	78.40
C1	1.55	0.80	0.52	171.85	OK	0.96	1.9375	0.756	1.512	1.134	60.36	23.19	84.51
C2	0.80	0.80	1.00	108.05	OK	0.72	1	0.561	1.122	0.842	84.16	23.19	108.07
C2'	0.85	0.85	1.00	121.3	OK	0.99	1	0.561	1.122	0.842	95.02	24.64	120.65
C3	0.80	0.80	1.00	108.05	OK	1.03	1	0.561	1.122	0.842	98.03	23.19	122.25
C4	0.85	0.85	1.00	121.3	OK	0.34	1	0.561	1.122	0.842	54.91	24.64	79.88

Tabla 26. Asentamientos teóricos por elementos que se podrían generar en la estructura.

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

COLUMNAS ADYACENTES	DISTANCIA ENTRE COLUMNAS(m)	Asentamiento máximo permisible (mm)	Asentamiento diferencial (mm)	CUMPLE
A1-A2	5.67	18.90	9.19	VERDADERO
A1-B1	6.25	20.83	6.32	VERDADERO
A2-A3	6.82	22.73	2.07	VERDADERO
A2-B2	6.22	20.73	19.37	VERDADERO
A3-B3	6.11	20.37	12.30	VERDADERO
B1-B2	5.93	19.77	6.62	VERDADERO
B1-C1	5.22	17.40	15.28	VERDADERO
B2-B3	6.99	23.30	5.00	VERDADERO
B2-C2	5.32	17.73	5.79	VERDADERO
B3-B4	3.28	10.93	6.68	VERDADERO
B3-C3	5.63	18.77	4.88	VERDADERO
B4-B4'	2.99	9.97	2.58	VERDADERO
B4'-C4	2.72	9.07	1.49	VERDADERO
C1-C2	5.79	19.30	2.36	VERDADERO
C2-C2'	2.17	7.23	1.26	VERDADERO
C2'-C3	4.78	15.93	1.60	VERDADERO
C3-C4	2.87	9.57	4.24	VERDADERO

Tabla 27. Asentamientos diferenciales que se podrían generar en la estructura.

9 ANÁLISIS DE FACTORES DIRECTOS E INDIRECTOS

Según el Título H de la NSR – 10, se abordan los factores de seguridad geotécnicos básicos que deben adoptarse considerando la magnitud de la obra y la calidad de la información del suelo. En el numeral H.2.4.3 se definen los factores de seguridad directos mínimos que pueden ser adoptados, mientras que en el numeral H.4.7 se establecen los factores indirectos mínimos. Esto puede ilustrarse en las siguientes tablas:

FACTORES DE SEGURIDAD DIRECTOS MÍNIMOS		
Condición	FSBM	
	Diseño	Construcción
Carga Muerta + Carga Viva Normal	**1.50**	**1.25**
Carga Muerta + Carga Viva Máxima	**1.25**	**1.10**
Carga Muerta + Carga Viva Normal + Sismo de Diseño Seudo estático	**1.10**	**1.00**

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

Taludes -Condición Estática y Agua Subterránea Normal	**1.50**	**1.25**
Taludes -Condición Estática Seudo estático con Agua Subterránea Normal y Coeficiente Sísmico de Diseño.	**1.05**	**1.00**

Tabla 28. Fatores de seguridad directos según la NSR–10 Numeral H.2.4.3

FACTORES DE SEGURIDAD INDIRECTOS MÍNIMOS	
Condición	FSICP Mínimo Diseño
Carga Muerta + Carga Viva Normal	**3.00**
Carga Muerta + Carga Viva Máxima	**2.50**
Carga Muerta + Carga Viva Normal + Sismo de Diseño Seudo estático	**1.50**

Tabla 29. Fatores de seguridad indirectos según la NSR–10 Numeral H.4.7

Los factores de seguridad indirectos no deben ser menores que los factores de seguridad directos.

Basados en el tipo de proyecto, el análisis de los resultados del subsuelo y las condiciones de carga obtenidas se ha determinado que el análisis de la capacidad portante se llevará a cabo aplicando tanto factores de seguridad directos como indirectos. Los resultados obtenidos se pueden verificar en el Anexo D, donde se presentan los valores calculados para ambos tipos de factores.

Se identificó que los resultados obtenidos con un factor de seguridad directo de 1.5 son menores que los obtenidos con el factor de seguridad indirecto. Sin embargo, al calcular los asentamientos que podrían generarse a partir de esta capacidad, se encontraron asentamientos mayores a los permitidos por la normativa. Por lo tanto, es necesario reducir esta capacidad para evitar asentamientos excesivos que podrían afectar la estructura. Se aplicó un factor reductor indirecto de 27, lo que resultó en deformaciones pequeñas al evaluar cimentaciones más grandes.

9.1.1 RECALCE DE LOS ELEMENTOS SUPERFICIALES

El recalce de la cimentación consiste en aumentar la capacidad de carga de una cimentación, ampliando las dimensiones existentes, lo que ayuda a mitigar los asentamientos diferenciales excesivos que podrían causar daños a la estructura. La ampliación de la capacidad portante mediante el recalce de los cimientos puede ser obtenida utilizando la tabla de capacidad portante de elementos superficiales mencionada anteriormente.

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

Los análisis del sistema de anclaje entre estructuras, que comprenden tanto la cimentación existente como la ampliación, deberán ser especificados por el diseñador estructural encargado del refuerzo. Este diseñador se asegurará de que los esfuerzos se transmitan de manera adecuada entre ambas estructuras. Estos análisis se llevarán a cabo en el marco de la vulnerabilidad estructural para garantizar la integridad y la seguridad del conjunto.

La cimentación recomendada deber ser mediante zapatas dejando la salvedad que deben consistir en un sistema unido mediante una viga de cimentación que sirva como retícula. Esta consultoría no recomienda el uso de cimientos aislados sin retícula, por la evidencia de ocurrencia de asentamientos diferenciales en la edificación existente.

10 POTENCIAL DE COLAPSABILIDAD, EXPANSIBILIDAD Y LICUACIÓN

10.1 POTENCIAL DE COLAPSO

10.1.1 CRITERIO DE LA NSR-10 – SUELOS COLAPSABLES

Se identifican como depósitos colapsables aquellos depósitos formados por arenas y limos, en algunos casos cementados por arcillas y sales (carbonato de calcio), que, si bien resisten cargas considerables en su estado seco, sufren pérdidas de su conformación estructural, acompañadas de severas reducciones en el volumen exterior cuando se aumenta su humedad o se saturan.

Se distinguen cuatro tipos de suelos colapsables:

- **Suelos aluviales y coluviales:** Depositados en ambientes semidesérticos por flujos más o menos torrenciales, tienen con frecuencia una estructura inestable.
- **Suelos eólicos:** Depositados por el viento, son arenas y limos arenosos con escaso cemento arcilloso en una estructura suelta o inestable. Reciben el nombre genérico de “loess” en las zonas templadas.
- **Cenizas volcánicas:** Provenientes de cenizas arrojadas al aire por eventos recientes de actividad volcánica explosiva, conforman planicies de suelos limosos y limo – arcillosos con manifiesto carácter metaestable.
- **Suelos residuales:** Derivados de la descomposición in-situ de minerales de ciertas rocas, son luego lixiviados por el agua y pierden su cemento y su sustento por lo cual también terminan con su estructura inestable.

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

Para determinar la colapsabilidad de los suelos se utilizó el criterio de Gibbs, que relaciona el peso específico seco del suelo y su límite líquido, con el fin de determinar si el suelo es o no potencialmente colapsable.

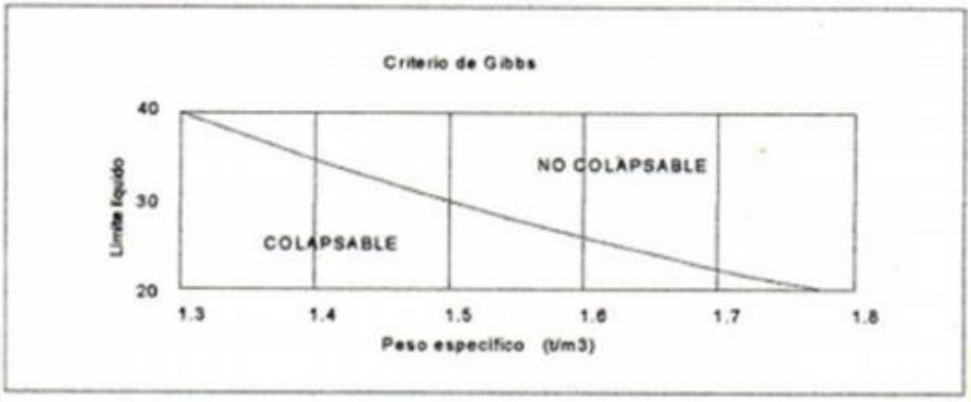


Tabla 30. Criterio de Gibbs para colapsabilidad de suelos.

sondeo	profundidad (m)	LL (%)	Densidad seca (t/m3)	CRITERIO DE EVALUACION
S1	1	76,35	1,69	NO COLAPSABLE
	2	84,83	1,55	NO COLAPSABLE
	3	86,72	1,57	NO COLAPSABLE
S2	1	77,01	1,53	NO COLAPSABLE
	2	81,56	1,55	NO COLAPSABLE
	3	77,91	1,60	NO COLAPSABLE
S3	1	77,74	1,48	NO COLAPSABLE
	2	75,77	1,56	NO COLAPSABLE

Tabla 31. Criterio de colapso de suelos.

El material encontrado en el sitio de estudio es **ESTABLE o NO COLAPSABLE**.

10.2 POTENCIAL DE EXPANSIÓN

Se consideran los suelos expansivos aquellos que tienen la propiedad de contraerse cuando pierden humedad y de expandirse cuando la ganan de nuevo.

Para garantizar el grado de expansividad de un suelo se puede definir por el análisis de:

Criterios empíricos, indirectos o cualitativos los cuales basan su éxito en experiencias previas de tipos locales o regionales de arcillas ya conocidas, estos

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

criterios utilizan correlaciones habituales entre parámetros granulométricos, límites de atterberg, parámetros climáticos, etc.

Con clasificaciones de expansividad que se definen de tipo baja, media, alta y muy alta.

Degree of expansion	Chen (1983)	Seed et al. (1962)	Daksanamurthy and Raman (1973)	USBR (Holtz and Gibbs, 1956)
Very high	LL > 60	PI > 35	LL > 70	CC > 28
High	40 < LL ≤ 60	20 < PI ≤ 35	50 < LL ≤ 70	20 < CC ≤ 31
Medium	30 ≤ LL ≤ 40	10 ≤ PI ≤ 20	35 < LL ≤ 50	13 ≤ CC ≤ 23
Low	LL < 30	<10	20 ≤ LL ≤ 35	CC < 13

Tabla 32. Clasificación de potencial expansivo del subsuelo

POTENCIAL DE EXPANSION (No. Muestras)				
POTENCIAL DE EXPASIÓN	LIMITE LIQUIDO L.L (%)	INDICE DE PLASTICIDAD IP (%)	CANTIDAD	PORCENTAJE
BAJO	0 - 39.0	0.0 - 20.0	0	0%
MEDIO	39.0 - 50.0	12.0 - 34.0	0	0%
ALTO	50.0 - 63.0	23.0 - 45.0	0	0%
MUY ALTO	>63.0	>32.0	7	100%

Tabla 33. Clasificación de potencial expansivo del subsuelo NSR-10

Según los parámetros de la tabla anterior, se tiene que el suelo estudiado según las características obtenidas en los diferentes ensayos se determina que el potencial expansivo del terreno es **MUY ALTO.**

A partir de los resultados previos, se determinó y analizó la humedad de equilibrio y la relación entre el contenido de agua y el límite líquido, obteniendo:

							humedad de equilibrio (%)		
							NSR -98	Van der Merwe (1964)	
sondeo	prof. (m)	ll (%)	lp(%)	ip (%)	humedad natural (%)	USCS	W eq =0.47 x LL+3.6	W eq =0.73 x LL	(humedad natural) / (ll)
1	1	76.35	24.00	52.35	31.11	CH	39.48	55.74	0.41
	2	84.83	34.00	50.83	30.12	CH	43.47	61.93	0.36
	3	86.72	36.00	50.72	28.07	CH	44.36	63.31	0.32
2	1	77.01	33.00	44.01	32.83	CH	39.79	56.22	0.43
	2	81.56	33.00	48.56	31.87	CH	41.93	59.54	0.39
	3	77.91	31.00	46.91	31.22	CH	40.22	56.87	0.40
3	1	77.74	35.00	42.74	26.4	CH	40.14	56.75	0.34
	2	75.77	34.00	41.77	28.43	CH	39.21	55.31	0.38

Tabla 34. Humedad de equilibrio y relación w/LL

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

De acuerdo con la tabla anterior, se confirma que cuando la relación entre la humedad natural y el límite líquido es menor a 0.50, el suelo presenta un potencial crítico de expansión. Además, se observa que la humedad natural de las muestras no se aproxima a la humedad de equilibrio. La humedad de equilibrio es el punto en el que el suelo podría experimentar cambios volumétricos. Dado que la humedad natural está alejada de la humedad de equilibrio, se puede inferir que el suelo no es susceptible a cambios volumétricos, siempre y cuando no esté en contacto con agua.

Asimismo, cuando la humedad natural se acerca o supera el límite plástico en el estrato arcilloso, el suelo muestra una baja susceptibilidad a procesos de hidratación que podrían inducir expansión.

Además, se realizó un balance hídrico utilizando datos de la Estación Meteorológica El Paraíso – 13090060 para evaluar el comportamiento del agua subterránea a lo largo del año y determinar si el nivel freático podría alcanzar alturas cercanas a la superficie. Este análisis mostró que la zona presenta un déficit constante de humedad, ya que la evapotranspiración supera a la precipitación. Como resultado, el suelo experimenta una pérdida continua de humedad y su recarga se mantiene en déficit, como se muestra a continuación.

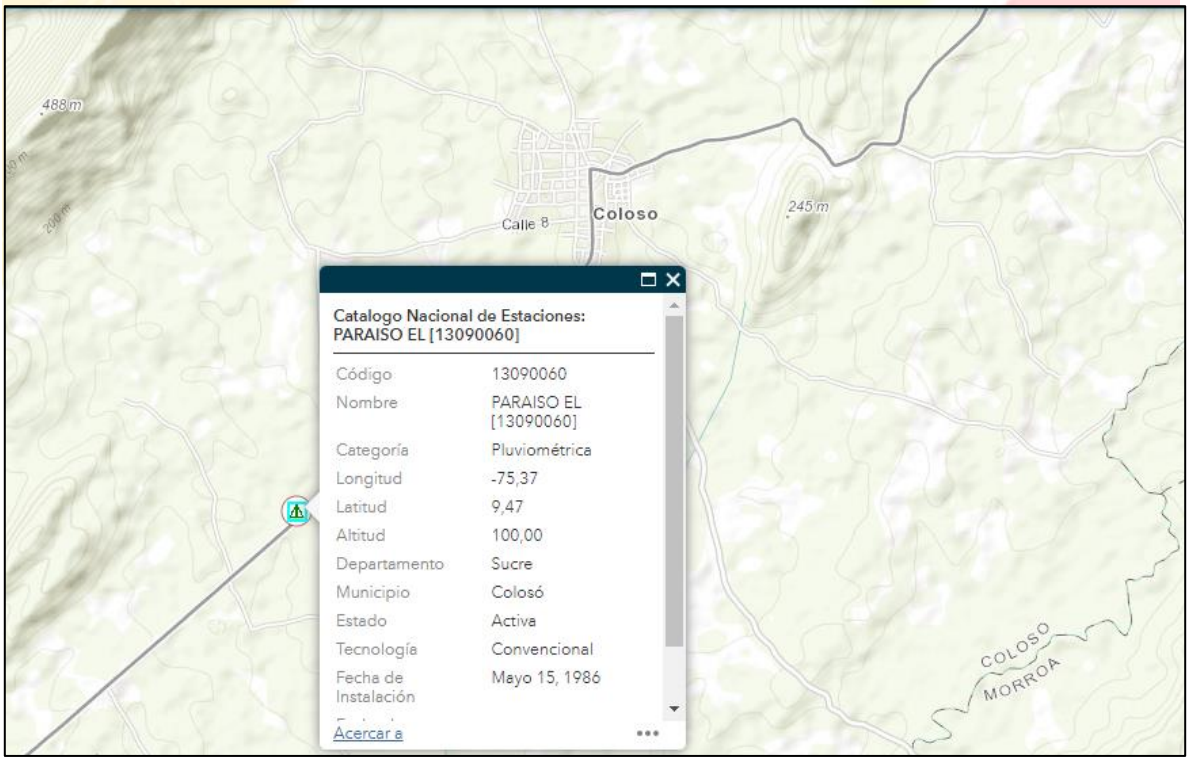
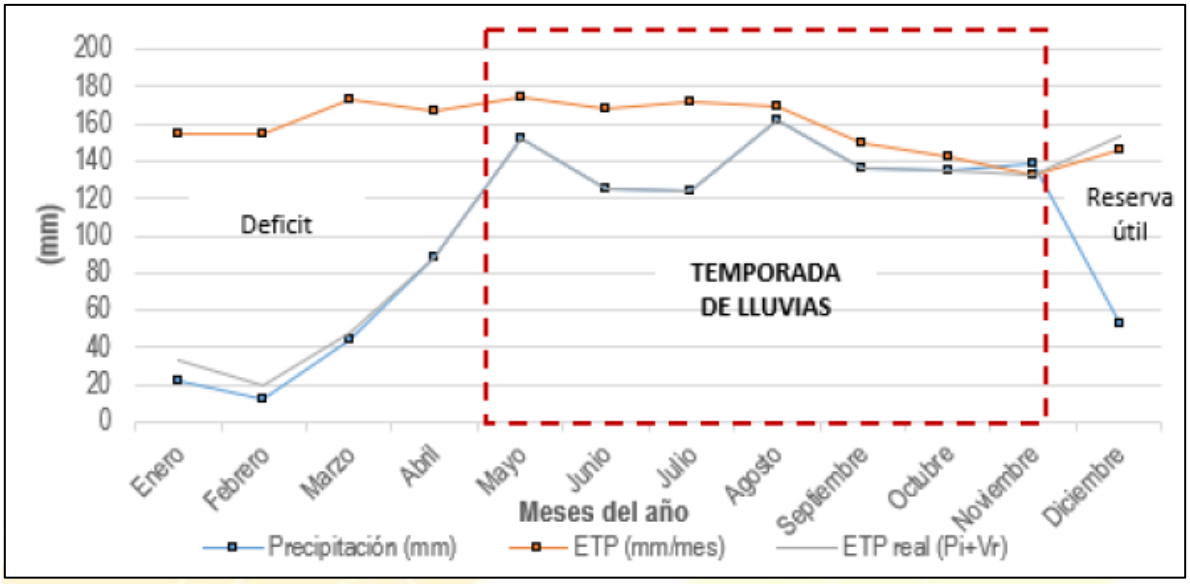


Imagen 20. Estación Meteorológica El Paraíso – 13090060. IDEAM

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN



Gráfica 10. Balance curvo característica suelo-agua.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se concluye que la exploración de campo, realizada durante la temporada de lluvias, no reveló la presencia de nivel freático en ninguna de las sondas. Esto sugiere una desecación en el perfil estratigráfico y que el nivel freático solo podría ascender durante los periodos finales del año, cuando existe una reserva útil debido a que es el único momento en el que las precipitaciones superan a las evapotranspiraciones. Sin embargo, se estima que el ascenso del nivel freático sería bajo.

Dado que la mineralogía del material indica un alto potencial de expansividad, su desarrollo depende de la interacción con el medio ambiente y de la presencia de agua. Según la clasificación de Thornthwaite, la zona está en una condición semiárida, caracterizada por la falta de exceso de agua. En estas condiciones, es improbable que los poros del perfil estratigráfico se llenen de agua y aumenten los porcentajes de humedad, lo cual podría inducir expansividad en el material arcilloso.

Índice de Humedad	I_h	0.47	%
Índice de aridez	I_a	45.68	%
Índice de Thornthwite	I_m	**-26.93**	
Categoría por humedad		**Semi-árido**	

Tabla 35. Caculo del índice de Thornthwaite.

A partir de la información analizada y evidenciada anteriormente, se concluye que el suelo presenta un alto potencial de expansión. Aunque es poco probable que este

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

potencial se desarrolle en el sector debido a las condiciones actuales, es fundamental evitar el contacto directo del suelo con fuentes de agua. Para prevenir la saturación excesiva del suelo de fundación, se recomienda la instalación de un sistema de drenaje adecuado. En este sentido, se prevé la colocación de filtros en las zonas verdes adyacentes a la edificación, con el objetivo de garantizar un manejo efectivo del agua y minimizar riesgos asociados a la expansión y saturación del suelo. Los detalles específicos de esta medida se presentan en el numeral **12.6.1 FILTROS PERIMETRALES.**

10.3 ABLANDAMIENTO CÍCLICO.

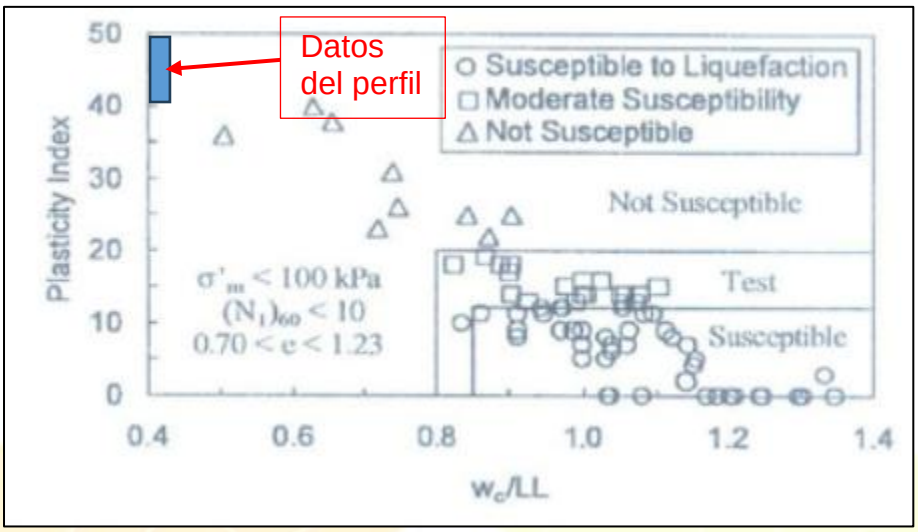
Debido a que el perfil del suelo corresponde principalmente a materiales finos, se procede a realizar un análisis de ablandamiento cíclico del perfil del suelo, basado en la teoría propuesta por Bray, Sancio y Durgunoglu (2004), y siguiendo las indicaciones descritas en el Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology (2013).

sondeo	prof. (m)	ll (%)	lp(%)	ip (%)	humedad natural (%)	(humedad natural) / (ll)
1	1	76.35	24.00	52.35	31.11	0.41
	2	84.83	34.00	50.83	30.12	0.36
	3	86.72	36.00	50.72	28.07	0.32
2	1	77.01	33.00	44.01	32.83	0.43
	2	81.56	33.00	48.56	31.87	0.39
	3	77.91	31.00	46.91	31.22	0.40
3	1	77.74	35.00	42.74	26.4	0.34
	2	75.77	34.00	41.77	28.43	0.38

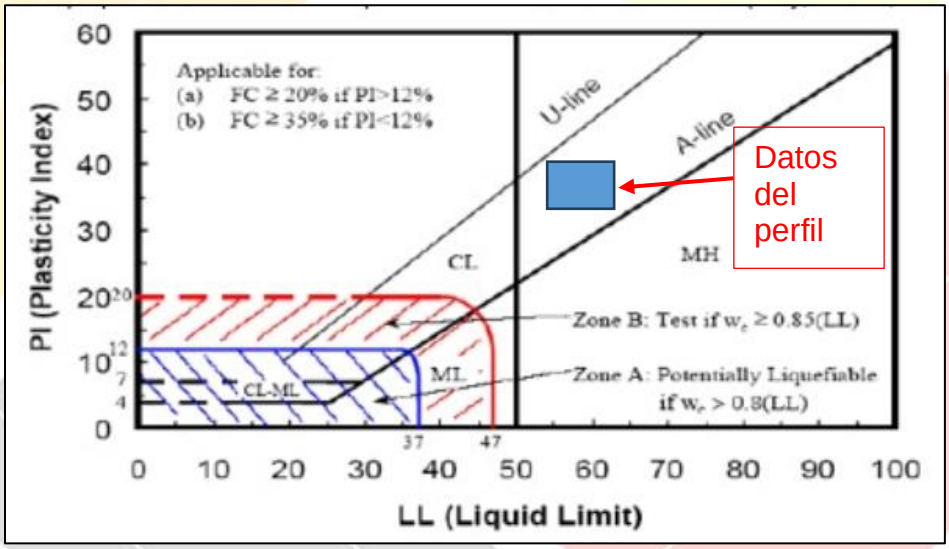
Tabla 36. Propiedades índices, humedad y relación w/LL.

Con los datos obtenidos previamente en la tabla, se procede a identificar en qué zona se encuentran ubicados los resultados obtenidos.

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN



Gráfica 11. Criterio propuesto evaluación de susceptibilidad a licuación de suelos finos (ablandamiento cíclico) (Bray, Sancio y Durgunoglu (2004)).



Gráfica 12. Recomendaciones de evaluación suelos licuables (Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology (2013)).

De acuerdo con las gráficas anteriores, se identifica que el suelo de la zona de estudio no es susceptible al ablandamiento cíclico.

11 CARACTERIZACIÓN SISMICA

11.1 PERFIL SÍSMICO

La Norma Sismo Resistente de 2010, señala que el diseño de toda estructura debe prever el diseño sismo resistente, es por lo que, se encuentra la zona de amenaza sísmica, y su respectivo espectro de diseño.

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

La Norma Sismo Resistente de 2010, señala que el diseño de toda estructura debe prever el diseño sismo resistente, y ubica al municipio de **Coloso** en una zona de amenaza sísmica **Intermedio**, con los valores de los parámetros que se señalan a continuación:

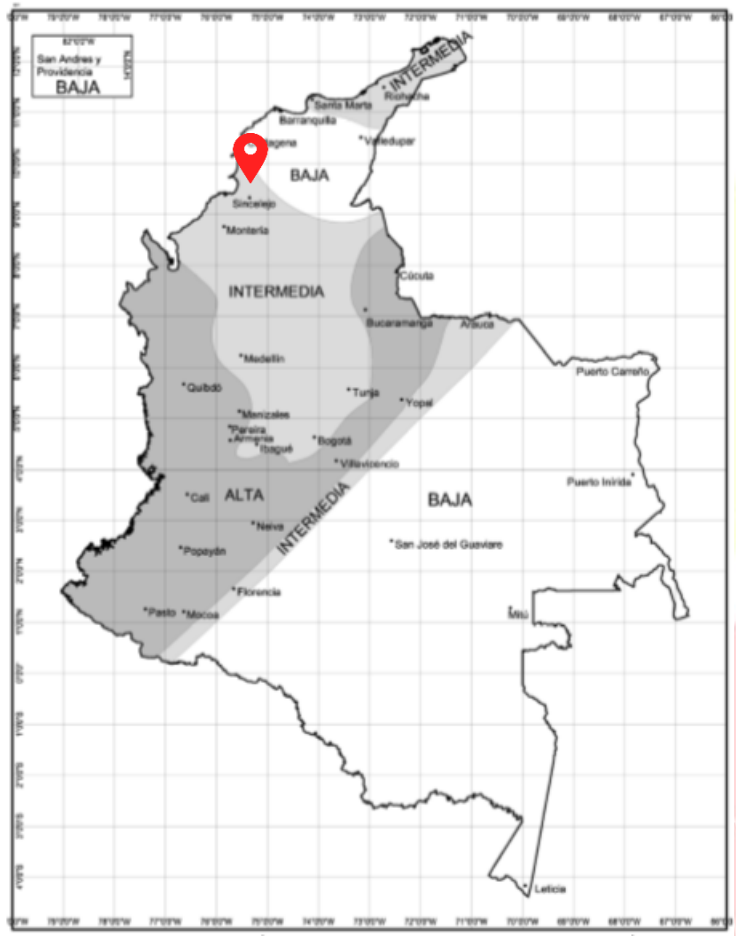


Imagen 21. Localización zona de amenaza sísmica del proyecto según NSR-10

Zona de amenaza Sismica	Aa Aceleración horizontal pico efectiva	Av Velocidad horizontal pico efectiva	Ae	Ad
Coloso - Intermedio	0.1	0.15	0.07	0.04

Tabla 37. Parámetros Sísmicos sitio de estudio

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

11.2 CLASIFICACIÓN DEL PERFIL DE SUELO

De acuerdo con los ensayos realizados; la estratigrafía y el análisis geotécnico de la zona de estudio, se encontró que el perfil de suelo se clasifica como se muestra a continuación:

11.2.1 NÚMERO MEDIO DE GOLPES

Este valor se encontró mediante el uso del equipo de perforación para el correspondiente ensayo SPT, se presenta un valor de N_{60} obteniéndolo así,

SONDEO	PROF. INICIAL [m]	PROF. FINAL [m]	PROF. MEDIA [m]	N_{60}	di/Ni	$\bar{N} = \frac{\sum_{i=1}^{n} d_i}{\sum_{i=1}^{n} \frac{d_i}{N_i}}$
1	0.50	1.00	0.75	21	0.0357	
1	1.00	2.00	1.50	64	0.0234	
1	2.00	3.00	2.50	97	0.0258	
2	0.50	1.00	0.75	27	0.0278	
2	1.00	2.00	1.50	64	0.0234	58
2	2.00	3.00	2.50	88	0.0284	
3	0.50	1.00	0.75	33	0.0227	
3	1.00	2.00	1.50	102	0.0147	
		Sumatoria	11.75		0.20	

Se obtiene un valor de N de:

PERFIL SÍSMICO - NSR-10 $\bar{N}$	58	TIPE - A.2.4-2
		C

Tabla 38. Número medio de golpes N_{60}

La siguiente tabla muestra la descripción de los parámetros que se deben considerar para la elección del perfil:

TIPO DE PERFIL	Descripción	Definición
A	Roca competente	vs ≥ 1500 m/s
B	Roca de rigidez media	1500 m/s > vs ≥ 760 m/s
C	Suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	760 m/s > V_S ≥ 360 m/s
	suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	N ≥ 50 ó s_u ≥ 100 kPa (≈1 kgf/cm²)
D	Suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	360 m/s > v_s ≥ 180 m/s

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

	suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	50 > N ≥ 15, o 100 kPa (≈1 kgf/cm²) > s_u ≥ 50 kPa
E	Que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	180 m/s > v_s
	que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	IP > 20 w ≥ 40% 50 kPa (≈0,50 kgf/cm²) > S_u
F	Los tipos F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero Geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases: F_1 Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. F_2 Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H > 3 m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). F_3 Arcillas de muy alta plasticidad (H > 7,5 m con Índice de Plasticidad IP > 75). F_4 Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (h > 36 m).	

Tabla 39. Clasificación del perfil de suelo. Tabla A.2.4-1, NSR-10

De acuerdo con los parámetros obtenidos en los numerales 6 y 7 (IP_{prom}=47, W_{n_prom}=30% y el número de golpes promedio de 58, se establece que el perfil de suelo corresponde a un suelo ***TIPO C***.

12 RECOMENDACIONES PARA CONSTRUCCIÓN

12.1 DIRECCIÓN DEL DISEÑO Y LA OBRA

Debido a las características del proyecto, se debe tener el acompañamiento de un Ingeniero Civil con especialización en Geotecnia y experiencia específica en este tipo de obra, quien dirige, controla y asesora la construcción de la cimentación, programa el procedimiento de excavación con el constructor, verifica y aprueba el estrato y nivel de apoyo y los excavados, las características del suelo, con su resistencia, evalúa y controla el comportamiento y estabilidad de las excavaciones, rellenos y actividades de adecuación y mejoramiento del terreno, revisa que el apoyo de la cimentación esté homogéneo sin alteraciones ni filtraciones y si aparecen, informa para analizar y dar las recomendaciones, da indicaciones según las condiciones resultantes y analiza los asentamientos desde el inicio.

El Ingeniero debe dejar memoria escrita de las actividades indicadas y los resultados, dando atención a la estabilidad y evitar asentamientos de las construcciones adyacentes.

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

El constructor con el ingeniero, deben hacer el acta de vecindad antes de iniciar el proyecto, dejando constancia del estado de las edificaciones y terrenos adyacentes, si hay efectos adversos en edificaciones vecinas por el proyecto, se debe implementar una instrumentación adecuada y adoptar las medidas necesarias para evitar su propagación.

A partir de la información analizada y evidenciada anteriormente, se concluye que el suelo presenta un alto potencial de expansión. Aunque es poco probable que este potencial se desarrolle en el sector debido a las condiciones actuales, es crucial evitar que el suelo entre en contacto directo con fuentes de agua. Para prevenir una saturación excesiva del suelo de fundación, se recomienda instalar un sistema de drenaje adecuado. Es necesario instalar drenes con una profundidad que supere la cota de desplante del suelo para asegurar un manejo efectivo del agua y prevenir posibles problemas de expansión y saturación del suelo.

12.2 PROCEDIMIENTO PARA LA OBRA

Las excavaciones (en caso de requerirse) para reforzamiento de la cimentación, son superficiales y se realizarán según la programación y las condiciones encontradas. Antes de iniciar, se excavan trincheras contra las construcciones vecinas y entre la construcción, para verificar el tipo, profundidad, estrato y estado de las cimentaciones y ajustar el procedimiento de construcción.

Las obras se diseñan, refuerzan y construyen garantizando su comportamiento, protegiendo vías, instalaciones y construcciones cercanas, demarcándolas, con testigos para controlar asentamientos y desplazamientos y haciendo análisis y control de las medidas resultantes por parte del ingeniero civil geotecnista.

12.3 RELLENOS Y MEJORAMIENTO DE LA SUB RASANTE

En caso de que en el proceso de reforzamiento y obras de intervención se contemplen demoliciones, reconformación de placas o instalación de estructuras nuevas, es necesario realizar una limpieza de escombros y material orgánico antes de la instalación. Además, se recomienda colocar un relleno para estructuras de acuerdo con las especificaciones INV E 610-22 (Norma del Instituto Nacional de Vías 2022), De 10 cm debajo de estas estructuras para evitar el contacto directo con el suelo de fundación.

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

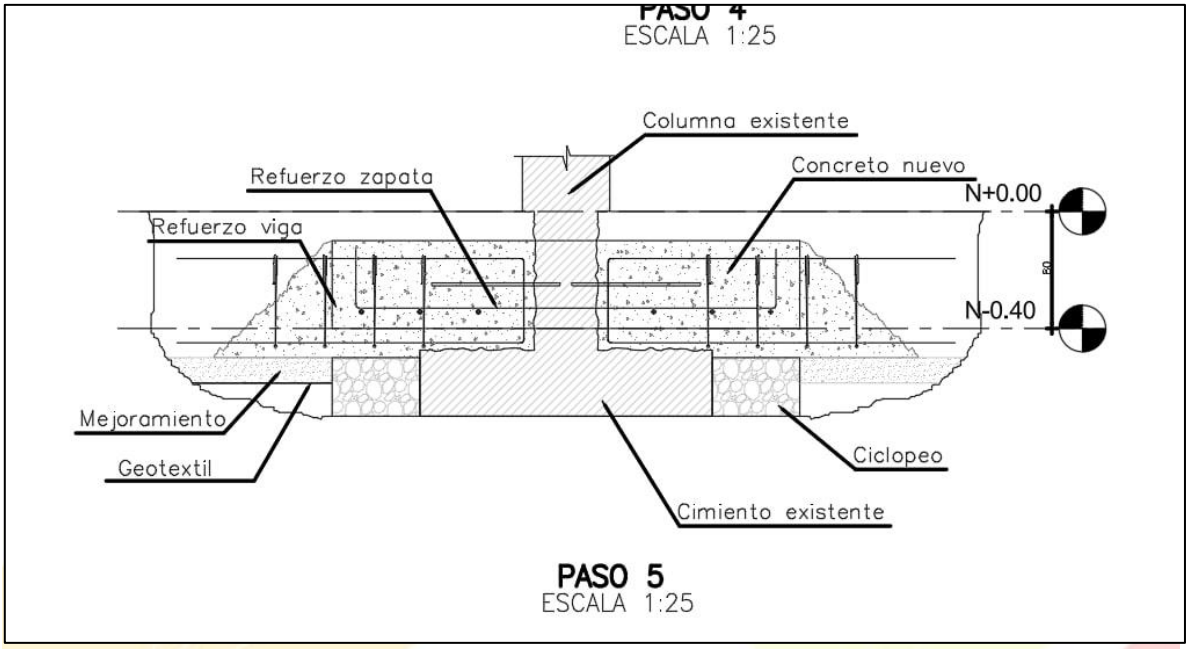


Imagen 22. Detalle visualización de relleno bajo la estructura.

En el plano (03/07) del ítem de Reforzamiento Estructural se puede observar el detalle mostrado anteriormente junto a el proceso constructivo para la cimentación existente.

En áreas donde se produzcan excavaciones o desniveles durante la obra, se recomienda implementar el mismo tipo de relleno mencionado anteriormente para nivelar el terreno y alcanzar las cotas deseadas.

12.4 GEOTEXTIL NT-1800

Se sugiere la colocación del geotextil con el propósito de separar el material de relleno de la subrasante, asegurando que cumpla con las propiedades mecánicas, hidráulicas y de filtración especificadas en el Artículo 673 de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del INVIAS.

Se empleará **Geotextil No Tejido tipo NT-1800**.

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

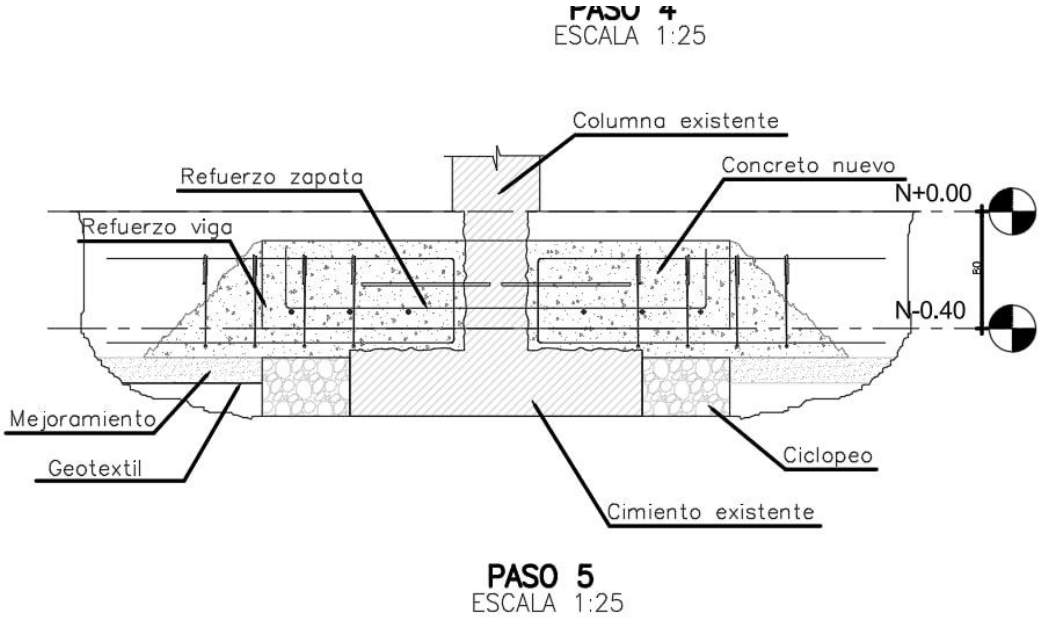


Imagen 23. Detalle visualización de la ubicación del geotextil bajo la estructura.

En el plano (03/07) del ítem de Reforzamiento Estructural se puede observar el detalle mostrado anteriormente junto a el proceso constructivo para la cimentación existente.

12.5 PROTECCIÓN DE EDIFICACIONES Y PREDIOS VECINOS

Dado que no se identificaron edificaciones cercanas a la estructura, no se considera necesaria la instalación de medidas de protección en este momento. Sin embargo, si se identifican estructuras cercanas que puedan comprometer la estabilidad, se deberán construir submuraciones conforme a las condiciones encontradas, para garantizar la estabilidad de las construcciones vecinas.

Con las obras programadas, los asentamientos y deformaciones en el suelo no deberán exceder los límites permisibles.

12.6 CONTROL DE HUMEDAD

Para evitar los cambios de humedad en el suelo, que pueden activar el potencial contracto expansivo en algunos sectores del lote y afectar las estructuras proyectadas, se sugiere implementar las siguientes recomendaciones constructivas:

- Colocar barreras de humedad de forma perimetral puede coadyuvar al equilibrio del sistema. Las barreras consideradas corresponden a los filtros perimetrales,

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

cuyas especificaciones se detallan en el apartado **12.6.1 FILTROS PERIMETRALES.**

- Para los rellenos en suelos expansivos, es necesario que estos sean estancos. Los materiales utilizados deben ser inertes, de baja permeabilidad, de acuerdo con las especificaciones correspondientes. Además, deben cumplir con los espesores y especificaciones establecidos en el apartado **12.3. RELLENOS Y EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE.**

- Es necesario garantizar un buen sistema de drenaje en las zonas aledañas a las edificaciones para evitar el estancamiento del agua de lluvia. Este control se logrará mediante la instalación de filtros, los cuales se describen detalladamente en el apartado **12.6.1. FILTROS PERIMETRALES.**

12.6.1 FILTROS PERIMETRALES

Los filtros perimetrales se colocarán de la siguiente manera:

- En las zonas verdes que estén en contacto con la edificación a intervenir para interceptar filtraciones y flujos subsuperficiales que lleguen al nivel de esta.

La pendiente longitudinal del filtro será dada por las condiciones topográficas definidas en los diseños.

La localización de los filtros respecto a la edificación se muestra a continuación:

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

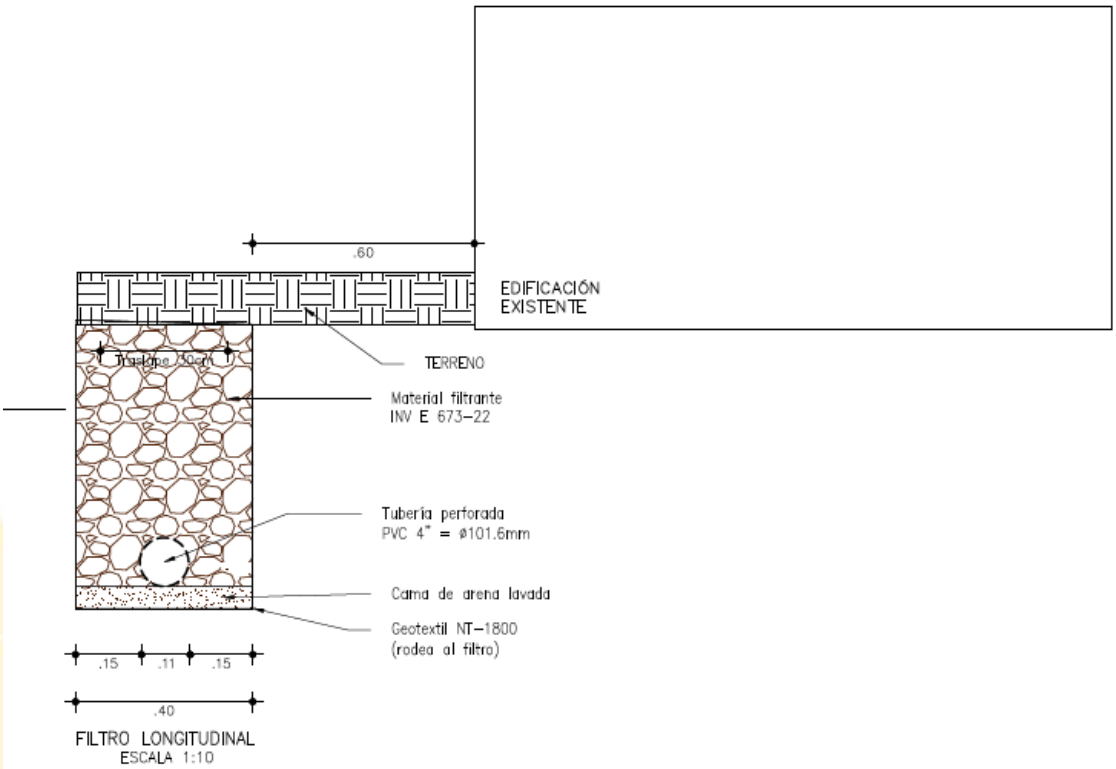


Imagen 24. Detalle de filtro perimetral.

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

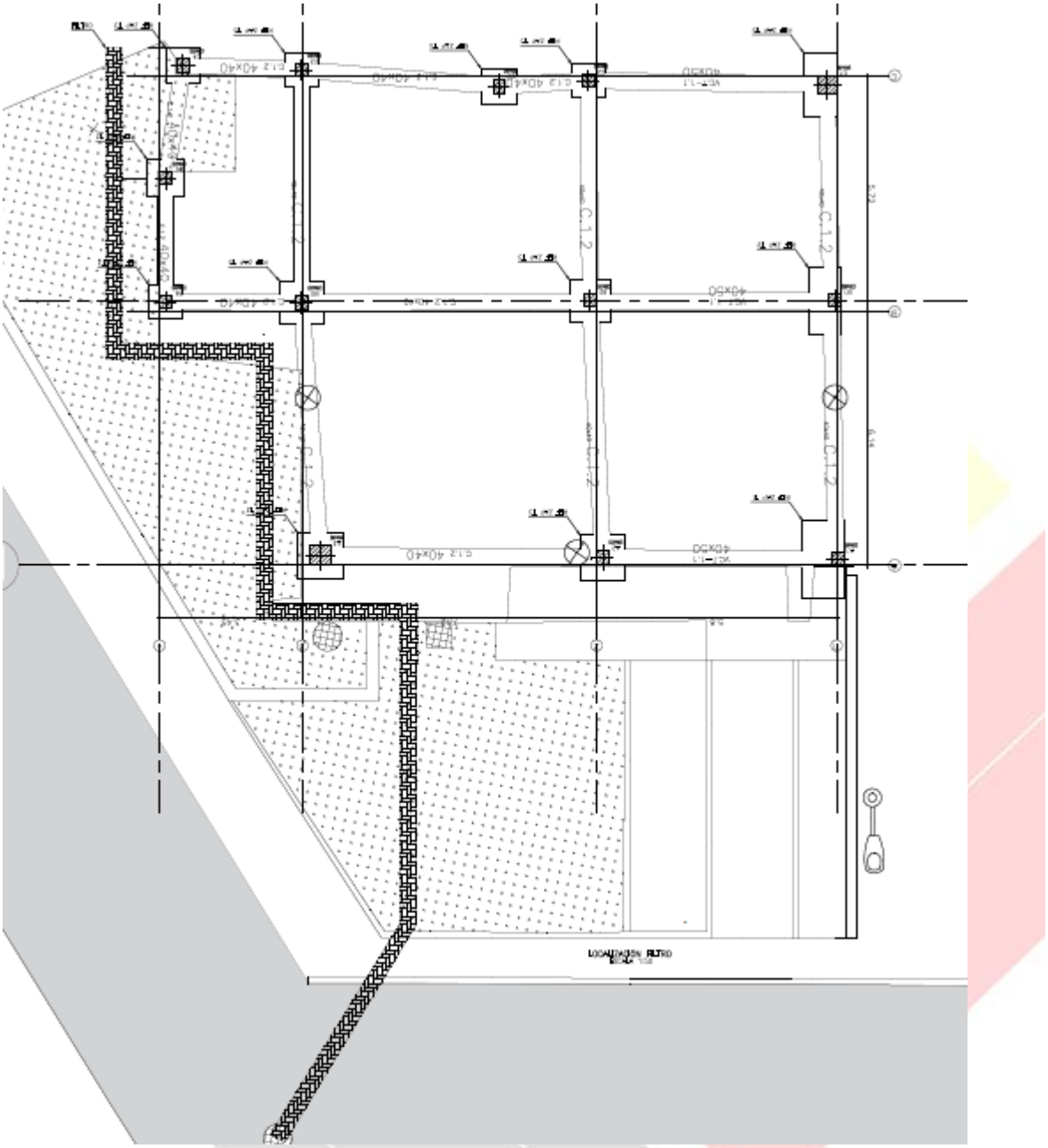


Imagen 25. Ubicación de los filtros perimetrales en planta.

Se sugiere que la profundidad del filtro sea de al menos 0.50 m.

En el plano (07/07) del ítem de Reforzamiento Estructural se puede observar el detalle y la implantación de la ubicación de los filtros perimetrales.

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

13 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO

El estudio llevado a cabo, el análisis de las condiciones existentes en la zona y la caracterización de los materiales encontrados, permiten concluir y llevar a cabo las siguientes observaciones y conclusiones:

- La exploración realizada se llevó a cabo con **tres (3) sondeos**, los cuales alcanzaron profundidades entre 2.00 y 3.00 m; de acuerdo con lo consignado en el numeral H.3.2.5 d, para edificaciones de categoría baja, los sondeos pueden suspenderse al llegar a materiales tipo A, B o C, correspondiente con materiales en los que se encuentra rechazo por SPT.

- De acuerdo con la NSR-10 TITULO H, la edificación se clasifica como de categoría **BAJA**.

- El tipo de suelo encontrado corresponde a **Tipo C** según la clasificación de la NSR-10 en A.2.4-2, las características identificadas en campo y el criterio del ingeniero geotecnista.

- El tipo de material predominante sobre el cual se encontrará cimentada la estructura corresponde a **arcillas inorgánicas de alta plasticidad color pardo.**

- Las características del material de suelo encontrado corresponden a: peso específico promedio de **20.36 kN/m^3**, cohesión efectiva igual a **32.78 kN/m^2**, por otro lado, la humedad natural promedio es del **30%** y un índice de plasticidad promedio del **47%**; la consistencia del suelo corresponde a **consistencia dura.**
- La composición del suelo es predominantemente fina, el **material fino** varía entre el **91%** y el **98%,** el **material tamaño arena** y el **material tamaño grava**, esta entre **0%** y **2%** en toda la profundidad de exploración.

- La capacidad portante admisible de seguridad por metro cuadrado es de **166.01kPa (16.601 Ton-f/m^2)** a una profundidad de desplante de **D_f=0.50 m.**

- Se realizó el cálculo de la capacidad portante, determinando que los cimientos que cumplen con las condiciones de carga tienen un ancho máximo de 1.10 metros. Por lo tanto, se considera que las profundidades de exploración realizadas cumplen con los requisitos normativos, al ser equivalentes a 2.5 veces el ancho mayor del cimiento, o a una profundidad

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

en la que los esfuerzos se disipan hasta un 10%, lo cual, generalmente, para cimentaciones cuadradas corresponde a 2B.

- En el sitio de estudio, el nivel freático NO se encuentra a una profundidad visible desde la superficie del terreno, de acuerdo con los registros de campo teniendo en cuenta los sondeos realizados fueron ejecutados en época de lluvia.

- La cimentación recomendada deber ser mediante zapatas dejando la salvedad que deben consistir en un sistema unido mediante una viga de cimentación que sirva como retícula. Esta consultoría no recomienda el uso de cimientos aislados sin retícula, por la evidencia de ocurrencia de asentamientos diferenciales en la edificación existente.

- Para reducir la capilaridad que podría afectar la cimentación superficial, se recomienda colocar una capa de material granular con un espesor mínimo de 10 cm por debajo de la cota de desplante e instalar el geotextil de separación recomendada, como se detalló en los numérales **12.3 RELLENOS Y MEJORAMIENTO DE LA SUB RASANTE** y **12.4 GEOTEXTIL NT-1800**.

- Los suelos presentes en los sondeos realizados no presentan riesgo de colapso, sin embargo, se recomienda en las excavaciones donde se superen los 1m de profundidad, utilizar sistema de entibado simple con gatos y cerchas o listones de madera.

- En caso de encontrar materiales diferentes a los clasificados en este informe, comunicar inmediatamente al ejecutor de este informe, interventor o ingeniero residente de la obra para tomar las medidas necesarias en caso de realizar modificaciones.

- Para la capacidad del suelo se esperan asentamientos totales inferiores a los máximos permisibles dentro de los parámetros de la norma NSR-10 - TÍTULO H, que establece que el asentamiento total permisible para edificaciones medianeras es de 15.0 cm y para edificaciones aisladas es de 30.0 cm.

- No se observaron requerimientos de contención de taludes, sin embargo, de presentarse amenazas por cortes elevados, se debe informar a esta

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

consultoría con el fin de estudiar la situación y brindar las soluciones necesarias.

- El presente informe no contempla diseño de obras de drenaje de ningún tipo transversal o longitudinal, siendo estas necesarias para la durabilidad y estabilidad de la obra

14 LIMITACIONES

El informe se realizó con la información suministrada por quien ordenó el estudio y lo revisó, verificó y es responsable de la información suministrada del levantamiento topográfico, del escenario urbanístico, las etapas del proyecto, tipo de edificación, sistema estructural, niveles de excavación, secciones arquitectónicas amarradas a los niveles del terreno, los niveles de construcción, cargas, redes de servicio, información de edificaciones vecinas, igualmente lo concerniente a la etapa de trabajos de campo, fue constituido por exploraciones del subsuelo, seguidos posteriormente por ensayos de laboratorio con muestras representativas.

Si durante la construcción de las estructuras se presentan condiciones diferentes a las aquí planteadas como típicas, o si el proyecto sufre variaciones, se solicita informar a esta consultoría a la mayor brevedad posible para resolver sobre las modificaciones o adiciones a que haya lugar. Cualquier decisión inconsulta, exime a esta consultoría de responsabilidad.

Las muestras de subsuelo con las cuales se realizaron los ensayos permanecerán en nuestro laboratorio un máximo de 30 días contados a partir de la fecha de entrega del presente informe.

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

15 ANEXOS

15.1 ANEXO A. REGISTRO FOTOGRÁFICO DE EXPLORACIÓN EN CAMPO

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

CONSULTORÍA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS SAS
NIT 901027483-1

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE CAMPO
EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA DE SUELOS

Identificación del contrato:	ESTUDIO GEOTECNICO PALACIO MUNICIPAL DE COLOSO	**Sondeo:**	1
Localización de la obra:	COLOSO - SUCRE	**Cliente:**	NACIÓN - CONSEJO SUPERIOR DE LA JUDICATURA-DIRECCIÓN SECCIONAL DE ADMINISTRACIÓN JUDICIAL DE SINCELEJO - SUCRE
Código de Proyecto:	2599	**Perforación:**	S1
Fecha exploración:	27/06/2024	**Equipo:**	EQUIPO DE EXPLORACION MANUAL
Fecha informe:	jul-24	**Realizó:**	LAURA AYALA



Localización Sondeo No. 1



Localización Sondeo No. 1



Localización Sondeo No. 1



Obtención muestra alterada (1.00 m - 2.00 m)

-

-

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

CONSULTORÍA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS SAS
NIT 901027483-1

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE CAMPO
EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA DE SUELOS

Identificación del contrato:	ESTUDIO GEOTECNICO PALACIO MUNICIPAL DE COLOSO	**Sondeo:**	2
Localización de la obra:	COLOSO - SUCRE	**Cliente:**	NACIÓN - CONSEJO SUPERIOR DE LA JUDICATURA-DIRECCIÓN SECCIONAL DE ADMINISTRACIÓN JUDICIAL DE SINCELEJO - SUCRE
Código de Proyecto:	2599	**Perforación:**	S1
Fecha exploración:	27/06/2024	**Equipo:**	EQUIPO DE EXPLORACION MANUAL
Fecha informe:	jul-24	**Realizó:**	LAURA AYALA



Localización Sondeo No. 2



Localización Sondeo No. 2



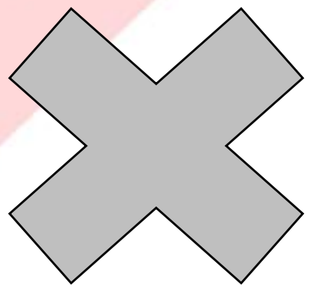
Localización Sondeo No. 2



Localización Sondeo No. 2



Obtención muestra alterada (2.00 m - 3.00 m)



Obtención muestra inalterada 2 (0.80 m - 1.30 m)

CALLE 37A N° 4A-03, BARRIO MESOPOTAMIA TUNJA
3103294011-jcala@csestructuras.com-ingjonathancala@gmail.com

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

CONSULTORÍA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS SAS
Una nueva generación de ingeniería
NIT 901027483-1

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE CAMPO
EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA DE SUELOS

Identificación del contrato:	ESTUDIO GEOTECNICO PALACIO MUNICIPAL DE COLOSO	**Sondeo:**	3
Localización de la obra:	COLOSO - SUCRE	**Cliente:**	NACIÓN - CONSEJO SUPERIOR DE LA JUDICATURA-DIRECCIÓN SECCIONAL DE ADMINISTRACIÓN JUDICIAL DE SINCELEJO - SUCRE
Código de Proyecto:	2599	**Perforación:**	S1
Fecha exploración:	27/06/2024	**Equipo:**	EQUIPO DE EXPLORACION MANUAL
Fecha informe:	jul-24	**Realizó:**	LAURA AYALA



Localización Sondeo No. 3



Ruptura de placa de concreto para sondeo



Localización Sondeo No. 3



Obtención muestra alterada (0.50 m - 1.00 m)



Obtención muestra alterada (1.00 m - 2.00 m)

-

ESPECIALISTAS EN CONSULTORÍA PARA ESTUDIOS DE SUELOS, DISEÑO ESTRUCTURAL, SUPERVISIÓN DE DISEÑOS, DISEÑOS DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES, PATOLOGÍA, VULNERABILIDAD Y REFORZAMIENTO DE EDIFICACIONES Y OBRAS CIVILES

CALLE 37A N° 4A-03, BARRIO MESOPOTAMIA TUNJA
3103294011-jcala@csestructuras.com-ingjonathancala@gmail.com
ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

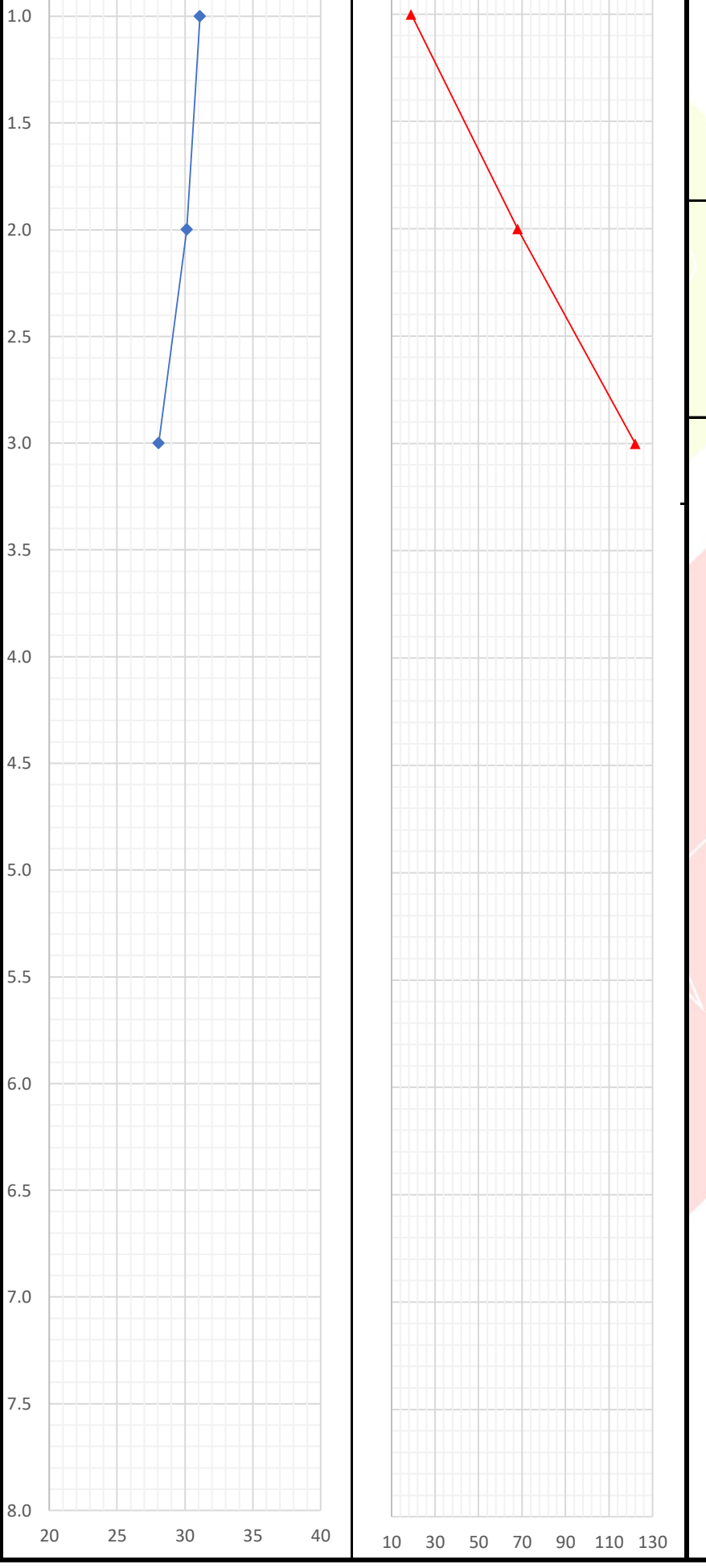
15.2 ANEXO B. PERFIL ESTRATIGRÁFICO

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

REGISTRO DE PERFORACIÓN Y PERFIL ESTRATIGRÁFICO

OBRA:	ESTUDIO GEOTECNICO PALACIO DE JUSTICIA COLOSO	**REALIZÓ:**	LAURA AYALA
LOCALIZACIÓN:	COLOSO - SUCRE	**FECHA INFORME**	jul-24
CLIENTE:	NACION - CONSEJO SUPERIOR DE LA JUDICATURA	**TIPO DE MATERIAL**	FINO
FECHA EXPLORACIÓN:	27/06/2024	**FUENTE MATERIAL:**	
SONDEO No.:	S1	**ORDEN DE ENSAYO:**	
EQUIPO:	EXPLORACION MANUAL	**NIVEL FREÁTICO**	**NO SE ENCONTRO**

PROF. (m)	MUESTRA No. y Clase	MUESTRA Prof. (m)	MUESTRA Golpes	Wn (%)	LL (%)	LP (%)	DESCRIPCIÓN
1	S1-M1 (SS)	0.0 - 1.0	19 / 6''	31.11	76	24	Arcilla inorgánica de alta plasticidad color pardo perteneciente a suelos residuales de la Unidad Geologica Superficial (UGS). **FIN DE LA EXPLORACIÓN**
2	S1-M2 (SS)	1.0 - 2.0	68 / 6''	30.12	85	34	
3	S1-M3 (SS)	2.0 - 3.0	122 / 6''	28.07	87	36	
4							Estrato firme asimilable a roca perteneciente a Formacion Carmen (PgNgc) de la Unidad Geologica Básica.
5							
6							
7							
8							



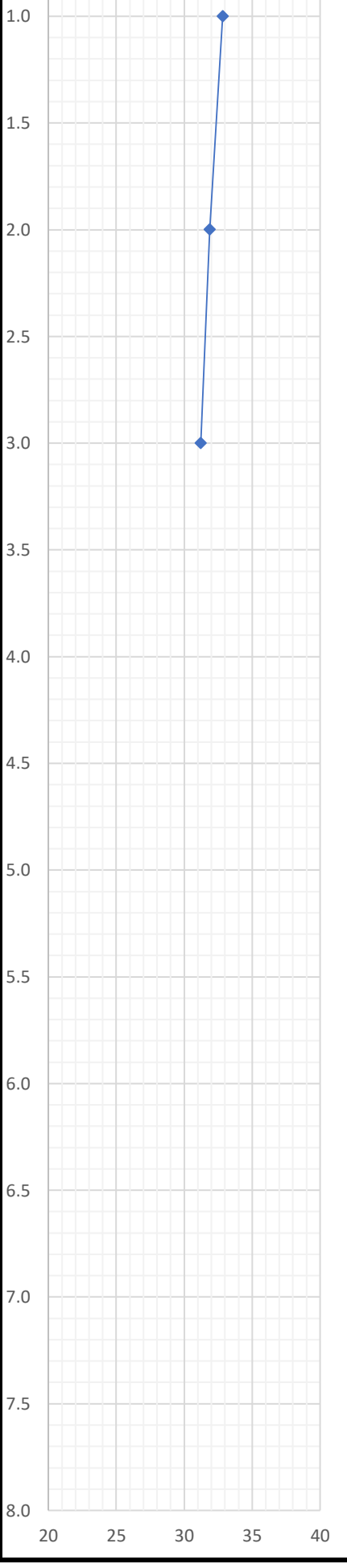
OBSERVACIONES:

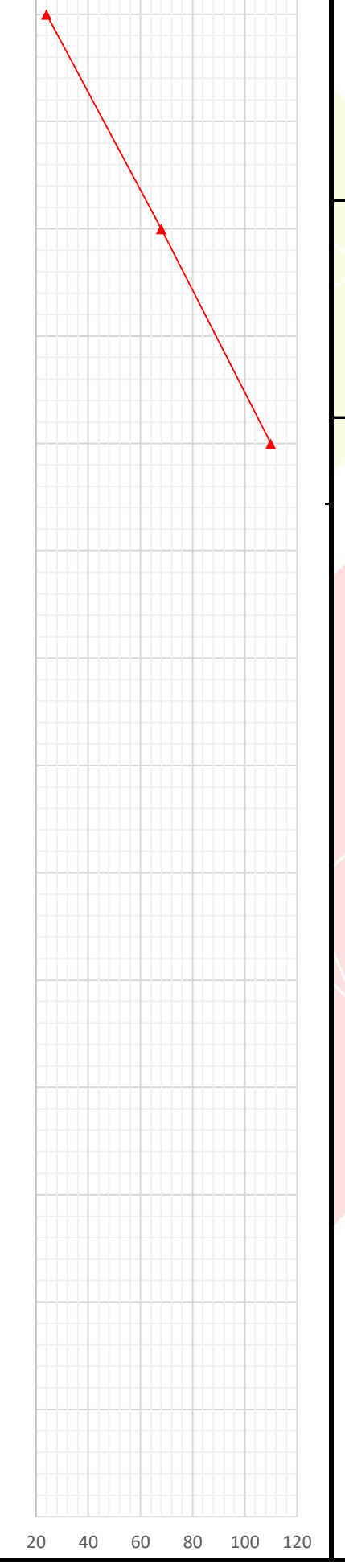
1. NIVEL FREÁTICO MEDIDO AL FINALIZAR LA PERFORACIÓN EXCEPTO DONDE SE INDIQUE LO CONTRARIO
2. SH = TUBO SHELBY
3. SS = SPLIT - SPOON
4. NX = BROCA; 5. BRH = BARRENO HELICOIDAL; 6.PL = PALADRAGA

REGISTRO DE PERFORACIÓN Y PERFIL ESTRATIGRÁFICO

OBRA:	ESTUDIO GEOTECNICO PALACIO DE JUSTICIA COLOSO	**REALIZÓ:**	LAURA AYALA
LOCALIZACIÓN:	COLOSO - SUCRE	**FECHA INFORME**	jul-24
CLIENTE:	NACION - CONSEJO SUPERIOR DE LA JUDICATURA	**TIPO DE MATERIAL**	FINO
FECHA EXPLORACIÓN:	27/06/2024	**FUENTE MATERIAL:**	
SONDEO No.:	S2	**ORDEN DE ENSAYO:**	
EQUIPO:	EXPLORACION MANUAL	**NIVEL FREÁTICO**	**NO SE ENCONTRO**

PROF. (m)	MUESTRA No. y Clase	MUESTRA Prof. (m)	MUESTRA Golpes	Wn (%)	LL (%)	LP (%)	DESCRIPCIÓN
1	S1-M1 (SS)	0.0 - 1.0	24 / 6''	32.83	77	33	Arcilla inorgánica de alta plasticidad color pardo perteneciente a suelos residuales de la Unidad Geologica Superficial (UGS). **FIN DE LA EXPLORACIÓN**
2	S1-M2 (SS)	1.0 - 2.0	68 / 6''	31.87	82	33	
3	S2-M3 (SS)	2.0 - 3.0	110 / 6''	31.22	78	31	
4							Estrato firme asimilable a roca perteneciente a Formacion Carmen (PgNgc) de la Unidad Geologica Básica.
5							
6							
7							
8							





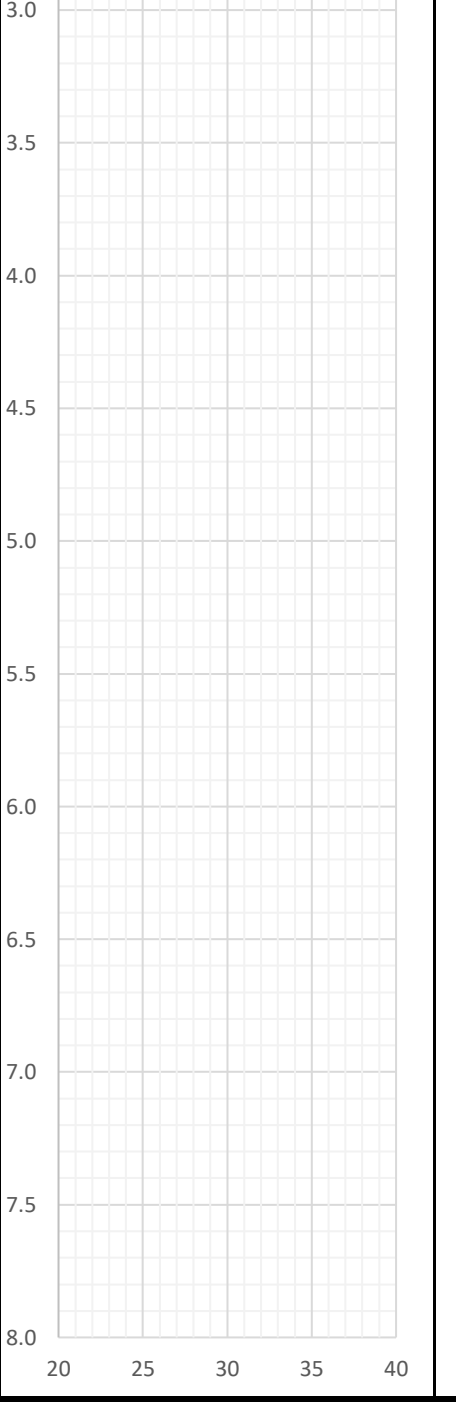
OBSERVACIONES:

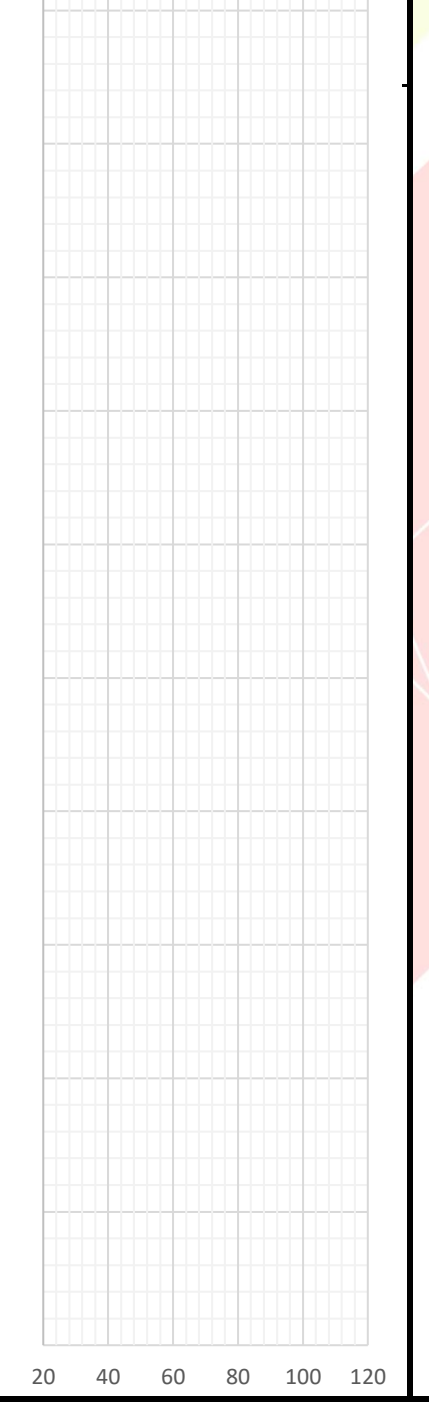
1. NIVEL FREÁTICO MEDIDO AL FINALIZAR LA PERFORACIÓN EXCEPTO DONDE SE INDIQUE LO CONTRARIO
2. SH = TUBO SHELBY
3. SS = SPLIT - SPOON
4. NX = BROCA; 5. BRH = BARRENO HELICOIDAL; 6.PL = PALADRAGA

REGISTRO DE PERFORACIÓN Y PERFIL ESTRATIGRÁFICO

OBRA:	ESTUDIO GEOTECNICO PALACIO DE JUSTICIA COLOSO	**REALIZÓ:**	LAURA AYALA
LOCALIZACIÓN:	COLOSO - SUCRE	**FECHA INFORME**	jul-24
CLIENTE:	NACION - CONSEJO SUPERIOR DE LA JUDICATURA	**TIPO DE MATERIAL**	FINO
FECHA EXPLORACIÓN:	27/06/2024	**FUENTE MATERIAL:**	
SONDEO No.:	S3	**ORDEN DE ENSAYO:**	
EQUIPO:	EXPLORACION MANUAL	**NIVEL FREÁTICO**	**NO SE ENCONTRO**

PROF. (m)	MUESTRA					HUMEDAD (%)	GOLPES/PIE	Wn (%)	LL (%)	LP (%)	DESCRIPCIÓN
	No. y Clase	Prof. (m)	Golpes								
1	S1-M1 (SS)	0.0 - 1.0			29 / 6''			26.40	78	35	Arcilla inorgánica de alta plasticidad color pardo perteneciente a suelos residuales de la Unidad Geologica Superficial (UGS). **FIN DE LA EXPLORACIÓN**
2	S1-M2 (SS)	1.0 - 2.0			107 / 6''			28.43	76	34	
3											
4											
5											Estrato firme asimilable a roca perteneciente a Formacion Carmen (PgNgc) de la Unidad Geologica Básica.
6											
7											
8											

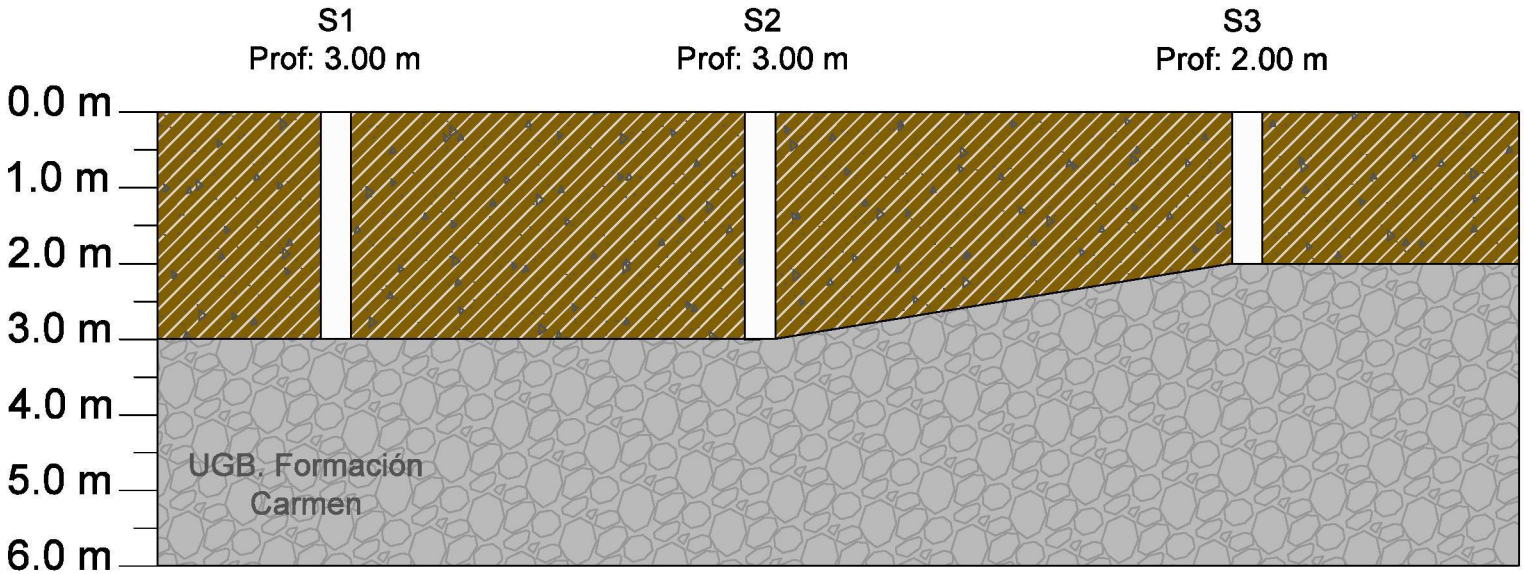




OBSERVACIONES:

1. NIVEL FREÁTICO MEDIDO AL FINALIZAR LA PERFORACIÓN EXCEPTO DONDE SE INDIQUE LO CONTRARIO
2. SH = TUBO SHELBY
3. SS = SPLIT - SPOON
4. NX = BROCA; 5. BRH = BARRENO HELICOIDAL; 6.PL = PALADRAGA

PERFIL ESTRATIGRAFICO



NOTAS:

- De llegarse a evidenciar la presencia de material organico, se recomienda su completo retiro, la cimentación no debe quedar apoyada sobre este tipo de material.
- El perfil para calculo de capacidad portante corresponde al PERFIL PROMEDIO, por lo que a lo largo de la estructura las profundidades de los estratos pueden variar.
- El estrato promedio esta compuesto por arcillas inóganicas de alta plasticidad color pardo.

CONSULTORÍA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S
UNA NUEVA GENERACIÓN DE SERVICIOS
NIT 901027483-1

DISEÑO:
ELKIN ANDRES VARGAS CAÑON

ASISTENTE DE DISEÑO:
LAURA DANIELA AYALA DUEÑAS

Ingeniería Civil - Diseño Estructural y Geotécnico
Tunja - Colombia ingjonathancala@gmail.com

Proyecto:
ESTUDIO GEOTECNICO PALACIO DE JUSTICIA
COLOSO - SUCRE

Cliente:
NACIÓN - CONSEJO SUPERIOR DE LA JUDICATURA-DIRECCIÓN SECCIONAL DE ADMINISTRACIÓN JUDICIAL DE SINCELEJO - SUCRE.

Observaciones:

Dibujo:
LAURA DANIELA AYALA DUEÑAS

Sistema de resistencia sísmica:

- ZONA DE AMENAZA SÍSMICA INTERMEDIA
- COEFICIENTES DE ACELERACIÓN Aa = 0.10, Av = 0.15, Ae = 0.07, Ad = 0.04
- PERFIL DE SUELO: TIPO C

Características de la cimentación:

Fecha: JULIO/2024

Escala: INDICADA

Código: 2599

Diseño:
ELKIN ANDRES VARGAS CAÑON
M.P. 15202 320642 BYC

Contiene:
- PERFIL ESTRATIGRÁFICO

Plano: 01/01

15.3 ANEXO C. RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

ANEXO C. RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

S1 – M1

1) INFORMACION GENERAL

No. Muestra:	1
Sondeo N°:	1
Profundidad:	1

2) DETERMINACION DE HUMEDAD

Tara o recipiente (gr)	231,5
Inicial húmedo (gr)	542,1
Inicial seco (gr)	468,4
Humedad Total (%):	31,11

Tamiz US Estándar	Tamiz (mm.)	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Acumulado	% PASA
3/8"	75,000	0	0	0	100
4	4,750	0	0,0	0,0	100
10	2,000	0	0,0	0,0	100
20	0,850	1,5	1,5	1,5	99
40	0,425	1,0	1,0	2,5	98
60	0,250	0,3	0,3	2,8	97
100	0,150	1,0	1,0	3,8	96
200	0,075	1,60	1,6	5,4	94,60
Fondo		**94,6**	94,6	100,0	0,00
Total		**100,0**			

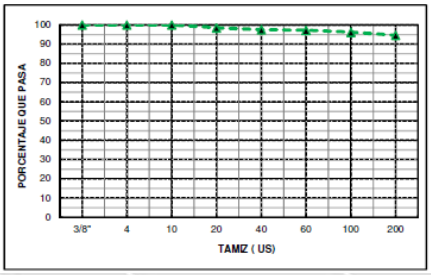
PESO UNITARIO INV E-217-07	
Ms (gr)	123,6
Diametro (cm)	3,5
Altura (cm)	5,80
P unit (t/m3)	**2,21**
P unit S (t/m3)	**1,69**

3. DETERMINACION DE LIMTE LIQUIDO I.N.V.E-125					4. LIMITE PLASTICO I.N.V.E - 126	
Lata N°		1	2	3	4	5
Peso suelo humedo + lata	gr	15,08	18,21	20,18	11,32	11,05
Peso suelo seco + lata	gr	10,14	11,94	13,19	9,8	9,58
Peso lata	gr	3,82	3,77	3,68	3,63	3,51
Peso seco	gr	6,32	8,17	9,51	6,17	6,07
Peso agua	gr	4,94	6,27	6,99	1,52	1,47
Contenido de humedad	%	78,16	76,74	73,50	25%	24%
Numero de golpes (N)	und	15	25	49	24%	
Log N		1,18	1,40	1,69	51,93%	

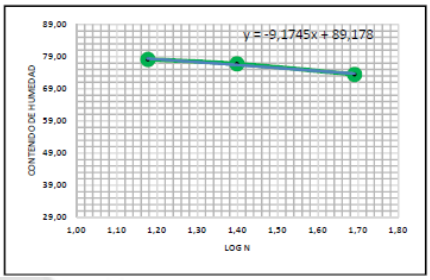
Indice de flujo	-9,1745
Constante	89,178
N fijado	25
Limite liquido (%)	76,35
Limite plastico (%)	24%
Ind. De plasticidad	52%
Humedad natural	31,11

5. CLASIFICACION	
USCS	CH
AASHTO	A-7-6

CURVA GRANULOMETRIA



CURVA LIMTES DE ATTERBERG



ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

S1 – M2

1) INFORMACION GENERAL

No. Muestra:	2
Sondeo N°:	1
Profundidad:	2

2) DETERMINACION DE HUMEDAD

Tara o recipiente (gr)	216,2
Inicial húmedo (gr)	596,8
Inicial seco (gr)	508,7
Humedad Total (%):	30,12

Tamiz US Estándar	Tamiz (mm.)	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Acumulado	% PASA
3/8"	75,000	0	0	0	100
4	4,750	0	0,0	0,0	100
10	2,000	0	0,0	0,0	100
20	0,850	0,2	0,2	0,2	100
40	0,425	0,3	0,3	0,5	100
60	0,250	0,1	0,1	0,6	99
100	0,150	0,8	0,8	1,4	99
200	0,075	1,30	1,3	2,7	97,30
Fondo		**97,3**	97,3	100,0	0,00
Total		**100,0**			

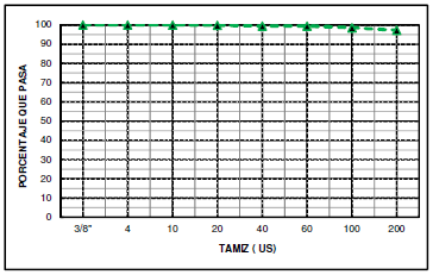
PESO UNITARIO INV E-217-07	
Ms (gr)	125
Diametro (cm)	3,2
Altura (cm)	7,70
P unit (t/m3)	**2,02**
P unit S (t/m3)	**1,55**

3. DETERMINACION DE LIMTE LIQUIDO I.N.V.E-125					4. LIMITE PLASTICO I.N.V.E - 126	
Lata N°		1	2	3	4	5
Peso suelo humedo + lata	gr	19,89	22,04	20,3	13,84	14,53
Peso suelo seco + lata	gr	12,28	13,71	12,9	11,29	11,75
Peso lata	gr	3,78	3,93	3,83	3,75	3,64
Peso seco	gr	8,5	9,78	9,07	7,54	8,11
Peso agua	gr	7,61	8,33	7,4	2,55	2,78
Contenido de humedad	%	89,53	85,17	81,59	34%	34%
Numero de golpes (N)	und	12	24	41	34%	
Log N		1,08	1,38	1,61	50,78%	

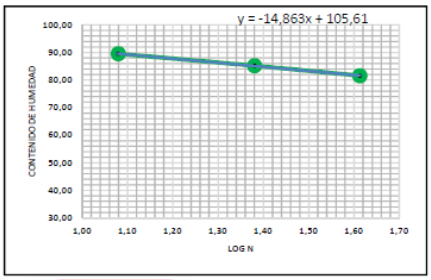
Indice de flujo	-14,863
Constante	105,61
N fijado	25
Limite liquido (%)	84,83
Limite plastico (%)	34%
Ind. De plasticidad	51%
Humedad natural	30,12

5. CLASIFICACION	
USCS	CH
AASHTO	A-7-6

CURVA GRANULOMETRIA



CURVA LIMTES DE ATTERBERG



ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

S1 – M3

1) INFORMACION GENERAL

No. Muestra:	3
Sondeo N°:	1
Profundidad:	3

2) DETERMINACION DE HUMEDAD

Tara o recipiente (gr)	227,1
Inicial húmedo (gr)	581,6
Inicial seco (gr)	503,9
Humedad Total (%):	28,07

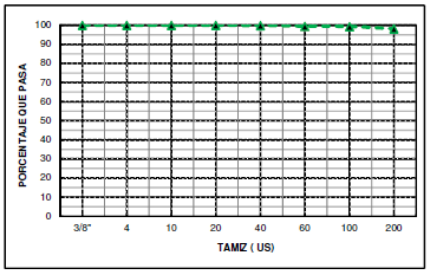
Tamiz US Estándar	Tamiz (mm.)	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Acumulado	% PASA	PESO UNITARIO INV E-217-07	
3/8"	75,000	0	0	0	100	**Ms (gr)**	166,6
4	4,750	0	0,0	0,0	100	**Diametro (cm)**	3,3
10	2,000	0	0,0	0,0	100	**Altura (cm)**	9,70
20	0,850	0,0	0,0	0,0	100	**P unit (t/m3)**	**2,01**
40	0,425	0,1	0,1	0,1	100	**P unit S (t/m3)**	**1,57**
60	0,250	0,4	0,4	0,5	100		
100	0,150	0,2	0,2	0,7	99		
200	0,075	1,10	1,1	1,8	98,20		
Fondo		**98,2**	98,2	100,0	0,00		
Total		**100,0**					

3. DETERMINACION DE LIMTE LIQUIDO I.N.V.E-125					4. LIMITE PLASTICO I.N.V.E - 126	
Lata N°		1	2	3	4	5
Peso suelo humedo + lata	gr	19,43	18,3	19,12	12,9	11,31
Peso suelo seco + lata	gr	12,02	11,56	12,18	10,45	9,22
Peso lata	gr	3,82	3,77	3,68	3,63	3,51
Peso seco	gr	8,2	7,79	8,5	6,82	5,71
Peso agua	gr	7,41	6,74	6,94	2,45	2,09
Contenido de humedad	%	90,37	86,52	81,65	36%	37%
Numero de golpes (N)	und	15	27	48	36%	
Log N		1,18	1,43	1,68	50,46%	

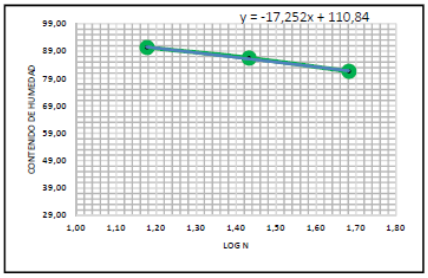
Indice de flujo	-17,252
Constante	110,84
N fijado	25
Limite liquido (%)	86,72
Limite plastico (%)	36%
Ind. De plasticidad	50%
Humedad natural	28,07

5. CLASIFICACION	
USCS	CH
AASHTO	A-7-6

CURVA GRANULOMETRIA



CURVA LIMTES DE ATTERBERG



ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

S2 – M1

1) INFORMACION GENERAL

No. Muestra:	4
Sondeo N°:	2
Profundidad:	1

2) DETERMINACION DE HUMEDAD

Tara o recipiente (gr)	221,3
Inicial húmedo (gr)	582,6
Inicial seco (gr)	493,3
Humedad Total (%):	32,83

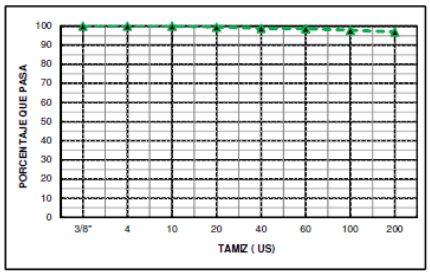
Tamiz US Estándar	Tamiz (mm.)	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Acumulado	% PASA	PESO UNITARIO INV E-217-07	
3/8"	75,000	0	0	0	100	**Ms (gr)**	111,2
4	4,750	0	0,0	0,0	100	**Diametro (cm)**	3,2
10	2,000	0	0,0	0,0	100	**Altura (cm)**	6,80
20	0,850	0,5	0,5	0,5	100	**P unit (t/m3)**	**2,03**
40	0,425	0,6	0,6	1,1	99	**P unit S (t/m3)**	**1,53**
60	0,250	0,2	0,2	1,3	99		
100	0,150	0,9	0,9	2,2	98		
200	0,075	0,80	0,8	3,0	97,00		
Fondo		**97,0**	97,0	100,0	0,00		
Total		**100,0**					

3. DETERMINACION DE LIMTE LIQUIDO I.N.V.E-125					4. LIMITE PLASTICO I.N.V.E - 126	
Lata N°		1	2	3	4	5
Peso suelo humedo + lata	gr	16,56	19,27	17,15	12,74	12,88
Peso suelo seco + lata	gr	10,74	12,32	11,46	10,52	10,64
Peso lata	gr	3,53	3,72	3,8	3,79	3,8
Peso seco	gr	7,21	8,6	7,66	6,73	6,84
Peso agua	gr	5,82	6,95	5,69	2,22	2,24
Contenido de humedad	%	80,72	80,81	74,28	33%	33%
Numero de golpes (N)	und	12	19	33	33%	
Log N		1,08	1,28	1,52	44,14%	

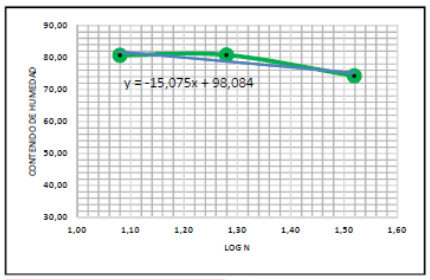
Indice de flujo	-15,075
Constante	98,084
N fijado	25
Limite liquido (%)	77,01
Limite plastico (%)	33%
Ind. De plasticidad	44%
Humedad natural	32,83

5. CLASIFICACION	
USCS	CH
AASHTO	A-7-5

CURVA GRANULOMETRIA



CURVA LIMTES DE ATTERBERG



ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

S2 – M2

1) INFORMACION GENERAL

No. Muestra:	5
Sondeo N°:	2
Profundidad:	2

2) DETERMINACION DE HUMEDAD

Tara o recipiente (gr)	219,8
Inicial húmedo (gr)	522,7
Inicial seco (gr)	449,5
Humedad Total (%):	31,87

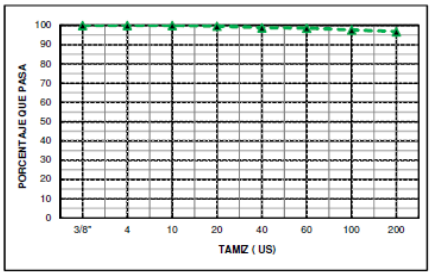
Tamiz US Estándar	Tamiz (mm.)	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Acumulado	% PASA	PESO UNITARIO INV E-217-07	
3/8"	75,000	0	0	0	100	**Ms (gr)**	134,9
4	4,750	0	0,0	0,0	100	**Diametro (cm)**	3,2
10	2,000	0	0,0	0,0	100	**Altura (cm)**	8,20
20	0,850	0,4	0,4	0,4	100	**P unit (t/m3)**	**2,05**
40	0,425	0,8	0,8	1,2	99	**P unit S (t/m3)**	**1,55**
60	0,250	0,2	0,2	1,4	99		
100	0,150	1,0	1,0	2,4	98		
200	0,075	0,80	0,8	3,2	96,80		
Fondo		**96,8**	96,8	100,0	0,00		
Total		**100,0**					

3. DETERMINACION DE LIMTE LIQUIDO I.N.V.E-125					4. LIMITE PLASTICO I.N.V.E - 126	
Lata N°		1	2	3	4	5
Peso suelo humedo + lata	gr	17,68	18,82	16,93	12,17	13,27
Peso suelo seco + lata	gr	11,14	12,02	11,18	10,06	10,84
Peso lata	gr	3,72	3,77	3,68	3,63	3,51
Peso seco	gr	7,42	8,25	7,5	6,43	7,33
Peso agua	gr	6,54	6,8	5,75	2,11	2,43
Contenido de humedad	%	88,14	82,42	76,67	33%	33%
Numero de golpes (N)	und	11	23	45	33%	
Log N		1,04	1,36	1,65	48,57%	

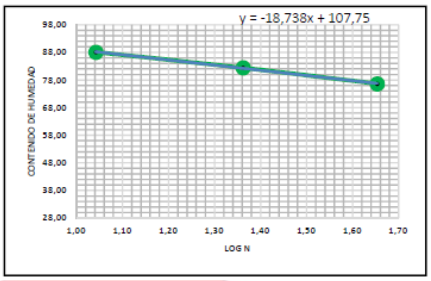
Indice de flujo	-18,738
Constante	107,75
N fijado	25
Limite liquido (%)	81,56
Limite plastico (%)	33%
Ind. De plasticidad	49%
Humedad natural	31,87

5. CLASIFICACION	
USCS	CH
AASHTO	A-7-5

CURVA GRANULOMETRIA



CURVA LIMTES DE ATTERBERG



ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

S2 – M3

1) INFORMACION GENERAL

No. Muestra:	6
Sondeo N°:	2
Profundidad:	3

2) DETERMINACION DE HUMEDAD

Tara o recipiente (gr)	212,3
Inicial húmedo (gr)	491,4
Inicial seco (gr)	425
Humedad Total (%):	31,22

Tamiz US Estándar	Tamiz (mm.)	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Acumulado	% PASA
3/8"	75,000	0	0	0	100
4	4,750	0	0,0	0,0	100
10	2,000	0	0,0	0,0	100
20	0,850	0,6	0,6	0,6	99
40	0,425	0,7	0,7	1,3	99
60	0,250	0,3	0,3	1,6	98
100	0,150	1,3	1,3	2,9	97
200	0,075	1,20	1,2	4,1	95,90
Fondo		**95,9**	95,9	100,0	0,00
Total		**100,0**			

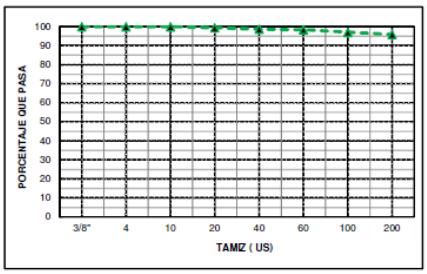
PESO UNITARIO INV E-217-07	
Ms (gr)	136,5
Diametro (cm)	3,2
Altura (cm)	8,10
P unit (t/m3)	**2,10**
P unit S (t/m3)	**1,60**

3. DETERMINACION DE LIMTE LIQUIDO I.N.V.E-125					4. LIMITE PLASTICO I.N.V.E - 126	
Lata N°		1	2	3	4	5
Peso suelo humedo + lata	gr	19,75	19,66	18,32	12,6	12,63
Peso suelo seco + lata	gr	12,48	12,8	12,13	10,43	10,6
Peso lata	gr	3,78	3,93	3,83	3,75	3,64
Peso seco	gr	8,7	8,87	8,3	6,68	6,96
Peso agua	gr	7,27	6,86	6,19	2,17	2,03
Contenido de humedad	%	83,56	77,34	74,58	32%	29%
Numero de golpes (N)	und	10	24	48	31%	
Log N		1,00	1,38	1,68	47,08%	

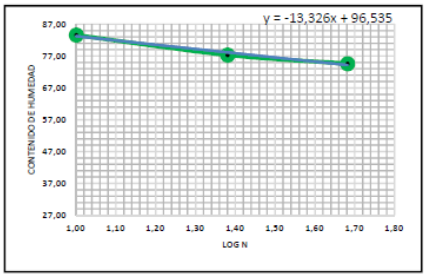
Indice de flujo	-13,326
Constante	96,535
N fijado	25
Limite liquido (%)	77,91
Limite plastico (%)	31%
Ind. De plasticidad	47%
Humedad natural	31,22

5. CLASIFICACION	
USCS	CH
AASHTO	A-7-6

CURVA GRANULOMETRIA



CURVA LIMTES DE ATTERBERG



ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

S3 – M1

1) INFORMACION GENERAL

No. Muestra:	7
Sondeo N°:	3
Profundidad:	1

2) DETERMINACION DE HUMEDAD

Tara o recipiente (gr)	201,6
Inicial húmedo (gr)	573,6
Inicial seco (gr)	495,9
Humedad Total (%):	26,40

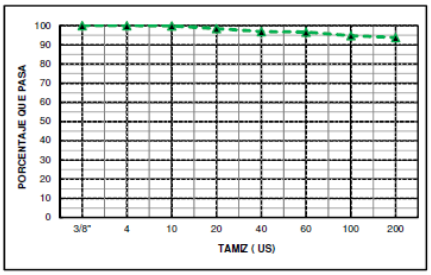
Tamiz US Estándar	Tamiz (mm.)	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Acumulado	% PASA	PESO UNITARIO INV E-217-07	
3/8"	75,000	0	0	0	100	**Ms (gr)**	104
4	4,750	0	0,0	0,0	100	**Diametro (cm)**	3,3
10	2,000	0,2	0,2	0,2	100	**Altura (cm)**	6,50
20	0,850	1,3	1,3	1,5	99	**P unit (t/m3)**	**1,87**
40	0,425	1,6	1,6	3,1	97	**P unit S (t/m3)**	**1,48**
60	0,250	0,3	0,3	3,4	97		
100	0,150	1,9	1,9	5,3	95		
200	0,075	0,90	0,9	6,2	93,80		
Fondo		**93,8**	93,8	100,0	0,00		
Total		**100,0**					

3. DETERMINACION DE LIMTE LIQUIDO I.N.V.E-125					4. LIMITE PLASTICO I.N.V.E - 126	
Lata N°		1	2	3	4	5
Peso suelo humedo + lata	gr	20,52	18,36	18,42	12,19	13,58
Peso suelo seco + lata	gr	12,81	11,95	12,19	10,04	11,05
Peso lata	gr	3,53	3,72	3,8	3,79	3,8
Peso seco	gr	9,28	8,23	8,39	6,25	7,25
Peso agua	gr	7,71	6,41	6,23	2,15	2,53
Contenido de humedad	%	83,08	77,89	74,26	34%	35%
Numero de golpes (N)	und	12	24	41	35%	
Log N		1,08	1,38	1,61	43,09%	

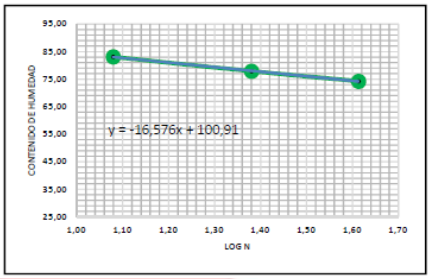
Indice de flujo	-16,576
Constante	100,91
N fijado	25
Limite liquido (%)	77,74
Limite plastico (%)	35%
Ind. De plasticidad	43%
Humedad natural	26,40

5. CLASIFICACION	
USCS	CH
AASHTO	A-7-6

CURVA GRANULOMETRIA



CURVA LIMTES DE ATTERBERG



ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

S3 – M2

1) INFORMACION GENERAL

No. Muestra:	8
Sondeo N°:	3
Profundidad:	2

2) DETERMINACION DE HUMEDAD

Tara o recipiente (gr)	199,9
Inicial húmedo (gr)	513,4
Inicial seco (gr)	444
Humedad Total (%):	28,43

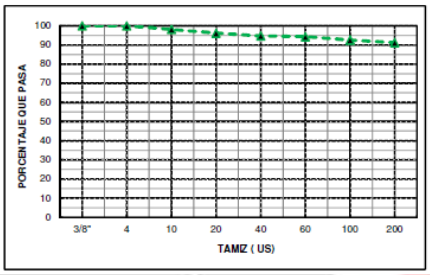
Tamiz US Estándar	Tamiz (mm.)	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Acumulado	% PASA	PESO UNITARIO INV E-217-07	
3/8"	75,000	0	0	0	100	**Ms (gr)**	150,8
4	4,750	0	0,0	0,0	100	**Diametro (cm)**	3,3
10	2,000	1,9	1,9	1,9	98	**Altura (cm)**	8,80
20	0,850	1,9	1,9	3,8	96	**P unit (t/m3)**	**2,00**
40	0,425	1,5	1,5	5,3	95	**P unit S (t/m3)**	**1,56**
60	0,250	0,3	0,3	5,6	94		
100	0,150	1,8	1,8	7,4	93		
200	0,075	1,40	1,4	8,8	91,20		
Fondo		**91,2**	91,2	100,0	0,00		
Total		**100,0**					

3. DETERMINACION DE LIMTE LIQUIDO I.N.V.E-125					4. LIMITE PLASTICO I.N.V.E -	
Lata N°		1	2	3	4	5
Peso suelo humedo + lata	gr	18,07	19,03	20,3	12,75	12,07
Peso suelo seco + lata	gr	11,63	12,46	13,4	10,44	9,91
Peso lata	gr	3,78	3,93	3,64	3,75	3,64
Peso seco	gr	7,85	8,53	9,76	6,69	6,27
Peso agua	gr	6,44	6,57	6,9	2,31	2,16
Contenido de humedad	%	82,04	77,02	70,70	35%	34%
Numero de golpes (N)	und	11	21	49	34%	
Log N		1,04	1,32	1,69	41,28%	

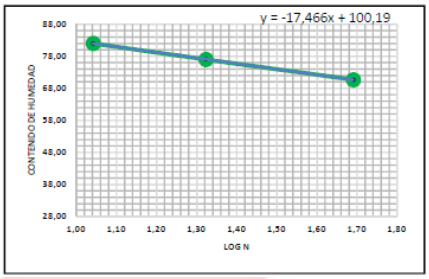
Indice de flujo	-17,466
Constante	100,19
N fijado	25
Limite liquido (%)	75,77
Limite plastico (%)	34%
Ind. De plasticidad	41%
Humedad natural	28,43

5. CLASIFICACION	
USCS	CH
AASHTO	A-7-5

CURVA GRANULOMETRIA



CURVA LIMTES DE ATTERBERG



ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

15.4 ANEXO D. MEMORIA DE CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE CONSULTORIA Y SUPERVISIÓN DE ESTRUCTURAS S.A.S. Y NO DEBE SER COPIADO, REPRODUCIDO Y/O CIRCULADO SIN AUTORIZACIÓN

FS DIRECTO

MEMORIA DE CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE	
PROYECTO:	ESTUDIO GEOTECNICO PALACIO DE JUSTICIA COLOSO
LOCALIZACIÓN:	COLOSO, SUCRE

PROPIEDADES DEL SUELO		
C'	32.78	kPa
ϕ'	36	°
γ excav.	20.36	kN/m^3
DF	0.5	m
FS directo mínimo Tabla H.4		1.5

CON FACTOR DE SEGURIDAD DIRECTO aplicado a Φ y Cu

PROPIEDADES DEL SUELO		
Cu	21.85	kPa
ϕ	24	°
γ excav.	20.36	kN/m^3
DF	0.50	m

DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE (kPa)

TEORIA DE HANSEN Y MEYERHOF, VESIC

ANÁLISIS PARA CIMIENTOS CUADRADOS, RECTANGULARES Y CONTINUOS

$$\sigma u = CNcF_{cs}F_{cd}F_{ci} + qNqF_{qs}F_{qd}F_{qi} + 0.5\gamma BN\gamma F_{\gamma s}F_{\gamma d}F_{\gamma i}$$

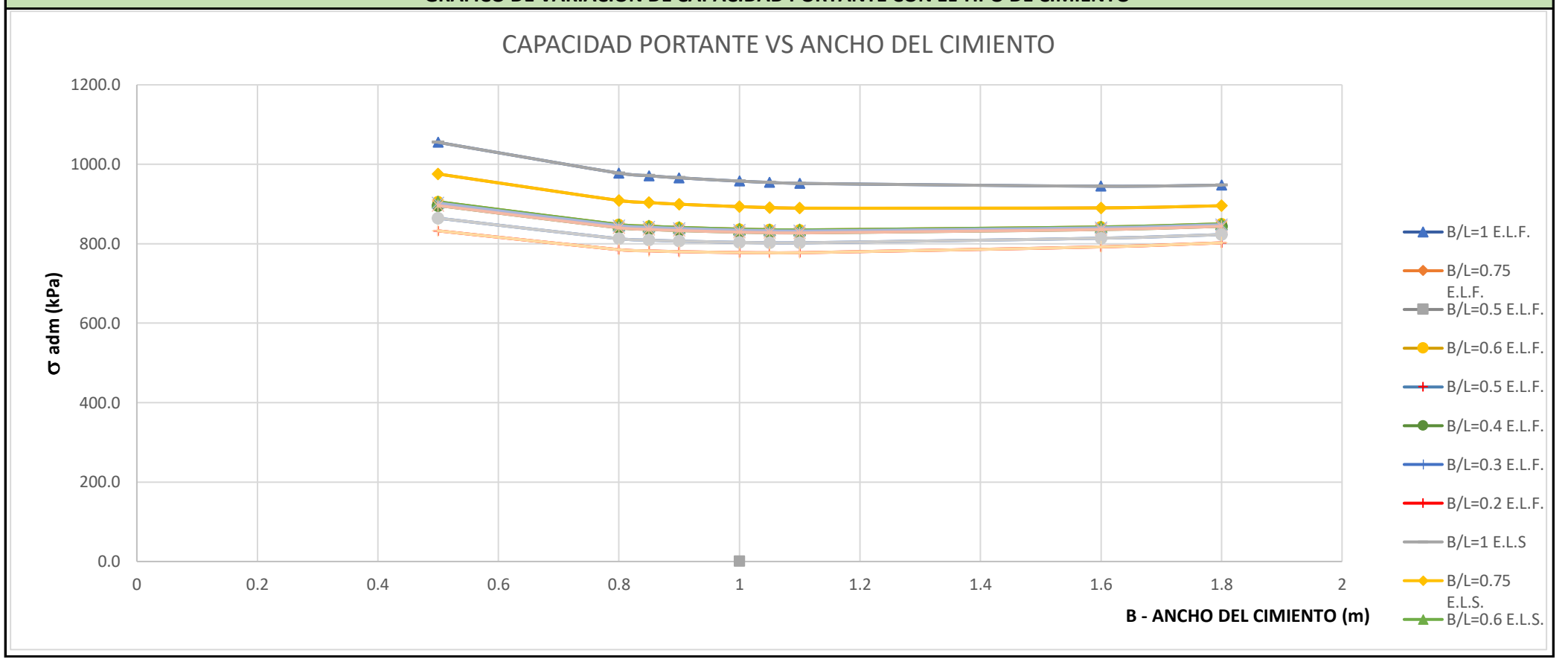
VALORES DE CAPACIDAD ADMISIBLE DE SEGURIDAD σadm (kPa) *Estados límites de falla

TIPO DE CIMIENTO	RELACIÓN B/L	ANCHO DEL CIMIENTO B (m)								
		0.5	**0.8**	**0.85**	**0.9**	**1**	**1.05**	**1.1**	**1.6**	**1.8**
CUADRADO	**1**	1055.13	**977.61**	**971.20**	**965.82**	**957.54**	**954.40**	**951.81**	944.73	947.49
RECTANGULAR	**0.75**	975.61	908.84	903.68	899.46	893.31	891.15	889.50	890.20	895.61
CONTINUO	**0.53**	905.62	848.32	844.26	841.07	**836.79**	835.49	834.66	842.22	849.96
	0.52	902.44	**845.56**	841.56	838.42	834.22	832.96	832.17	840.04	847.88
	0.5	896.08	**840.06**	836.15	833.11	829.08	827.90	827.18	835.68	843.73
	0.4	864.27	812.55	809.14	806.56	803.39	802.60	802.26	813.87	822.98
	0.3	832.45	785.04	782.14	780.02	777.70	777.30	777.33	792.05	802.23

VALORES DE CAPACIDAD ADMISIBLE DE SEGURIDAD σadm (kPa) *Estados límites de Servicio

TIPO DE CIMIENTO	RELACIÓN B/L	ANCHO DEL CIMIENTO B (m)								
		0.5	**0.8**	**0.85**	**0.9**	**1**	**1.05**	**1.1**	**1.6**	**1.8**
CUADRADO	**1**	1055.13	977.61	971.20	965.82	957.54	954.40	951.81	944.73	947.49
RECTANGULAR	**0.75**	975.61	908.84	903.68	899.46	893.31	891.15	889.50	890.20	895.61
CONTINUO	**0.53**	905.62	848.32	844.26	841.07	836.79	835.49	834.66	842.22	849.96
	0.52	902.44	845.56	841.56	838.42	834.22	832.96	832.17	840.04	847.88
	0.5	896.08	840.06	836.15	833.11	829.08	827.90	827.18	835.68	843.73
	0.4	864.27	812.55	809.14	806.56	803.39	802.60	802.26	813.87	822.98
	0.3	832.45	785.04	782.14	780.02	777.70	777.30	777.33	792.05	802.23

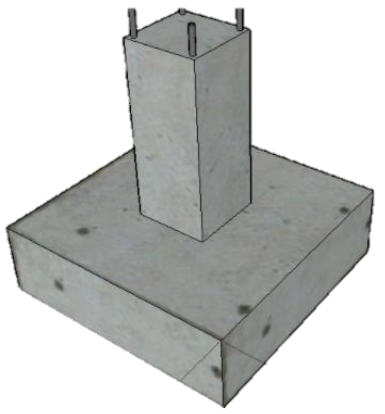
GRÁFICO DE VARIACIÓN DE CAPACIDAD PORTANTE CON EL TIPO DE CIMIENTO



FS DIRECTO

MEMORIA DE CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE

PROYECTO:	ESTUDIO GEOTECNICO PALACIO DE JUSTICIA COLOSO
LOCALIZACIÓN:	COLOSO, SUCRE



Es	32642.00	kPa
μ	0.29	-
e0	0.81	
H	2B	
Cs	0.116	
C'a	0.02772	
t1	1	años
t2	5	años
Tipo de edificación H.4.9-1		C
Luz entre col.	6000	mm
Edificaciones con pórticos en concreto sin acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores.		
Asiento diferencial máximo	20	mm
Ubicación de la estructura	MEDIANERA	
Asiento total máximo	150	mm

VALORES DE CARGA ADMISIBLE (kN)

TIPO DE CIMIENTO	RELACIÓN B/L	ANCHO DEL CIMIENTO B (m)								
		0.5	0.8	0.85	0.9	1	1.05	1.1	1.6	1.8
CUADRADO	**1**	263.78	625.67	701.69	782.31	957.54	1052.23	1151.69	2418.51	3069.85
RECTANGULAR	**0.75**	325.20	775.54	870.54	971.42	1191.08	1310.00	1435.06	3038.56	3869.03
CONTINUO	**0.53**	427.18	1024.38	1150.90	1285.41	1578.85	1737.99	1905.55	4068.08	5195.97
	0.52	433.86	1040.69	1169.28	1305.99	1604.27	1766.04	1936.39	4135.57	5282.96
	0.5	448.04	1075.28	1208.24	1349.63	1658.16	1825.53	2001.79	4278.66	5467.39
	0.4	540.17	1300.08	1461.52	1633.29	2008.47	2212.18	2426.83	5208.74	6666.15
	0.3	693.71	1674.76	1883.64	2106.06	2592.32	2856.60	3135.24	6758.86	8664.10

VALORES DE ASENTAMIENTO ELÁSTICO (mm)

$$S = \frac{B\, q_o}{E}(1-\nu^2)\,\alpha_{prom}$$

TIPO DE CIMIENTO	RELACIÓN B/L	ANCHO DEL CIMIENTO B (m)								
		0.5	0.8	0.85	0.9	1	1.05	1.1	1.6	1.8
CUADRADO	**1**	12.44	18.45	19.47	20.50	22.59	23.64	24.70	35.65	40.23
RECTANGULAR	**0.75**	13.20	19.68	20.79	21.91	24.18	25.33	26.48	38.55	43.64
CONTINUO	**0.53**	14.24	21.34	22.57	23.80	26.31	27.59	28.87	42.38	48.11
	0.52	14.30	21.44	22.67	23.91	26.44	27.72	29.01	42.59	48.37
	0.5	14.42	21.64	22.88	24.14	26.69	27.99	29.29	43.05	48.90
	0.4	15.16	22.81	24.13	25.47	28.19	29.57	30.97	45.69	51.98
	0.3	16.18	24.41	25.84	27.28	30.23	31.72	33.23	49.25	56.12

VALORES DE ASENTAMIENTO PRIMARIO (mm)

$$S_p = \frac{C_s H}{1+e_0}\, log\left(\frac{(\sigma'_o + \Delta\sigma')}{\sigma'_o}\right)$$

TIPO DE CIMIENTO	RELACIÓN B/L	ANCHO DEL CIMIENTO B (m)								
		0.5	0.8	0.85	0.9	1	1.05	1.1	1.6	1.8
CUADRADO	**1**	110.16	152.59	159.06	165.39	177.68	183.65	189.52	243.55	263.30
RECTANGULAR	**0.75**	108.02	149.45	155.78	161.97	173.99	179.83	185.58	238.62	258.08
	0.5	76.41	100.47	104.20	107.42	113.99	117.14	120.22	147.78	157.58
CONTINUO	**0.53**	106.00	146.50	152.69	158.75	170.52	176.25	181.88	234.04	253.26
	0.52	105.91	146.36	152.54	158.60	170.36	176.08	181.71	233.83	253.03
	0.5	105.71	146.08	152.25	158.29	170.03	175.74	181.36	233.40	252.58
	0.4	104.73	144.66	150.76	156.74	168.37	174.02	179.59	231.22	250.29
	0.3	103.72	143.19	149.23	155.14	166.65	172.25	177.77	228.99	247.95

FS DIRECTO

MEMORIA DE CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE	
PROYECTO:	ESTUDIO GEOTECNICO PALACIO DE JUSTICIA COLOSO
LOCALIZACIÓN:	COLOSO, SUCRE

VALORES DE ASENTAMIENTO SECUNDARIO (mm)

$$S_s = C'_a H log\left(\frac{t_2}{t_1}\right)$$

TIPO DE CIMIENTO	ANCHO DEL CIMIENTO B (m)								
	0.5	0.8	0.85	0.9	1	1.05	1.1	1.6	1.8
DIMENSIÓN	19.38	31.00	32.94	34.88	38.75	40.69	42.63	62.00	69.75

VALORES DE ASENTAMIENTO TOTAL (mm)

$$S_T = S_e + S_P + S_s$$

TIPO DE CIMIENTO	RELACIÓN B/L	ANCHO DEL CIMIENTO B (m)								
		0.5	0.8	0.85	0.9	1	1.05	1.1	1.6	1.8
CUADRADO	1	141.98	202.03	211.47	220.77	239.02	247.98	256.85	341.21	373.28
RECTANGULAR	0.75	140.60	200.13	209.51	218.75	236.92	245.85	254.69	339.17	371.47
CONTINUO	0.53	139.62	198.84	208.19	217.43	235.59	244.53	253.38	338.42	371.12
	0.52	139.58	198.80	208.15	217.38	235.55	244.49	253.35	338.42	371.15
	0.5	139.51	198.72	208.07	217.31	235.47	244.42	253.28	338.45	371.23
	0.4	139.27	198.47	207.83	217.09	235.31	244.28	253.18	338.91	372.02
	0.3	139.27	198.60	208.00	217.30	235.62	244.66	253.62	340.24	373.82

.

VALORES DE ASENTAMIENTOS DIFERENCIALES MÁXIMOS (mm)

TIPO DE CIMIENTO	ANCHO B (m)	ANCHO DEL CIMIENTO B (m)								
		0.5	0.8	0.85	0.9	1	1.05	1.1	1.6	1.8
CUADRADO	0.5	0.00	60.06	69.49	78.79	97.04	106.00	114.87	199.23	231.30
CUADRADO	0.8	60.06	0.00	9.43	18.73	36.98	45.95	54.81	139.17	171.24
CUADRADO	0.85	69.49	9.43	0.00	9.30	27.55	36.51	45.38	129.74	161.81
CUADRADO	0.9	78.79	18.73	9.30	0.00	18.25	27.21	36.08	120.44	152.51
CUADRADO	1	97.04	36.98	27.55	18.25	0.00	8.96	17.83	102.19	134.26
CUADRADO	1.05	106.00	45.95	36.51	27.21	8.96	0.00	8.87	93.23	125.29
CUADRADO	1.1	114.87	54.81	45.38	36.08	17.83	8.87	0.00	84.36	116.43
CUADRADO	1.6	199.23	139.17	129.74	120.44	102.19	93.23	84.36	0.00	32.07
CUADRADO	1.8	231.30	171.24	161.81	152.51	134.26	125.29	116.43	32.07	0.00

Nota: Los recuadros verdes indican si una dimensión de zapata puede ser adyacente a otra.

VALORES DE MÓDULO DE BALASTO (kN/m^3)

$$Ks\ (kg/cm^3) = 1.9207 * q_o + 0.2422$$ [1]

TIPO DE CIMIENTO	RELACIÓN B/L	ANCHO DEL CIMIENTO B (m)								
		0.5	0.8	0.85	0.9	1	1.05	1.1	1.6	1.8
CUADRADO	1	205035.63	190146.08	188914.37	187881.06	186290.59	185688.07	185190.69	183830.41	184359.44
RECTANGULAR	0.75	189760.46	176936.34	175945.14	175135.86	173953.94	173539.71	173221.88	173357.26	174395.47
CONTINUO	0.53	176318.30	165311.77	164532.21	163920.09	163097.69	162849.15	162689.33	164140.88	165627.18
	0.52	175707.29	164783.38	164013.44	163410.28	162604.23	162363.22	162210.58	163721.95	165228.63
	0.5	174485.28	163726.60	162975.90	162390.66	161617.30	161391.35	161253.07	162884.10	164431.51
	0.4	168375.21	158442.71	157788.21	157292.58	156682.64	156532.00	156465.55	158694.83	160445.92
	0.3	162265.14	153158.81	152600.51	152194.50	151747.98	151672.66	151678.03	154505.57	156460.34

FS INDIRECTO

MEMORIA DE CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE	
PROYECTO:	ESTUDIO GEOTECNICO PALACIO DE JUSTICIA COLOSO
LOCALIZACIÓN:	COLOSO, SUCRE

CON FACTOR DE SEGURIDAD INDIRECTO aplicado a σu $\sigma adm = \sigma u/FS$		
PROPIEDADES DEL SUELO		
Cu	32.78	kPa
ϕ	36	°
$\gamma_{excav.}$	20.36	kN/m^3
DF	0.5	m
FS indirecto mínimo Tabla H.4		3

DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE (kPa)

TEORIA DE HANSEN Y MEYERHOF, VESIC

ANÁLISIS PARA CIMIENTOS CUADRADOS, RECTANGULARES Y CONTINUOS

$$\sigma u = CNcF_{cs}F_{cd}F_{ci} + qNqF_{qs}F_{qd}F_{qi} + 0.5\gamma BN\gamma F_{\gamma s}F_{\gamma d}F_{\gamma i}$$

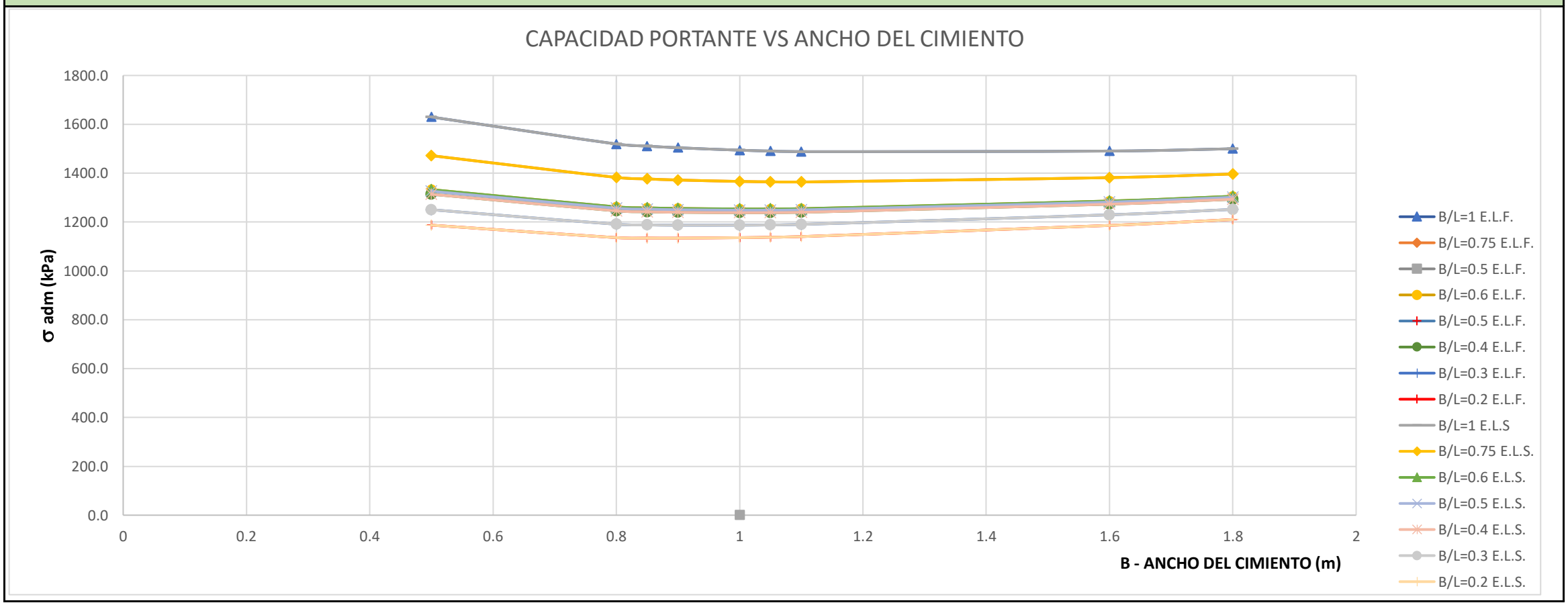
VALORES DE CAPACIDAD ADMISIBLE DE SEGURIDAD σadm (kPa) *Estados límites de falla

TIPO DE CIMIENTO	RELACIÓN B/L	ANCHO DEL CIMIENTO B (m)								
		0.5	0.8	0.85	0.9	1	1.05	1.1	1.6	1.8
CUADRADO	1	1629.84	**1519.45**	**1510.99**	**1504.10**	**1494.12**	**1490.66**	**1488.03**	1490.51	1500.04
RECTANGULAR	0.75	1471.75	1382.56	1376.57	1371.99	1366.20	1364.68	1363.91	1381.80	1396.58
CONTINUO	0.53	1332.63	1262.09	1258.28	1255.72	**1253.64**	1253.82	1254.67	1286.13	1305.53
	0.52	1326.30	**1256.62**	1252.90	1250.44	1248.52	1248.78	1249.71	1281.78	1301.39
	0.5	1313.66	**1245.67**	1242.15	1239.87	1238.29	1238.71	1239.78	1273.09	1293.12
	0.4	1250.42	1190.91	1188.38	1187.02	1187.13	1188.32	1190.13	1229.60	1251.73
	0.3	1187.18	1136.15	1134.61	1134.18	1135.96	1137.93	1140.48	1186.11	1210.35

VALORES DE CAPACIDAD ADMISIBLE DE SEGURIDAD σadm (kPa) *Estados límites de Servicio

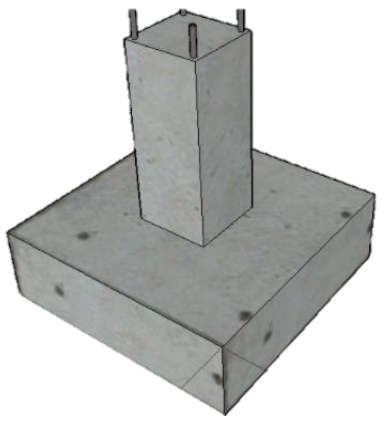
TIPO DE CIMIENTO	RELACIÓN B/L	ANCHO DEL CIMIENTO B (m)								
		0.5	0.8	0.85	0.9	1	1.05	1.1	1.6	1.8
CUADRADO	1	1629.84	1519.45	1510.99	1504.10	1494.12	1490.66	1488.03	1490.51	1500.04
RECTANGULAR	0.75	1471.75	1382.56	1376.57	1371.99	1366.20	1364.68	1363.91	1381.80	1396.58
CONTINUO	0.53	1332.63	1262.09	1258.28	1255.72	1253.64	1253.82	1254.67	1286.13	1305.53
	0.52	1326.30	1256.62	1252.90	1250.44	1248.52	1248.78	1249.71	1281.78	1301.39
	0.5	1313.66	1245.67	1242.15	1239.87	1238.29	1238.71	1239.78	1273.09	1293.12
	0.4	1250.42	1190.91	1188.38	1187.02	1187.13	1188.32	1190.13	1229.60	1251.73
	0.3	1187.18	1136.15	1134.61	1134.18	1135.96	1137.93	1140.48	1186.11	1210.35

GRÁFICO DE VARIACIÓN DE CAPACIDAD PORTANTE CON EL TIPO DE CIMIENTO



FS INDIRECTO

MEMORIA DE CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE	
PROYECTO:	ESTUDIO GEOTECNICO PALACIO DE JUSTICIA COLOSO
LOCALIZACIÓN:	COLOSO, SUCRE



Es	32642.00	kPa
μ	0.29	-
e0	0.81	
H	2B	
Cs	0.116	
C'a	0.02772	
t1	1	años
t2	5	años
Tipo de edificación H.4.9-1		A
Luz entre col.	6000	mm
Edificaciones con muros y acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores.		
Asiento diferencial máximo	6	mm
Ubicación de la estructura	MEDIANERA	
Asiento total máximo	150	mm

VALORES DE CARGA ADMISIBLE (kN)

TIPO DE CIMIENTO	RELACIÓN B/L	ANCHO DEL CIMIENTO B (m)								
		0.5	0.8	0.85	0.9	1	1.05	1.1	1.6	1.8
CUADRADO	**1**	407.46	972.45	1091.69	1218.32	1494.12	1643.45	1800.52	3815.72	4860.12
RECTANGULAR	**0.75**	490.58	1179.78	1326.09	1481.75	1821.61	2006.08	2200.43	4716.54	6033.22
CONTINUO	**0.53**	628.60	1524.04	1715.30	1919.13	2365.36	2608.19	2864.44	6212.26	7980.99
	0.52	637.65	1546.61	1740.81	1947.80	2401.01	2647.66	2907.97	6310.32	8108.69
	0.5	656.83	1594.45	1794.91	2008.59	2476.58	2731.35	3000.26	6518.20	8379.40
	0.4	781.51	1905.46	2146.51	2403.72	2967.81	3275.29	3600.13	7869.44	10139.04
	0.3	989.32	2423.80	2732.53	3062.28	3786.53	4181.88	4599.92	10121.51	13071.78

VALORES DE ASENTAMIENTO ELÁSTICO (mm)

$$S = \frac{B\, q_o}{E}(1-\nu^2)\,\alpha_{prom}$$

TIPO DE CIMIENTO	RELACIÓN B/L	ANCHO DEL CIMIENTO B (m)								
		0.5	0.8	0.85	0.9	1	1.05	1.1	1.6	1.8
CUADRADO	**1**	19.22	28.67	30.29	31.93	35.24	36.92	38.61	56.25	63.69
RECTANGULAR	**0.75**	19.92	29.94	31.67	33.42	36.98	38.79	40.61	59.84	68.04
CONTINUO	**0.53**	20.95	31.75	33.63	35.54	39.42	41.40	43.40	64.71	73.90
	0.52	21.02	31.86	33.75	35.67	39.57	41.55	43.57	64.99	74.24
	0.5	21.15	32.08	33.99	35.93	39.87	41.87	43.91	65.58	74.94
	0.4	21.94	33.43	35.44	37.49	41.66	43.78	45.94	69.03	79.06
	0.3	23.07	35.33	37.48	39.67	44.15	46.44	48.76	73.76	84.67

VALORES DE ASENTAMIENTO PRIMARIO (mm)

$$S_p = \frac{C_s H}{1+e_0}\, log\left(\frac{(\sigma'_o + \Delta\sigma')}{\sigma'_o}\right)$$

TIPO DE CIMIENTO	RELACIÓN B/L	ANCHO DEL CIMIENTO B (m)								
		0.5	0.8	0.85	0.9	1	1.05	1.1	1.6	1.8
CUADRADO	**1**	122.05	120.12	119.97	119.84	119.66	119.60	119.55	119.60	119.77
RECTANGULAR	**0.75**	119.25	117.54	117.42	117.33	117.21	117.18	117.17	117.52	117.81
	0.5	116.14	114.69	114.69	114.56	114.52	114.53	114.56	115.28	115.71
CONTINUO	**0.53**	116.53	115.04	114.96	114.91	114.86	114.86	114.88	115.56	115.97
	0.52	116.40	114.93	114.84	114.79	114.75	114.75	114.78	115.47	115.88
	0.5	116.14	114.69	114.61	114.56	114.52	114.53	114.56	115.28	115.71
	0.4	114.79	113.46	113.40	113.37	113.37	113.40	113.44	114.33	114.82
	0.3	113.37	112.17	112.14	112.13	112.17	112.22	112.28	113.35	113.90

FS INDIRECTO

MEMORIA DE CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE	
PROYECTO:	ESTUDIO GEOTECNICO PALACIO DE JUSTICIA COLOSO
LOCALIZACIÓN:	COLOSO, SUCRE

VALORES DE ASENTAMIENTO SECUNDARIO (mm)

$$S_s = C'_a H log\left(\frac{t_2}{t_1}\right)$$

TIPO DE CIMIENTO	ANCHO DEL CIMIENTO B (m)								
	0.5	0.8	0.85	0.9	1	1.05	1.1	1.6	1.8
DIMENSIÓN	19.38	31.00	32.94	34.88	38.75	40.69	42.63	62.00	69.75

VALORES DE ASENTAMIENTO TOTAL (mm)

$$S_T = S_e + S_P + S_s$$

TIPO DE CIMIENTO	RELACIÓN B/L	ANCHO DEL CIMIENTO B (m)								
		0.5	0.8	0.85	0.9	1	1.05	1.1	1.6	1.8
CUADRADO	1	160.64	179.80	183.20	186.65	193.66	197.21	200.79	237.85	253.21
RECTANGULAR	0.75	158.54	**178.48**	182.03	185.63	192.94	196.66	200.40	239.37	255.61
CONTINUO	0.53	156.86	177.80	181.53	185.32	193.03	196.95	200.91	242.27	259.62
	0.52	156.79	177.79	181.53	185.33	193.07	197.00	200.97	242.46	259.87
	0.5	156.66	177.77	181.54	185.36	193.14	197.10	201.09	242.86	260.40
	0.4	156.10	177.89	181.78	185.73	193.78	197.87	202.00	245.37	263.63
	0.3	155.82	178.50	182.56	186.67	195.07	199.34	203.66	249.11	268.32

.

VALORES DE ASENTAMIENTOS DIFERENCIALES MÁXIMOS (mm)

TIPO DE CIMIENTO	ANCHO B (m)	ANCHO DEL CIMIENTO B (m)								
		0.5	0.8	0.85	0.9	1	1.05	1.1	1.6	1.8
CUADRADO	0.5	0.00	19.15	22.56	26.01	33.01	36.56	40.14	77.21	92.57
CUADRADO	0.8	19.15	0.00	3.41	6.86	13.86	17.41	20.99	58.05	73.41
CUADRADO	0.85	22.56	3.41	0.00	3.45	10.45	14.00	17.58	54.65	70.01
CUADRADO	0.9	26.01	6.86	3.45	0.00	7.00	10.56	14.13	51.20	66.56
CUADRADO	1	33.01	13.86	10.45	7.00	0.00	3.55	7.13	44.19	59.55
CUADRADO	1.05	36.56	17.41	14.00	10.56	3.55	0.00	3.58	40.64	56.00
CUADRADO	1.1	40.14	20.99	17.58	14.13	7.13	3.58	0.00	37.06	52.42
CUADRADO	1.6	77.21	58.05	54.65	51.20	44.19	40.64	37.06	0.00	15.36
CUADRADO	1.8	92.57	73.41	70.01	66.56	59.55	56.00	52.42	15.36	0.00

Nota: Los recuadros verdes indican si una dimensión de zapata puede ser adyacente a otra.

VALORES DE MÓDULO DE BALASTO (kN/m^3)

$$Ks\ (kg/cm^3) = 1.9207 * q_o + 0.2422$$ [1]

TIPO DE CIMIENTO	RELACIÓN B/L	ANCHO DEL CIMIENTO B (m)								
		0.5	0.8	0.85	0.9	1	1.05	1.1	1.6	1.8
CUADRADO	1	315419.99	294217.04	292591.68	291269.26	289351.45	288686.82	288182.71	288659.26	290488.46
RECTANGULAR	0.75	285054.98	267924.22	266773.66	265893.67	264783.04	264490.56	264341.45	267778.49	270616.82
CONTINUO	0.53	258333.78	244786.54	244053.80	243563.15	243162.84	243197.85	243361.14	249403.41	253129.78
	0.52	257119.18	243734.83	243021.08	242548.12	242180.10	242230.00	242407.49	248568.18	252334.91
	0.5	254689.97	241631.40	240955.64	240518.08	240214.63	240294.30	240500.19	246897.72	250745.18
	0.4	242543.97	231114.28	230628.43	230367.84	230387.27	230615.80	230963.69	238545.41	242796.53
	0.3	230397.97	220597.15	220301.22	220217.60	220559.90	220937.30	221427.18	230193.11	234847.87

FS INDIRECTO

MEMORIA DE CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE	
PROYECTO:	ESTUDIO GEOTECNICO PALACIO DE JUSTICIA COLOSO
LOCALIZACIÓN:	COLOSO, SUCRE

CON FACTOR DE SEGURIDAD INDIRECTO aplicado a σu $\sigma adm = \sigma u/FS$		
PROPIEDADES DEL SUELO		
Cu	32.78	kPa
ϕ	36	°
$\gamma_{excav.}$	20.36	kN/m^3
DF	0.5	m
FS indirecto mínimo Tabla H.4		27

DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE (kPa)

TEORIA DE HANSEN Y MEYERHOF, VESIC

ANÁLISIS PARA CIMIENTOS CUADRADOS, RECTANGULARES Y CONTINUOS

$$\sigma u = CNcF_{cs}F_{cd}F_{ci} + qNqF_{qs}F_{qd}F_{qi} + 0.5\gamma BN\gamma F_{\gamma s}F_{\gamma d}F_{\gamma i}$$

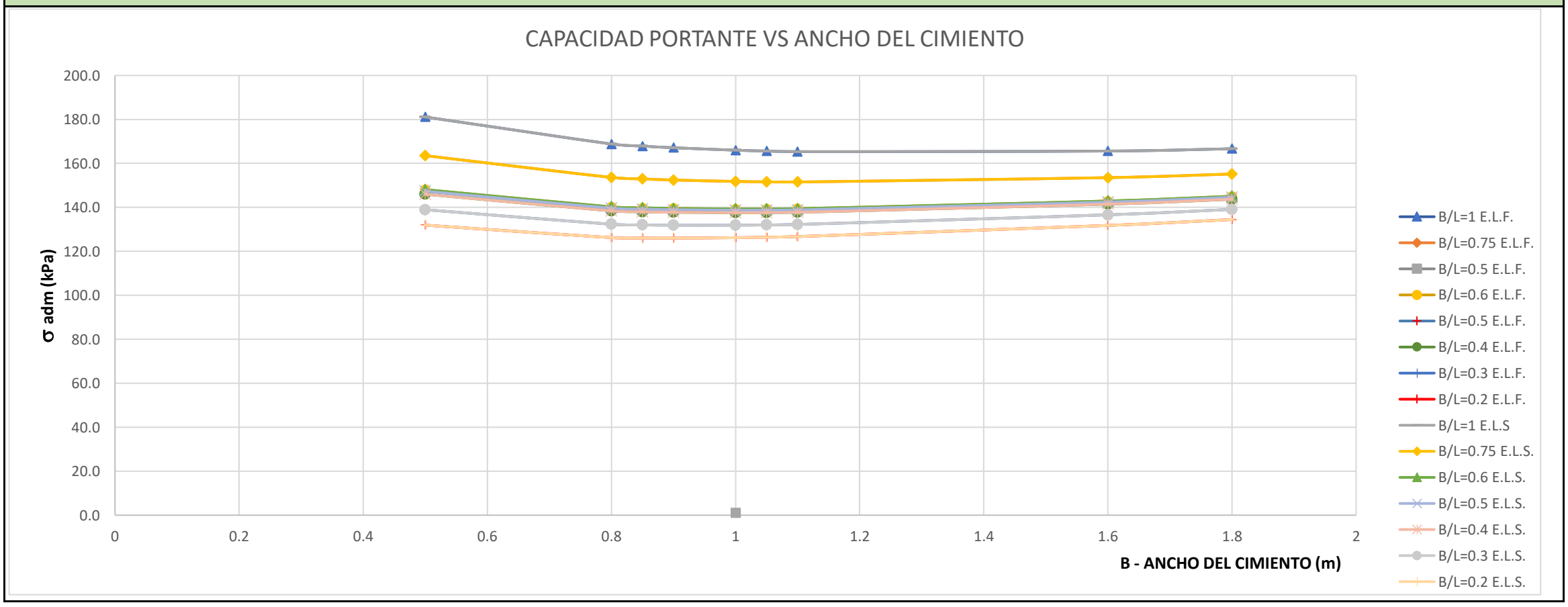
VALORES DE CAPACIDAD ADMISIBLE DE SEGURIDAD σadm (kPa) *Estados límites de falla

TIPO DE CIMIENTO	RELACIÓN B/L	ANCHO DEL CIMIENTO B (m)								
		0.5	0.8	0.85	0.9	1	1.05	1.1	1.6	1.8
CUADRADO	1	181.09	**168.83**	**167.89**	**167.12**	**166.01**	**165.63**	**165.34**	165.61	166.67
RECTANGULAR	0.75	163.53	153.62	152.95	152.44	151.80	151.63	151.55	153.53	155.18
CONTINUO	0.53	148.07	140.23	139.81	139.52	**139.29**	139.31	139.41	142.90	145.06
	0.52	147.37	**139.62**	139.21	138.94	138.72	138.75	138.86	142.42	144.60
	0.5	145.96	**138.41**	138.02	137.76	137.59	137.63	137.75	141.45	143.68
	0.4	138.94	132.32	132.04	131.89	131.90	132.04	132.24	136.62	139.08
	0.3	131.91	126.24	126.07	126.02	126.22	126.44	126.72	131.79	134.48

VALORES DE CAPACIDAD ADMISIBLE DE SEGURIDAD σadm (kPa) *Estados límites de Servicio

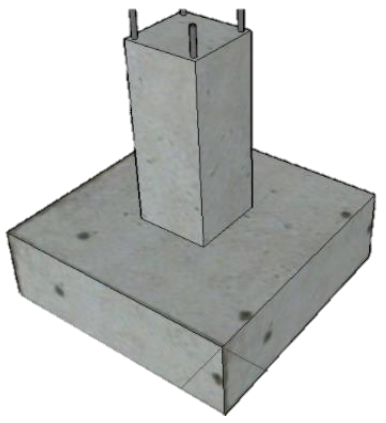
TIPO DE CIMIENTO	RELACIÓN B/L	ANCHO DEL CIMIENTO B (m)								
		0.5	0.8	0.85	0.9	1	1.05	1.1	1.6	1.8
CUADRADO	1	181.09	**168.83**	**167.89**	**167.12**	**166.01**	**165.63**	**165.34**	165.61	166.67
RECTANGULAR	0.75	163.53	153.62	152.95	152.44	151.80	151.63	151.55	153.53	155.18
CONTINUO	0.53	148.07	140.23	139.81	139.52	**139.29**	139.31	139.41	142.90	145.06
	0.52	147.37	**139.62**	139.21	138.94	138.72	138.75	138.86	142.42	144.60
	0.5	145.96	**138.41**	138.02	137.76	137.59	137.63	137.75	141.45	143.68
	0.4	138.94	132.32	132.04	131.89	131.90	132.04	132.24	136.62	139.08
	0.3	131.91	126.24	126.07	126.02	126.22	126.44	126.72	131.79	134.48

GRÁFICO DE VARIACIÓN DE CAPACIDAD PORTANTE CON EL TIPO DE CIMIENTO



FS INDIRECTO

MEMORIA DE CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE	
PROYECTO:	ESTUDIO GEOTECNICO PALACIO DE JUSTICIA COLOSO
LOCALIZACIÓN:	COLOSO, SUCRE



Es	32642.00	kPa
μ	0.29	-
e0	0.81	
H	2B	
Cs	0.116	
C'a	0.02772	
t1	1	años
t2	5	años
Tipo de edificación H.4.9-1		A
Luz entre col.	6000	mm
Edificaciones con muros y acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores.		
Asiento diferencial máximo	6	mm
Ubicación de la estructura	MEDIANERA	
Asiento total máximo	150	mm

VALORES DE CARGA ADMISIBLE (kN)

TIPO DE CIMIENTO	RELACIÓN B/L	ANCHO DEL CIMIENTO B (m)								
		0.5	**0.8**	**0.85**	**0.9**	**1**	**1.05**	**1.1**	**1.6**	**1.8**
CUADRADO	**1**	45.27	**108.05**	**121.30**	**135.37**	**166.01**	**182.61**	**200.06**	423.97	540.01
RECTANGULAR	**0.75**	54.51	131.09	147.34	164.64	202.40	222.90	244.49	524.06	670.36
CONTINUO	**0.53**	69.84	169.34	190.59	213.24	**262.82**	289.80	318.27	690.25	886.78
	0.52	70.85	**171.85**	193.42	216.42	266.78	294.18	323.11	701.15	900.97
	0.5	72.98	**177.16**	199.43	223.18	275.18	303.48	333.36	724.24	931.04
	0.4	86.83	211.72	238.50	267.08	329.76	363.92	400.01	874.38	1126.56
	0.3	109.92	269.31	303.61	340.25	420.73	464.65	511.10	1124.61	1452.42

VALORES DE ASENTAMIENTO ELÁSTICO (mm)

$$S = \frac{B\,q_o}{E}(1-\nu^2)\,\alpha_{prom}$$

TIPO DE CIMIENTO	RELACIÓN B/L	ANCHO DEL CIMIENTO B (m)								
		0.5	**0.8**	**0.85**	**0.9**	**1**	**1.05**	**1.1**	**1.6**	**1.8**
CUADRADO	**1**	2.14	3.19	3.37	3.55	3.92	4.10	4.29	6.25	7.08
RECTANGULAR	**0.75**	2.21	3.33	3.52	3.71	4.11	4.31	4.51	6.65	7.56
CONTINUO	**0.53**	2.33	3.53	3.74	3.95	4.38	4.60	4.82	7.19	8.21
	0.52	2.34	3.54	3.75	3.96	4.40	4.62	4.84	7.22	8.25
	0.5	2.35	3.56	3.78	3.99	4.43	4.65	4.88	7.29	8.33
	0.4	2.44	3.71	3.94	4.17	4.63	4.86	5.10	7.67	8.78
	0.3	2.56	3.93	4.16	4.41	4.91	5.16	5.42	8.20	9.41

VALORES DE ASENTAMIENTO PRIMARIO (mm)

$$S_p = \frac{C_s H}{1+e_0}\,log\left(\frac{(\sigma'_o + \Delta\sigma')}{\sigma'_o}\right)$$

TIPO DE CIMIENTO	RELACIÓN B/L	ANCHO DEL CIMIENTO B (m)								
		0.5	**0.8**	**0.85**	**0.9**	**1**	**1.05**	**1.1**	**1.6**	**1.8**
CUADRADO	**1**	63.65	61.90	61.76	61.65	61.48	61.43	61.38	61.43	61.58
RECTANGULAR	**0.75**	61.11	59.57	59.47	59.39	59.28	59.25	59.24	59.56	59.82
	0.5	116.14	114.69	114.69	114.56	114.52	114.53	114.56	115.28	115.71
CONTINUO	**0.53**	58.67	57.35	57.28	57.23	57.19	57.19	57.21	57.81	58.17
	0.52	58.56	57.25	57.17	57.13	57.09	57.09	57.11	57.73	58.10
	0.5	58.32	57.03	56.96	56.92	56.89	56.90	56.92	57.56	57.94
	0.4	57.13	55.95	55.90	55.87	55.87	55.90	55.93	56.72	57.15
	0.3	55.87	54.82	54.79	54.78	54.81	54.86	54.91	55.85	56.34

FS INDIRECTO

MEMORIA DE CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE	
PROYECTO:	ESTUDIO GEOTECNICO PALACIO DE JUSTICIA COLOSO
LOCALIZACIÓN:	COLOSO, SUCRE

VALORES DE ASENTAMIENTO SECUNDARIO (mm)

$$S_s = C'_a H log\left(\frac{t_2}{t_1}\right)$$

TIPO DE CIMIENTO	ANCHO DEL CIMIENTO B (m)								
	0.5	0.8	0.85	0.9	1	1.05	1.1	1.6	1.8
DIMENSIÓN	19.38	31.00	32.94	34.88	38.75	40.69	42.63	62.00	69.75

VALORES DE ASENTAMIENTO TOTAL (mm)

$$S_T = S_e + S_P + S_s$$

TIPO DE CIMIENTO	RELACIÓN B/L	ANCHO DEL CIMIENTO B (m)								
		0.5	0.8	0.85	0.9	1	1.05	1.1	1.6	1.8
CUADRADO	1	85.16	96.09	98.07	100.07	104.15	106.22	108.30	129.68	138.41
RECTANGULAR	0.75	82.70	**93.90**	95.92	97.97	102.14	104.25	106.38	128.21	137.13
CONTINUO	0.53	80.38	91.88	93.95	96.05	100.32	102.48	104.66	127.00	136.14
	0.52	80.27	91.79	93.86	95.96	100.24	102.40	104.58	126.95	136.10
	0.5	80.05	91.60	93.68	95.79	100.07	102.24	104.42	126.85	136.02
	0.4	78.94	90.66	92.77	94.91	99.25	101.45	103.66	126.39	135.69
	0.3	77.81	89.74	91.89	94.06	98.47	100.70	102.95	126.05	135.50

.

VALORES DE ASENTAMIENTOS DIFERENCIALES MÁXIMOS (mm)

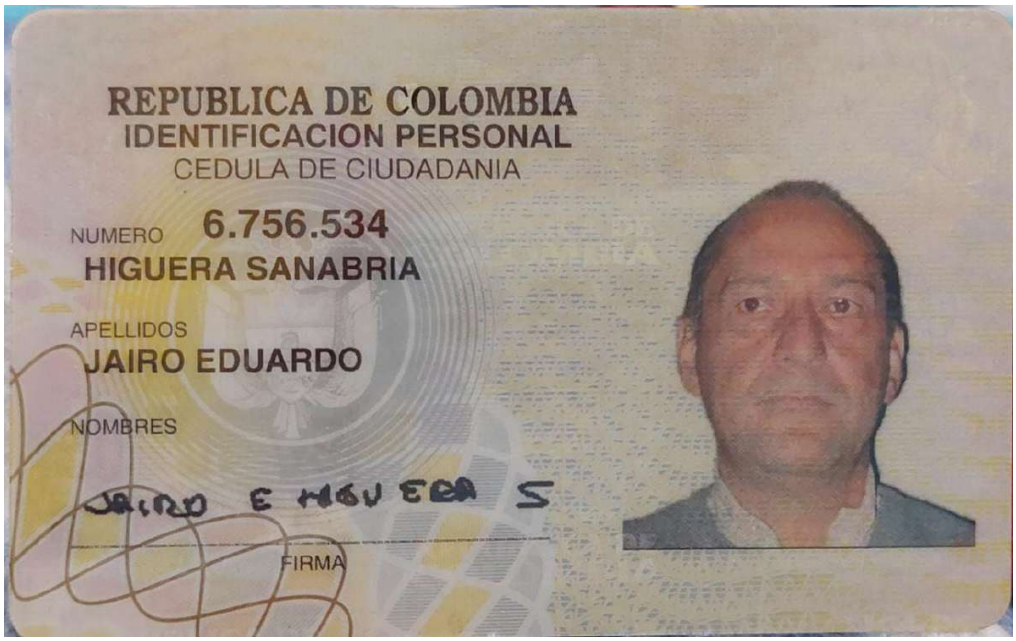
TIPO DE CIMIENTO	ANCHO B (m)	ANCHO DEL CIMIENTO B (m)								
		0.5	0.8	0.85	0.9	1	1.05	1.1	1.6	1.8
CUADRADO	0.5	0.00	10.93	12.91	14.92	18.99	21.06	23.14	44.52	53.25
CUADRADO	0.8	10.93	0.00	1.98	3.99	8.06	10.13	12.21	33.59	42.32
CUADRADO	0.85	12.91	1.98	0.00	2.01	6.08	8.15	10.23	31.61	40.34
CUADRADO	0.9	14.92	3.99	2.01	0.00	4.08	6.14	8.23	29.60	38.34
CUADRADO	1	18.99	8.06	6.08	4.08	0.00	2.07	4.15	25.53	34.26
CUADRADO	1.05	21.06	10.13	8.15	6.14	2.07	0.00	2.08	23.46	32.19
CUADRADO	1.1	23.14	12.21	10.23	8.23	4.15	2.08	0.00	21.38	30.11
CUADRADO	1.6	44.52	33.59	31.61	29.60	25.53	23.46	21.38	0.00	8.73
CUADRADO	1.8	53.25	42.32	40.34	38.34	34.26	32.19	30.11	8.73	0.00

Nota: Los recuadros verdes indican si una dimensión de zapata puede ser adyacente a otra.

VALORES DE MÓDULO DE BALASTO (kN/m^3)

$$Ks\ (kg/cm^3) = 1.9207 * q_o + 0.2422$$ [1]

TIPO DE CIMIENTO	RELACIÓN B/L	ANCHO DEL CIMIENTO B (m)								
		0.5	0.8	0.85	0.9	1	1.05	1.1	1.6	1.8
CUADRADO	1	37157.93	34802.04	34621.45	34474.51	34261.42	34187.58	34131.56	34184.51	34387.76
RECTANGULAR	0.75	33784.04	31880.62	31752.78	31655.00	31531.60	31499.10	31482.53	31864.43	32179.80
CONTINUO	0.53	30815.02	29309.77	29228.35	29173.83	29129.36	29133.25	29151.39	29822.75	30236.79
	0.52	30680.06	29192.91	29113.61	29061.05	29020.16	29025.71	29045.43	29729.95	30148.48
	0.5	30410.15	28959.20	28884.11	28835.49	28801.78	28810.63	28833.51	29544.34	29971.84
	0.4	29060.59	27790.63	27736.64	27707.69	27709.85	27735.24	27773.89	28616.31	29088.65
	0.3	27711.04	26622.06	26589.18	26579.89	26617.92	26659.85	26714.28	27688.27	28205.47



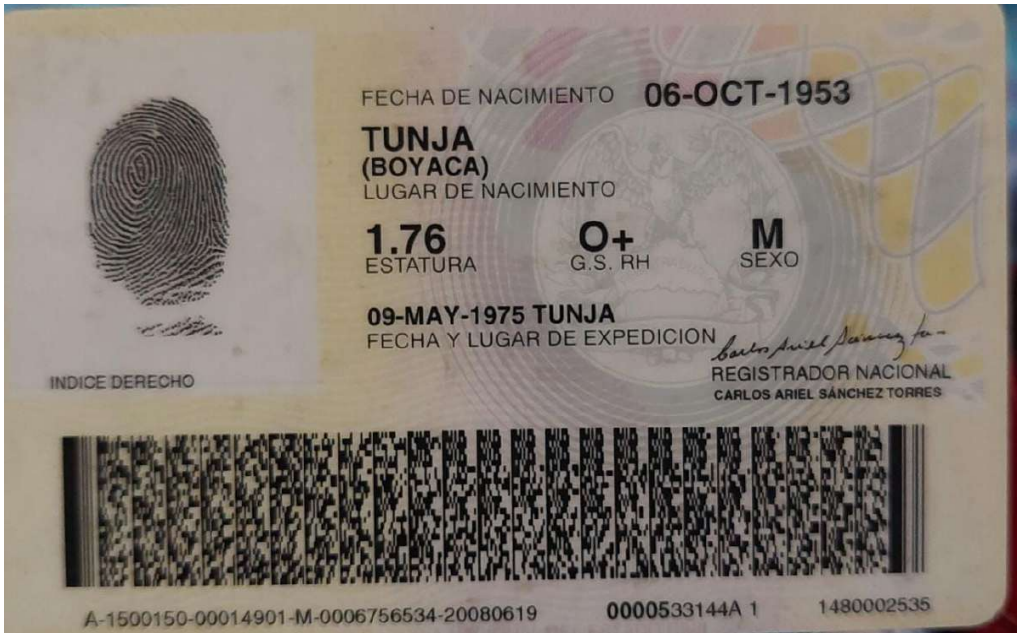
REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA

NUMERO 6.756.534
HIGUERA SANABRIA

APELLIDOS
JAIRO EDUARDO

NOMBRES

FIRMA



FECHA DE NACIMIENTO 06-OCT-1953
TUNJA
(BOYACA)
LUGAR DE NACIMIENTO

1.76 ESTATURA
O+ G.S. RH
M SEXO

09-MAY-1975 TUNJA
FECHA Y LUGAR DE EXPEDICION

REGISTRADOR NACIONAL
CARLOS ARIEL SÁNCHEZ TORRES

INDICE DERECHO

A-1500150-00014901-M-0006756534-20080619 0000533144A 1 1480002535

REPUBLICA DE COLOMBIA

Consejo Profesional Nacional de Ingeniería y Arquitectura



MATRICULA No. 16399 CND

Ingeniero Civil

APELLIDOS

Higuera Sanabria

NOMBRES

Jairo Eduardo

C. C. 6.756.534

UNIVERSIDAD

Javeriana

Presidente del Consejo

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2025-3262779

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que JAIRO EDUARDO HIGUERA SANABRIA, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 6756534, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 25000-16399 desde el 08 de Febrero de 1977, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 167.

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 siete (07) 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.

LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA



FACULTAD DE

Ingeniería



TENIENDO EN CUENTA QUE

Jairo Eduardo Higuera Sanabria

cc. Nº 6.756.534 Tunja

CUMPLIO SATISFACTORIAMENTE
TODOS LOS REQUISITOS REGLAMENTARIOS DEL PROGRAMA
DE ESTUDIOS PARA GRADUADOS LE CONFIERE EL TITULO DE

Magister Scientiae en Geotecnia

EN LA CIUDAD DE Bogotá, A 30 de Septiembre DE 1987



RECTOR DE LA UNIVERSIDAD
29 SET. 1987

DECANO DE LA FACULTAD

SECRETARIO GENERAL DE LA UNIVERSIDAD

SECRETARIO DE LA FACULTAD

Nº0001377

RECTOR ET CLAVSTRVM

PONTIFICIÆ VNIVERSITATIS XAVERIANÆ

BOGOTÆ IN REPVBLICA COLOMBIANA

OMNIBVS AD QVOS ILÆ LITTERÆ PERVENERINT SALVTEM IN DOMINO SEMPITERNAM

CVM DILECTVS ALVMNVS NOSTER

JAIRO EDVARDO HIGVERA SANABRIA

OMNIA STVDIA PERSOLVERIT OMNIAQVE EXERCITIA PEREGERIT

QVÆ EX INSTITVTIS NOSTRIS AD SVMMOS ACADEMICOS HONORES SVSCIPIENDOS REQVIRVNTVR

CVMQVE EVM TALI HONORE OMNI EX PARTE DIGNVM IVDICEMVS

EVMDEM AD GRADVM TITVLVMQVE

INGENIERO CIVIL

LIBENTER ADMISIMVS EIQVE OMNIA IVRA PRIVILEGIA INSIGNIA

AD HVNC HONOREM SPECTANTIA CONCESSIMVS

IN CVIVS REI TESTIMONIVM HIS LITTERIS VNIVERSITATIS SIGILLO MVNITIS

NOS RECTOR ET DECANVS ET SCRIBA ACADEMICVS SVBSCRIPSIMVS

DIE II IVLII ANNI MCMLXXVI

RECTOR DECANVS

DECANVS

SCRIBA

No. 252

Como Notario Veintiuno del Circulo de Bogotá, hago constar que esta copia coincide con original que he tenido a la vista.

Bogotá, D.E. Septiembre 22 de 1939

MINISTERIO DE EDUCACION NACIONAL

Reconocido este título para todos los efectos legales y administrativos

Bogotá, D.E. 12 de Septiembre de 1979

Registrado al folio 24-11 del Libro de Diplomas 1

El Ministro,

El Secretario del Ministro,