CONSORCIO
CONURMA – RINCÓN - LÓPEZ
NIT. 901615033-1

ESTUDIO DE SUELOS EDIFICIO INMUNOLÓGICO

Estudios técnicos y proyectos de restauración del edificio Inmunológico
parte del Complejo Hospitalario San Juan de Dios.

Contrato de consultoría 3019 de 2022

CONSORCIO
CONURMA – RINCÓN - LÓPEZ
NIT. 901615033-1

CONSULTORIA
CONSORCIO CONURMA – RINCÓN – LÓPEZ
CONTRATO DE CONSULTORÍA NÚMERO 3019 -2022

INTERVENTIORIA
CONSORCIO RESTAURO SJD
CONTRATO DE INTERVENTORÍA No. 3054 DE 2022

MINISTERIO DE CULTURA

SUPERVISIÓN
ARQ. CARLOS AMEZQUITA
SUPERVISOR
DIRECCIÓN DE PATRIMONIO Y MEMORIA
MINISTERIO DE CULTURA

Enero de 2024

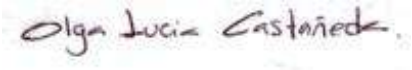
LISTA DE DISTRIBUCIÓN

Las copias de este documento han sido entregadas, según se indica a continuación. Las observaciones que resulten de su revisión y aplicación deben ser informadas a esta oficina para proceder a realizar sus modificaciones:

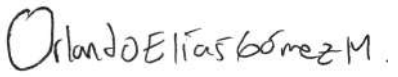
ENTIDAD Y/O DEPENDENCIA	Nª DE COPIAS
CONSORCIO RESTAURO	
MINISTERIO DE CULTURA	

VERSION	FECHA DE MODIFICACIÓN	CAPITULO MODIFICADO	OBSERVACIONES
Versión 1.0.1	11/03/2023		Versión final
Versión 1.0.1	31/01/2024	Se actualiza la fecha	al 31 de Enero de 2024

ESTADO REVISIÓN Y APROBACIÓN CONSULTORIA

ELABORÓ	Nombre	Libardo Adolfo López Ramírez
	Cargo	Ingeniero Civil – Magister en Geotecnia
	Firma	
	Fecha	2024-01-31
REVISÓ	Nombre	Olga Lucía Castañeda
	Cargo	Arquitecta Coordinación Consultoría Inmunológico
	Firma	
	Fecha	2024-01-31
APROBÓ	Nombre	Rafael Rincón Calixto
	Cargo	Arquitecto director de Consultoría
	Firma	
	Fecha	2024-01-31

ESTADO REVISIÓN Y APROBACIÓN INTERVENTORÍA

REVISÓ	Revisó	Orlando Gómez
	Cargo	Ingeniero geotecnia Asesor Interventoría
	Firma	
	Fecha	2024-01-31
APROBÓ	Nombre	Max Queda Gómez
	Cargo	Arquitecto director de Interventoría
	Firma	
	Fecha	2024-01-31

ESTUDIO DE SUELOS

ES 22055

REALIZAR LA CONTRATACIÓN DE LAS CONSULTORÍAS PARA LA EJECUCIÓN DE LOS ESTUDIOS TÉCNICOS Y PROYECTOS DE RESTAURACIÓN DE VARIOS INMUEBLES QUE HACEN PARTE DEL COMPLEJO HOSPITALARIO SAN JUAN DE DIOS EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ, DE ACUERDO CON LO ESTABLECIDO PARA CADA GRUPO

EDIFICIO INMUNOLÓGICO

LÓPEZ HERMANOS GEOTECNIA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS S.A.S.
Avenida Norte No. 48-57 Tel: 740 3972 – 3108717384
E-MAIL: coordinador@lhltda.com
Tunja - Boyacá
2024©

CONTENIDO

1.	**GENERALIDADES**	**10**
1.1	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	11
1.2	GEOLOGÍA DEL SECTOR	13
2.	**INVESTIGACIÓN DEL SUB-SUELO**	**15**
2.1	EXPLORACIÓN DE CAMPO	15
3.	**RESULTADOS Y ANALISIS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**	**20**
3.1	PERFIL ESTRATIGRÁFICO PROMEDIO	29
3.2	NIVEL FREÁTICO	29
3.3	PROPIEDADES ÍNDICES	31
3.4	RESISTENCIA AL CORTE	35
3.5	COMPRESIBILIDAD	38
3.6	CONDICIONES GEOTÉCNICAS ESPECIALES	41
4.	**PERFIL DE SUELO Y RECOMENDACIONES SÍSMICAS**	**44**
4.1	TIPO DE PERFIL ESTRATIGRÁFICO	44
5.	**CIMENTACIÓN EXISTENTE**	**55**
5.1	TIPO DE CIMENTACIÓN EXISTENTE	55
5.1	PRESIÓN DE TRABAJO (CAPACIDAD PORTANTE)	59
5.2	ASENTAMIENTOS	61
6.	**ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN REFUERZO**	**65**
6.1	MÓDULO DE REACCIÓN DE LA SUBRASANTE.	75
7.	**ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN Y EMPUJES TANQUES**	**77**
7.1	ASENTAMIENTOS	77
7.2	ASENTAMIENTOS	81
7.3	MÓDULO DE REACCIÓN DE LA SUBRASANTE.	82
7.1	PRESIÓN DE TIERRAS.	82
7.2	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD	83
8.	**SISTEMA GEOTÉCNICO CONSTRUCTIVO**	**87**
8.1	ANTES DE LA CONSTRUCCIÓN	87
8.2	DURANTE LA CONSTRUCCIÓN	87
8.3	PLAN DE CONTINGENCIA EXCAVACIONES	87
8.4	APUNTALAMIENTO DE MUROS	94
8.5	DESPUÉS DE LA CONSTRUCCIÓN	101
9.	**RECOMENDACIONES GENERALES**	**103**
10.	**ANEXOS**	**105**
10.1	PERFILES ESTRATIGRÁFICOS Y DE RESISTENCIA	106
10.2	RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO	107
10.3	MEMORIAS DE CÁLCULO	108
10.4	REGISTRO FOTOGRÁFICO	119
10.5	DOCUMENTOS ESPECIALISTA	137
10.6	MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD	140

10.7 ENSAYOS DE LABORATORIO 142

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Localización de proyectos contrato 3019 – grupo 1 _____ 11
Ilustración 2: Localización de edificio *Inmunológico* _____ 12
Ilustración 3: Mapa geológico de Bogotá 1:10.000. Fuente: Servicio Geológico Colombiano. _____ 14
Ilustración 4: Ubicación general del sitio de estudio. Fuente: Google Earth. _____ 16
Ilustración 5: Localización de barrenos y apiques _____ 17
Ilustración 6: Puntos exploración edificio . _____ 18
Ilustración 7: Ecuaciones aplicadas por el software CPeT–IT v 1.7.6.42 _____ 22
Ilustración 8: Grafica de Robertson modificada _____ 26
Ilustración 9: Clasificación del suelo por CPTu – Método Fuzzy _____ 27
Ilustración 10: Clasificación del suelo – Método Robertson modificado _____ 28
Ilustración 11: Perfil promedio _____ 30
Ilustración 12: Limite liquido vs profundidad. _____ 32
Ilustración 13: Humedad Natural y Humedad de equilibrio vs Profundidad. _____ 33
Ilustración 14: Pasa tamiz 200 vs Profundidad. _____ 34
Ilustración 15: .Penetración Normal corregida vs profundidad. _____ 36
Ilustración 16: Cohesión vs profundidad _____ 37
Ilustración 17: Módulo confinado estimado con piezocono. _____ 40
Ilustración 18: Zonificación sísmica de Bogotá _____ 45
Ilustración 19: Procedimiento evaluación de la resistencia de los suelos a la licuación, Idriss & Boulanger (2014) _____ 47
Ilustración 20: Zonas de licuación, no licuación. _____ 50
Ilustración 21: Relación de la capa superficial y capa licuable – por Ishaira 1985 __ 51
Ilustración 22: Factor de seguridad frente a la licuación CPTu-01 _____ 52
Ilustración 23: Potencial de licuación CPTu-01 _____ 53
Ilustración 24: Localización apiques Inmunológico _____ 55
Ilustración 25: Planta apique 1 _____ 56
Ilustración 26: Corte apique 1 _____ 56
Ilustración 27: Planta apique 2 _____ 57
Ilustración 28: Corte apique 2 _____ 57
Ilustración 29: Planta apique 3 _____ 58
Ilustración 30: Corte apique 3 _____ 58
Ilustración 31: Esquema del refuerzo _____ 65
Ilustración 32: Localización de puntos de refuerzo _____ 66
Ilustración 33: Localización zapatas refuerzo _____ 68
Ilustración 34: Numeración de zapatas refuerzo _____ 69
Ilustración 35: Zapatas con asentamiento diferencia superior a 1/300 _____ 74
Ilustración 36: Localización de tanque _____ 79

Ilustración 37: Planta y corte de tanques _____ 80
Ilustración 38: Modelo De Análisis_____ 84
Ilustración 39: Factores de seguridad análisis de estabilidad condición No Drenada _____ 86
Ilustración 40: Área de influencia del tanque. _____ 88
Ilustración 41: Ruta de evacuación _____ 92
Ilustración 42: Esquema de apuntalamiento del muro _____ 95
Ilustración 43: Excavación del talud con ángulo recomendado _____ 97
Ilustración 44: Excavación de trincheras. _____ 97
Ilustración 45: *Excavación de trincheras.*_____ 98
Ilustración 46: Apuntalamiento temporal muro de sótano. _____ 99
Ilustración 47: Secuencia de excavación_____ 100
Ilustración 48: *Esquema drenaje recomendado* _____ 101

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Tipo y profundidades de perforación de barrenos y sondeos y apiques. __ 15
Tabla 2: Clasificación del tipo de suelo según Robertson (1990) _____ 23
Tabla 3: Tipo de comportamiento de suelo modificado._____ 25
Tabla 4: Parámetros de compresibilidad. _____ 38
Tabla 5: Relación de sobreconsolidación estimado con piezocono. _____ 39
Tabla 6: Detalles cimentación existente _____ 55
Tabla 7: Factores de seguridad mínimos indirectos. _____ 59
Tabla 8: Factores de seguridad básico mínimo directo _____ 60
Tabla 9: Capacidad de portante de seguridad. _____ 61
Tabla 10: Asentamientos totales cimientos cuadrados._____ 63
Tabla 11: Asentamientos totales cimientos corridos. _____ 64
Tabla 12: Cargas sin mayorar a la cimentación del refuerzo _____ 67
Tabla 13: Cargas sin mayorar a la cimentación del refuerzo _____ 70
Tabla 14: Verificación de capacidad de soporte y asentamientos totales con cargas de diseño de refuerzo. _____ 72
Tabla 15: Asentamiento diferencial superior a 1/300 _____ 73
Tabla 16: Modulo de reacción cimientos cuadrados. _____ 75
Tabla 17: Modulo de reacción cimientos corridos._____ 76
Tabla 18: Capacidad portante losa tanque _____ 77
Tabla 19: Asentamientos tanques. _____ 82
Tabla 20: Módulo de reacción de tanques _____ 82
Tabla 21: Presión lateral en reposo. _____ 83
Tabla 22: Factores de seguridad análisis de estabilidad condición No Drenada85

1. GENERALIDADES

El CONSORCIO CONRUMA RINCÓN LÓPEZ está ejecutando el contrato de consultoría 3019 y - 2022 de los ESTUDIOS TÉCNICOS Y PROYECTOS DE RESTAURACIÓN DEL EDIFICO INMUNOLÓGICO, como parte del complejo hospitalario San Juan de Dios de Bogotá.

Dentro de los requisitos del contrato de consultoría se exigieron los siguientes estudios:

- Investigación del subsuelo y los análisis y recomendaciones de ingeniería necesarios para el diseño y construcción de las obras de reforzamiento (estructura y cimentación)

- Determinar el tipo de suelo que aflora y el perfil estratigráfico, así como el tipo de cimentación (existente) y el estado de la misma, grado de consolidación del estrato donde se apoyan los cimientos, posibles asentamientos y sus causas, nivel freático y su incidencia en los cimientos, pendiente natural del terreno y riesgo de infiltración y capacidad portante del estrato de apoyo.

- Ensayos y pruebas de campo y laboratorio que sean requeridos en cumplimiento de lo establecido en las especificaciones técnicas y normatividad vigente

- El informe deberá contener además las conclusiones y recomendaciones del tipo de cimentación a emplear en el proyecto, recomendaciones geotécnicas de diseño y construcción de excavaciones y rellenos, estructuras de contención, cimentaciones, sistemas de filtración de aguas lluvias, rehabilitación o reforzamiento de las edificaciones existentes y/o protecciones a las mismas durante la ejecución de la obra y la definición de espectros de diseño sismo resistente, para soportar los efectos por sismos y por otras amenazas geotécnicas desfavorables

- Suministrar la información necesaria para la elaboración de los diseños estructurales e hidráulicos como: o La definición de los efectos sísmicos locales. Los procedimientos constructivos y los aspectos especiales para tener en cuenta para la interventoría durante la ejecución de las obras.

- Las recomendaciones para el diseñador hidráulico en lo relativo al manejo de aguas de infiltración y escorrentía, alternativas de estabilización o manejo de suelos especiales o expansivos.

Para lograr estos objetivos el CONSORCIO RINCÓN LÓPEZ, ordenó la ejecución del estudio geotécnico a LÓPEZ HNOS GEOTÉCNIA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS SAS. Los resultados se consignan en el presente informe y fueron el soporte para establecer las recomendaciones

para la intervención de los edificios que hacen parte del complejo hospitalario que hacen parte del contrato de consultoría.

1.1 Descripción del proyecto

El ministerio de Cultura y el Consejo Nacional de patrimonio (CNPC) establecieron , mediante el Manejo y Protección del Complejo. (PEMP), que los siguientes edificios se encuentran dentro del grupo de edificios clasificados con niveles de intervención I y II con proyectos de reforzamiento estructural, conservación de tipo arquitectónico y adecuación funcional: Los edificios incluidos dentro del presente informe son los siguientes

Grupo 1 – Contrato 3019

- San Roque
- San Jorge
- ***Instituto inmunológico***

El complejo hospitalario San Juan de Dios se localiza en la localidad Antonio Nariño de Bogotá, barrio la Hortua, sobre la calle 1 y entre las carrera 10 y avenida Caracas.



Ilustración 1: Localización de proyectos contrato 3019 – grupo 1

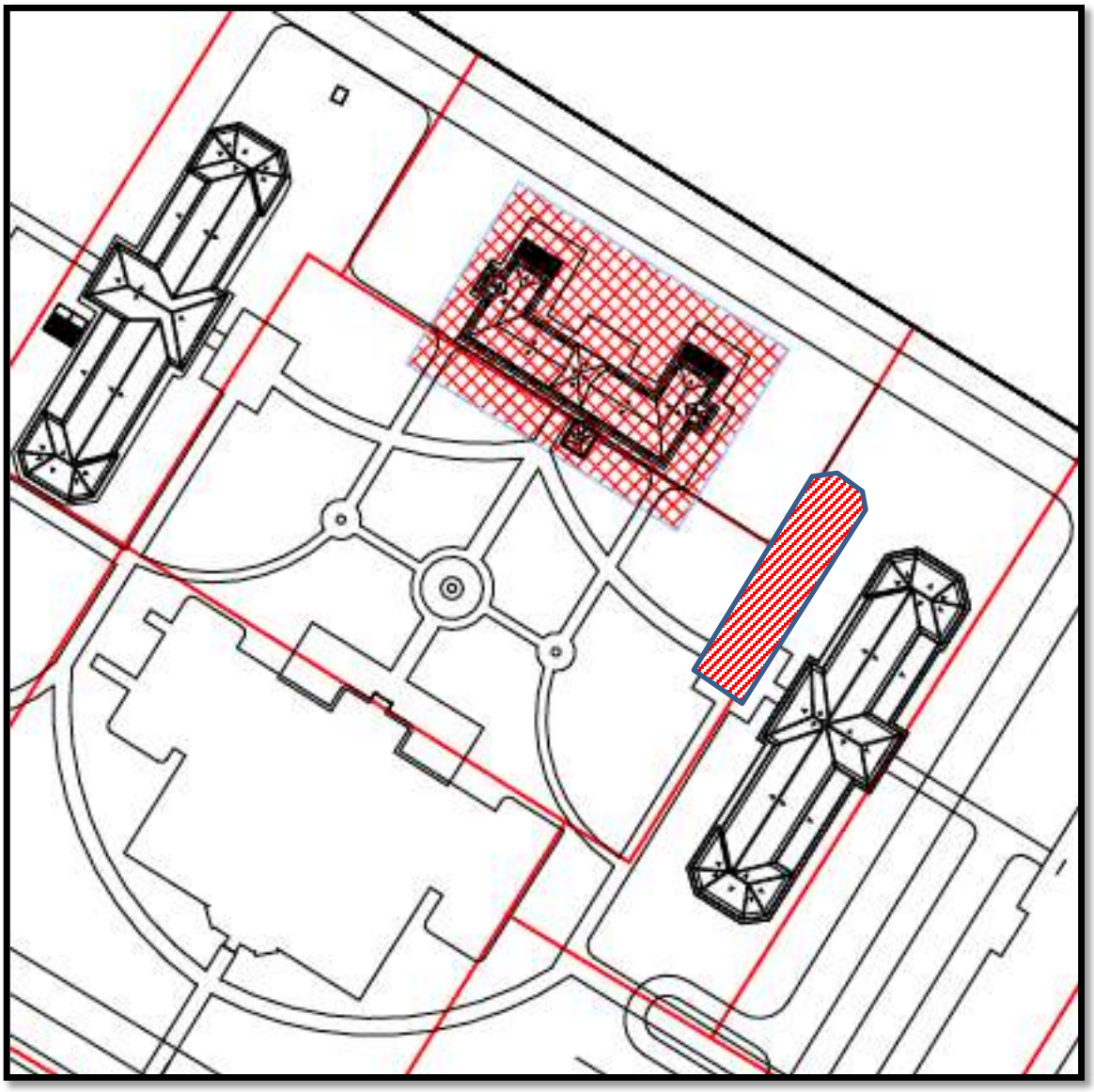


Ilustración 2: Localización de edificio *Inmunológico*

1.2 GEOLOGÍA DEL SECTOR

1.2.1 Tipo de suelos, rocas, formaciones:

De acuerdo con la zonificación de respuesta sísmica de Bogotá, en el sitio del proyecto se encuentran las siguientes formaciones:

- Complejo de Conos o Abanicos (Qcc): Dentro de esta unidad se agrupan el Cono del Río Tunjuelo, el Cono de Terreros, Depósitos de Flujos Torrenciales y los Conos del piedemonte oriental de Bogotá, como el de San Cristóbal y Claret, entre otros. La composición, textura, espesor y la edad son variables y se difieren para cada depósito de acuerdo a las fuentes de aporte, distancia y tipo de transporte. En general esta unidad se componen de bancos de bloques, guijarros y guijos dentro de una matriz areno arcillosa en las zonas apicales y hacia las partes distales se encuentran materiales predominantemente arenosos y limo arcillosos.

- Depósitos Fluvio – Lacustre (Terraza Baja, Qtb): Llamada también Formación Chía por Helmens (1990) esta unida corresponde a depósitos originados por los ríos Bogotá, Tunjuelo, Juan amarillo y Fucha. Presenta geoformas planas a ligeramente onduladas, muy poco disectadas, las cuales se elevan unos 5m en promedio sobre las llanuras aluviales. Su composición es predominantemente limo arcilloso y el ambiente de depositación se considera fluvial.

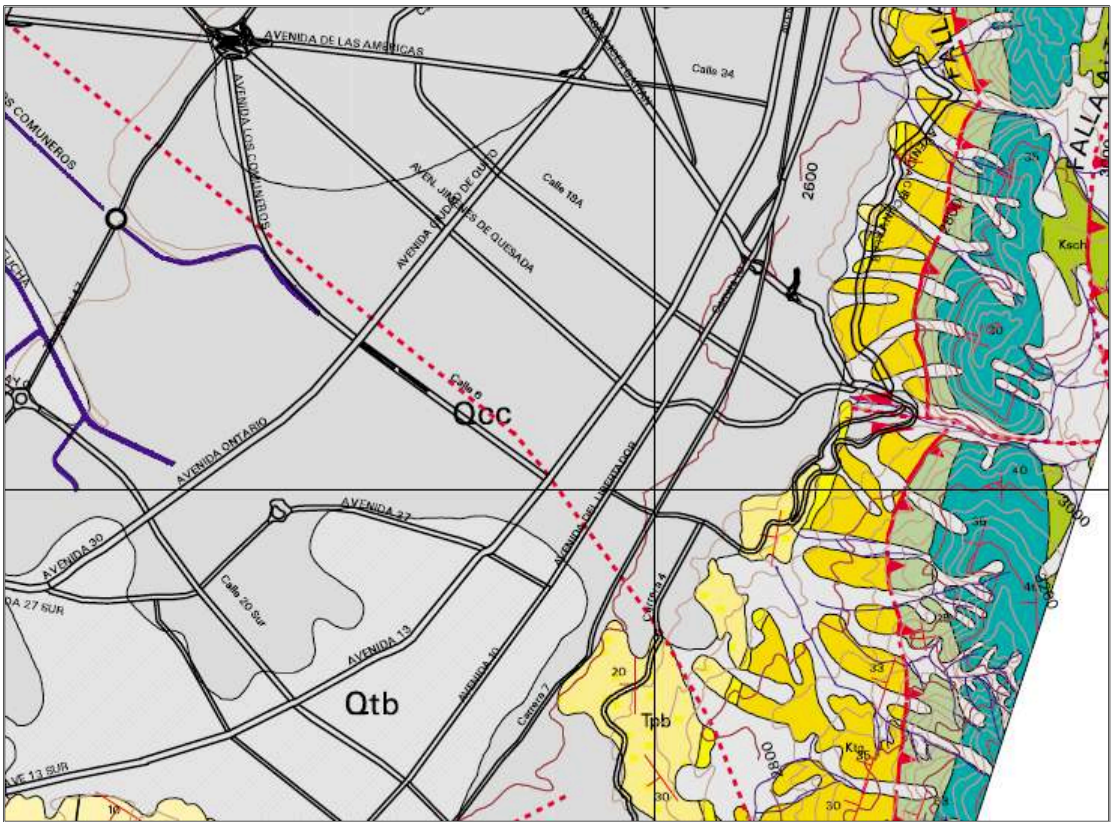


Ilustración 3: Mapa geológico de Bogotá 1:10.000. Fuente: Servicio Geológico Colombiano.

2. INVESTIGACIÓN DEL SUB-SUELO

2.1 Exploración de campo

La investigación se hizo siguiendo las recomendaciones de la NSR-10, de acuerdo con las condiciones del suelo; como se trata de estructuras hasta de 3 pisos, se trata de estructuras de categoría baja, donde se requieren de 3 sondeos por unidad. El plan de exploración se desarrolló de la siguiente forma:

N°	Tipo	Profundidad (m)
3*	CPTu	15
6	DSPH	6
7	Barreno	3
8	Barreno	6
1	Apique	2
2	Apique	2
3	Apique	2

Tabla 1: Tipo y profundidades de perforación de barrenos y sondeos y apiques**.**

El barreno y el apique se realizaron con recuperación de muestras; mientras que las pruebas de piezocono (CPTU) o DSPH, se obtuvieron registros continuos del suelo de resistencia del suelo.

Aunque el CPTu 3 se realizó cerca del edificio capilla y convento, se incluye este sondeo dentro del análisis del edificio Inmunológico para la estimación del potencial de licuación del suelo.

Para verificar las características de los cimientos existentes, en los apiques se determinó el tipo de cimentación, la profundidad de desplante, el tipo de suelo de apoyo y los materiales que componen la cimentación. La ubicación de los apiques se consensuada con el diseñador estructural del proyecto y el ministerio de cultura.

.



Ilustración 4: Ubicación general del sitio de estudio. Fuente: Google Earth.



Ilustración 5: Localización de barrenos y apiques

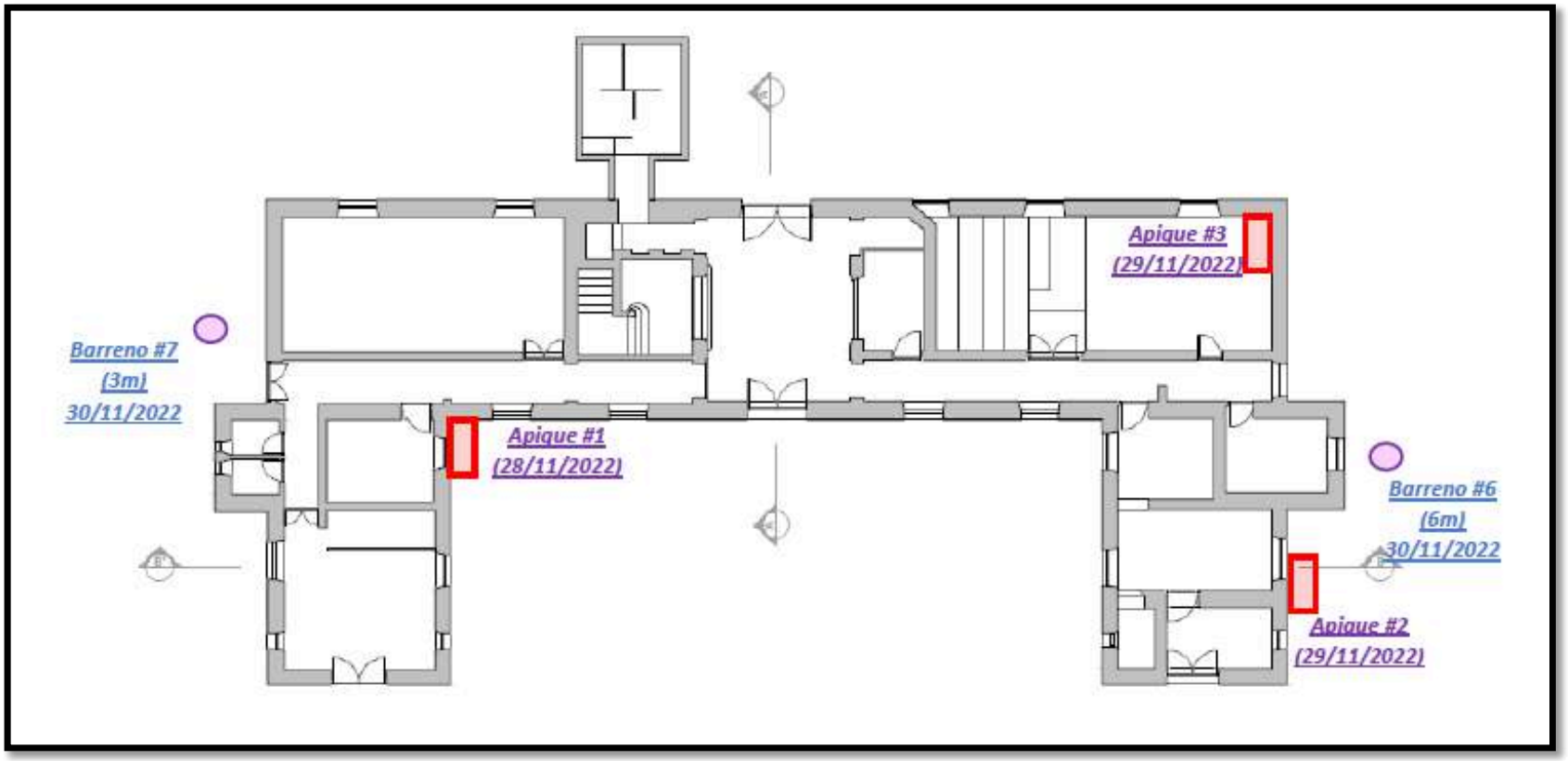


Ilustración 6: Puntos exploración edificio .

En cada sitio de exploración directa el muestreo se llevó a cabo metro a metro empleando tubo Shelby (pared delgada) en los estratos de suelos cohesivos y con cuchara partida en los estratos no cohesivos. Adicionalmente se realizó prueba de penetración estándar en los estratos de suelos granulares detectados durante el proceso de exploración. El estudio se completó con observación visual de las diferentes capas del suelo utilizando como soporte el material recogido por la cuchara hoyadora y las muestras de ensayo.

La prueba de penetración dinámica superpesada o DPSH. (del inglés dynamic probing super heavy) es una prueba de registro continuo, donde se mide la cantidad de golpes necesarios para penetrar en el terreno una punta cónica con un martillo de 63,5 kg a una altura de caída de 76 cm. Mediante esta prueba de obtiene un registro continuo de la resistencia del suelo, que permite determinar los espesores de los estratos de suelo. El registro del DSPH, se correlaciona la resistencia a la penetración normal

La prueba de CPTu o piezocono consiste en el hincado por presión de una punta cónica a una velocidad constante, midiendo la resistencia a la penetración por la punta (q_c), la resistencia por fricción (f_s) y la presión de poros (u).

La prueba está normalizada por la norma ASTM D 3441 y la UNE 103-804-93 del ISSMFE [1] y la norma ISO 22476-1, aprobada en septiembre de 2012.
La prueba de CPTU tiene como principales aplicaciones:

- Caracterizar el suelo (perfil estratigráfico).
- Predecir propiedades del suelo.
- Calcular capacidad de carga y asentamientos.
- Estimar el potencial de licuación de un suelo arenoso.
- Desarrollo de investigación geoambiental.
- Desarrollo de investigación sísmica.

[1] ISSMGGE: International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering

3. RESULTADOS Y ANALISIS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Con los ensayos de laboratorio y campo se buscó determinar resistencia al corte, propiedades índice y parámetros para evaluar asentamientos por expansión y/o consolidación, las muestras recobradas con tubo Shelby fueron sometidas a ensayos de compresión inconfinada (INV E-152-13), veleta y penetrómetro, peso unitario, humedad natural (INV E-122-13), límites de Atterberg (INV E-(125, 126 y 127)-13) y lavado en tamiz 200 (INV E-123-13). Adicionalmente se ejecutaron los ensayo de corte directo consolidado no drenado (INV E-154-13) y consolidación (INV E-151-13).

Mediante el análisis de los resultados de la prueba de CPTU es posible estimar diferentes parámetros geotécnicos, útiles para la caracterización geotécnica y el diseño. Las correlaciones se basan en experiencias hechas por investigadores a nivel internacional que en los últimos 30 años han definido estas correlaciones. Sin embargo, se recomienda que estas relaciones sirvan únicamente en análisis preliminares y que los resultados se ajusten con los resultados de las exploraciones y ensayos de laboratorio que se están adelantando para este proyecto.
Para el análisis de resultados se utilizó el software CPeT–IT v 3.5.2.3, desarrollado por la empresa GEOLOGISMIKI bajo la supervisión del profesor Peter K. Robertson. Mediante el programa se obtienen estimación de las siguientes características del subsuelo:

- Clasificación del suelo (métodos de Robertson (1990), Fuzzy (1999) y Schneider (2008)
- Peso unitario (γ)
- Permeabilidad (k)
- N (SPT) (Golpes por 30 cm)
- Módulo de Young (E_s)
- Densidad relativa (Dr%)
- Parámetro de estado (ψ)
- Ángulo de fricción pico (ϕ)
- Módulo confinado (M)
- Módulo cortante a bajas deformaciones (G_0)
- Velocidad de onda de corte (Vs)
- Resistencia corte no drenada máxima o pico (s_u)
- Resistencia corte no drenada remodelada (s_u remoldeado)
- Relación de sobreconsolidación (OCR).

- Relación de esfuerzos en sitio (K_0)
- Sensitividad (St)
- Ángulo de fricción efectivo (ϕ)

Anexo a este documento se encuentran, para cada punto de prueba, las gráficas de variación de las diferentes estimaciones de diferentes parámetros del suelo, de acuerdo con ecuaciones y expresiones que se encuentran en la literatura especializada en el tema, y que son aplicadas por el software anteriormente mencionado.

:: Unit Weight, g (kN/m³) ::

$$g = g_w \cdot \left(0.27 \cdot \log(R_f) + 0.36 \cdot \log\left(\frac{q_t}{p_a}\right) + 1.236\right)$$

where g_w = water unit weight

:: Permeability, k (m/s) ::

$I_c < 3.27$ and $I_c > 1.00$ then $k = 10^{0.952 - 3.04 \cdot I_c}$

$I_c \leq 4.00$ and $I_c > 3.27$ then $k = 10^{-4.52 - 1.37 \cdot I_c}$

:: N_{SPT} (blows per 30 cm) ::

$$N_{60} = \left(\frac{q_c}{P_a}\right) \cdot \frac{1}{10^{1.1268 - 0.2817 \cdot I_c}}$$

$$N_{1(60)} = Q_{tn} \cdot \frac{1}{10^{1.1268 - 0.2817 \cdot I_c}}$$

:: Young's Modulus, Es (MPa) ::

$(q_t - \sigma_v) \cdot 0.015 \cdot 10^{0.55 \cdot I_c + 1.68}$

(applicable only to $I_c < I_{c_cutoff}$)

:: Relative Density, Dr (%) ::

$$100 \cdot \sqrt{\frac{Q_{tn}}{k_{DR}}}$$ (applicable only to SBT_n: 5, 6, 7 and 8 or $I_c < I_{c_cutoff}$)

:: State Parameter, ψ ::

$\psi = 0.56 - 0.33 \cdot \log(Q_{tn,cs})$

:: Peak drained friction angle, φ (°) ::

$\varphi = 17.60 + 11 \cdot \log(Q_{tn})$

(applicable only to SBT_n: 5, 6, 7 and 8)

:: 1-D constrained modulus, M (MPa) ::

If $I_c > 2.20$

$\alpha = 14$ for $Q_{tn} > 14$

$\alpha = Q_{tn}$ for $Q_{tn} \leq 14$

$M_{CPT} = \alpha \cdot (q_t - \sigma_v)$

If $I_c \leq 2.20$

$M_{CPT} = (q_t - \sigma_v) \cdot 0.0188 \cdot 10^{0.55 \cdot I_c + 1.68}$

:: Small strain shear Modulus, Go (MPa) ::

$G_0 = (q_t - \sigma_v) \cdot 0.0188 \cdot 10^{0.55 \cdot I_c + 1.68}$

:: Shear Wave Velocity, Vs (m/s) ::

$$V_s = \left(\frac{G_0}{\rho}\right)^{0.50}$$

:: Undrained peak shear strength, Su (kPa) ::

$N_{kt} = 10.50 + 7 \cdot \log(F_r)$ or user defined

$$S_u = \frac{(q_t - \sigma_v)}{N_{kt}}$$

(applicable only to SBT_n: 1, 2, 3, 4 and 9 or $I_c > I_{c_cutoff}$)

:: Remolded undrained shear strength, Su(rem) (kPa) ::

$S_{u(rem)} = f_s$ (applicable only to SBT_n: 1, 2, 3, 4 and 9 or $I_c > I_{c_cutoff}$)

:: Overconsolidation Ratio, OCR ::

$$k_{OCR} = \left[\frac{Q_{tn}^{0.20}}{0.25 \cdot (10.50 \cdot +7 \cdot \log(F_r))}\right]^{1.25}$$ or user defined

$OCR = k_{OCR} \cdot Q_{tn}$

(applicable only to SBT_n: 1, 2, 3, 4 and 9 or $I_c > I_{c_cutoff}$)

:: In situ Stress Ratio, Ko ::

$$K_O = 0.1 \cdot \left(\frac{q_t - \sigma_v}{\sigma'_{vo}}\right)$$

(applicable only to SBT_n: 1, 2, 3, 4 and 9 or $I_c > I_{c_cutoff}$)

:: Soil Sensitivity, S_t ::

$$S_t = \frac{N_S}{F_f}$$

(applicable only to SBT_n: 1, 2, 3, 4 and 9 or $I_c > I_{c_cutoff}$)

:: Effective Stress Friction Angle, φ' (°) ::

$\varphi' = 29.5° \cdot B_q^{0.121} \cdot (0.256 + 0.336 \cdot B_q + \log Q_t)$

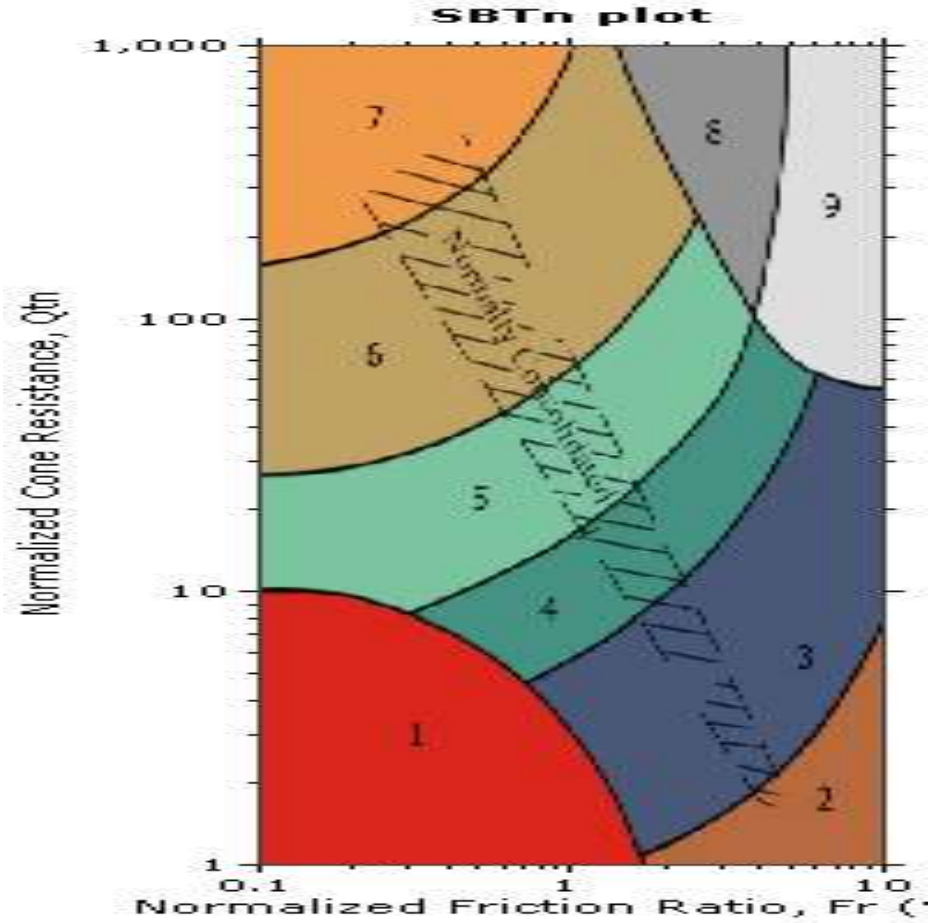
(applicable for $0.10 < B_q < 1.00$)

Ilustración 7: Ecuaciones aplicadas por el software CPeT–IT v 1.7.6.42

Una de las principales ventajas de la prueba de piezocono es el de determinar el tipo de suelo, de acuerdo con el comportamiento del suelo. Según Robertson (1990), el tipo de suelo se identifica en varias zonas de similar comportamiento (SBTn) y se relaciona con un índice de comportamiento Ic, como se muestra en la siguiente tabla.

Zona SBTn -Robertson (1990)	*Propuesta común de descripción SBT*	*Ic*
1	Suelos finos sensitivos	N/A
2	Arcillas - suelos orgánicos	>3.6
3	Arcillas: Arcillas a arcillas limosas	2.95-3.6
4	Mezclas de limos: Arcillas limosas y limos arcillosos	2.60 - 2.95
5	Mezclas de arenas: Arenas limosas a limos arenosos	2.05 - 2.60
6	Arenas: Arenas limpias a arenas limosas	1.31 - 2.05
7	Arena densa a arena gravosa	<1.31
8	Arena firme a arena arcillosa (sobreconsolidada o cementada)	N/A
9	Suelos finos firmes (Sobreconsolidado o cementado)	N/A

Tabla 2: Clasificación del tipo de suelo según Robertson (1990)


SBTn plot
1,000
100
10
1
0.1
1
10
Normalized Cone Resistance, Qtn
Normalized Friction Ratio, Fr
1
2
3
4
5
6
7
8
9

En 2018, Robertson propone una modificación de su carta de clasificación, organizando el suelo de acuerdo con el comportamiento esperado; el suelo se clasifica entonces de la siguiente forma:

Tipo de comportamiento del suelo	Descripción
CSS	Clay like contractive – sensitive (Arcilloso contractivo sensitivo)
CC	Clay like contractive (Arcilloso contractivo)
CD	Clay like dilative (Arcilloso contractivo dilatante)
TC	Transitional contractive (Contrativo transición arcilloso arenoso)
TD	Transitional dilative (Dilatante transición arcilloso arenoso)
SC	Sand Like – contractive (Arenoso contractivo)
SD	Sand Like – dilatante (Arenoso contractivo)

Tabla 3: Tipo de comportamiento de suelo modificado.

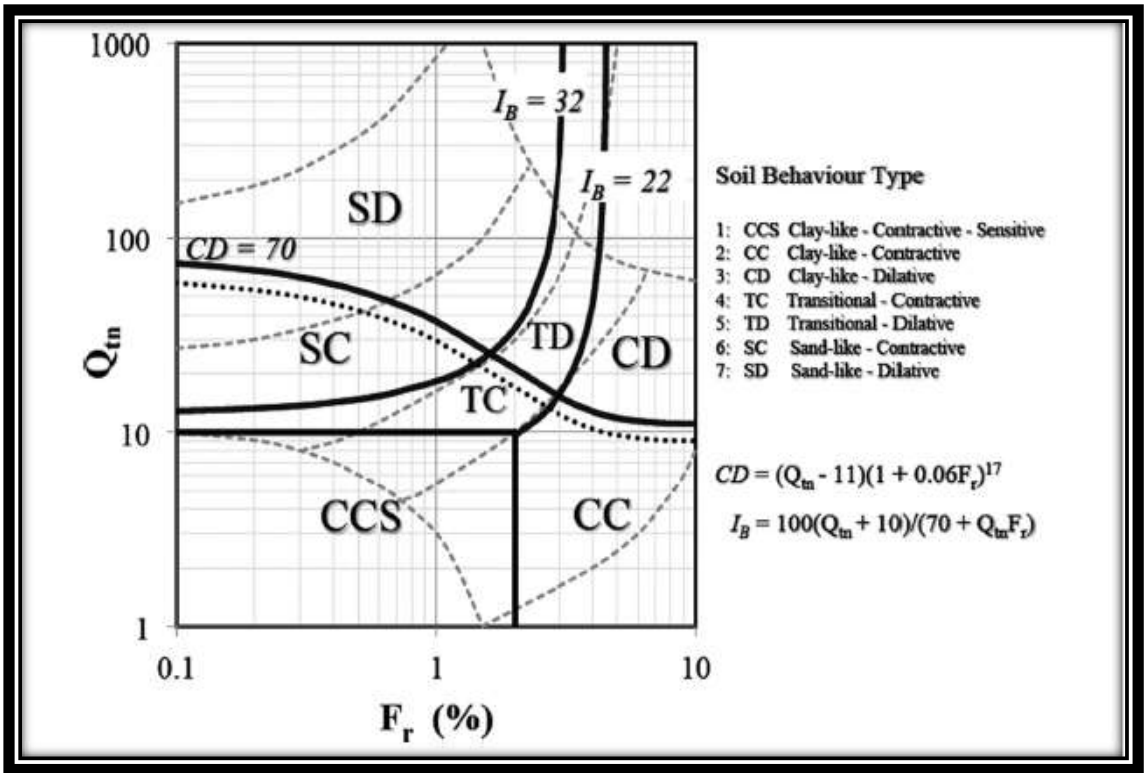


Ilustración 8: Grafica de Robertson modificada

La clasificación del suelo no corresponde estrictamente a la clasificación de suelos unificada o AASHTO - que se basan en el pasante de la malla 200 y los índices de plasticidad - sino una clasificación del comportamiento del suelo: comportamiento arcilloso o de suelo no drenado o comportamiento arenoso o de suelo drenado. Esto es especialmente notorio en los suelos de clasificación intermedia (SBTn 4, 5 y 6).

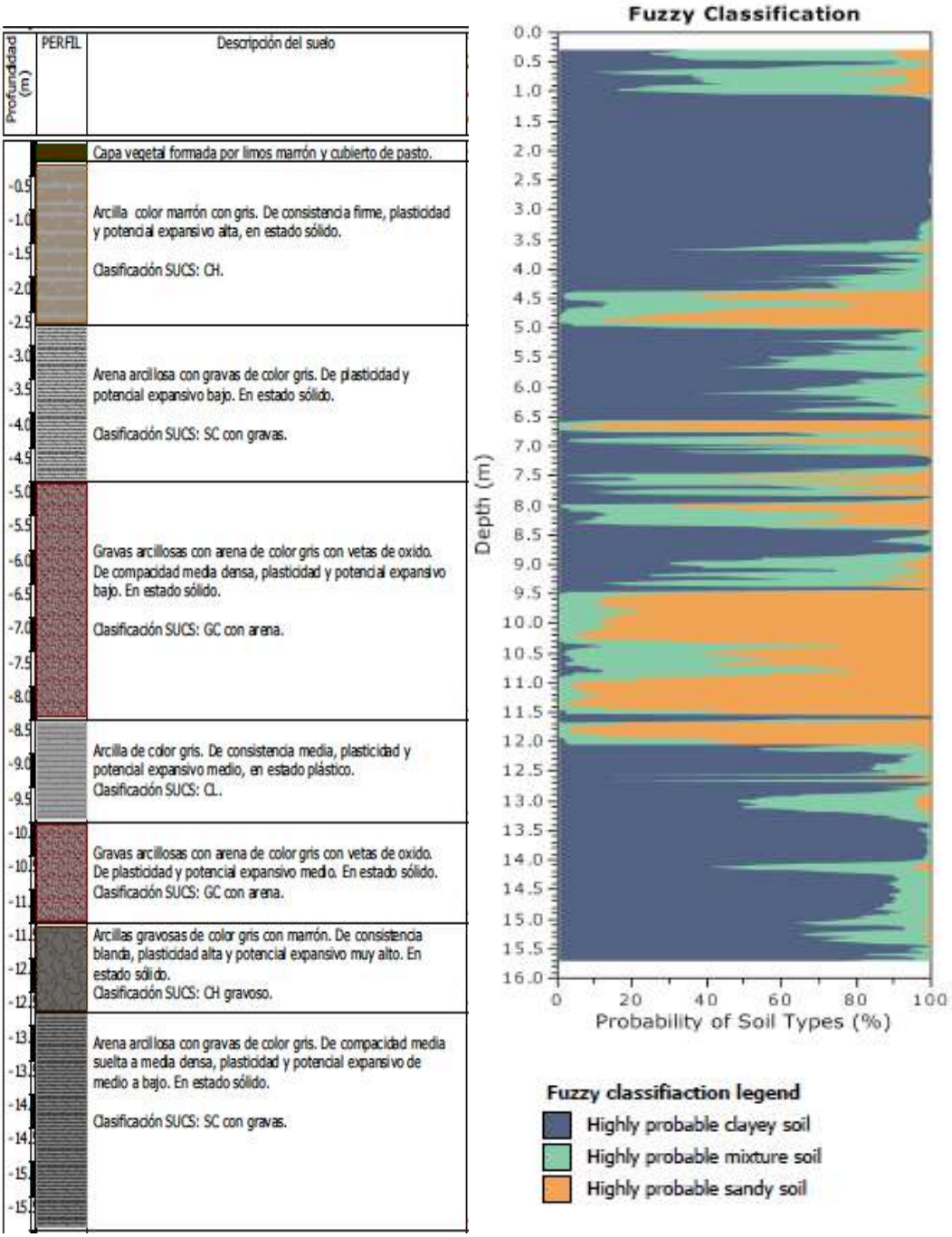


Ilustración 9: Clasificación del suelo por CPTu – Método Fuzzy

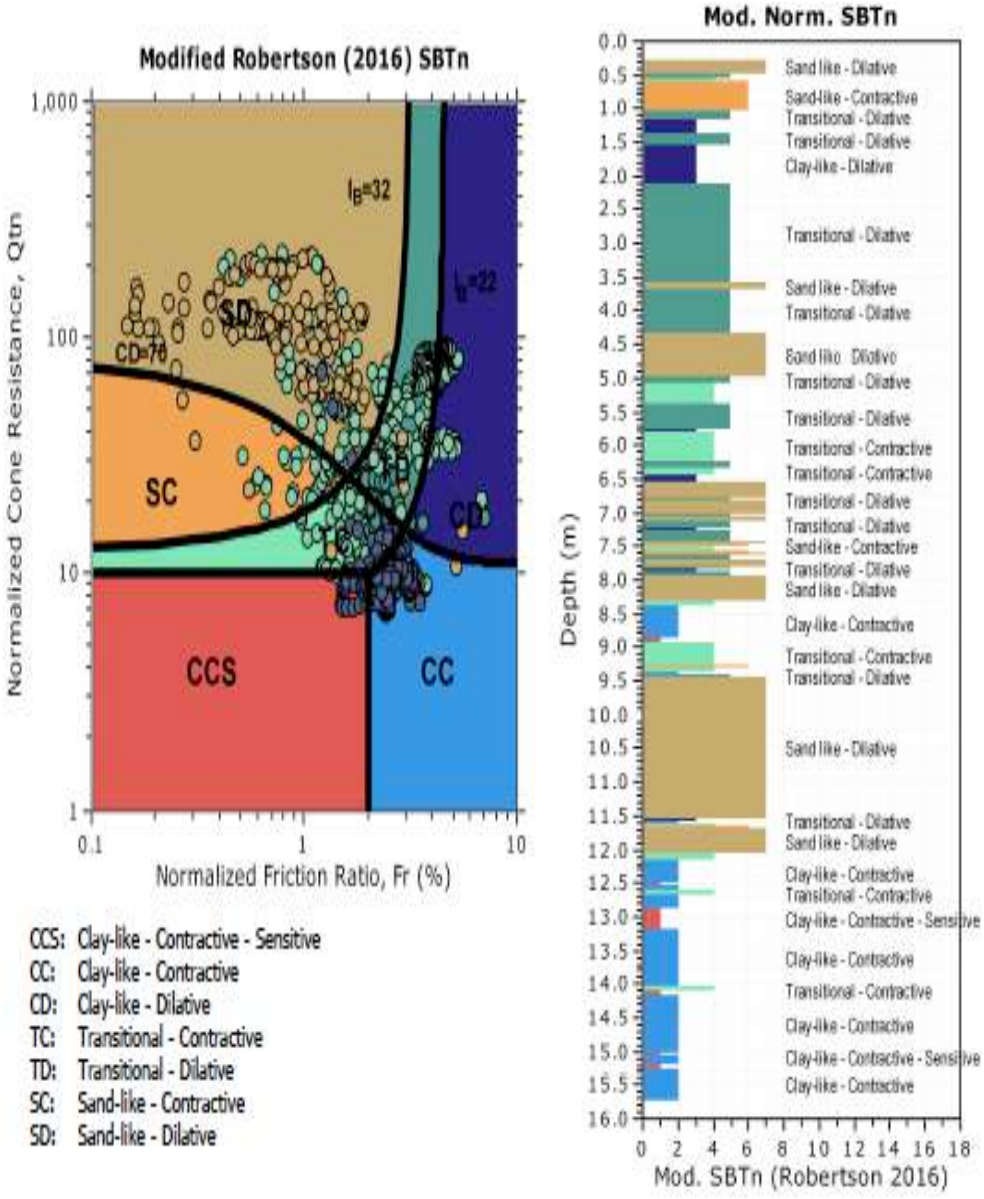


Ilustración 10: Clasificación del suelo – Método Robertson modificado

3.1 Perfil estratigráfico promedio

De acuerdo con los resultados de las pruebas de CPTu y exploración directa, el perfil estratigráfico promedio es el siguiente:

- Baldosa y placa de concreto entre 10 y 12 cm de espesor
- Material de relleno con desechos de construcción, entre 0,45 y 0,75 m de profundidad.

Suelo natural

- Capa 1: Arcilla de color marrón con gris, de consistencia firme, de alta a media plasticidad (CH)
- Capa 2: Arena arcillosa de color gris, de compacidad media a suelta a media a densa, de baja plasticidad, potencial expansivo bajo (SC)
- Capa 3: Gravas arcillosas con arena de color gris, de compacidad media a suelta a media a densa, de potencial expansivo medio a bajo. (GC)
- Capa 4: Arena arcillosa con gravas, de color gris, de compacidad media a suelta a media a densa, de potencial expansivo bajo.

3.2 Nivel freático

En los apiques se detectó agua libre entre 0,73. a 1,50 m de profundidad. El nivel de agua libre detectado en los apiques corresponde probablemente a niveles colgados ocasionado por la infiltración de aguas lluvias recientes. En el barreno 8 se detectó agua libre a -4,50 m de profundidad.

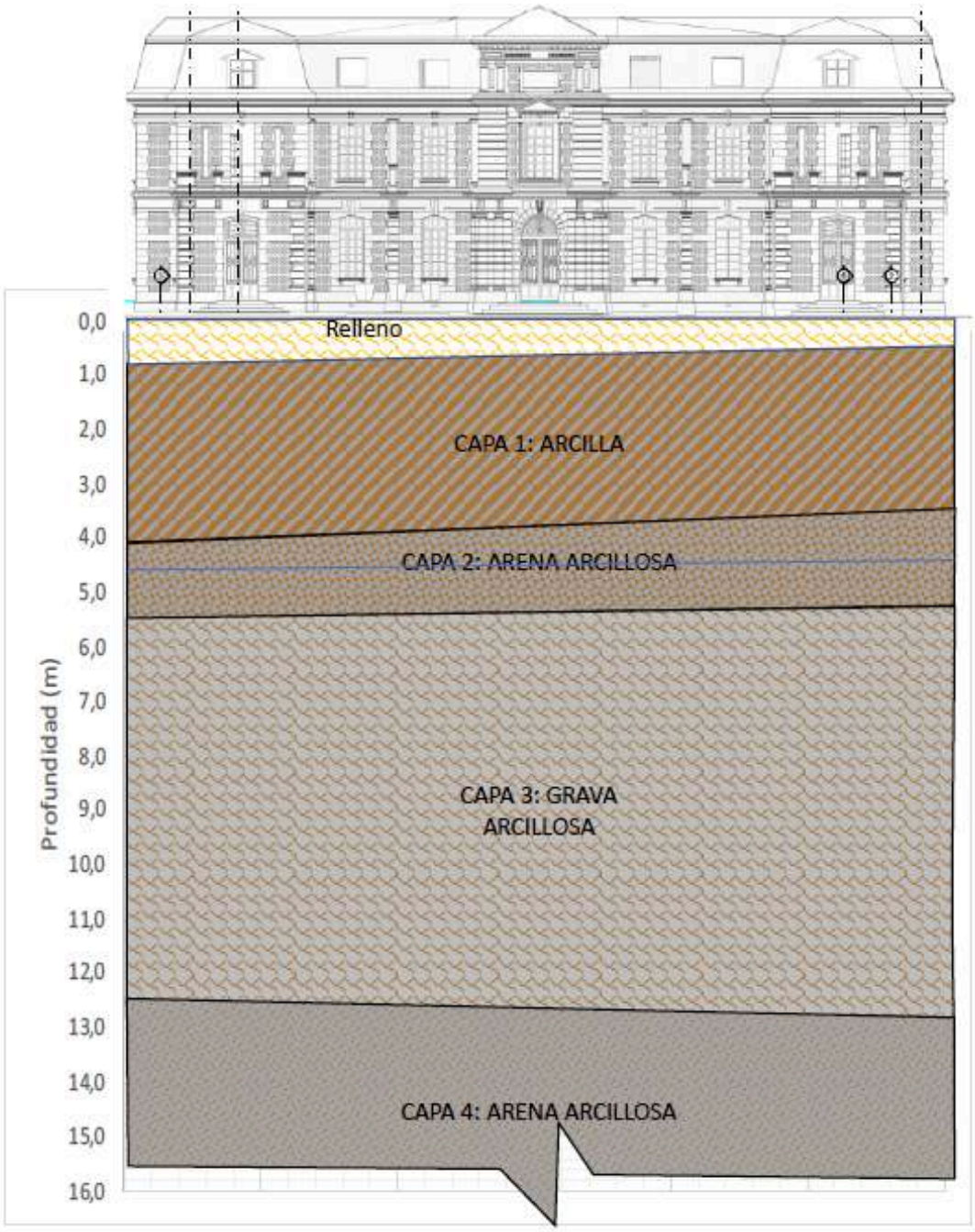


Ilustración 11: Perfil promedio

3.3 Propiedades índices

Con la información registrada en las pruebas de laboratorio, se concluye que el suelo investigado se caracteriza por tener las siguientes propiedades:

- De gradación variable media a fina
- De plasticidad variable de media a alta.
- En estado sólido a plástico.
- De potencial expansivo medio a bajo.
- De consistencia firme a blanda en los estratos arcillosos.
- De compacidad media a suelta en los estratos arenosos y gravosos

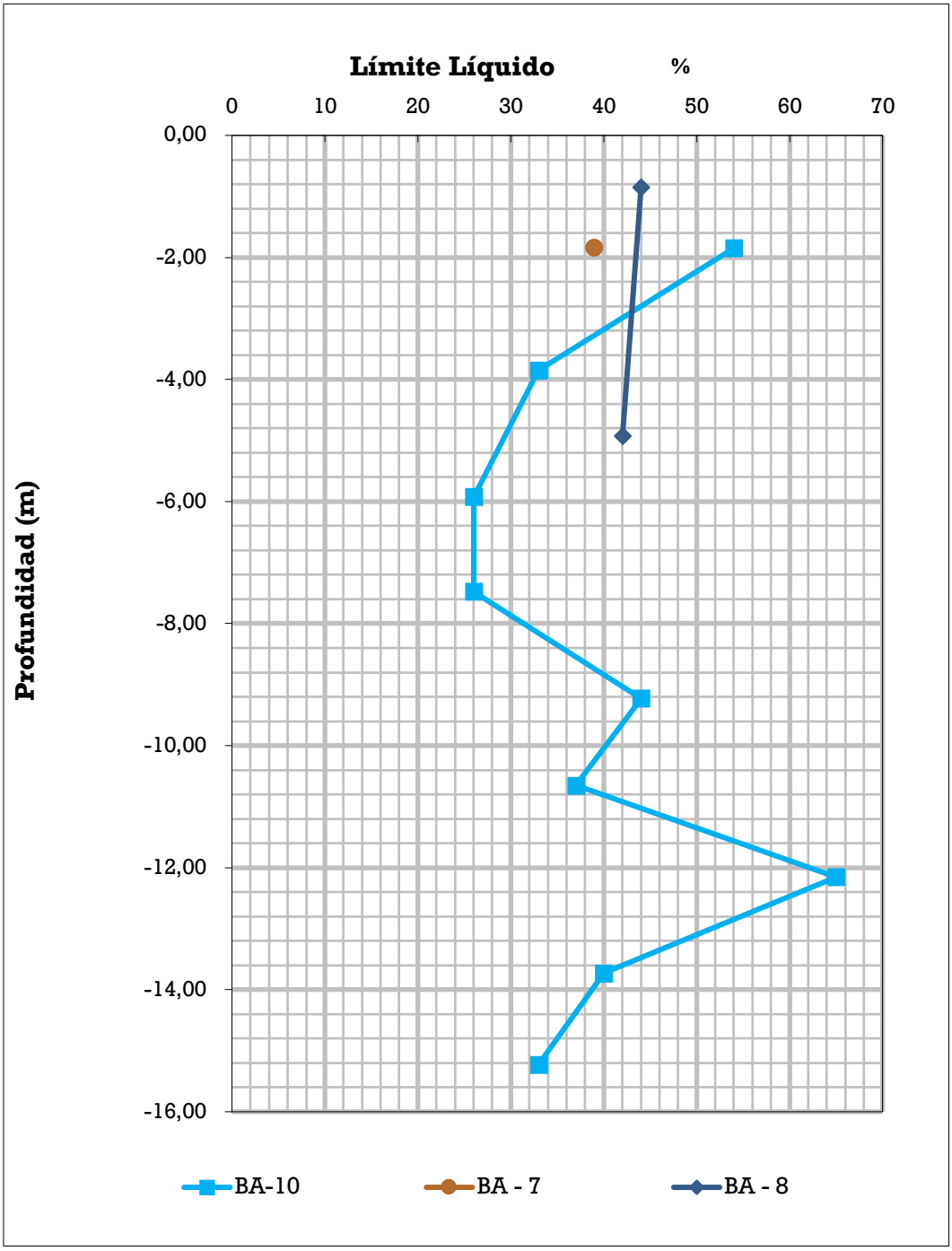


Ilustración 12: Limite liquido vs profundidad.

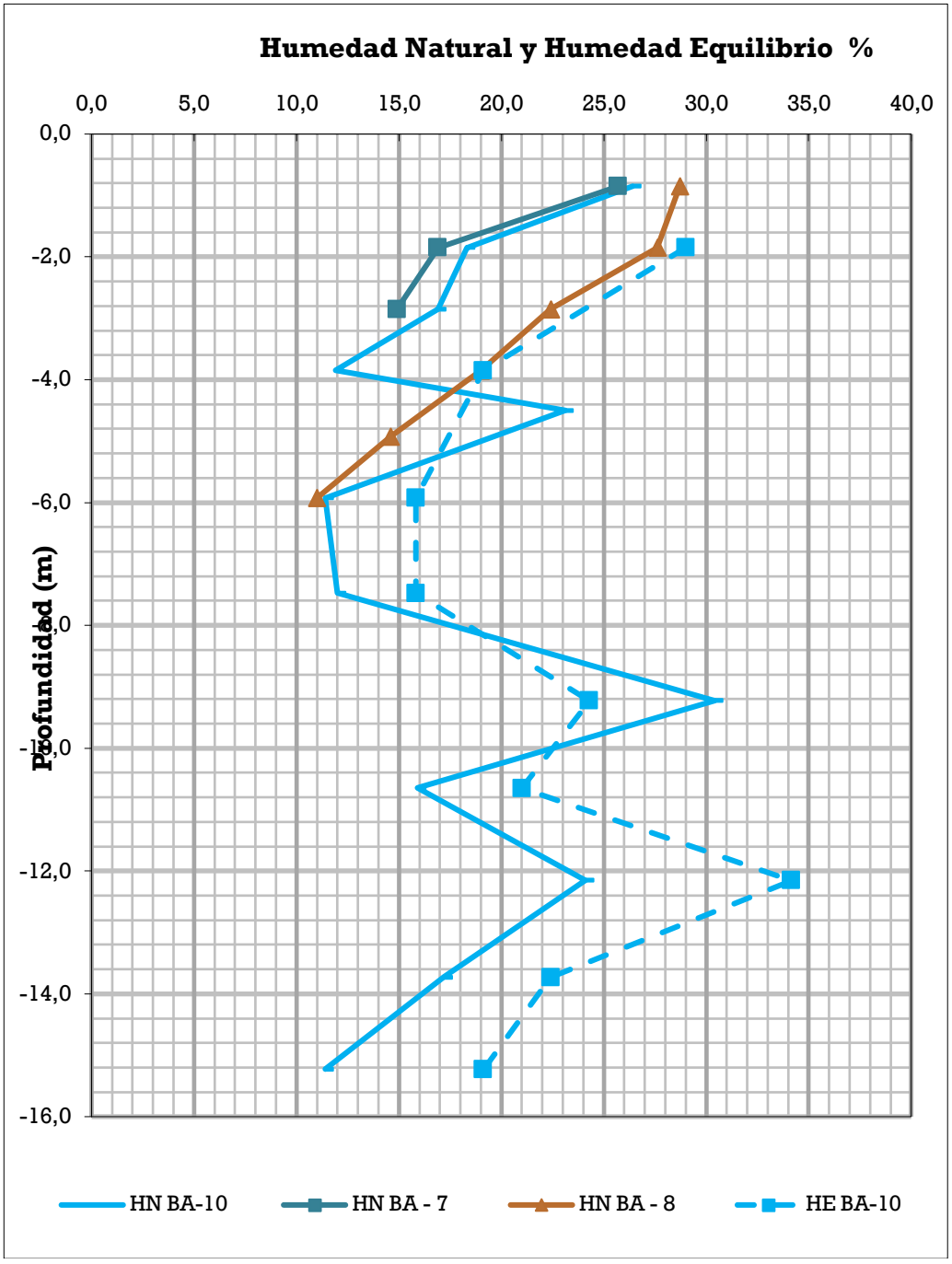


Ilustración 13: Humedad Natural y Humedad de equilibrio vs Profundidad.

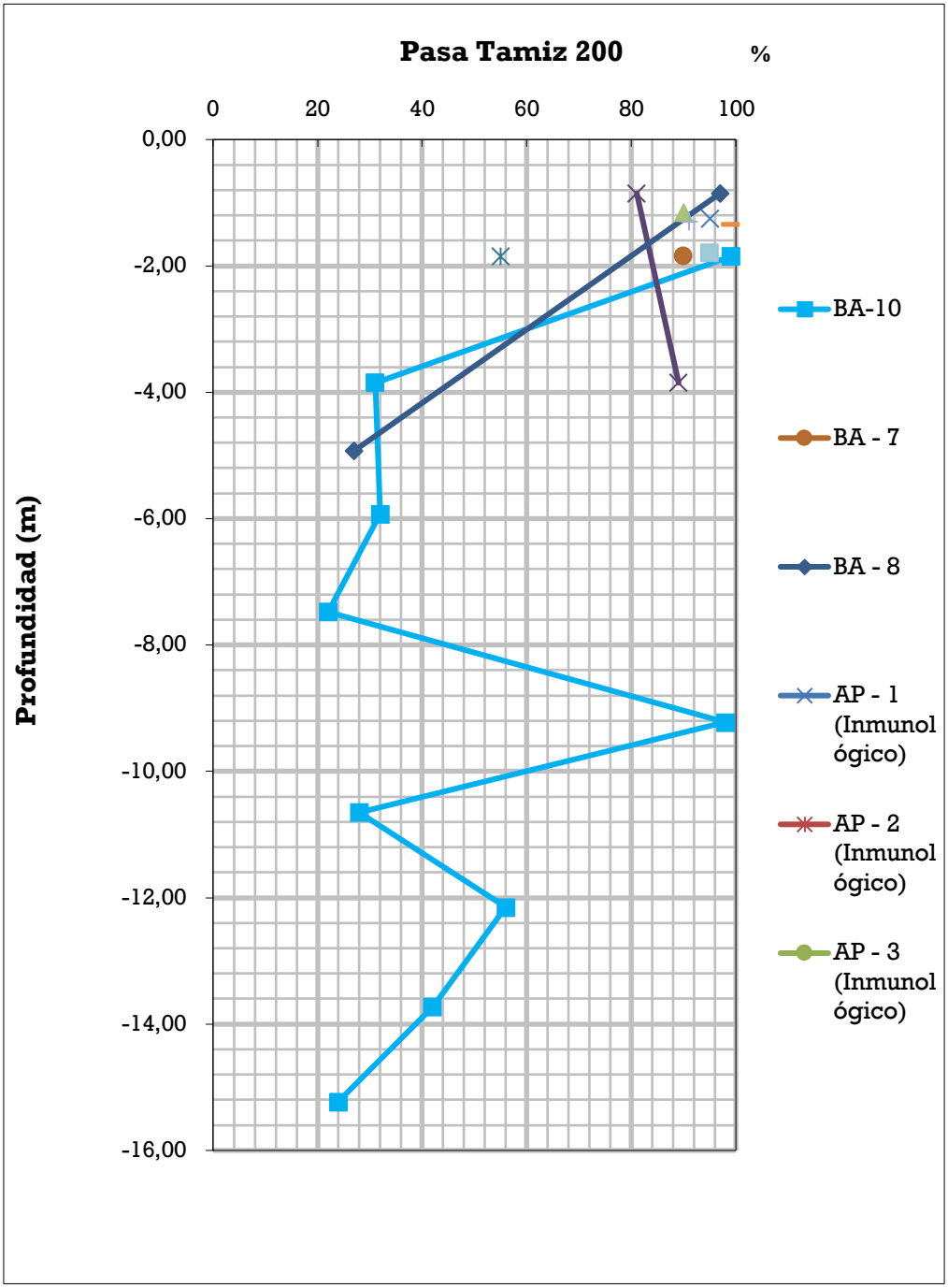


Ilustración 14: Pasa tamiz 200 vs Profundidad.

3.4 Resistencia al corte

De las pruebas de compresión inconfinada, penetrómetro de bolsillo, veleta de laboratorio, corte directo y los ensayos de campo de DSPH. Y CPTu se observa la variación de la resistencia al corte con la profundidad.

Los valores allí obtenidos describen un perfil de suelo de consistencia firme para los materiales arcillosos, mientras que los materiales arenosos presentan compacidades variables entre media a suelta.

Para el diseño de la cimentación y caracterización dinámica del suelo se requieren conocer los parámetros de resistencia a la falla por corte; los análisis se realizan con el criterio de Mohr – Coulomb (c y f), los cuales se obtienen o estiman tanto de las pruebas de campo como de laboratorio.

Para el diseño se recomiendan los siguientes valores de resistencia al corte:

- Capa 1: Arcilla de color marrón con gris, de consistencia firme, de alta plasticidad (CH)
    - Condición drenada
        - Cohesión: 43 kPa
        - Angulo de fricción: 9º
    - Condición no drenada:
        - Cohesión no drenada: 30 KPa
- Capa 2: Arena arcillosa de color gris, de compacidad media a suelta, de baja plasticidad, potencial expansivo bajo (SC)
    - N(SPT): 12 golpes
- Capa 4: Gravas arcillosas con arena de color gris, de compacidad media a suelta a media a densa, de potencial expansivo medio a bajo. (GC)
    - NSPT 23 golpes
- Capa 5: Arcilla gravosa de color gris con marrón, de consistencia media a firme, de alta plasticidad. (CH)
    - Cohesión no drenada:: 80 KPa

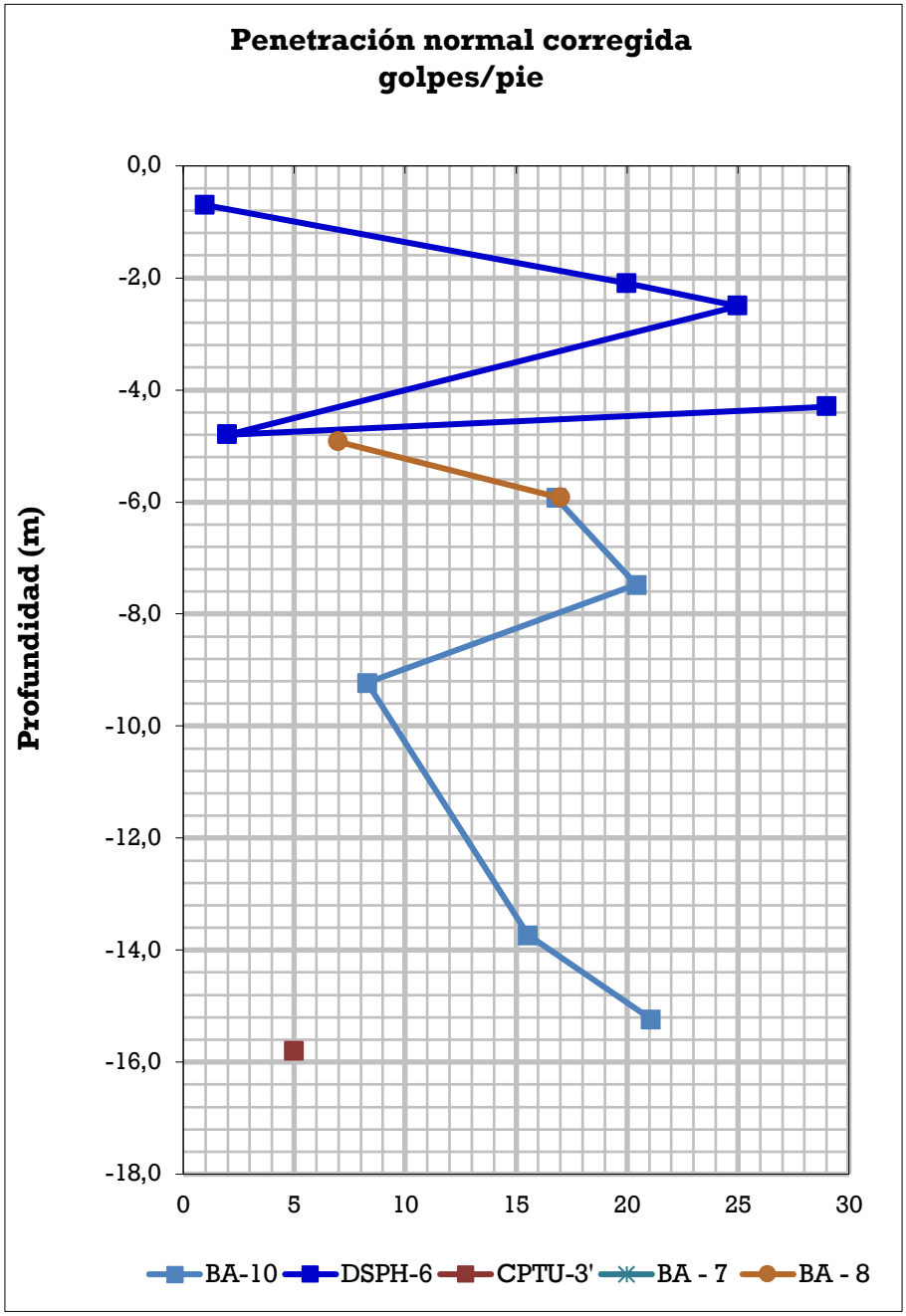


Ilustración 15: .Penetración Normal corregida vs profundidad.

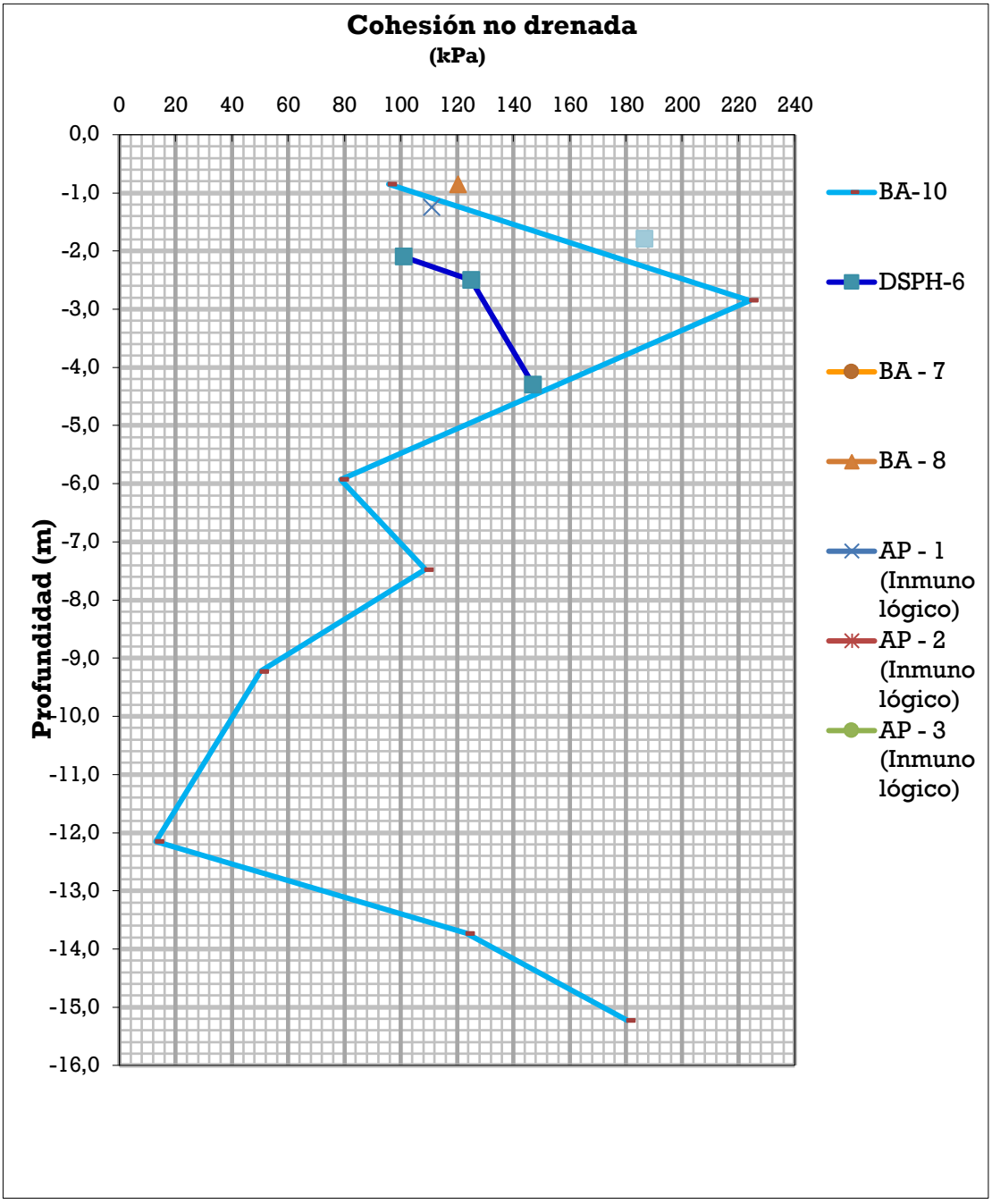


Ilustración 16: Cohesión vs profundidad

3.5 Compresibilidad

Por su carácter de suelo fino, los asentamientos serán elásticos inmediatos y por consolidación, para el análisis de asentamientos se consideran los parámetros CR y RR, estos fueron calculados a partir de los resultados de la prueba de consolidación:

Muestra	RSC	c_c	c_s	$S_{expansión}$ (kg/cm^2)	% Expansión	e0	CR	RR
B10 (1,70/2,00)	2,9	0,126	0,057	5,5	7,95	0,51	0,083	0,038
B10 (12,0/12,30)	1,1	0,364	0,077	0,1	0,25	0,98	0,184	0,039

Tabla 4: Parámetros de compresibilidad.

De acuerdo con la prueba de CPTu, el suelo se encuentra sobreconsolidado, hasta los 12 m, y ligeramente sobreconsolidado a normalmente consolidado hasta los 15 m explorados

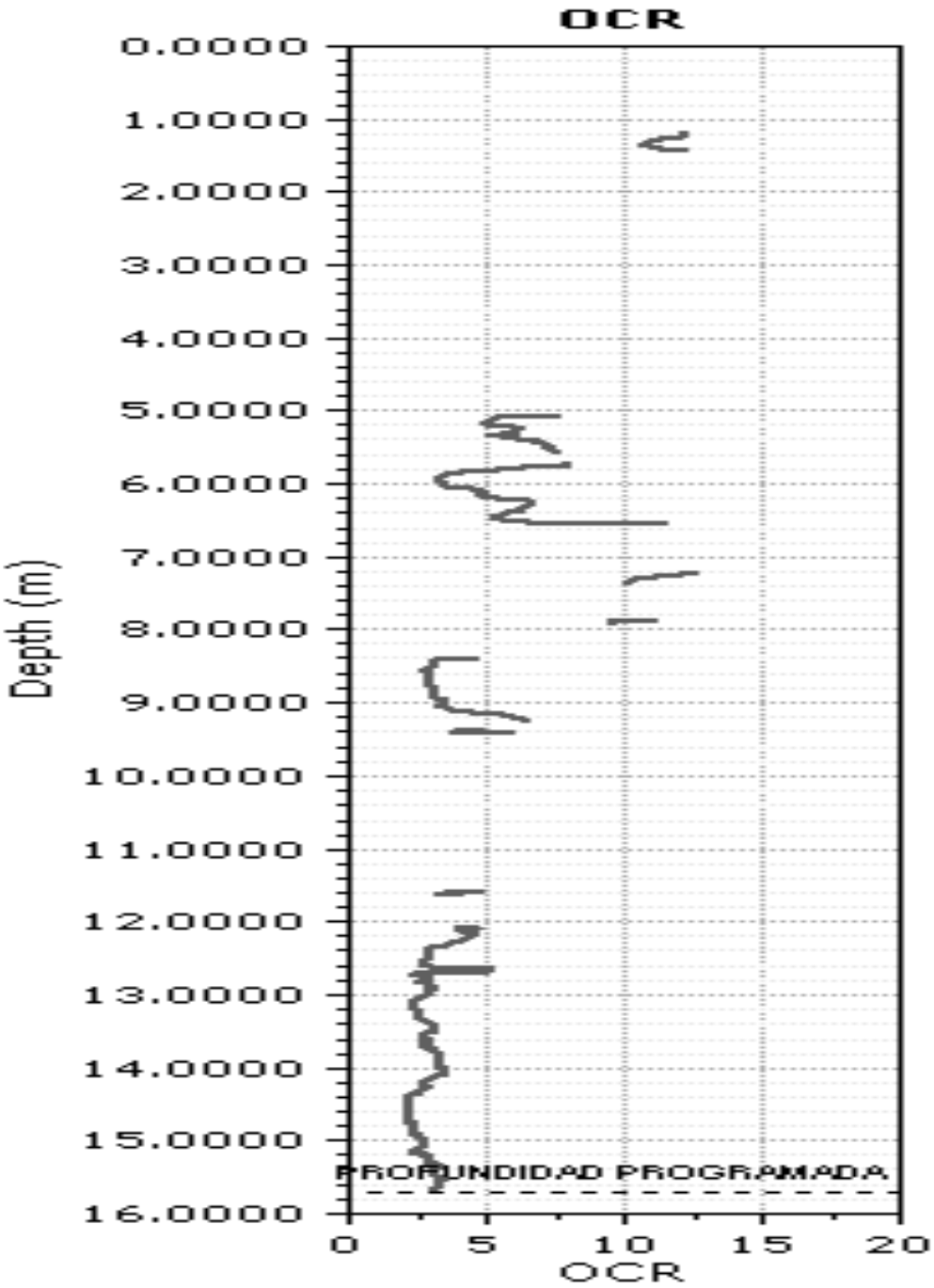


Tabla 5: Relación de sobreconsolidación estimado con piezocono.

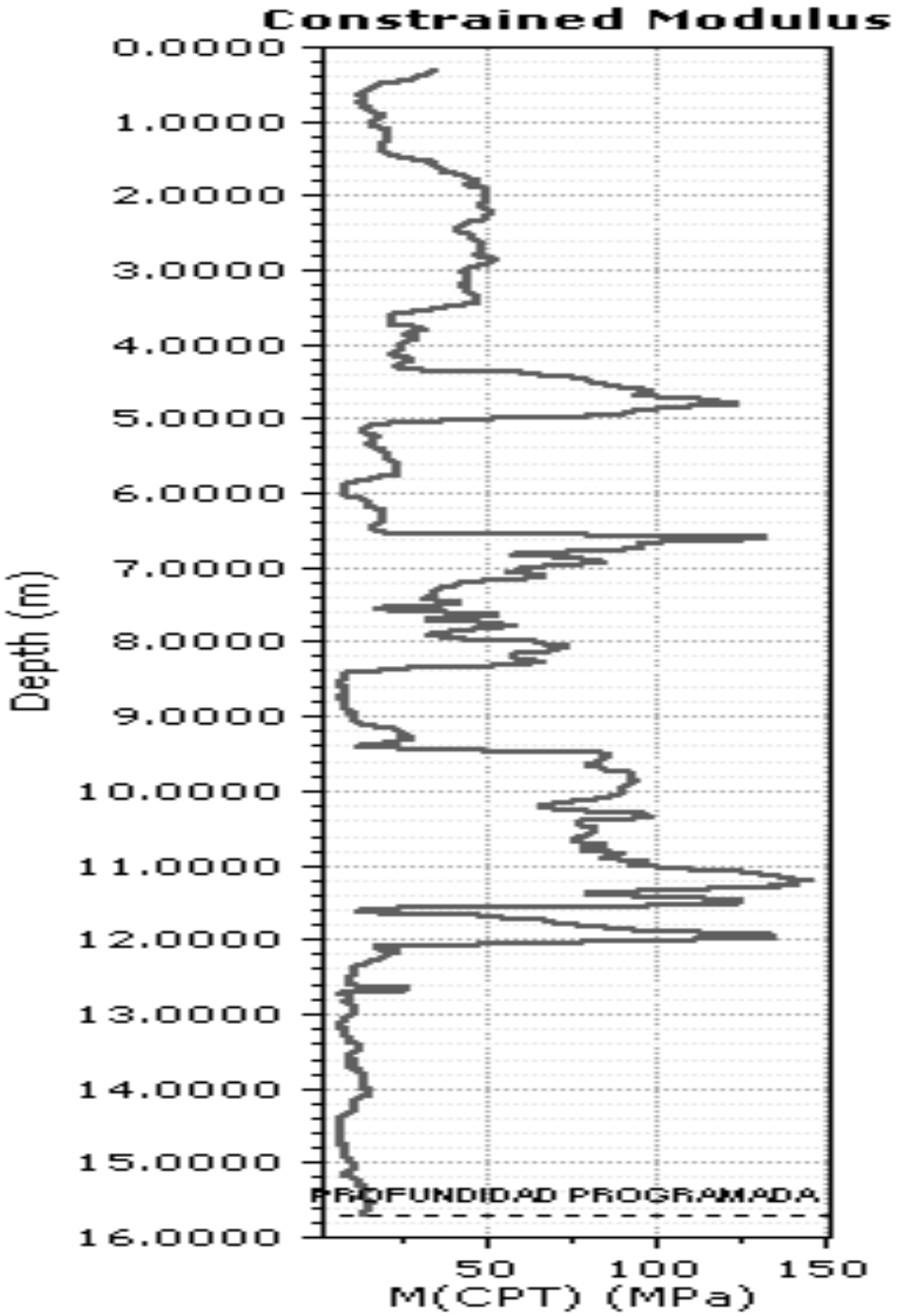


Ilustración 17: Módulo confinado estimado con piezocono.

Para el análisis de asentamientos, se consideraron los siguientes valores

- Capa 1: Arcilla de color marrón con gris, de consistencia firme, de alta plasticidad (CH)
  - E = 20 MPa (Modulo de Young)
  - D = 32 MPa (Modulo confinado)
  - OCR = 3,0
  - Cc: 0,126
  - Cr: 0,057
- Capa 2: Arena arcillosa de color gris, de compacidad media a suelta, de baja plasticidad, potencial expansivo bajo (SC)
  - E = 24 MPa (Modulo de Young)
  - D = 38 MPa (Modulo confinado)
- Capa 3: Gravas arcillosas con arena de color gris, de compacidad media a suelta a media a densa, de potencial expansivo medio a bajo. (GC)
  - E = 38 MPa (Modulo de Young)
  - D = 60 MPa (Modulo confinado)
- Capa 4: Arcilla gravosa de color gris con marrón, de consistencia media a firme, de alta plasticidad. (CH)
  - E = 7 MPa (Modulo de Young)
  - D = 11 MPa (Modulo confinado)
  - OCR = 1,1
  - Cc = 0,364
  - Cr = 0,077

3.6 Condiciones Geotécnicas Especiales

3.6.1 Suelos expansivos

En la zona de estudio se encuentran arcillas con potencial de expansión medio, a alto, sin embargo, los porcentajes de expansión libre medidos en consolidómetro, oscilan entre el 7,95% y el 0,25%, lo que corresponde con un potencial bajo de expansión, sumado a que los suelos se encuentran en humedades cercanas a las de equilibrio, en algunos casos por encima el fenómeno de la expansividad no es crítico en el proyecto.

Tabla H.9.1-1
Clasificación de suelos expansivos

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

3.6.2 Suelos colapsables.

Los suelos colapsables, se identifican como aquellos depósitos formados por arenas y limos, que si bien resisten cargas considerables en su estado seco, sufren pérdidas de su conformación estructural, acompañadas de severas reducciones de volumen exterior cuando se aumenta su humedad o se saturan

Para identificar la colapsabilidad del depósito se usa la siguiente expresión tomada de la NSR-10:

$$\gamma_{dcrit} = \frac{\gamma_w}{(1/G_s) + w_\ell}$$

$\frac{\gamma_d}{\gamma_{dcirt}} > 1$ el suelo es estable o expansivo, y si

$\frac{\gamma_d}{\gamma_{dcirt}} \leq 1$ el suelo es colapsable

ϒw (g/cm3)	1,0
gs	2.64
wl (%)	54
ϒt (g/cm3)	2,17
Wt (%)	16,9
ϒd (g/cm3)	1.81
ϒdcrit (g/cm3)	1.08
ϒd/ϒdcrit >1 suelo estable	1.66

A partir del análisis realizado y de las características físicas y mecánicas de los materiales se puede afirmar que el depósito de suelo no es colapsable.

4. PERFIL DE SUELO Y RECOMENDACIONES SÍSMICAS

4.1 Tipo de perfil estratigráfico

De acuerdo con la zonificación de la respuesta sísmica de Bogotá, el proyecto se encuentra en la zona geotécnica 4 (Piedemonte B)

Zona	F_a (475)	F_v (475)	T_C (s)	T_L (s)	A_0 (475) (g)
PIEDEMONTE B	1.95	1.70	0.56	3.0	0.26

Coeficientes para la curva de diseño para un coeficiente de amortiguamiento (ξ) de 5% del crítico

Zona	F_a (225)	F_v (225)	T_C (s)	T_L (s)	A_0 (225) (g)
PIEDEMONTE B	2,00	1,95	0,47	3.0	0.23

Coeficientes para la curva de seguridad limitada para un coeficiente de amortiguamiento (ξ) de 5% delcrítico

Zona	F_a (31)	F_v (31)	T_{0d} (s)	T_{Cd} (s)	T_{Ld} (s)	A_{0d} (31) (g)
PIEDEMONTE B	2,20	2,25	0.10	0.51	3.0	0.12

Coeficientes para la curva de umbral de daño para un coeficiente de amortiguamiento (ξ) de 2% del crítico

Análogamente para la NSR-10, debido a la posibilidad que se presenten estratos licuables corresponde a un suelo tipo F, por lo que supone que se requiere de un estudio de microzonificación específico. Como la ciudad de Bogotá ya cuenta con el estudio de microzonificación, el análisis de licuación se realiza con base en las aceleración máxima estimada para la zona de piedemonte B.

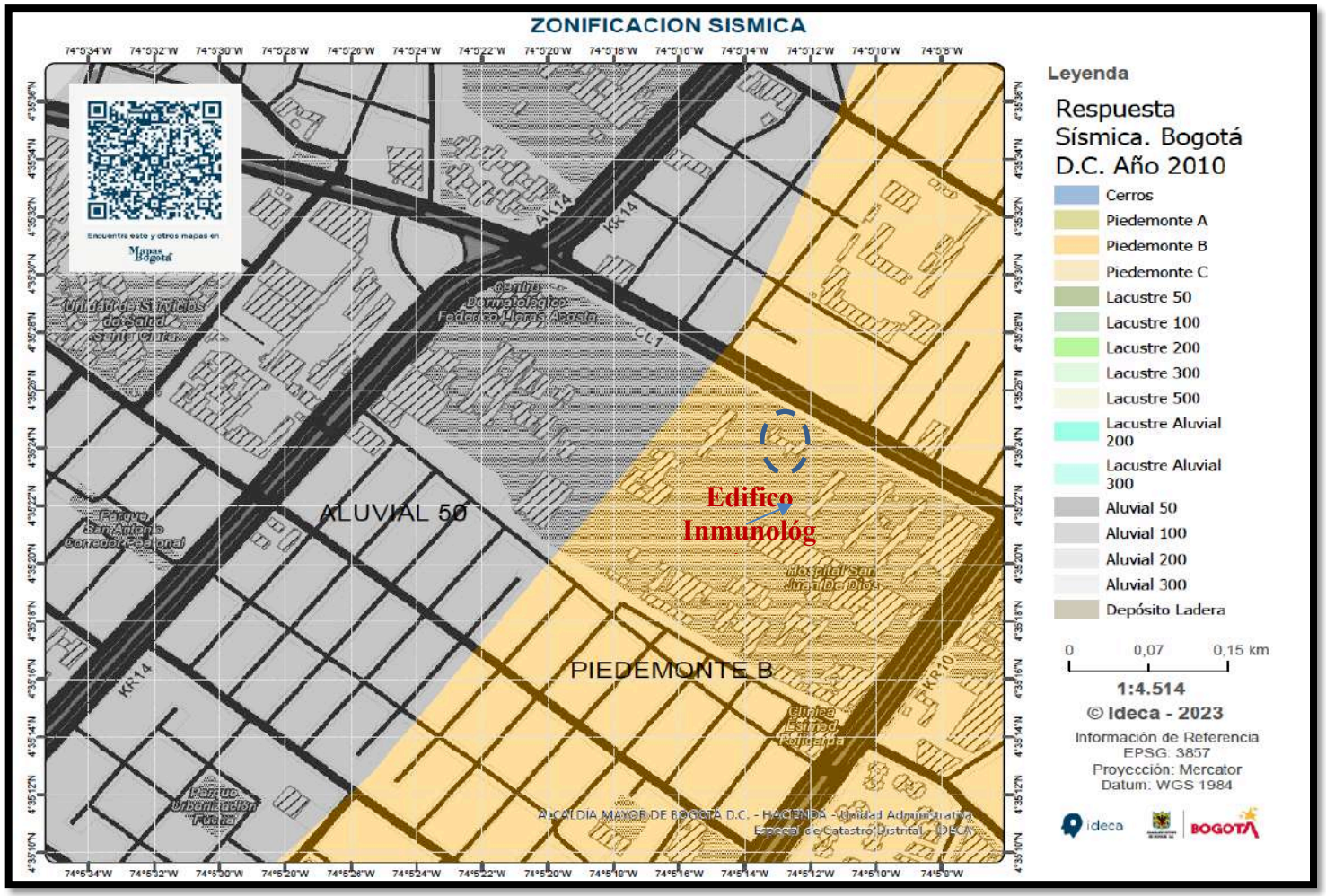


Ilustración 18: Zonificación sísmica de Bogotá

Versión	Fecha	Documento	Página
Versión 1.0	11/03/23	Estudio de suelos edificio Inmunológico	45

4.1.1 Licuación

Según la NSR-10, los suelos granulares tienen una tendencia natural a densificarse bajo carga, ya sea monotónica o cíclica. Cuando el suelo está saturado y el drenaje es lento o totalmente inexistente, esta tendencia a la densificación causa el crecimiento de la presión de poros, en exceso de su estado estático, y el decrecimiento correlativo del esfuerzo efectivo hasta que sobreviene la flotación de las partículas, lo que se conoce genéricamente como licuación.

El cálculo de la resistencia del suelo a la licuefacción se realizó utilizando el software Cliq de la casa GEOLOGISMIKI. El análisis se realizó de acuerdo con el procedimiento de Boulanger & Idriss 2014. El procedimiento revisado se presenta a continuación en forma de diagrama de flujo.

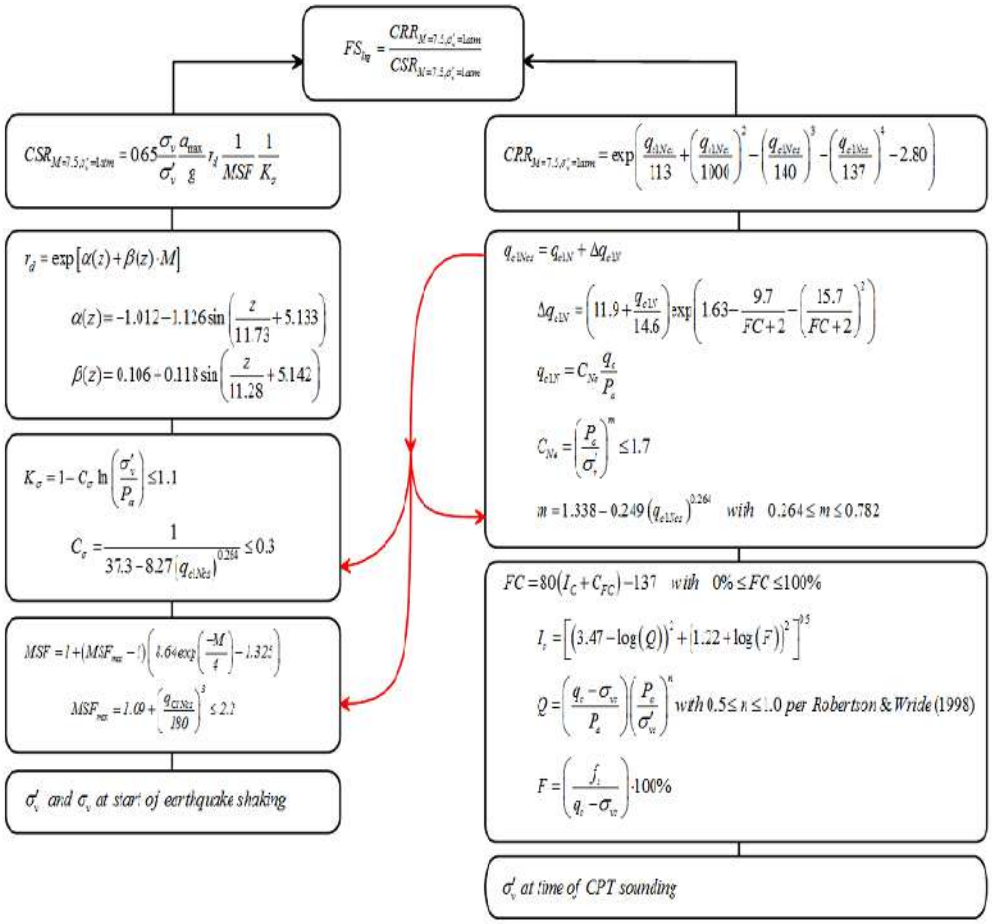


Ilustración 19: Procedimiento evaluación de la resistencia de los suelos a la licuación, Idriss & Boulanger (2014)

Para el análisis de licuación se consideraron los siguientes parámetros:

- Máxima aceleración (A0): 0.26 g
- Nivel freático: 1.50 m. (Se asume como el valor más crítico probable que puede ascender el nivel freático)
- Magnitud de sismo: 7.5
- Se asume que la distribución de vacíos es despreciable.

La susceptibilidad a la licuación se calcula como:

$$FS = \frac{CRR}{CSR}$$

Siendo:

- FS: Factor de seguridad
- CRR: Relación de resistencia cíclica.
- CSR: Relación de estrés ciclico

El CRR es función de las características del suelo, tales como la densidad relativa, contenido de finos, cementación. El CSR es función de la magnitud del sismo y la aceleración máxima.

El cálculo del índice de potencial de licuación se utiliza para interpretar los cálculos de evaluación de la severidad de la licuación sobre profundidad. el procedimiento de cálculo se basa en la metodología desarrollada por Iwasaki (1982) y es adoptado por AFPS.

Para estimar la severidad del grado de licuefacción en un sitio dado, el LPI se calcula en base a la siguiente ecuación:

$$\mathbf{LPI} = \int_0^{20} (10 - 0{,}5_Z) \times F_L \times d_z$$

Donde:

FL=1 - F.S. cuando F.S es menor que 1
FL=0 cuando F.S es mayor que 1
Z=profundidad en metros

Los valores de LPI oscilan entre cero (0) cuando ningún punto de prueba se caracteriza como licuable y 100 cuando todos los puntos se caracterizan como susceptibles de licuefacción. Iwasaki propuso cuatro (4) categorías basadas en el valor numérico de LPI.

- LPI=0: Potencial de licuación muy bajo
- 0<LPI≤5: Potencial de licuación bajo
- 5<LPI≤15: Potencial de licuación alto
- >15: Potencial de licuación es muy alto

En la prueba del CPTu1 se encontraron estratos potencialmente licuables en toda la profundidad explorada. Se distinguen los siguientes estratos licuables, que coinciden con la estratigrafía del suelo:

- Entre 3.50 y 4.50 m. (1,0 m de espesor)
- Entre 5.00 y 5.50 m (0,50 m de espesor)
- Entre 6.50 y 8.0 m. (1,50 m de espesor)
- Entre 9.00 y 10.70 m. (1,70 m de espesor)
- Entre 11.20 y 11.80 m (0,60 m de espesor)

Hasta los 7.50 m de profundidad el potencial de licuación es alto, mientras que entre los 7.50 y 12 m el potencial de licuación es bajo

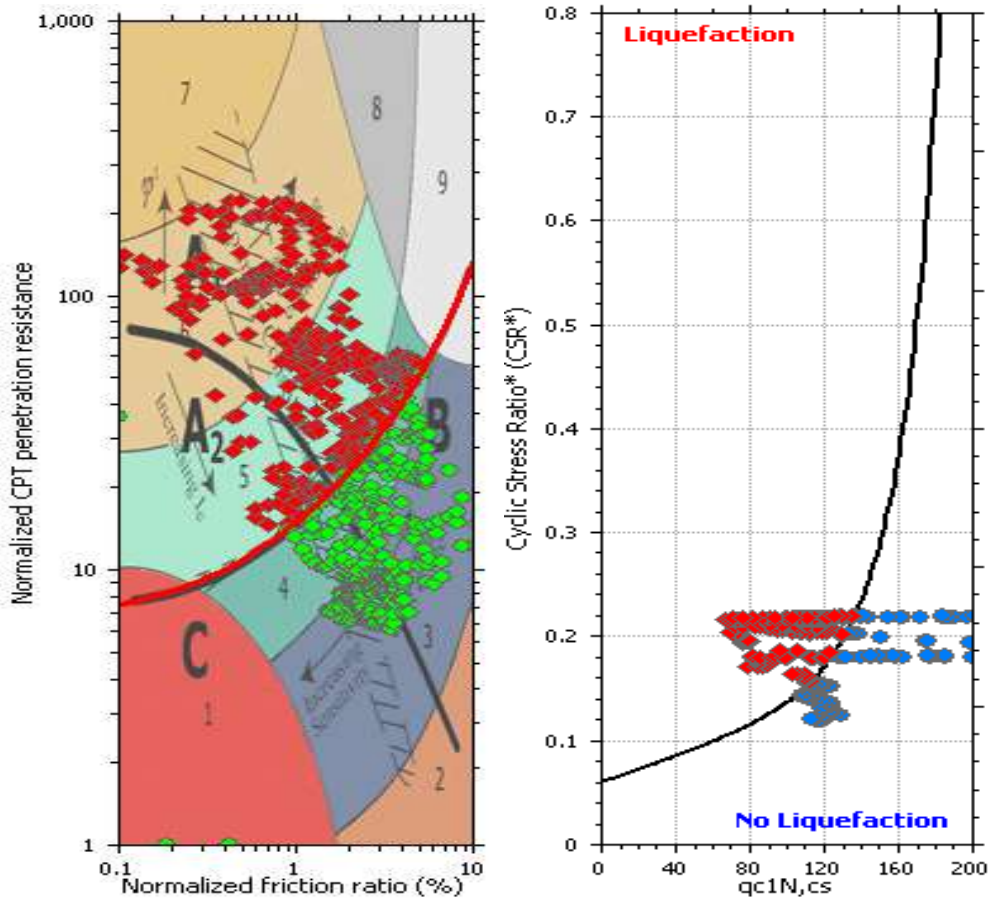


Ilustración 20: Zonas de licuación, no licuación.

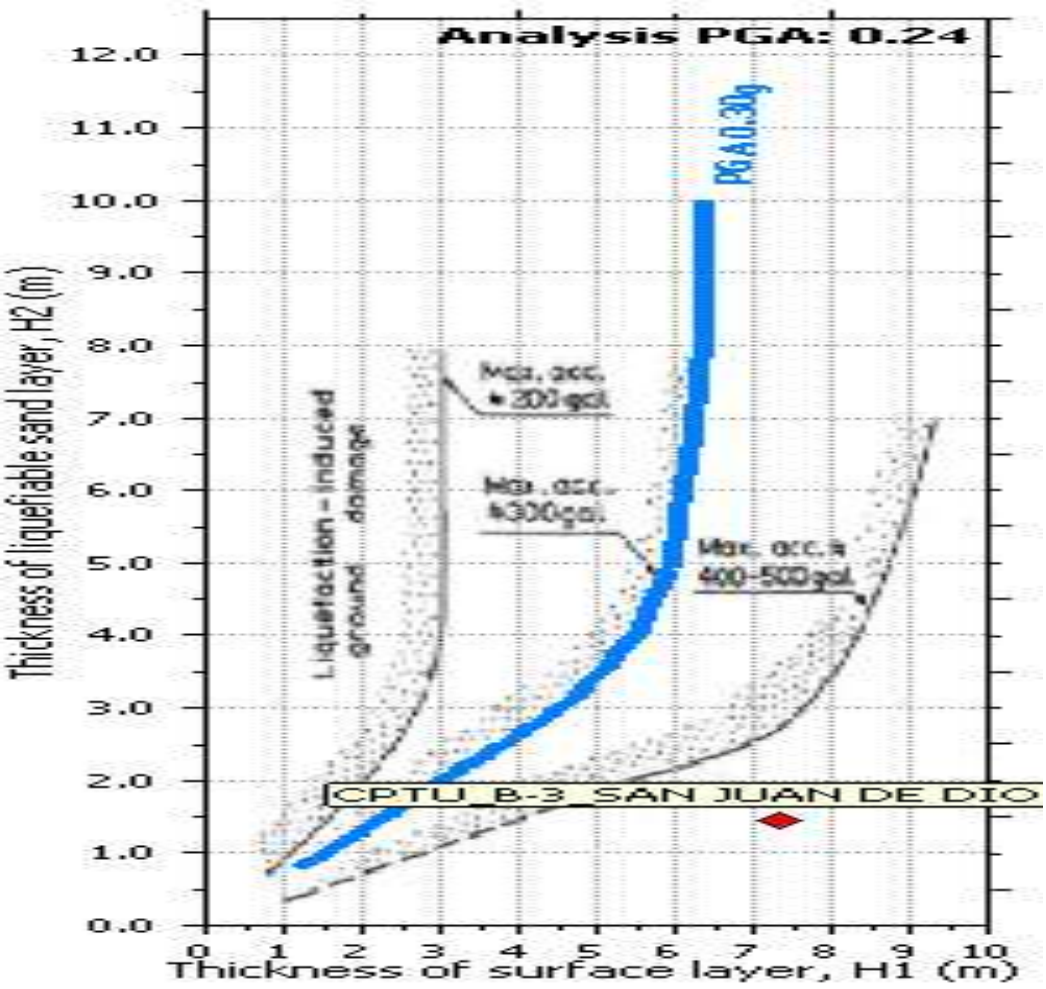


Ilustración 21: Relación de la capa superficial y capa licuable – por Ishaira 1985

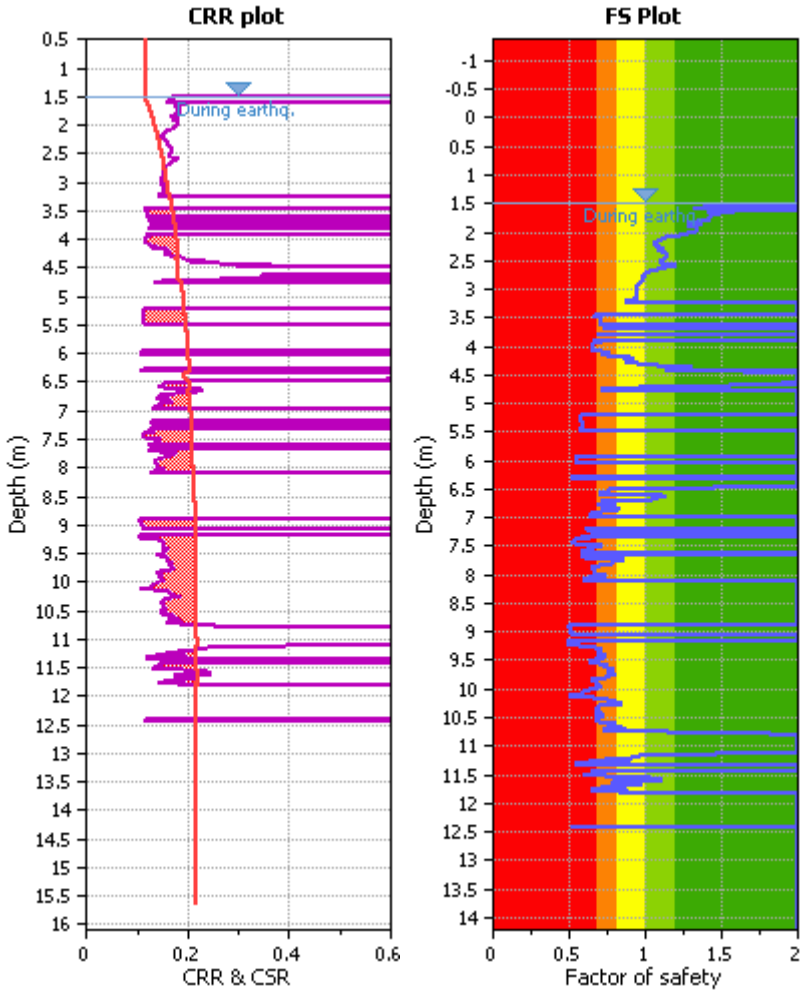


Ilustración 22: Factor de seguridad frente a la licuación CPTu-01

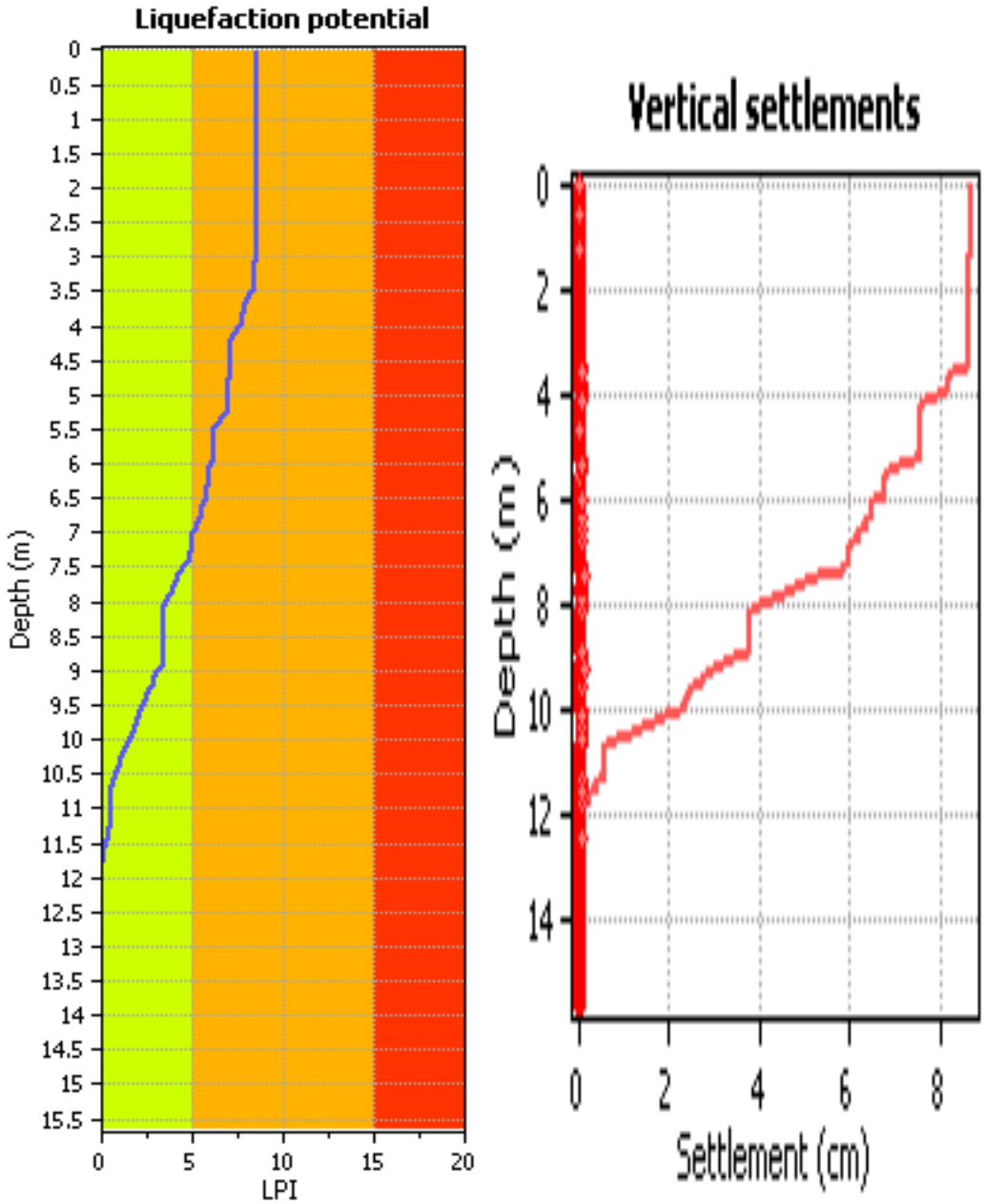


Ilustración 23: Potencial de licuación CPTu-01

De las anteriores gráficas puede observarse lo siguiente:

- La licuación se presentaría entre capas delgadas de arena confinadas entre capas arcillosas y limosas; el espesor de las capas licuables no superan los 2,0 metros de espesor.
- La **ilustración 21.** muestra la relación entre las capas licuables y el espesor de la capa superior no licuable donde se han observado manifestaciones de licuefacción en superficie. En la gráfica, los puntos que se ubican a la izquierda de respectiva curva de aceleración máxima corresponden a puntos donde se han observado históricamente efectos en superficie. Para este caso en particular, el punto se ubica a la derecha de la curva de aceleración del sitio (cruva color azul), ***lo que implica que el espesor de la capa no licuable es suficientemente gruesa para que no se presenten efectos en superficie.***

- Los asentamientos estimados corresponden a las predicciones realizadas por modelos de correlación de acuerdo con lo observado históricamente. Estos modelos de estimación son aproximados y es normal que se presenten errores del 25 al 50%.
- El asentamiento total estimado corresponde a la sumatoria de los asentamientos de las capas licuables; como no se trata de una sola capa de espesor uniforme sino de capas intercaladas entre capas arcillosas es mucho menos probable que se presente un asentamiento de la magnitud calculada.

- El asentamiento estimado corresponde a la deformación volumétrica esperada para todo el depósito de suelo y no corresponden a un asentamiento puntual al sitio del proyecto. A la escala geológica estos asentamientos son imperceptibles.

Se concluye que, aunque es probable que se presente licuación ante un evento sísmico de alta intensidad es poco probable que se esto se manifieste con deformaciones superficiales que afecten las estructuras en estudio, y por lo tanto no es necesario hacer algún mejoramiento del suelo.

5. CIMENTACIÓN EXISTENTE

5.1 Tipo de cimentación existente

Para detallar la cimentación existente se realizaron 2 apiques, para observar las dimensiones y características de la cimentación.

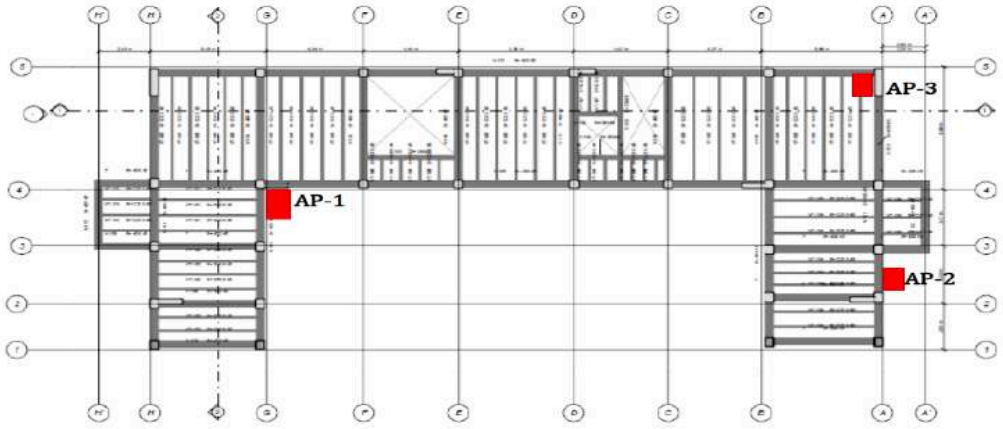


Ilustración 24: Localización apiques Inmunológico

La cimentación existente consiste en cimientos corridos de concreto ciclópeo, entre 60 y 35 cm de ancho y entre 0,82 y 1,00 m de profundidad.

En todos los apiques se encontró agua libre entre 0,86 y 0,80 m de profundidad; estos niveles corresponden a niveles colgados de agua lluvia que se han infiltrado bajo la construcción.

Apique	Ancho cimiento (m)	Profundidad (m)	Agua libre
1	0,65	1,02	0,73
2	0,91	1,20	0,73
3	0,48	1,92	1,50

Tabla 6: Detalles cimentación existente

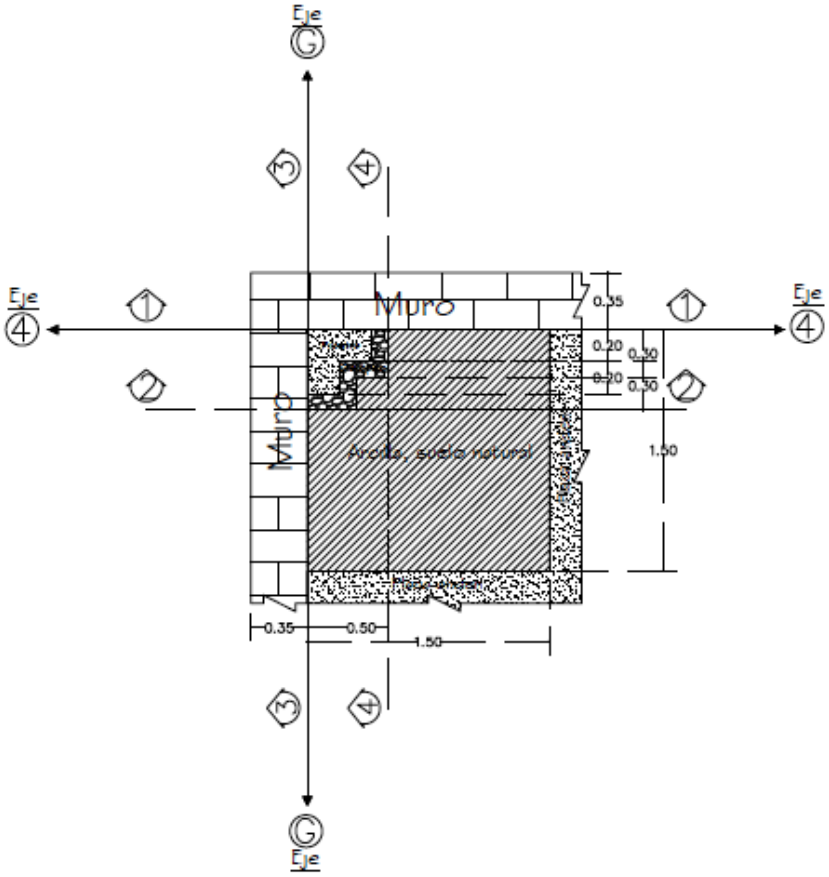


Ilustración 25: Planta apique 1

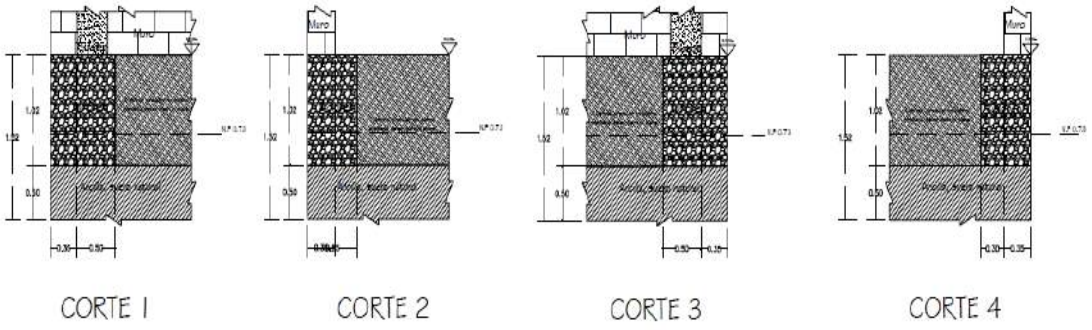


Ilustración 26: Corte apique 1

Versión	Fecha	Documento	Página
Versión 1.0.1	31/01/2024	Estudio de suelos edificio Inmunológico	56

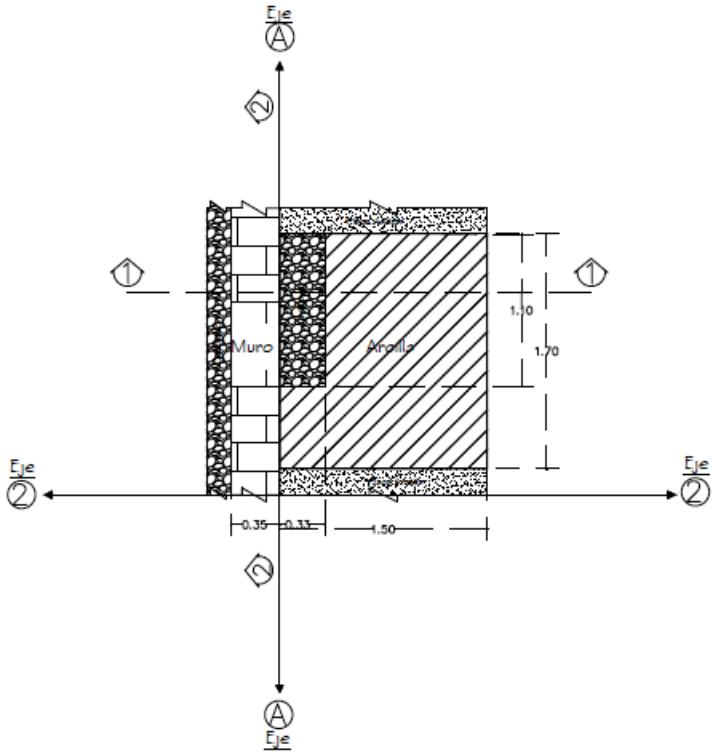


Ilustración 27: Planta apique 2

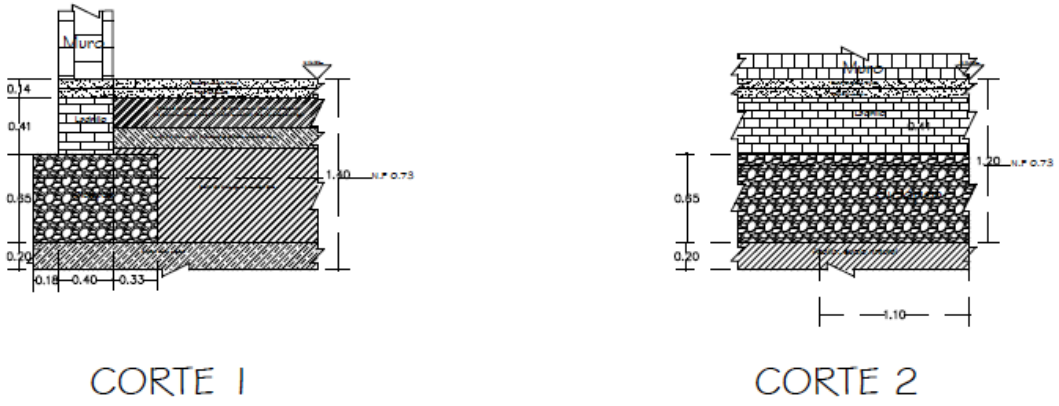


Ilustración 28: Corte apique 2

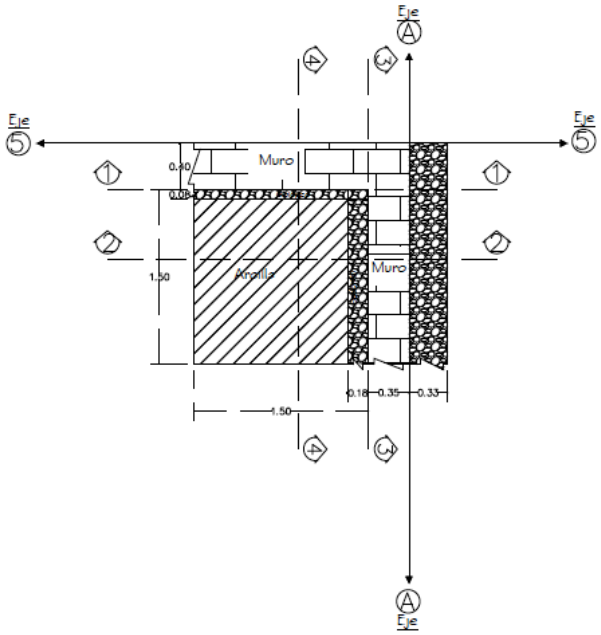


Ilustración 29: Planta apique 3

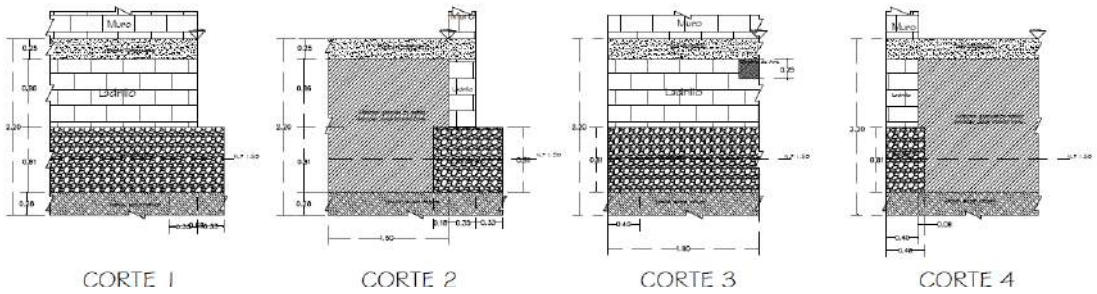


Ilustración 30: Corte apique 3

5.1 Presión de trabajo (capacidad portante)

La presión máxima que pueda transmitir la cimentación estará próxima a la capacidad portante del suelo natural localizado por debajo de los niveles de cimentación recomendados, la cuantía depende del tipo y ancho de cimentación. La presión de contacto está condicionada a la capacidad de carga del suelo a este nivel.

5.1.1 Cimientos superficiales:

La capacidad de unitaria última o de seguridad se calcula con la ecuación de Meyerhof así:

$$\sigma_u = \mathrm{CN}_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + \mathrm{qN}_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + {}^1\!/_2\, \gamma \mathrm{BN}_\gamma \mathrm{F}_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

$$\sigma_{seguridad} = \frac{\sigma_u}{FS}$$

Según la NSR-10 se aconsejan los siguientes factores de seguridad indirectos mínimos.

Condición	Fsicp mínimo
	Diseño
Carga muerta + carga viva normal	3,0
Carga muerta + carga viva máxima	2,5
Carga muerta + carga viva normal + sismo	1,5

Tabla 7: Factores de seguridad mínimos indirectos.

El análisis para los factores de seguridad directos se calcula reduciendo los parámetros de resistencia al corte asi:

$$cfs = \frac{c'}{FSBM}$$

$$\tan(\phi')fs = \frac{\tan(\phi')}{FSBM}$$

$$\sigma_{seguridad} = \mathrm{CN}_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + \mathrm{qN}_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + {}^{1}/_{2}\,\gamma \mathrm{BN}_\gamma \mathrm{F}_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

Para

$$\phi_{fs} = \tan^{-1}\,\tan(\phi')fs$$

Condición	FSBM
	Diseño
Carga muerta + carga viva normal	1,50
Carga muerta + carga viva máxima	1,25
Carga muerta + carga viva normal + sismo	1,10

Tabla 8: Factores de seguridad básico mínimo directo

		BASICOS DIRECTOS			*BASICOS INDIRECTOS*		
		Carga muerta + carga viva normal	*Carga muerta + carga viva máxima*	*Carga muerta + carga viva normal+ sismo seudoestatico*	*Carga muerta + carga viva normal*	*Carga muerta + carga viva máxima*	*Carga muerta + carga viva normal+ sismo seudoestatico*
		DRENADO			***NO DRENADO***		
B (m)	**L (m)**	**σ seguridad (Ton/m2)**	**σ seguridad (Ton/m2)**	**σ seguridad (Ton/m2)**	***σ seguridad (Ton/m2)***	**σ seguridad (Ton/m2)**	**σ seguridad (Ton/m2)**
1,00	1,40	34,29	43,54	52,00	8,26	9,91	16,52
1,50	2,00	32,69	41,50	49,55	7,84	9,41	15,69
1,70	2,40	31,95	40,52	48,37	7,66	9,19	15,32
2,10	3,30	30,81	39,04	46,56	7,37	8,85	14,74
2,30	2,50	32,14	40,85	48,83	7,62	9,15	15,25
2,30	2,80	31,59	40,10	47,90	7,51	9,01	15,02
2,60	2,80	31,84	40,46	48,37	7,53	9,03	15,06
3,00	3,40	31,25	39,69	47,42	7,37	8,84	14,73
3,20	3,30	31,58	40,14	47,99	7,42	8,90	14,84
3,20	3,80	30,91	39,24	46,87	7,28	8,73	14,55

Tabla 9: Capacidad de portante de seguridad**.**

Para el diseño y verificaciones de la cimentación se aplican las presiones admisibles para los factores de seguridad indirectos.

5.2 Asentamientos

Los asentamientos, al nivel de cimentación, son principalmente por consolidación y elásticos inmediatos; al nivel de cimentación encontrado los asentamientos dependen principalmente de la carga de contacto y las dimensiones del cimiento.

5.2.1 Asentamientos elásticos

Los asentamientos se determinan con base en una ecuación basada en la teoría de la elasticidad (Timoshenko e Goodier (1951)):

$$\Delta H = q_0 B' \frac{1-\mu^2}{E_s}\left(I_1 + \frac{1-2\mu}{1-\mu} I_2\right) I_F \qquad (1)$$

Donde:

- q0 = Intensidad de la presión de contacto
- B' = Mínima dimensión del área reactiva,
- E e μ = Parámetros elásticos del terreno.
- Ii = Coeficientes de influencia dependientes de: L'/B', espesor del estrato H, coeficiente de Poisson □, profundidad del nivel de cimentación D;

5.2.2 Asentamientos por consolidación

El cálculo de los asentamientos con el método edométrico permite valorar un asentamiento de consolidación de tipo unidimensional, producto de las tensiones inducidas por una carga aplicada en condiciones de expansión lateral impedida.

Los asentamientos se determinan como:

Si se trata de un terreno sobre consolidado (OCR>1),

$$\Delta H = H_0 \cdot RR \cdot log \frac{\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_v}{\sigma'_{v0}}$$

Si en cambio el terreno es normalmente consolidado

$$\Delta H = H_0 \cdot CR \cdot log \frac{\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_v}{\sigma'_{v0}}$$

Donde:

- RR Relación de recompresión;
- CR Relación de compresión;
- H_0 espesor inicial del estrato;
- □'$_{v0}$ tensión vertical efectiva antes de la aplicación de la carga;
- Δ□ $_v$ incremento de tensión vertical debido a la aplicación de la carga.

5.2.3 Asentamientos totales

Los asentamientos definitivos en la cimentación serán la suma de los asentamientos elásticos y los asentamientos producto del fenómeno de la consolidación.

B	σ adm (Ton/m2)	Consolidación (cm)	Elastico (cm)	ASENTAMIENTO TOTAL
0,50	11,69	1,52	0,40	1,92
0,80	9,84	2,14	0,51	2,65
1,00	9,23	2,46	0,58	3,04
1,10	9,01	2,59	0,61	3,21
1,20	8,82	2,72	0,65	3,37
1,30	8,66	2,83	0,68	3,51
1,40	8,53	2,94	0,71	3,65
1,50	8,41	3,03	0,74	3,78
1,60	8,31	3,12	0,77	3,90
1,80	8,14	3,28	0,83	4,11
2,00	8,00	3,42	0,89	4,31
2,20	7,89	3,54	0,94	4,48
2,30	7,84	3,59	0,97	4,56
2,50	7,76	3,69	1,02	4,72
2,80	7,65	3,82	1,09	4,92
3,00	7,59	3,90	1,14	5,04
3,20	7,54	3,97	1,18	5,15
3,50	7,48	4,06	1,24	5,30
4,00	7,39	4,18	1,34	5,52

Tabla 10: Asentamientos totales cimientos cuadrados.

B	σ adm (Ton/m2)	Consolidación (cm)	Elastico (cm)	ASENTAMIENTO TOTAL
0,50	10,49	2,28	0,54	2,82
0,80	8,84	2,84	0,67	3,51
1,00	8,30	3,10	0,75	3,84
1,10	8,10	3,20	0,78	3,99
1,20	7,93	3,30	0,82	4,12
1,30	7,79	3,38	0,85	4,24
1,40	7,67	3,46	0,89	4,35
1,50	7,57	3,53	0,92	4,45
1,60	7,48	3,59	0,95	4,54
1,80	7,32	3,70	1,00	4,71
2,00	7,20	3,80	1,05	4,85
2,20	7,10	3,88	1,10	4,98
2,30	7,06	3,92	1,12	5,04
2,50	6,98	3,98	1,16	5,14
2,80	6,89	4,07	1,21	5,28
3,00	6,84	4,12	1,25	5,36
3,20	6,79	4,16	1,27	5,43
3,50	6,73	4,22	1,31	5,53
4,00	6,65	4,30	1,36	5,65

Tabla 11: Asentamientos totales cimientos corridos**.**

Para una construcción de mampostería el asentamiento total máximo admisible se encuentra entre una (1) y dos (2) pulgadas; asentamientos mayores generan esfuerzos y deformaciones que pueden afectar la funcionalidad o integridad de la estructura

6. ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN REFUERZO

De acuerdo con la solución estructural, el refuerzo se plantea mediante zapatas cuadradas y rectangulares entre 1,00 y 3,00 m de ancho, apoyadas a -1,00 m de profundidad.

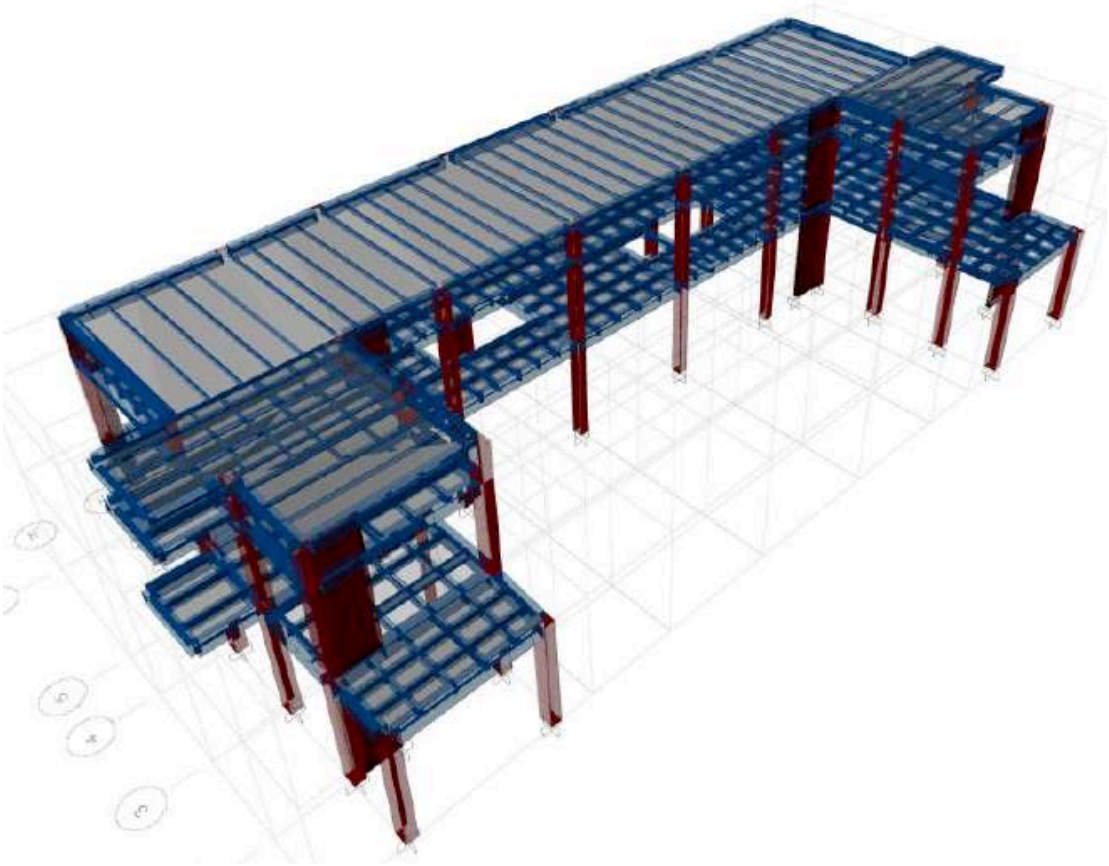


Ilustración 31: Esquema del refuerzo

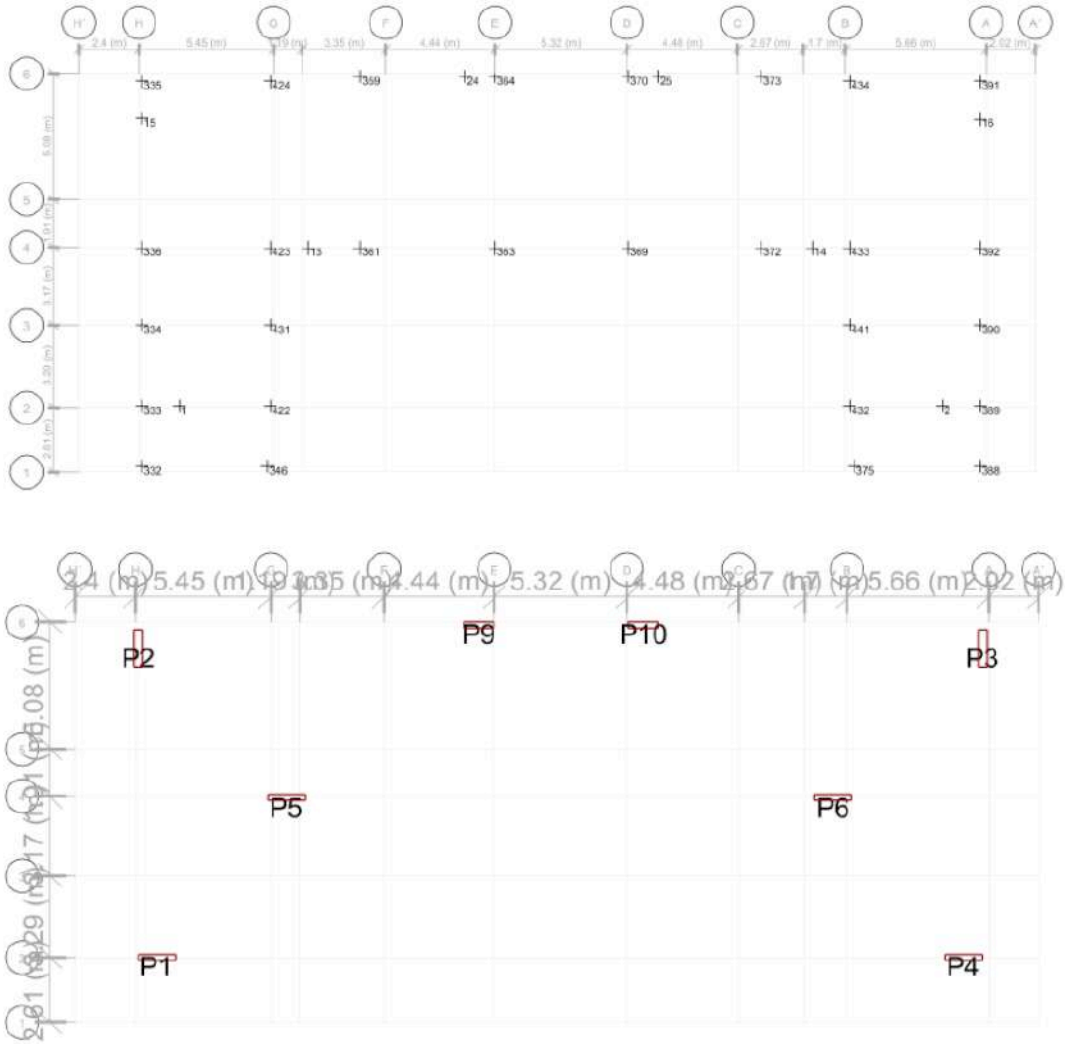


Ilustración 32: Localización de puntos de refuerzo

	CARGAS SIN MAYORAR NMUNOLOGICO											
JOINT	Carga Muerta			Carga Viva			Sismo en X			Sismo en Y		
	CM	MX	MY	CV	MX	MY	SX Max	MX	MY	SY Max	MX	MY
	Ton	Ton * m	Ton * m	Ton	Ton * m	Ton * m	Ton	Ton * m	Ton * m	Ton	Ton * m	Ton * m
332	5.59	-0.28	0.63	1.50	-0.07	0.31	13.02	16.85	14.50	32.84	43.30	0.14
334	32.45	-0.34	0.15	4.83	-0.06	0.10	20.77	15.62	11.41	5.32	38.23	0.16
336	38.10	-0.30	0.05	6.19	-0.09	0.08	15.73	15.98	11.88	4.44	39.77	0.19
346	5.81	-0.40	-0.72	1.58	-0.11	-0.33	12.81	12.22	15.30	31.36	42.87	0.49
359	36.27	1.79	0.33	11.19	0.93	0.22	9.37	3.49	12.38	15.93	18.00	0.07
361	33.32	-1.97	0.49	11.57	-1.01	0.25	88.18	3.33	13.76	12.39	17.31	0.27
363	43.12	-2.74	-0.15	18.26	-1.27	-0.07	0.81	1.13	10.29	14.55	17.75	0.07
369	52.03	-2.87	0.58	16.56	-0.94	0.08	1.14	1.18	10.33	17.46	18.36	0.19
372	38.52	-2.57	-0.87	9.57	-0.73	-0.25	87.92	3.29	13.79	12.62	17.42	0.21
373	33.79	2.09	-0.30	7.55	0.61	-0.10	10.85	3.33	12.47	14.41	17.45	0.12
375	5.87	-0.49	0.65	1.60	-0.14	0.32	12.65	12.06	15.28	31.06	42.48	0.64
388	5.76	-0.42	-0.70	1.55	-0.11	-0.33	13.02	16.74	14.48	32.51	42.78	0.07
390	32.55	-0.43	-0.27	4.88	-0.09	-0.12	20.68	15.50	11.40	5.34	37.74	0.18
392	39.10	-0.40	-0.30	6.21	-0.11	-0.11	15.43	15.88	11.86	3.86	39.29	0.11
422	15.50	-0.29	-0.39	2.45	-0.04	-0.14	51.55	10.70	14.70	16.76	38.48	0.32
424	31.82	1.07	-0.25	6.60	0.35	-0.04	8.02	4.81	10.94	16.02	17.23	0.89
431	23.24	-0.06	-0.78	3.28	0.00	-0.17	5.49	10.42	11.42	2.80	37.99	0.08
432	15.34	-0.36	0.32	2.42	-0.05	0.13	50.63	10.53	14.66	16.74	38.12	0.41
434	31.63	1.07	0.14	6.69	0.33	0.02	8.03	4.70	10.92	15.85	16.96	0.69
441	23.25	-0.14	0.72	3.29	-0.02	0.15	5.40	10.28	11.40	2.82	37.64	0.06
PIER LONGITUD	CM	M2	M3	CV	M2	M3	S - M2	M2	M3	S-M3	M2	M3
P1 1.5	21.72	-0.08	-1.98	3.43	-0.01	-1.23	172.54	6.14	432.28	13.70	16.28	3.42
P2 1.5	36.56	0.55	0.63	4.62	0.09	0.07	19.63	19.96	337.96	38.02	1.53	885.85
P3 1.5	37.04	-0.76	-1.16	4.71	-0.13	-0.34	19.69	20.24	349.02	38.57	1.18	909.03
P4 1.5	20.84	-0.12	4.04	3.25	-0.02	1.56	173.18	6.09	432.34	13.33	16.06	6.08
P5 1.5	39.11	-0.58	5.28	7.31	-0.23	1.28	101.56	4.33	409.81	25.53	16.59	2.13
P6 1.5	38.30	-0.68	-3.98	6.86	-0.21	-0.90	101.02	4.26	409.71	24.90	16.45	1.32
P9 1.2	36.88	1.26	0.29	11.87	0.55	0.41	119.11	0.97	249.86	8.65	12.13	1.99
P10 1.2	42.86	1.67	-1.31	11.12	0.53	-0.35	117.67	1.06	250.70	13.10	12.92	3.62
Sumatoria	816.4	-6.8	1.2	181.0	-2.1	0.5	1275.9	251.1	3124.9	480.9	712.3	1818.8

Tabla 12: Cargas sin mayorar a la cimentación del refuerzo

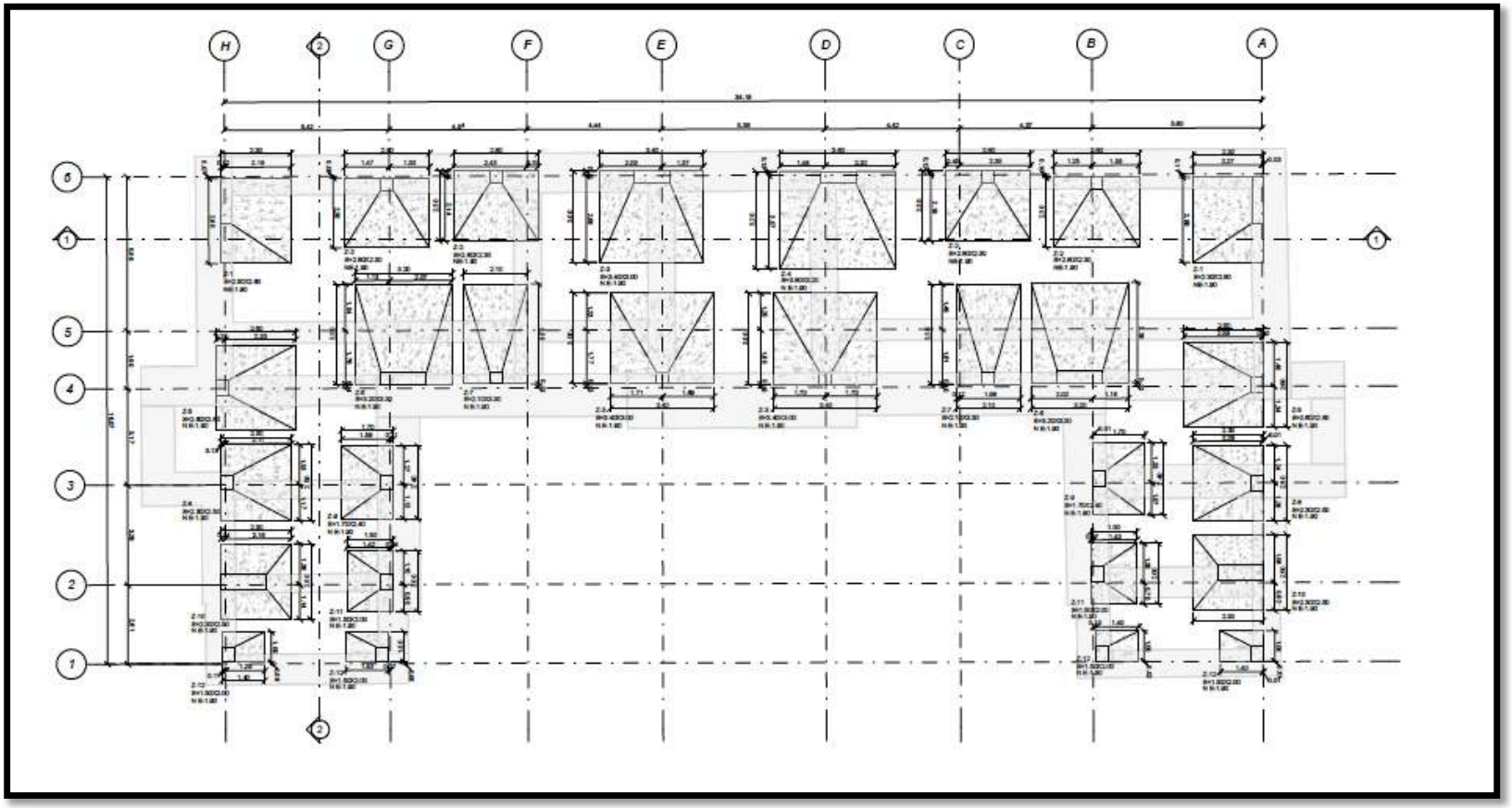


Ilustración 33: Localización zapatas refuerzo

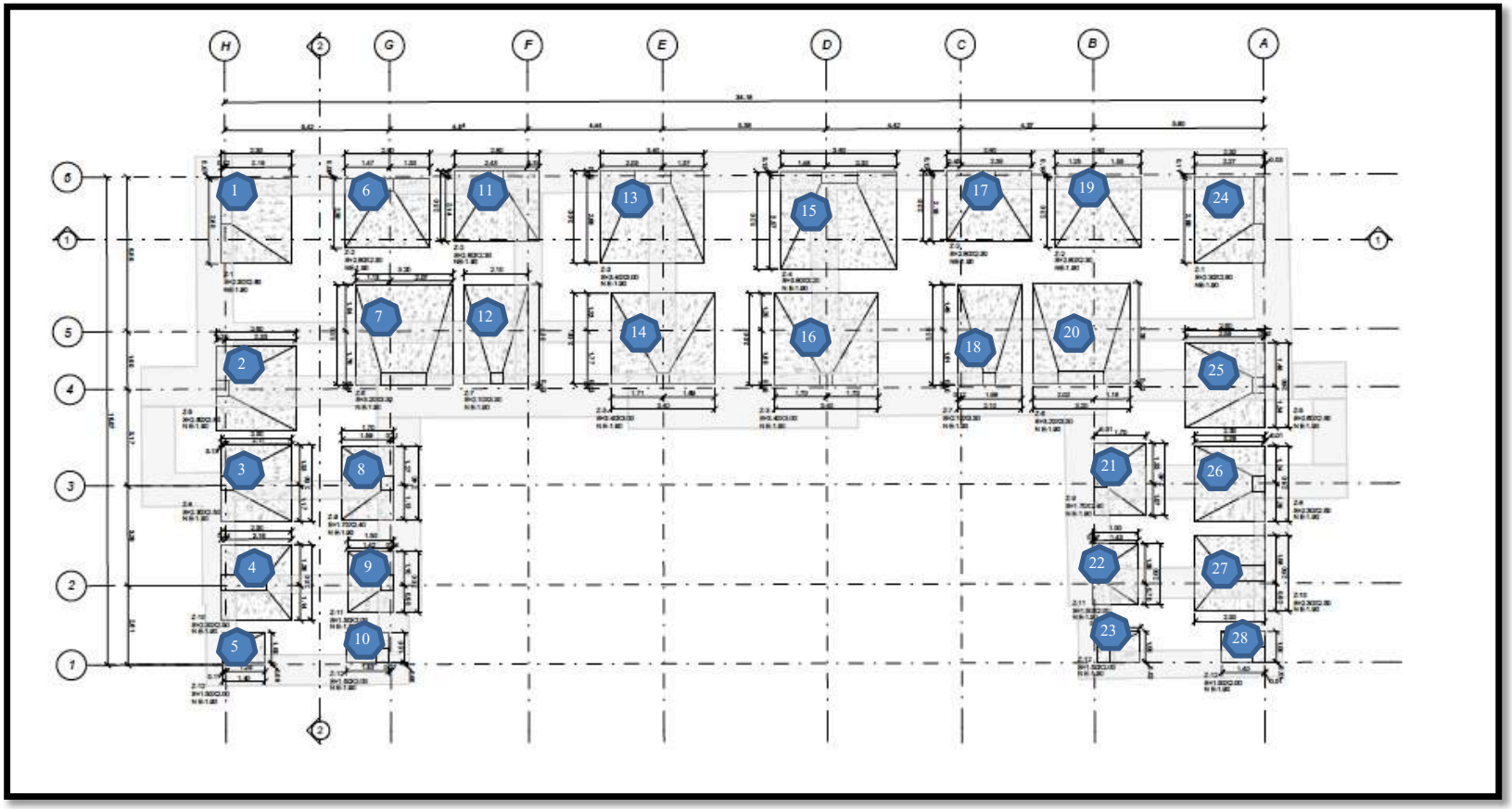


Ilustración 34: Numeración de zapatas refuerzo

No ZAPATA	No COLUMNA	Carga Muerta CM	Carga Muerta MX	Carga Muerta MY	Carga VivaCV	Carga VivaMX	Carga VivaMY	Sismo en X SX Max	Sismo en X MX	Sismo en X MY	Sismo en YSY Max	Sismo en X MX2	Sismo en X MY3	X	Y
1	P2	36,56	0,55	0,63	4,62	0,09	0,07	19,63	19,96	337,96	38,02	1,53	885,85	2,55	**15,00**
2	336	38,10	-0,30	0,05	6,19	-0,09	0,08	15,73	15,98	11,88	4,44	39,77	0,19	2,55	**9,02**
3	334	32,45	-0,34	0,15	4,83	-0,06	0,10	20,77	15,62	11,41	5,32	38,23	0,16	2,55	**5,89**
4	P1	21,72	-0,08	-1,98	3,43	-0,01	-1,23	172,54	6,14	432,28	13,70	16,28	3,42	3,30	**2,62**
5	332	5,59	-0,28	0,63	1,50	-0,07	0,31	13,02	16,85	14,50	32,84	43,30	0,14	2,55	**0,21**
6	424	31,82	1,07	-0,25	6,60	0,35	-0,04	8,02	4,81	10,94	16,02	17,23	0,89	7,76	**15,75**
7	P5	39,11	-0,58	5,28	7,31	-0,23	1,28	101,56	4,33	409,81	25,53	16,59	2,13	8,51	**9,02**
8	431	23,24	-0,06	-0,78	3,28	0,00	-0,17	5,49	10,42	11,42	2,80	37,99	0,08	7,76	**5,89**
9	422	15,50	-0,29	-0,39	2,45	-0,04	-0,14	51,55	10,70	14,70	16,76	38,48	0,32	7,76	**2,62**
10	346	5,81	-0,40	-0,72	1,58	-0,11	-0,33	12,81	12,22	15,30	31,36	42,87	0,49	7,61	**0,21**
11	359	36,27	1,79	0,33	11,19	0,93	0,22	9,37	3,49	12,38	15,93	18,00	0,07	11,36	**15,95**
12	361	33,32	-1,97	0,49	11,57	-1,01	0,25	88,18	3,33	13,76	12,39	17,31	0,27	11,36	**9,02**
13	P9	36,88	1,26	0,29	11,87	0,55	0,41	119,11	0,97	249,86	8,65	12,13	1,99	16,24	**15,95**
14	363	43,12	-2,74	-0,15	18,26	-1,27	-0,07	0,81	1,13	10,29	14,55	17,75	0,07	16,84	**9,02**
15	P10	42,86	1,67	-1,31	11,12	0,53	-0,35	117,67	1,06	250,70	13,10	12,92	3,62	22,82	**15,95**
16	369	52,03	-2,87	0,58	16,56	-0,94	0,08	1,14	1,18	10,33	17,46	18,36	0,19	22,22	**9,02**
17	373	33,79	2,09	-0,30	7,55	0,61	-0,10	10,85	3,33	12,47	14,41	17,45	0,12	27,58	**15,95**
18	372	38,52	-2,57	-0,87	9,57	-0,73	-0,25	87,92	3,29	13,79	12,62	17,42	0,21	27,58	**9,02**
19	434	31,63	1,07	0,14	6,69	0,33	0,02	8,03	4,70	10,92	15,85	16,96	0,69	31,17	**15,75**
20	P6	38,30	-0,68	-3,98	6,86	-0,21	-0,90	101,02	4,26	409,71	24,90	16,45	1,32	30,42	**9,02**
21	441	23,25	-0,14	0,72	3,29	-0,02	0,15	5,40	10,28	11,40	2,82	37,64	0,06	31,17	**5,89**
22	432	15,34	-0,36	0,32	2,42	-0,06	0,13	50,63	10,53	14,66	16,74	38,12	0,41	31,17	**2,62**
23	375	5,87	-0,49	0,65	1,60	-0,14	0,32	12,65	12,06	15,28	31,06	42,48	0,64	31,34	**0,21**
24	P3	37,04	-0,76	-1,16	4,71	-0,13	-0,34	19,69	20,24	349,02	38,57	1,18	909,03	36,42	**14,99**
25	392	39,10	-0,40	-0,30	6,21	-0,11	-0,11	15,43	15,88	11,86	3,86	39,29	0,11	36,42	**9,02**
26	390	32,55	-0,43	-0,27	4,88	-0,09	-0,12	20,68	15,50	11,40	5,34	37,74	0,18	36,42	**5,89**
27	P4	20,84	-0,12	4,04	3,25	-0,02	1,56	173,18	6,09	432,34	13,33	16,06	6,08	35,67	**2,62**
28	388	5,76	-0,42	-0,70	1,55	-0,11	-0,33	13,02	16,74	14,48	32,51	42,78	0,07	36,42	**0,21**

Tabla 13: Cargas sin mayorar a la cimentación del refuerzo

Para la configuración propuesta de refuerzo de cimentación se verificó el factor de seguridad para la condición de carga viva + muerta normal con el factor de seguridad indirecto, y se calcularon los asentamientos totales por elemento. En todos los casos el factor de seguridad es mayor a 3,0, y los asentamientos totales menores a 5 cm

ZAPATA	CM+CV	MX	MY	B (m)	L (m)	σ aplicado	σ ultimo	FS>3,0	ASENTAMIENTO TOTAL (cm)
1	41,19	0,64	0,70	2,30	2,80	6,56	23,2	3,5	4,11
2	44,29	-0,39	0,13	2,60	2,80	6,14	23,2	3,8	3,99
3	37,28	-0,40	0,25	2,30	2,50	6,58	23,6	3,6	4,01
4	25,15	-0,09	-3,21	2,30	2,50	4,89	23,8	4,9	3,07
5	7,09	-0,36	0,94	1,00	1,40	6,95	27,2	3,9	2,68
6	38,41	1,41	-0,29	2,30	2,80	6,20	23,2	3,7	3,90
7	46,43	-0,81	6,56	3,20	3,30	4,86	22,8	4,7	3,52
8	26,52	-0,06	-0,94	1,70	2,40	6,72	24,0	3,6	3,70
9	17,96	-0,33	-0,54	1,50	2,00	6,32	24,7	3,9	3,21
10	7,39	-0,51	-1,05	1,00	1,40	7,69	27,1	3,5	2,93
11	47,46	2,71	0,55	2,30	2,80	7,82	23,1	3,0	4,78
12	44,90	-2,98	0,73	2,10	3,30	6,99	22,7	3,3	4,38
13	48,75	1,80	0,70	3,00	3,40	4,94	22,7	4,6	3,54
14	61,39	-4,01	-0,22	3,00	3,40	6,31	22,6	3,6	4,41
15	53,99	2,20	-1,66	3,20	3,80	4,63	22,4	4,8	3,46
16	68,59	-3,81	0,66	3,00	3,40	7,02	22,6	3,2	4,84
17	41,34	2,70	-0,40	2,30	2,80	6,85	23,1	3,4	4,26
18	48,09	-3,30	-1,11	2,10	3,30	7,53	22,8	3,0	4,67
19	38,32	1,41	0,16	2,30	2,80	6,16	23,2	3,8	3,89
20	45,16	-0,89	-4,88	3,20	3,30	4,63	22,9	4,9	3,37
21	26,54	-0,15	0,88	1,70	2,40	6,73	24,0	3,6	3,71
22	17,77	-0,42	0,45	1,50	2,00	6,27	24,6	3,9	3,19
23	7,47	-0,62	0,97	1,00	1,40	7,87	27,0	3,4	2,99
24	41,76	-0,89	-1,50	2,30	2,80	6,78	23,3	3,4	4,23
25	45,32	-0,52	-0,41	2,60	2,80	6,32	23,2	3,7	4,10
26	37,44	-0,52	-0,39	2,30	2,50	6,65	23,6	3,5	4,04
27	24,09	-0,14	5,60	2,30	2,50	5,17	23,5	4,5	3,23
28	7,31	-0,53	-1,02	1,00	1,40	7,63	27,1	3,6	2,91

Tabla 14: Verificación de capacidad de soporte y asentamientos totales con cargas de diseño de refuerzo.

Nota: Los esfuerzos están en Ton/m^2 y las fuerzas en ton

Con base en el análisis realizado, se estimaron los asentamientos diferenciales entre puntos adyacentes; se verificó que los asentamientos diferenciales son inferiores a 1/300 entre la mayoría de elementos, que corresponde a edificaciones con pórticos en concreto, sin acabados susceptibles a dañarse con asentamientos menores.

Se encontraron asentamientos diferenciales mayores a 1/300 entre los siguientes puntos:

ZAPATA 1	ZAPATA 2	X1	X2	Y1	Y2	S1 (cm)	S2 (cm)	ΔL (cm)	L (m)	DL/L	ΔL/L2
20	18	30,4	27,6	9,0	9,0	3,37	4,67	1,30	2,8	0,0046	1/218

Tabla 15: Asentamiento diferencial superior a 1/300

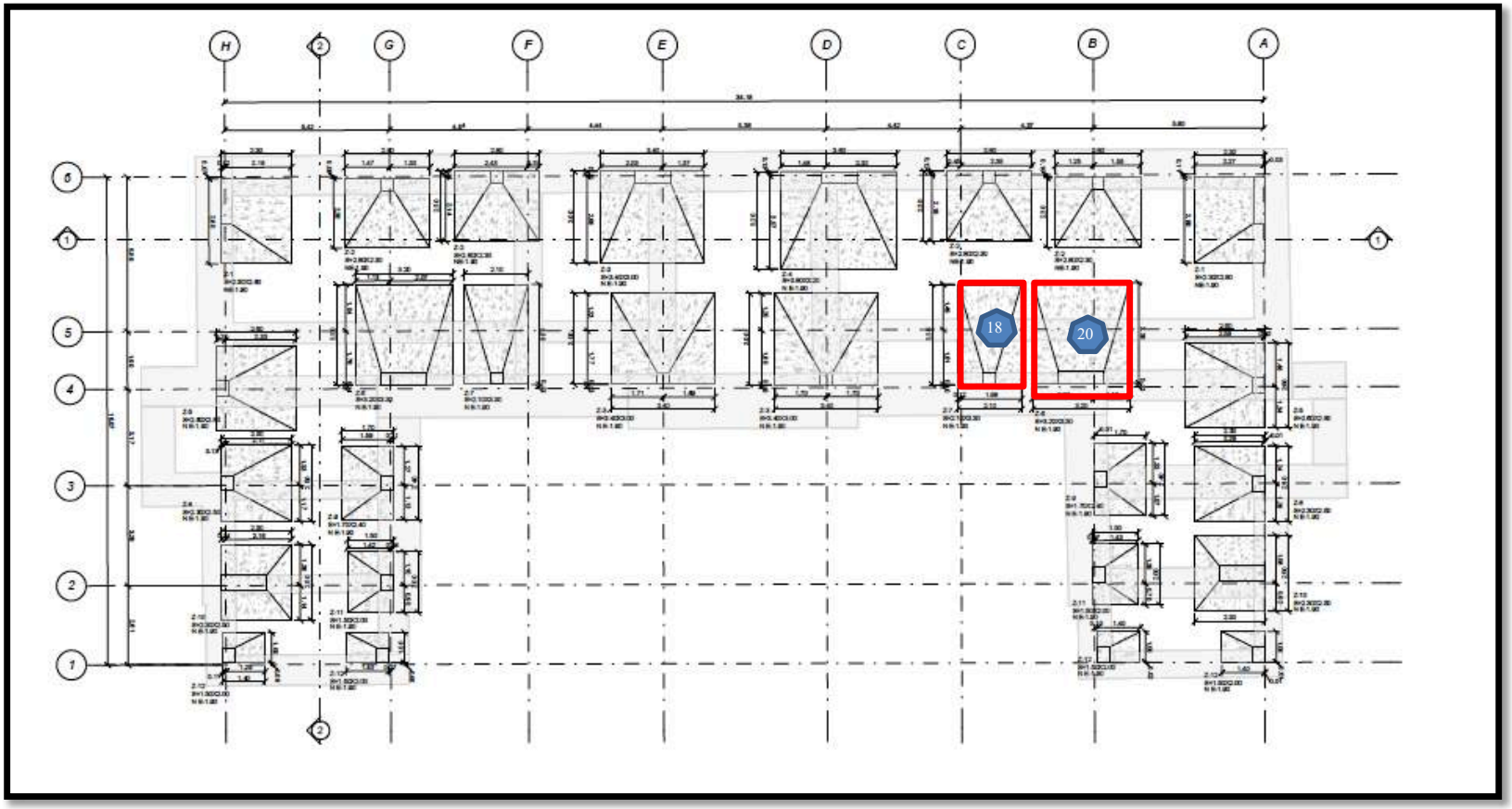


Ilustración 35: Zapatas con asentamiento diferencia superior a 1/300

Para estos casos, los asentamientos diferenciales estarán controlados con las respectivas vigas de amarre.

6.1 Módulo de reacción de la subrasante.

El módulo de reacción para suelos arcillosos puede estimarse de la siguiente manera:

$$k_s = \frac{0{,}2}{B}\left(1 + \frac{0{,}15}{L}\right) k_{c1}$$
$$k_{C1} = 300\, c_u$$

B	σ adm (Ton/m2)	MODULO REACCION k (Ton/m3)
0,50	11,69	468
0,80	9,84	267
1,00	9,23	207
1,10	9,01	186
1,20	8,82	169
1,30	8,66	154
1,40	8,53	142
1,50	8,41	132
1,60	8,31	123
1,80	8,14	108
2,00	8,00	97
2,20	7,89	87
2,30	7,84	83
2,50	7,76	76
2,80	7,65	68
3,00	7,59	63
3,20	7,54	59
3,50	7,48	54
4,00	7,39	47

Tabla 16: Modulo de reacción cimientos cuadrados.

B	σ adm (Ton/m2)	ASENTAMIENTO k (Ton/m3)
0,50	10,49	396
0,80	8,84	239
1,00	8,30	189
1,10	8,10	171
1,20	7,93	156
1,30	7,79	144
1,40	7,67	133
1,50	7,57	124
1,60	7,48	116
1,80	7,32	103
2,00	7,20	92
2,20	7,10	84
2,30	7,06	80
2,50	6,98	73
2,80	6,89	65
3,00	6,84	61
3,20	6,79	57
3,50	6,73	52
4,00	6,65	46

Tabla 17: Modulo de reacción cimientos corridos**.**

7. ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN Y EMPUJES TANQUES

De acuerdo con el diseño hidráulico de los tanques, están previstas estructuras rectangulares de 9,0 metros de largo por 7,0 m de ancho, enterradas entre 2,65 m y 3,00 m.

La capacidad de unitaria última o de seguridad se calcula con la ecuación de Meyerhof así:

$$\sigma_u = \mathrm{CN}_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + \mathrm{qN}_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + {}^1\!/_2\, \gamma \mathrm{BN}_\gamma \mathrm{F}_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

$$\sigma_{seguridad} = \frac{\sigma_u}{FS}$$

Para los cimientos del refuerzo, el análisis se realizó en condiciones no drenadas (ϕ=0)

Para las dimensiones antes mencionadas, se obtiene las siguiente capacidad de soporte, para un factor de seguridad de 3.0

B (m)	L (m)	Df (m)	σ ultimo (Ton/m^2)	σ admisible (Ton/m^2)
7,0	9,0	2,70	25	8,2

Tabla 18: Capacidad portante losa tanque

7.1 Asentamientos

Los asentamientos, al nivel de cimentación, serán principalmente por elásticos inmediatos; al nivel de cimentación recomendado, Los asentamientos dependerán principalmente de la carga de contacto y las dimensiones del cimiento. Los asentamientos diferenciales deberán verificarse con las cargas definitivas del proyecto.

7.1.1 Asentamientos elásticos.

Los asentamientos se determinan con base en una ecuación basada en la teoría de la elasticidad (Timoshenko e Goodier (1951)):

$$\Delta H = q_0 B' \frac{1-\mu^2}{E_S}\left(I_1 + \frac{1-2\mu}{1-\mu} I_2\right) I_F \qquad (1)$$

Donde:

- q0 = Intensidad de la presión de contacto
- B' = Mínima dimensión del área reactiva,
- E e μ = Parámetros elásticos del terreno.
- Ii = Coeficientes de influencia dependientes de: L'/B', espesor del estrato H, coeficiente de Poisson v, profundidad del nivel de cimentación D;

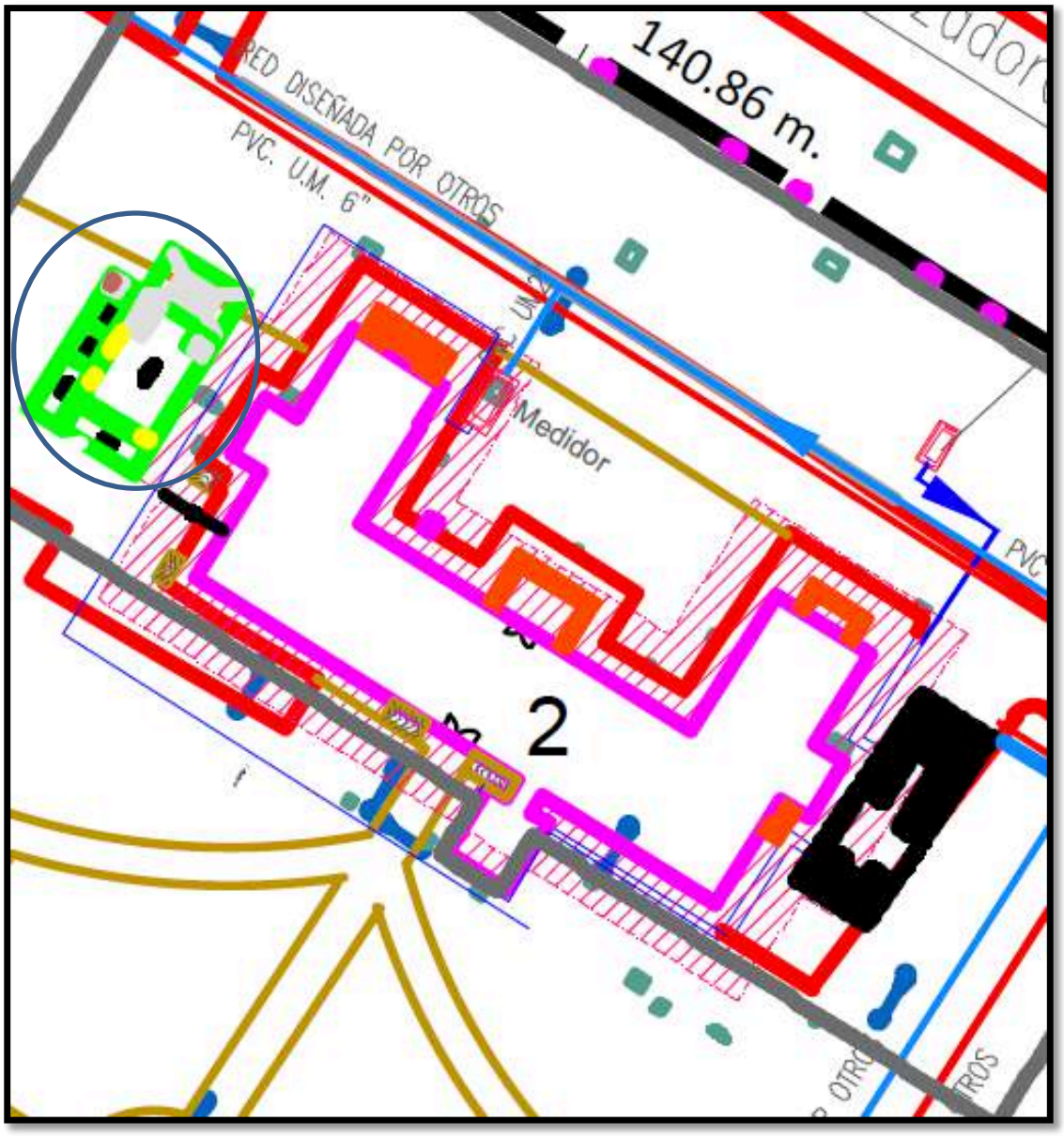
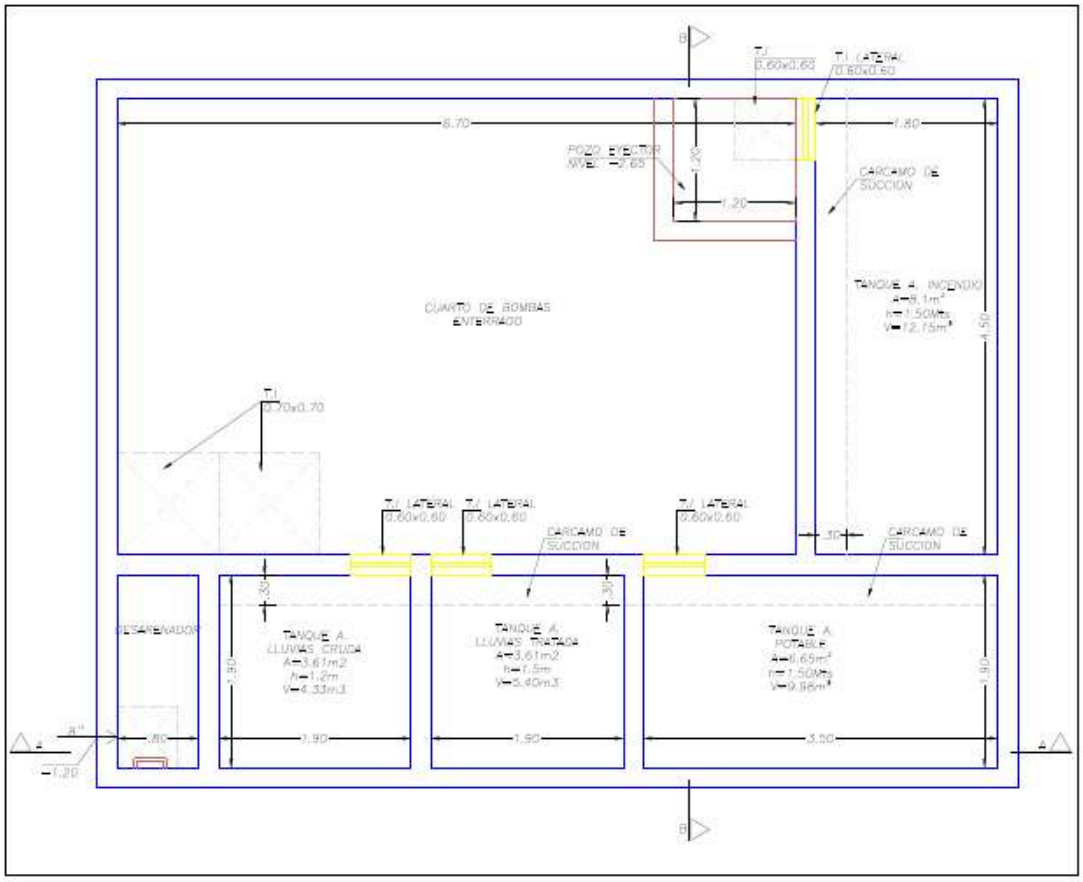
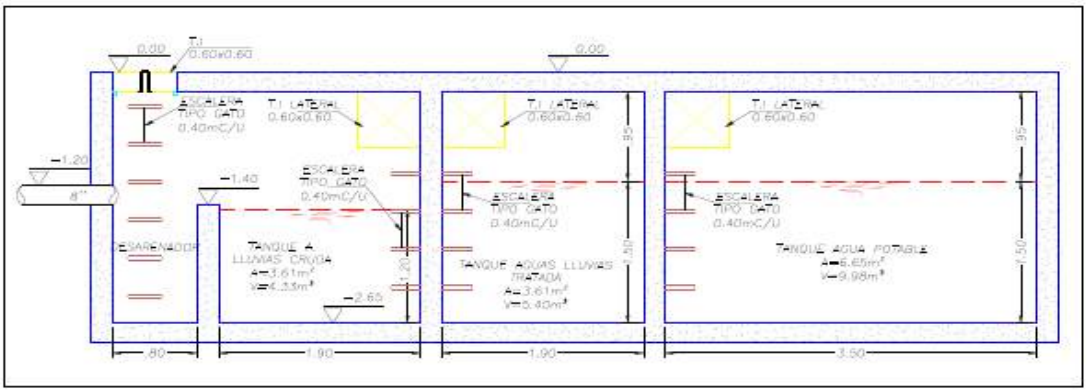


Ilustración 36: Localización de tanque



PLANTA TANQUES
Escala 1:25



CORTE A–A
TANQUE DE AGUA
Escala 1:25

Ilustración 37: Planta y corte de tanques

7.2 Asentamientos

Los asentamientos, al nivel de cimentación, serán principalmente por elásticos inmediatos; al nivel de cimentación recomendado, Los asentamientos dependerán principalmente de la carga de contacto y las dimensiones del cimiento. Los asentamientos diferenciales deberán verificarse con las cargas definitivas del proyecto.

7.2.1 Asentamientos elásticos.

Los asentamientos se determinan con base en una ecuación basada en la teoría de la elasticidad (Timoshenko e Goodier (1951)):

$$\Delta H = q_0 B' \frac{1-\mu^2}{E_S}\left(I_1 + \frac{1-2\mu}{1-\mu} I_2\right) I_F \qquad (1)$$

Donde:

- q0 = Intensidad de la presión de contacto
- B' = Mínima dimensión del área reactiva,
- E e μ = Parámetros elásticos del terreno.
- Ii = Coeficientes de influencia dependientes de: L'/B', espesor del estrato H, coeficiente de Poisson v, profundidad del nivel de cimentación D;

7.2.2 Asentamientos por consolidación

El cálculo de los asentamientos con el método edométrico permite valorar un asentamiento de consolidación de tipo unidimensional, producto de las tensiones inducidas por una carga aplicada en condiciones de expansión lateral impedida.

Los asentamientos se determinan como:

Si se trata de un terreno sobre consolidado (OCR>1),

$$\Delta \mathrm{H} = \mathrm{H}_0 \cdot RR \cdot log \frac{\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_v}{\sigma'_{v0}}$$

Si en cambio el terreno es normalmente consolidado

$$\Delta \mathrm{H} = \mathrm{H}_0 \cdot CR \cdot log \frac{\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_v}{\sigma'_{v0}}$$

Donde:

- RR Relación de recompresión;

- CR Relación de compresión;
- H_0 espesor inicial del estrato;
- σ'_{v0} tensión vertical efectiva antes de la aplicación de la carga;

$\Delta\sigma_v$ incremento de tensión vertical debido a la aplicación de la carga.

B (m)	L (m)	Df (m)	σ admisible (Ton/m^2)	Asentamiento consolidacion (cm)	Asentamiento elastico (cm)	Asentamiento total (cm)
7,0	9,0	2,70	8,2	1,57	2,31	3,88
7,0	9,0	3,00	8,6	1,34	1,92	3,26

Tabla 19: Asentamientos tanques.

7.3 Módulo de reacción de la subrasante.

El módulo de reacción para suelos arcillosos puede estimarse de la siguiente manera:

$$k_s = \frac{0{,}2}{B}\left(1 + \frac{0{,}15}{L}\right) k_{c1}$$
$$k_{C1} = 300\, c_u$$

B (m)	L (m)	Modulo de reacción k (Ton/m3)
7,0	9,0	26

Tabla 20: Módulo de reacción de tanques

7.1 Presión de tierras.

Debido a la restricción lateral que se presenta por los muros y tabiques del muro, la presión lateral a los muros corresponde a la presión de poros

Para un suelo normalmente consolidado, la relación para Ko (Jaky,1994) es:

Para suelo sobreconsolidado OCR > 1,00

$$Ko = (1 - seno\emptyset')OCR^{seno\emptyset'}$$

Como los tanques se encuentran adyacentes a las edificaciones, las excavaciones están limitadas a las dimensiones de los tanques, sin sobreanchos. Por lo anterior las presiones laterales corresponden al suelo natural

Para un ángulo de fricción de 9º y una relación de sobreconsolidación de 3,00 se estima la siguiente presión lateral:

Suelo natural			
h	γ (Ton/m3)	σ´v (Ton/m2)	σ´h (Ton/m2)
0,00	1,85	0,00	0,00
1,00	1,85	1,85	1,85
1,50	1,85	2,78	2,78
2,00	1,85	3,70	3,71
2,50	1,85	4,63	4,63
3,00	1,85	5,55	5,56
3,50	1,85	6,48	6,49
4,00	1,85	7,40	7,41

Tabla 21: Presión lateral en reposo.

7.2 Análisis de estabilidad

Debido a que se trata de una excavación temporal, la condición mas crítica es la de corto plazo, por lo cual el mecanismo de falla mas probable es una falla por corte no drenada.

Se analiza la probabilidad de ocurrencia de una falla rotacional de tipo circular, el análisis se realiza mediante un modelo en el programa Slope, de la empresa de origen italiano Geostru, se realiza verificaciones con los diferentes autores, basados en el equilibrio límite, las memorias de cálculo se encuentran anexas a este informe.

El análisis se realiza para condiciones drenadas o largo plazo (condición crítica), se realizaron verificaciones con talud saturado debido a las filtraciones que se encontraron y además se analizó la condición de sismo bajo un análisis

pseudoestático, a continuación, se presentan los resultados de los análisis efectuados.

Como criterios para la aceptación de la estabilidad del talud, según la NSR-10, se contemplan los siguientes factores de seguridad mínimos:

- Taludes condición estática, agua subterránea normal -Diseño: 1.5
- Taludes condición estática, agua subterránea normal -Construcción: 1.25

A continuación se presenta el modelo de análisis.

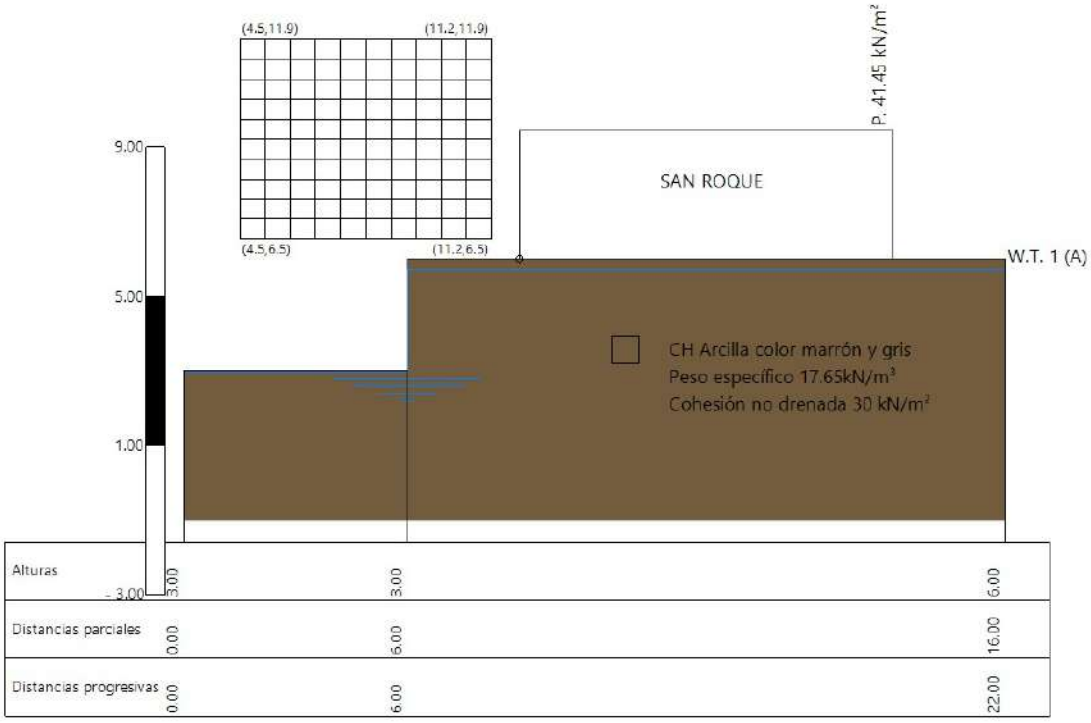
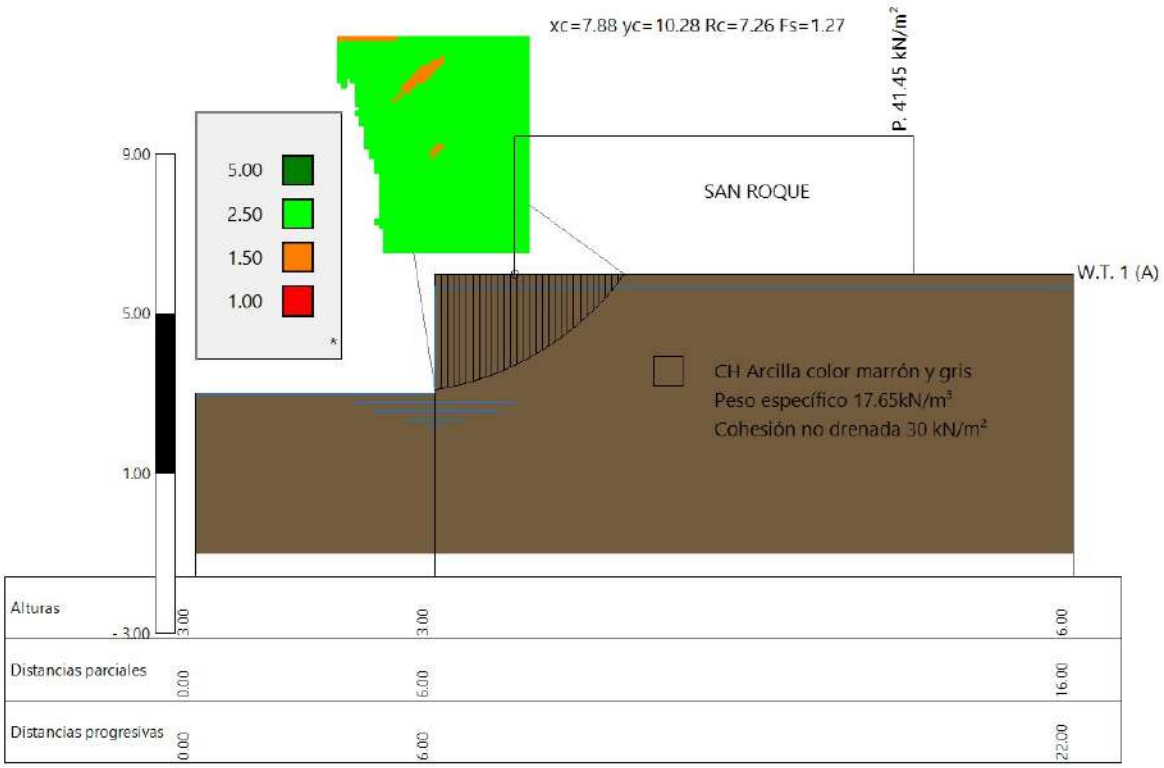


Ilustración 38: Modelo De Análisis

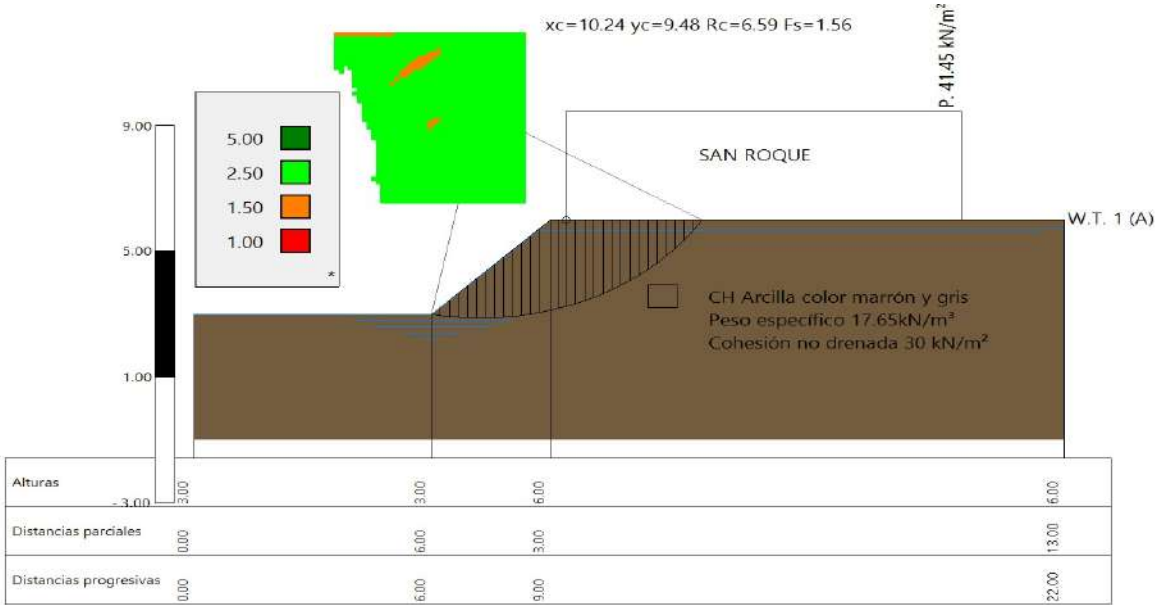
- Resultados de análisis Talud vertical



Método	*Condición estática*
Bishop	***1.25***
Spencer	***1.26***
Morgenstern & Price	1.26
Zeng Liang	1.27

Tabla 22: Factores de seguridad análisis de estabilidad condición No Drenada

- Resultados de análisis Talud a 45°



Método	*Condición estática*
Bishop	***1.57***
Spencer	***1.58***
Morgenstern & Price	1.58
Zeng Liang	1.56

Ilustración 39: Factores de seguridad análisis de estabilidad condición No Drenada

De acuerdo con los análisis, para un talud de 90º se presenta un factor de seguridad promedio de 1,26, que es menor al factor de seguridad mínimo básico de 1.50. Para lograr un talud estable, sin entibado ni muro de contención , se requiere de un talud con una inclinación máxima de 45º

8. SISTEMA GEOTÉCNICO CONSTRUCTIVO

8.1 Antes de la construcción

Es importante que se verifiquen y validen los diseños y recomendaciones aquí propuestas y las cargas estructurales trasmitidas. Se deberán validar las solicitaciones que generarán las estructuras al suelo y roca, así como los asentamientos en los elementos planteados en la cimentación, tal como se exige en el título H del reglamento de construcciones sismorresistentes NSR-10. Igualmente, se requiere supervisión por parte del geotecnista durante el proceso constructivo.

8.2 Durante la construcción

8.2.1 Excavaciones

Para el inicio de las obras debe garantizarse un área libre de materiales orgánicos y otros residuos, a la vez que se considera que el material que sea extraído en el corte o excavaciones requeridas No es recomendable como material de relleno, por lo cual debe garantizarse su disposición final y tener controlados los tiempos y volúmenes de estos.
Las excavaciones al nivel de cimentación no deben permanecer por mucho tiempo a la intemperie, los cambios de humedad modifican la consistencia del suelo y el potencial de expansión. Se sugiere realizar un proceso de excavación expedito para mitigar dichos efectos.

Las excavaciones se realizaran por el sistema de bataches, que consiste en excavaciones alternadas, de tamaño controlado, de forma que se pueda evitar movimientos indeseables de la estructura o la cimentación. Los baches tendrán un ancho máximo de 2.0 m, y la distancia máxima entre batache y batache de 3 veces el ancho de este.

8.3 Plan de contingencia excavaciones

8.3.1 Elementos vulnerables

Durante la excavación del tanque se presenta un riesgo de afectación del edificio Inmunológico, en el segmento correspondiente.

8.3.2 Riesgos potenciales:

Existe riesgo por la falla del talud al momento de hacer las excavaciones. El riesgo incrementa con el ángulo de inclinación del corte.

8.3.3 ***Área de influencia:***

La influencia corresponde a la localización del tanque, ubicada entre los ejes 1 a 6 paralelo al eje A del proyecto. El área de influencia se extiende unos 5 m respecto al borde del tanque

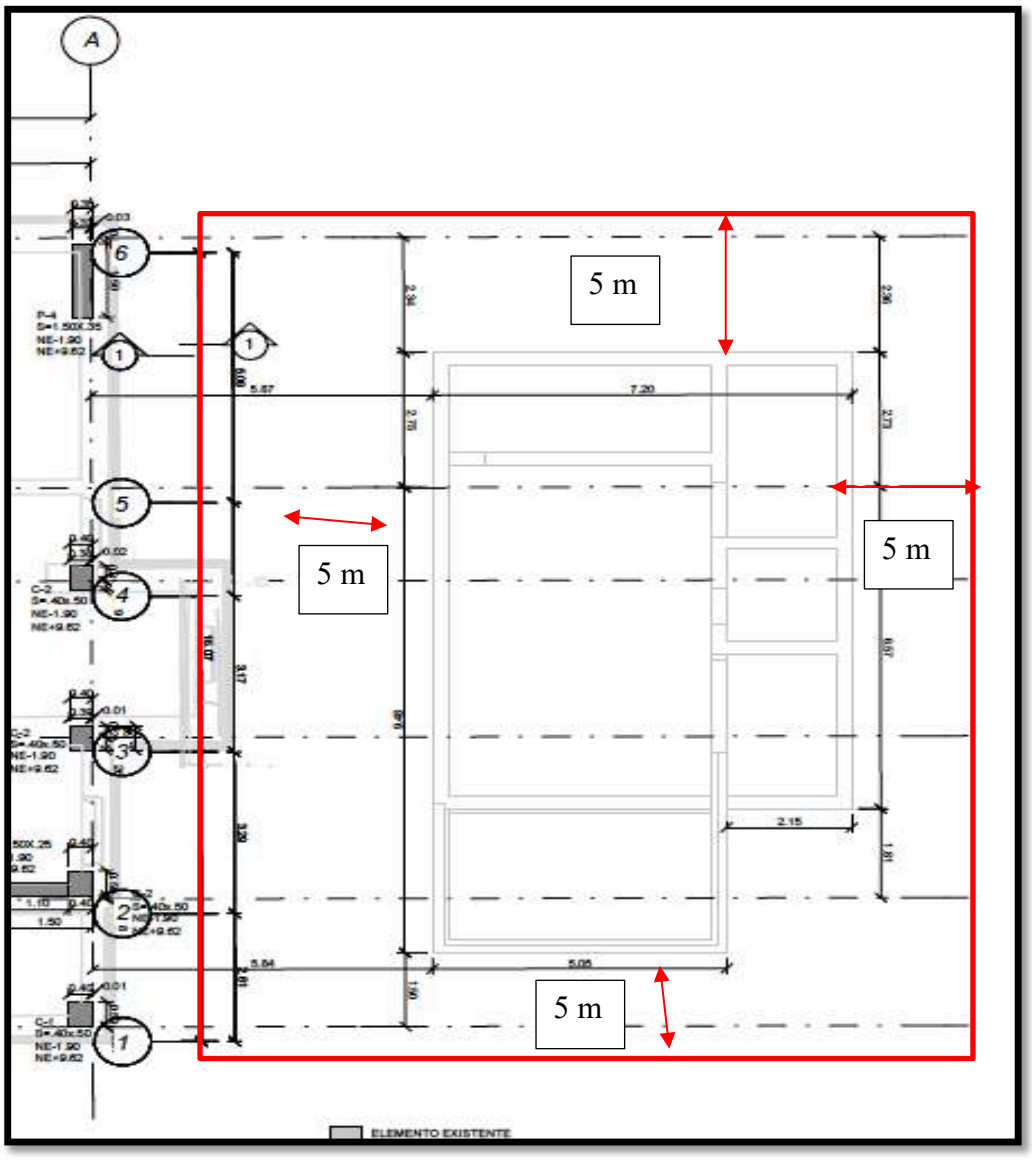


Ilustración 40: Área de influencia del tanque.

8.3.4 *Personal involucrado:*

El personal involucrado será aquel previsto en la construcción del tanque, incluyendo – además del personal de obra – cualquiera que necesite realizar actividades dentro del área de influencia de las excavaciones (Ej: Supervisores, inspectores, laboratoristas etc) que sea externo al contratista de obra.

8.3.5 *Mecanismos de capacitación:*

- **Inducción**

Los trabajadores que sean vinculados deben recibir una inducción general de la organización y una especifica de las labores que debe desempeñar,

- **Reinducción**

Los trabajadores recibirán anualmente una reinducción del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo, también recibirán esta reinducción después de incapacidades por accidente de trabajo, regreso de vacaciones o cambios en los procesos de la organización.

- **Trabajo en Alturas**

Los trabajadores que realicen actividades sobre los 2 metros de altura deberán recibir la capacitación y contar con el certificado para trabajo en alturas, garantizando el acceso a la capacitación y el uso de equipos de protección contra caídas.

- **Identificación de Peligros y Valoración de Riesgos.**

Los trabajadores deben tener pleno conocimiento de la exposición a factores de riesgo y se les garantizara el acceso a capacitaciones que permitan la mitigación del riesgo y la reducción de exposición a factores de riesgo higiénicos.

- **Orden y aseo**

Los trabajadores serán capacitados en gestión de espacios de trabajo estableciendo medidas que permitan y fomenten una cultura organizacional en condiciones de orden y aseo.

- **Higiene Postural y Manejo de Cargas**

Los trabajadores deben ser capacitados como medida de intervención ante riesgos biomecánicos que afecten el bienestar físico de los trabajadores.

- **Manipulación de Máquinas y Herramientas**

Los trabajadores serán capacitados en el uso de maquinas y herramientas para asegurar el uso adecuado de cada elemento y asegurar que no sean utilizados inadecuadamente.

- **Diálogos Diarios de Seguridad**

Antes de iniciar la jornada laboral se realizara calistenia laboral y se delegaran funciones y responsabilidades para la jornada, siguiendo los procedimientos de trabajo seguro.

8.3.6 *Elementos para afrontar la contingencia*

En la obra se contará con los siguientes elementos mínimos para atender la contingencia.

ELEMENTO	UBICACIÓN	CANT	IMAGEN
CAMILLA	Según la distribución de áreas se dispondrá de un lugar que permita el almacenamiento y fácil acceso a elementos para la atención de emergencias, como carpas.	1	
KIT INMOVILIZADORES		1	

BOTIQUIN		1	
EXTINTORES		2	

- **NÚMEROS DE EMERGENCIA**

Cada centro de trabajo dispondrá de documentación que permita la identificación del grupo de trabajo en el que se relacionará:

- Nombres completos,
- Número documento de identidad,
- Grupo sanguíneo,
- Enfermedades o alergias,
- Consumo de medicamentos,
- EPS a la que se encuentra vinculado, y
- Contacto de emergencia.

También se dispondrá de un listado con los números de emergencia y centros asistenciales cercanos. El encargado de las actividades en campo será la persona delegada para realizar el llamado a las entidades correspondientes para la atención de emergencias, en caso de que esta persona este inhabilitada para realizar la llamada, la responsabilidad se delegara de acuerdo con el nivel de subordinación de

la obra. Esta responsabilidad se delegará a diario durante los diálogos diarios de seguridad.

8.3.7 *Rutas de evacuación*

Las rutas de evacuación fueron definidas para llevar a los trabajadores hasta un área segura y de fácil acceso definida como puntos de encuentro que quedaran ubicados en el parqueadero y la cancha de futbol.

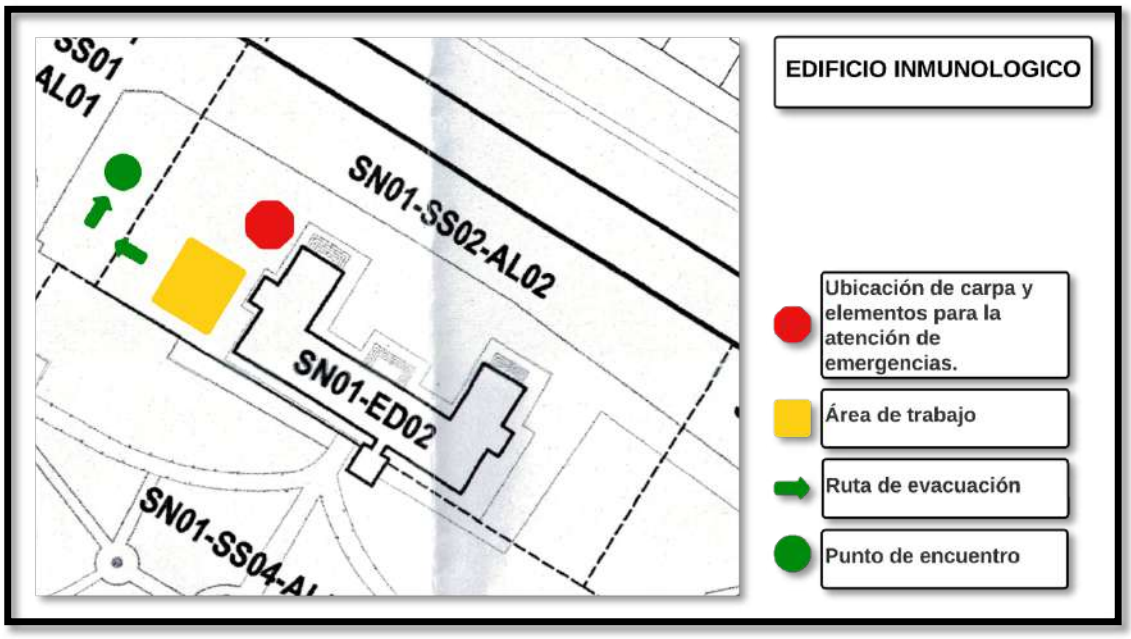


Ilustración 41: Ruta de evacuación

8.3.8 *Plan de emergencia*

Antes de una emergencia:

- Definir las actividades a desarrollar en el plan de emergencias
- Coordinar el desarrollo de las actividades
- Asignar y aprobar los recursos necesarios para afrontar las posibles emergencias
- Realizar seguimiento a los planes de acción derivados de las actividades realizadas dentro del plan de emergencias

Durante una emergencia:

- Dar la orden de evacuación en caso de ser necesario
- Apoyar la evacuación del personal de su área

- Atender y trasladar a los heridos
- Dar información pública y a familiares

Después de la emergencia

- Evaluar los daños presentados en la emergencia
- Ordenar el re ingreso del personal a las áreas de trabajo
- Ordenar las labores de reconstrucción de las zonas afectadas
- Evaluar el desempeño del personal a cargo de la emergencia

8.3.9 *Medidas preventivas*

Antes de iniciarse la excavación , deberá darse a conocer la naturaleza y estado del terreno mediante, con la promulgación de los resultados del presente informe. De acuerdo con esto

- Se requiere hacer la entibación de acuerdo con las características del suelo, como se describe en el numeral 8.4.2.
- Acopiar los productos procedentes de la excavación a un solo lado a una distancia no inferior de 60 cm.
- Colocar barandillas para impedir la caída de personas y demarcar el área de trabajo.
- Acotar la zona para impedir el paso de personas y vehículos por la noche, y señalizar como zona de peligro.
- No se permitirá el trabajo de operarios en la zona de trabajo cuando se este excavando con maquinaria.
- No se dejaran equipos ni maquinaria al borde del talud.
- Revisar el estado de la excavación al iniciar la jornada laboral.
- Disponer de una escalera portátil, dicha escalera deberá sobrepasar en un metro el borde de la excavación.
- Los trabajadores deberán mantener una distancia suficiente entres si cuando utilicen herramientas manuales, tales como palas y picos, a fin de prevenir el riesgo de accidente.
- Se debe mantener un trabajador que realice funciones de auxiliar de seguridad y debe permanecer a fuera de la excavación y dará la alarma en caso de producirse alguna emergencia.

- Se instalaran testigos en la edificación antes de comenzar las excavaciones, con el fin de monitorear la estabilidad de la estructura. Una vez alcanzada la máxima cota de excavación se realizará un monitoreo para observar posibles daños a la edificación y así tomar las medidas de corrección necesarias.
- La zona de trabajo o influencia se deberá nivelar y compactar para dar una superficie uniforme a los vehículos de obra. Se dará drenaje para evitar el encharcamiento
- Las entibaciones han de ser revisadas al comenzar la jornada de trabajo; se extremarán estas prevenciones después de interrupciones de trabajo de más de un día o alteraciones atmosféricas como lluvias o heladas,
- Se recomienda sobrepasar la entibación en una altura de 20 cm sobre el borde de la excavación para que realice una función de rodapié y evite la caída de objetos y materiales a la excavación,
- En general, las entibaciones o parte de éstas se quitarán sólo cuando dejen de ser necesarias y por franjas horizontales, comenzando por la parte inferior del corte.

8.4 *Apuntalamiento de muros*

Al momento de hacer la manipulación de los cimientos, se requiere descargar la cimentación para proceder con el proceso constructivo; para esto se requiere de una estructura temporal para soportar las cargas del terreno. Se sugiere hacer el apuntalamiento asegurando el muro a lado y lado mediante travesaños de madera o acero, de forma que la carga de los muros se traslade al suelo al terreno, mientras se interviene la cimentación.

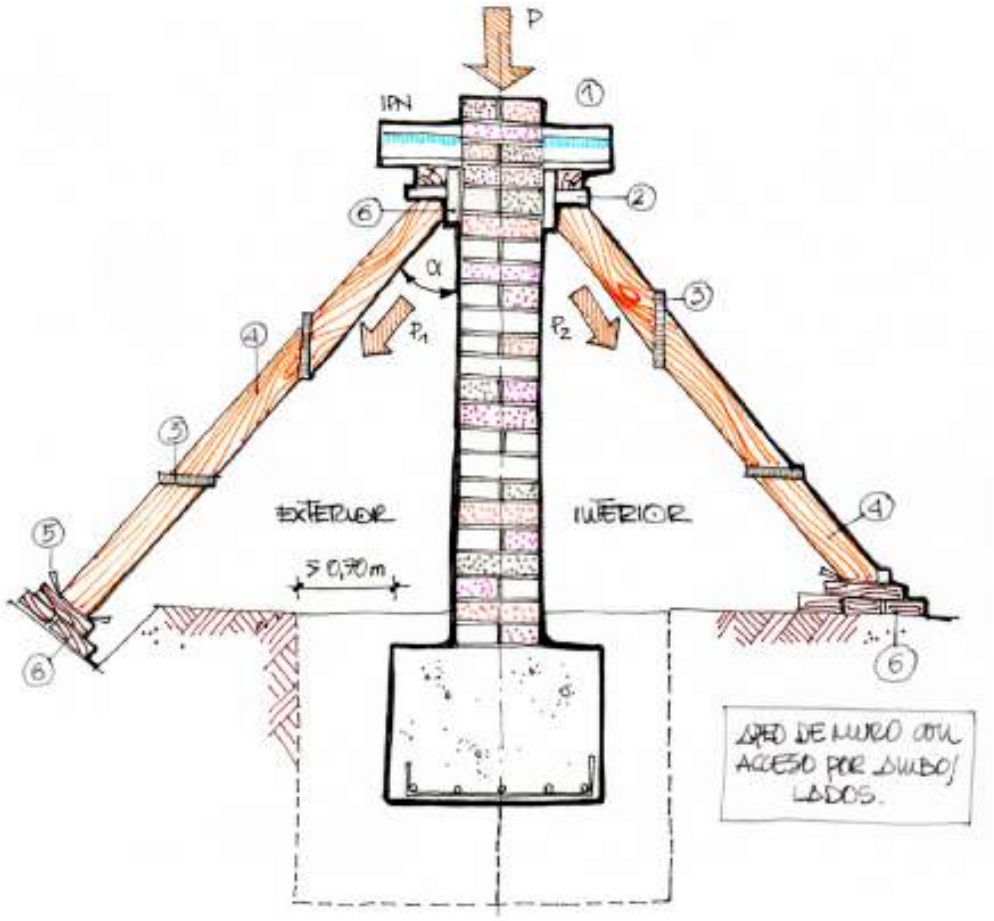


Ilustración 42: Esquema de apuntalamiento del muro

8.4.1 Construcción de Zapatas

Dependiendo la profundidad de excavación final y facilidad constructiva se podrá realizar la excavación con un ***talud de 90° o 60°*** con respecto a la horizontal.

La construcción de los cimientos será un proceso expedito. No se permitirá que las excavaciones permanezcan a la intemperie indefinidamente.

- Las zapatas estarán diseñadas y construidas en concreto reforzado de mínimo 21 MPa (3000 psi) y acero de Fy = 420 MPa (60000 psi).

Para la disposición del concreto y refuerzo se deberá garantizar que el área este nivelada y libre de impurezas, así como se deberá asegurar un adecuado ensamble de las formaletas, a manera de conservar la geometría de la cimentación y resistencia de diseño del concreto. A su vez se recomienda seguir procedimientos adecuados para la disposición y curado del concreto.

El fondo de la excavación para las zapatas se protegerá con una capa de concreto pobre para evitar la pérdida de humedad natural y facilitar la colocación del refuerzo en condiciones adecuadas de limpieza.

8.4.2 Construcción de tanques

Para la construcción de los tanques se tiene en cuenta de manera general las siguientes actividades:

1. Localización, trazado y replanteo.
2. Desmonte y limpieza.
3. Excavaciones.
4. Cargue, retiro y disposición del material.
5. Vaciado de solado de concreto.

Debido a la inestabilidad de los materiales, el sistema de construcción de los muros será por trincheras o bataches.

1. Se realiza la excavación, dejando una berma en la parte superior de 1.0 m, y un talud a 45°. El talud se protege de la intemperie y la lluvia, y se deja una cuneta de coronación temporal para conducir las aguas lluvias.
2. Se excavan los baches verticalmente, en secciones de no más de 2,5 metros de longitud.
3. Se colocan las cimbras y apuntalamientos para preparar la fundida de los muros.
4. Se hace la fundida del concreto en los baches preparados.

El procedimiento se va repitiendo hasta completar cada muro. Hasta que el concreto no tenga la resistencia requerida, las excavaciones verticales se mantendrán apuntaladas en todo momento ni tampoco se excavarán los baches .

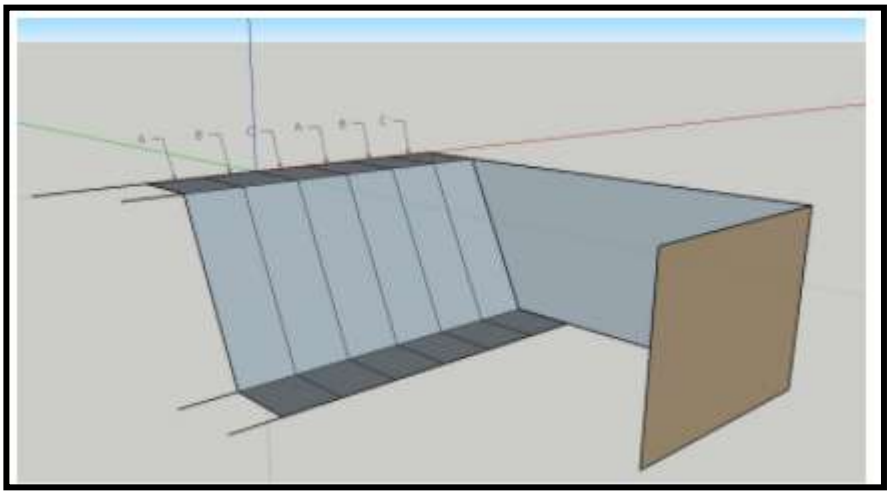


Ilustración 43: Excavación del talud con ángulo recomendado

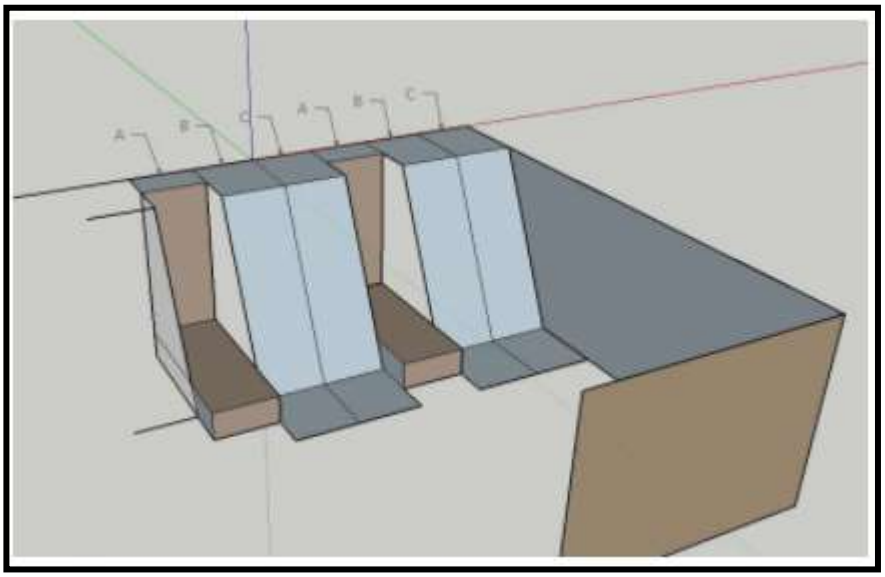
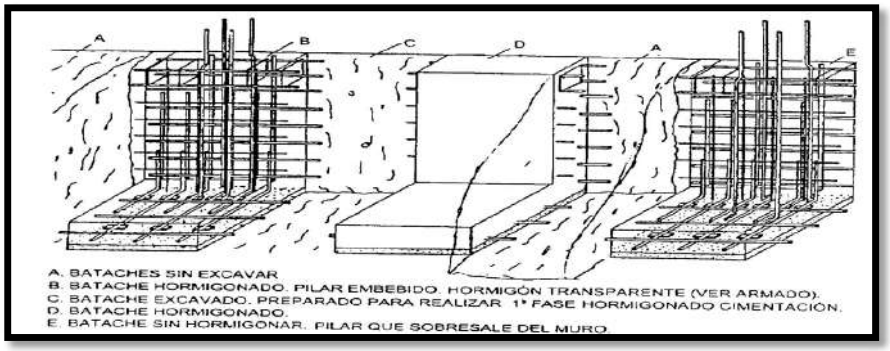


Ilustración 44: Excavación de trincheras.



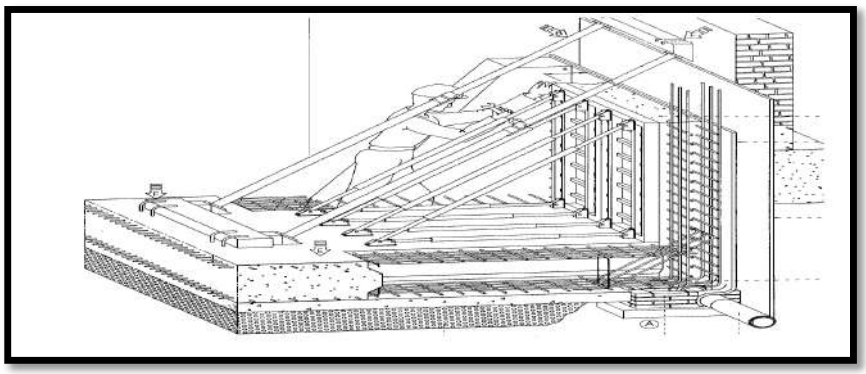


Ilustración 45: *Excavación de trincheras.*

Para mantener la estabilidad de las pantallas es necesario la construcción de vigas perimetrales y vigas puntales, así como también emplear un sistema de apuntalamiento temporal, como el que se muestra a continuación

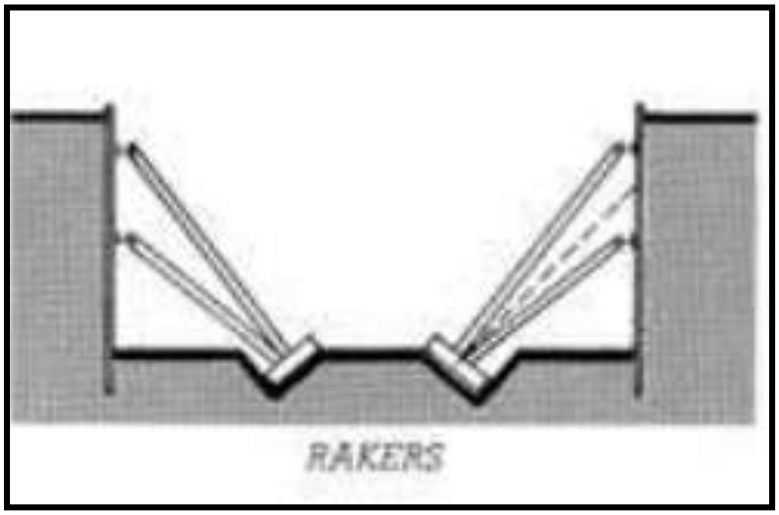


Ilustración 46: Apuntalamiento temporal muro de sótano**.**

El ancho de cada trinchera debe ser entre 2 y 3 metros, dependiendo de la formaleta empleada para fundir los muros, es importante en esta etapa el acompañamiento geotécnico para verificar las condiciones de estabilidad.

Las excavaciones no deben permanecer por mucho tiempo a la intemperie, los cambios de humedad modifican la consistencia del suelo y el potencial de expansión. Se sugiere realizar un proceso de excavación por etapas de acuerdo con el avance de obra, para mitigar dichos efectos. Durante el proceso de construcción se apovechará los tabiques y muro del tanque para apuntalar las excavaciones en ejecución.

Se sugiere que la secuencia de excavación y construcción del muro se realice desde el borde más externo del tanque y rematar con el muro más cercano a de la edificación, siguiendo la secuencia de excavación presentada

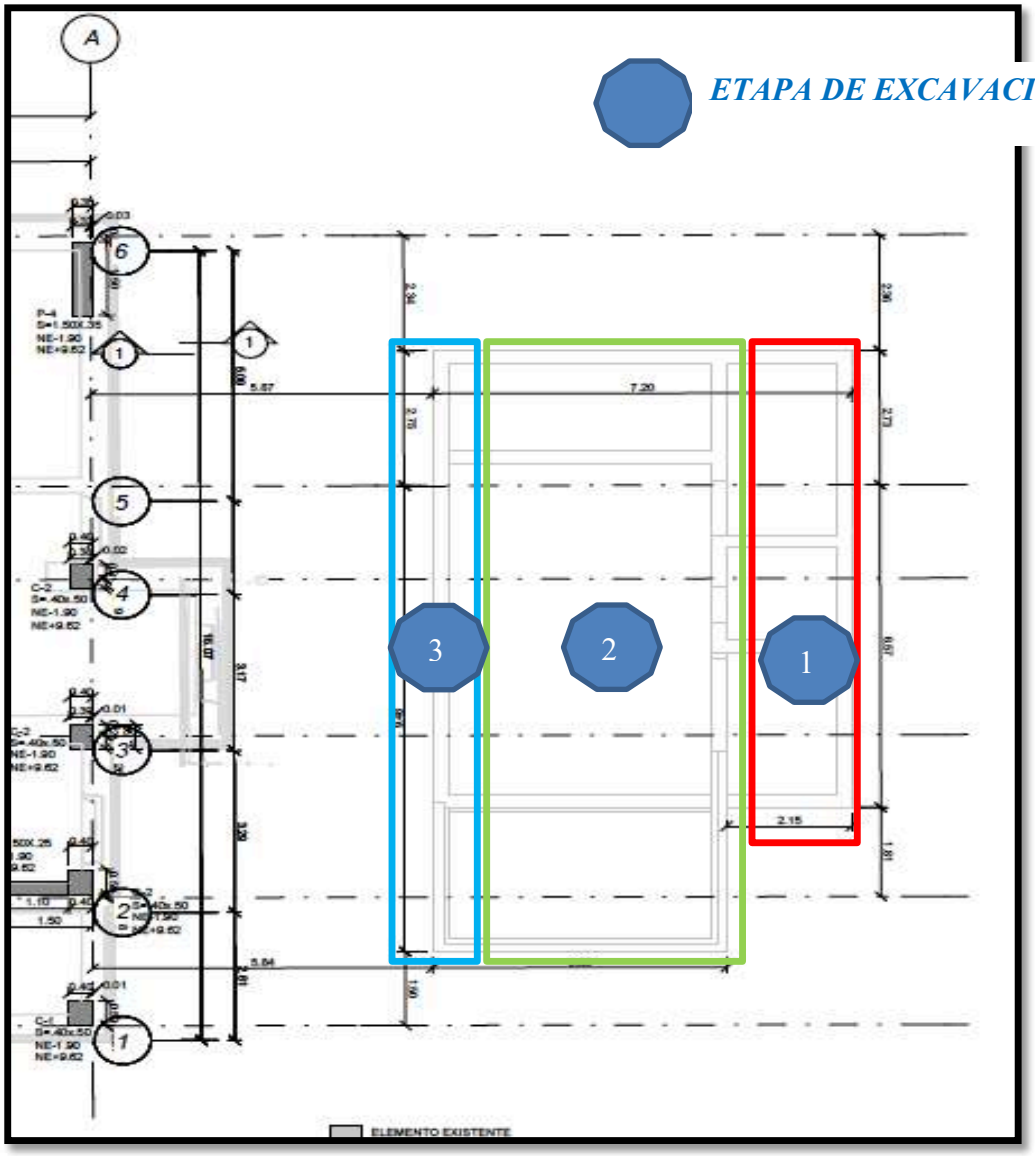


Ilustración 47: Secuencia de excavación

8.4.3 Control de flujo de agua

El proyecto deberá contar con un sistema de disposición y evacuación de aguas eficiente, que evite al máximo la infiltración del agua lluvia al terreno natural y la erosión de este.

Se deberá fijar adecuadamente los niveles de desagüe, accesos, pistas, acequias y otros.

Las juntas de los andenes deberán estar bien selladas e impermeabilizadas. Los andenes y demás deben tener una pendiente tal que las aguas de escorrentía se encausen al sistema de alcantarillado pluvial.

Construir unos drenes perimetrales que intercepten los posibles flujos de aguas sub-superficiales dentro de cada. Se recomienda un dren tipo francés con una profundidad mínima de 1.50 m. El drenaje se construirá al borde exterior de cada anden. Transversalmente al drenaje perimetral se construirán unos drenajes auxiliares que lleguen hasta el borde exterior de la cimentación, que servirán para evacuar las aguas bajo las estructuras.

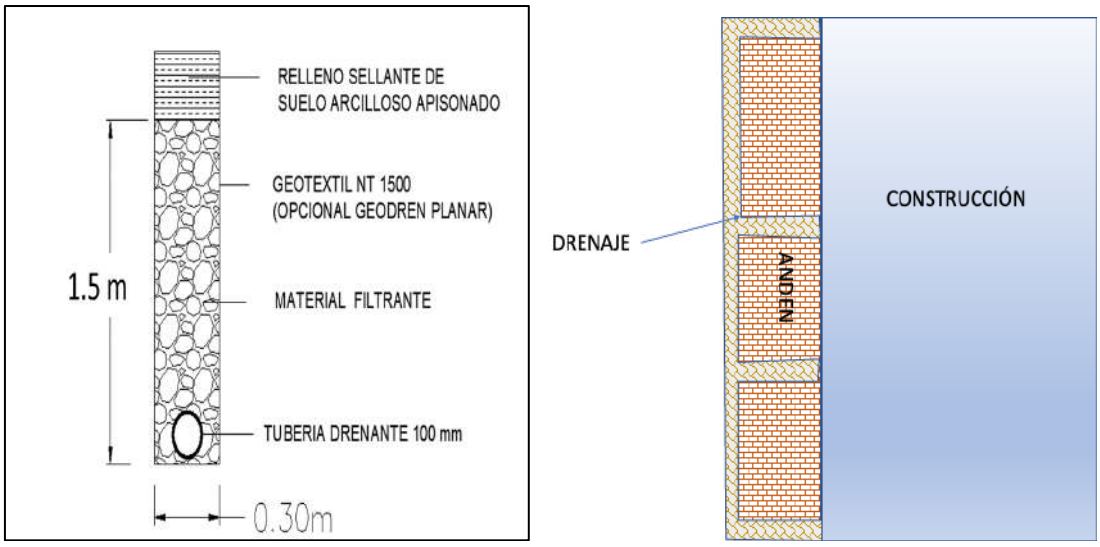


Ilustración 48: *Esquema drenaje recomendado*

Para las excavaciones de los tanques se realizará un pozo de achique donde se evacuen las aguas subsuperficiales

8.5 Después de la construcción

Se espera que en el escenario después de la construcción, las estructuras no superen los asentamientos máximos aquí propuestos ni las presiones de expansión y capacidad portante determinadas, debido a cambios en las estructuras de drenaje o

a la inducción de presiones adicionales que puedan modificar el comportamiento de los materiales, con lo cual se garantiza que la estructura será funcional y segura de acuerdo a los lineamientos de la norma sismo resistente vigente.
Ante cualquier eventualidad o evidencia de ocurrencia de algún fenómeno geotécnico será necesaria la realización de instrumentación y monitoreo de la posible variación de propiedades esfuerzo-deformación de los suelos de apoyo.

8.5.1.1 Influencia del proyecto sobre edificaciones vecinas

Las estructuras no tienen colindancia directa con otras estructuras ya que son independientes entre sí. La alternativa de reforzamiento y recimentación planteada, está pensada para transmitir el esfuerzo al suelo superficial.

9. RECOMENDACIONES GENERALES

- ✓ Es indispensable la supervisión técnica del proyecto, deberán programarse las visitas de campo y revisiones del diseño que sean necesaria. Si dentro de alguna de las etapas del proyecto se encuentra alguna discrepancia de lo aquí expuesto, será necesario realizar una revisión de la propuesta de cimentación.

- ✓ Los resultados y recomendaciones del presente estudio son consecuencia lógica de observaciones y mediciones en campo y laboratorio, las cuales tienen como soporte fundamental la investigación de nueve (9) sitios concretos (y la investigación del suelo de proyectos realizados previamente) del área de las obras e información de estudios previos realizados en la zona, tales resultados muestran un suelo homogéneo. Sin embargo, puede ocurrir que durante las excavaciones para los cimientos se encuentren suelos con propiedades muy diferentes de las anunciadas en el presente informe, para tal situación se recomienda análisis complementario en cada punto en divergencia.

- ✓ El presente informe es válido única y exclusivamente para el área donde se realizó la exploración del suelo y para el alcance del proyecto descrito. Será necesario revalidar el proyecto si:

    - Se realizan excavaciones que estén por debajo del nivel de exploración inicialmente previsto para el proyecto.
    - Se realicen rellenos con materiales y/o de espesores distintos a los recomendados.
    - Se generen modificaciones dentro de las normas de construcción sismo resistente (NSR-10 o posteriores), que afecten el alcance del estudio de suelos.
    - Se realice un proyecto de construcción nuevo y no se decida hacer la rehabilitación de la estructura en estudio.

- ✓ Para supervisión técnica del proyecto y/o retroalimentación que requiera del proyecto y de lo contenido en el presente informe por favor comunicarse al 3108717384 y/o al correo electrónico lopezhnos@lhltda.com, indicando con claridad el nombre del proyecto, cliente, código de estudio – Número registrado en la portada del presente informe precedido por la sigla ES -, breve descripción de la solicitud (dudas, observaciones , cambios y/o visita técnica de supervisión).

Tenga en cuenta que disponemos de medios presenciales y virtuales para la atención de sus inquietudes (Reunión presencial, videoconferencia y/o visita técnica en obra).

LÓPEZ HERMANOS GEOTECNIA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS S.A.S.



Ing. Libardo Adolfo López Ramírez
T.P 1520-2091715

Tunja, 11 de marzo de 2023.

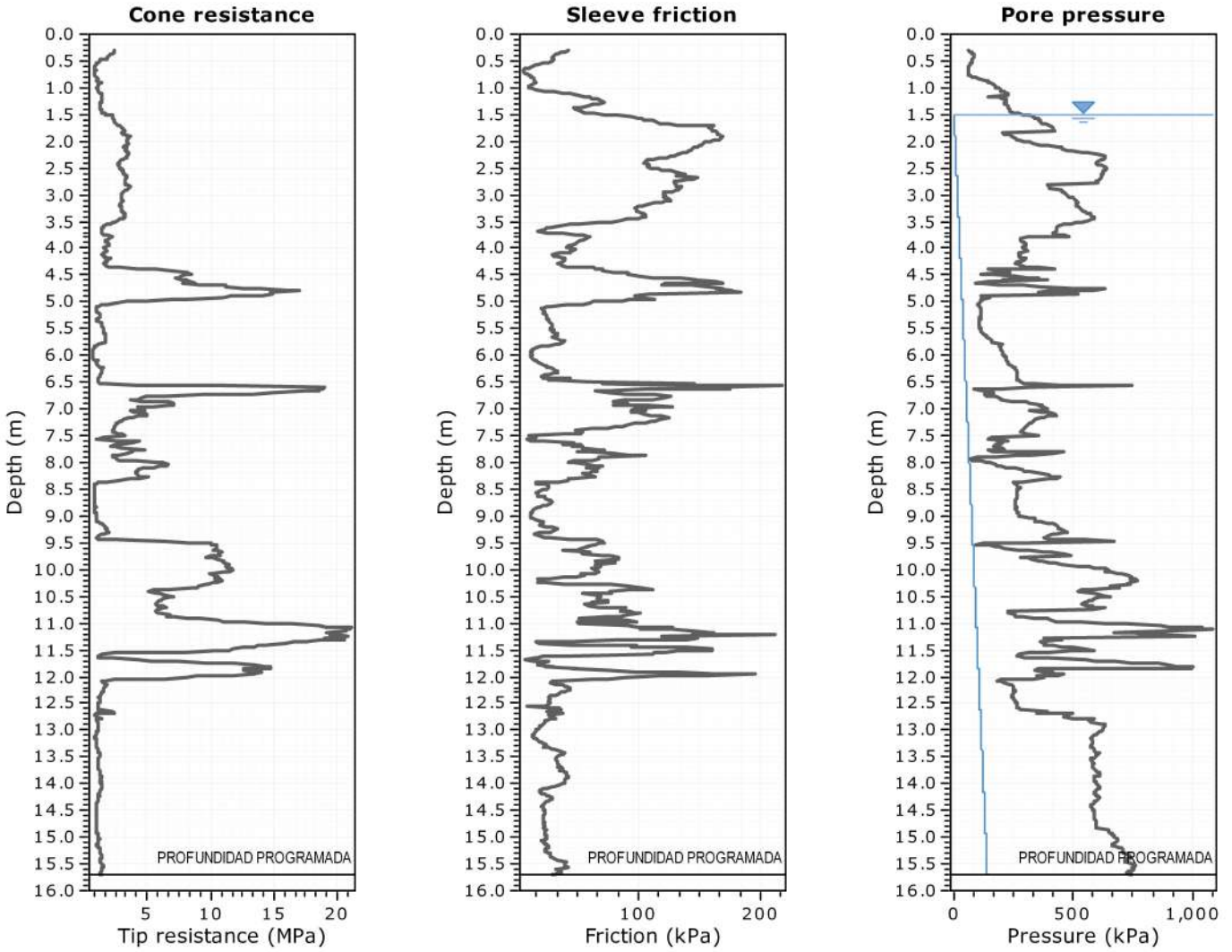
10. ANEXOS

10.1 PERFILES ESTRATIGRÁFICOS Y DE RESISTENCIA

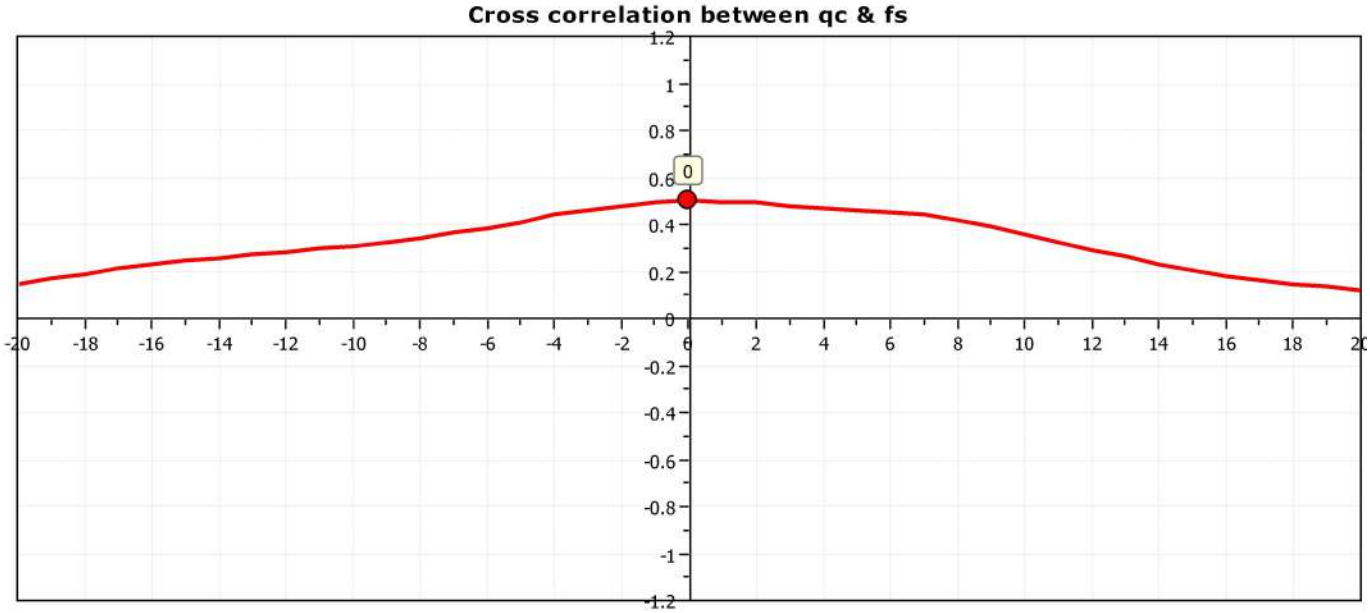
LOPEZ HNOS GEOTÉCNIA & AGUAS SUBTERRÁNEAS S.A.S
AV NORTE 48-57
TUNJA (BOY)
3108717380

CPT: Hoja1
Total depth: 15.71 m, Date: 4/12/2022
Surface Elevation: 2444.00 m
Coords: X:0.00, Y:0.00
Cone Type: 200813
Cone Operator: EDWIN SUAREZ

Project: **COMPLEJO HOSPITALARIO SAN JUAN DE DIOS**
Location: **BOGOTA**



The plot below presents the cross correlation coeficient between the raw qc and fs values (as measured on the field). X axes presents the lag distance (one lag is the distance between two sucessive CPT measurements).

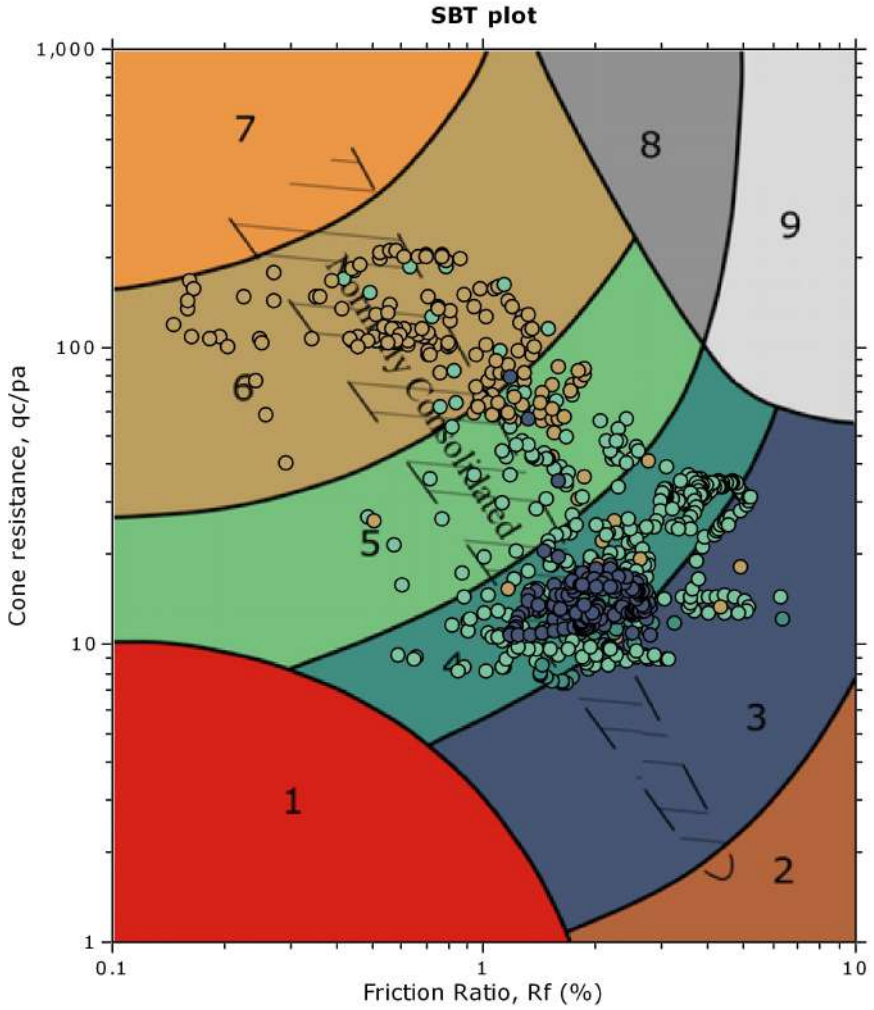


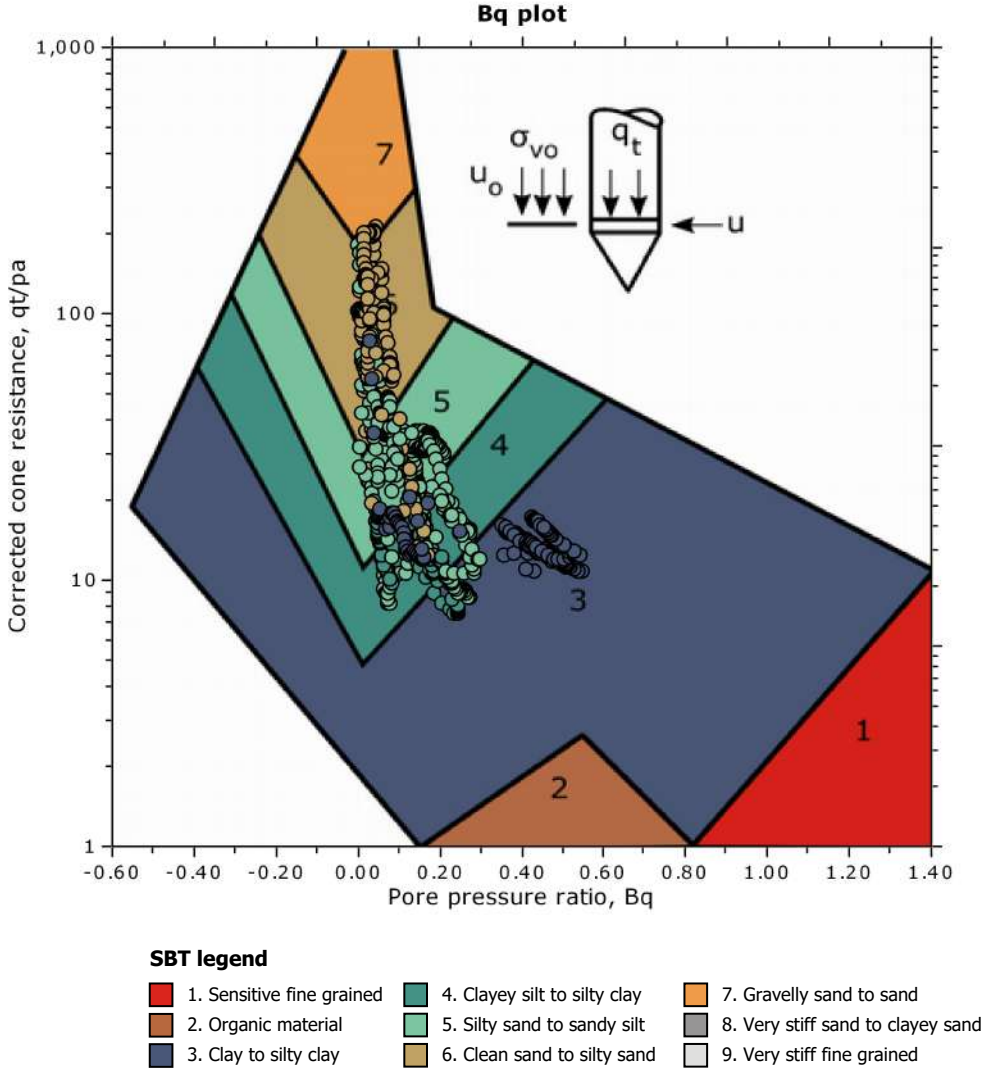
LOPEZ HNOS GEOTÉCNIA & AGUAS SUBTERRÁNEAS S.A.S
AV NORTE 48-57
TUNJA (BOY)
3108717380

CPT: Hoja1
Total depth: 15.71 m, Date: 4/12/2022
Surface Elevation: 2444.00 m
Coords: X:0.00, Y:0.00
Cone Type: 200813
Cone Operator: EDWIN SUAREZ

Project: **COMPLEJO HOSPITALARIO SAN JUAN DE DIOS**
Location: **BOGOTA**

SBT - Bq plots





SBT legend

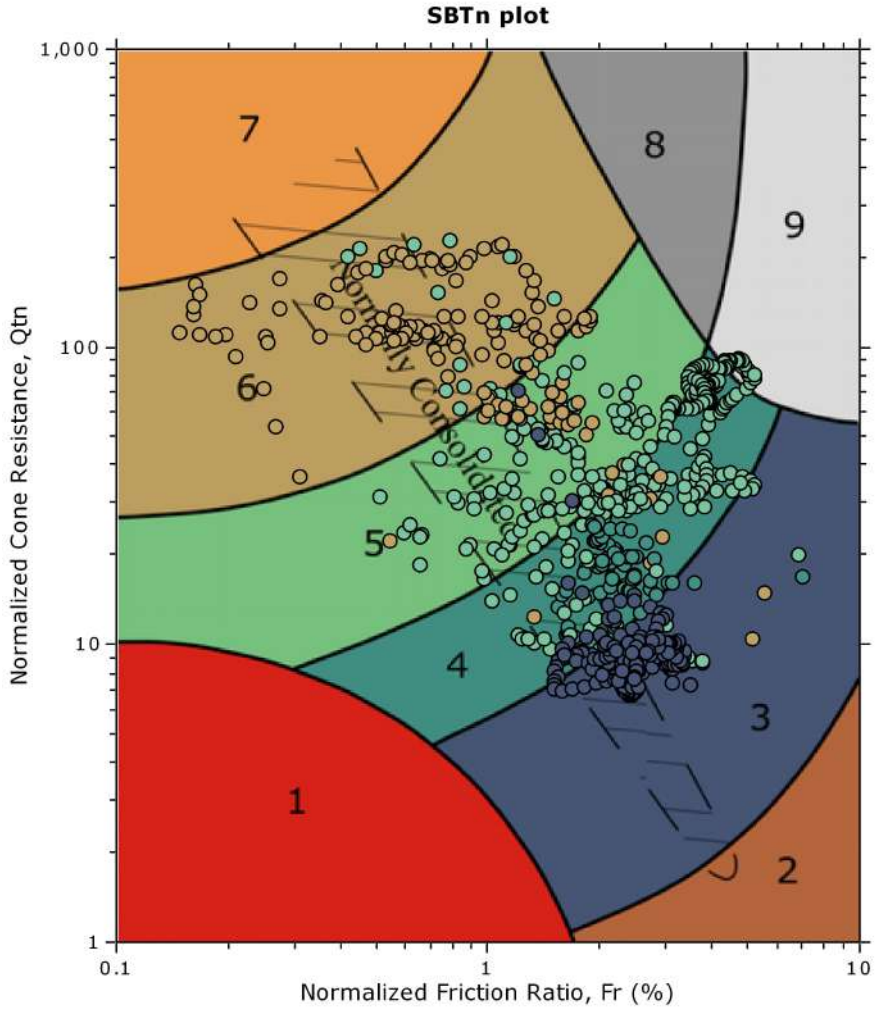
1. Sensitive fine grained	4. Clayey silt to silty clay	7. Gravelly sand to sand
2. Organic material	5. Silty sand to sandy silt	8. Very stiff sand to clayey sand
3. Clay to silty clay	6. Clean sand to silty sand	9. Very stiff fine grained

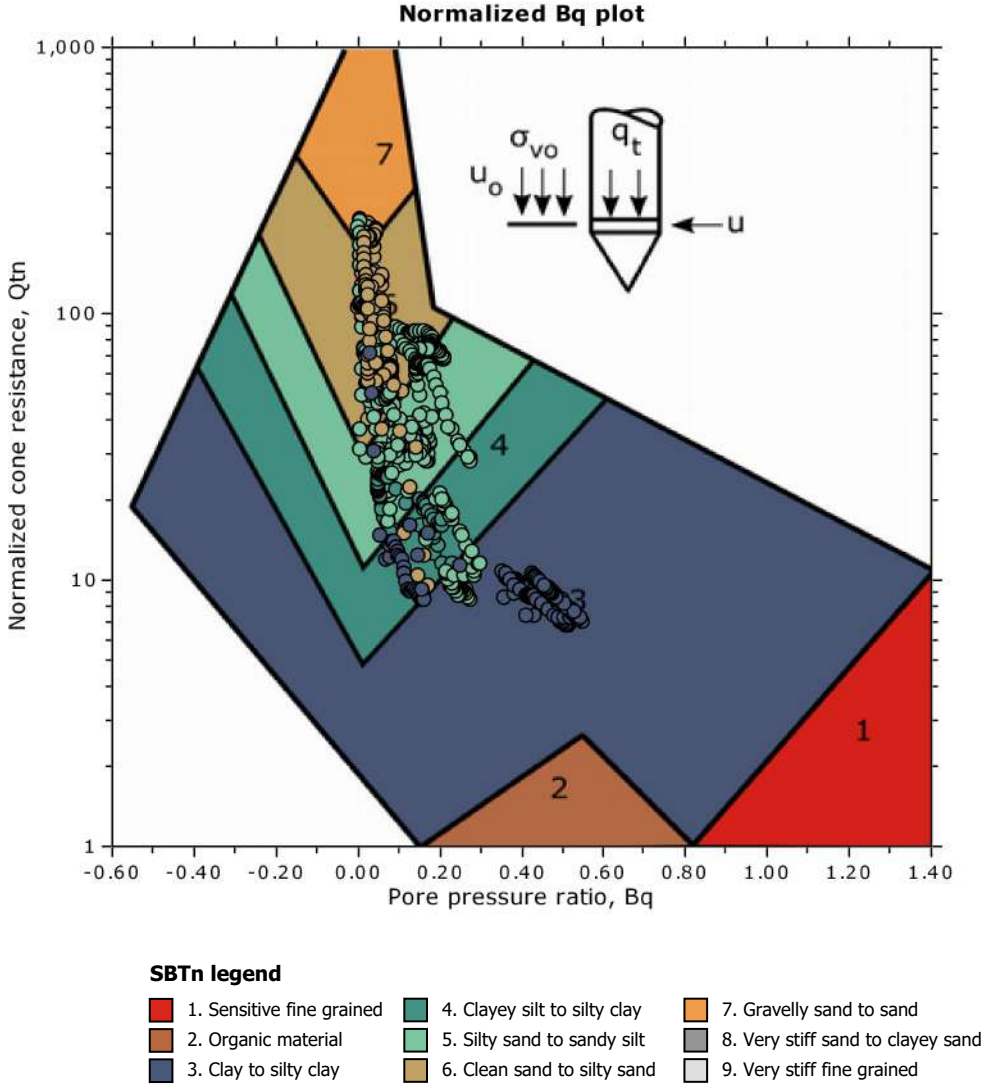
LOPEZ HNOS GEOTÉCNIA & AGUAS SUBTERRÁNEAS S.A.S
AV NORTE 48-57
TUNJA (BOY)
3108717380

CPT: Hoja1
Total depth: 15.71 m, Date: 4/12/2022
Surface Elevation: 2444.00 m
Coords: X:0.00, Y:0.00
Cone Type: 200813
Cone Operator: EDWIN SUAREZ

Project: **COMPLEJO HOSPITALARIO SAN JUAN DE DIOS**
Location: **BOGOTA**

SBT - Bq plots (normalized)





SBTn legend

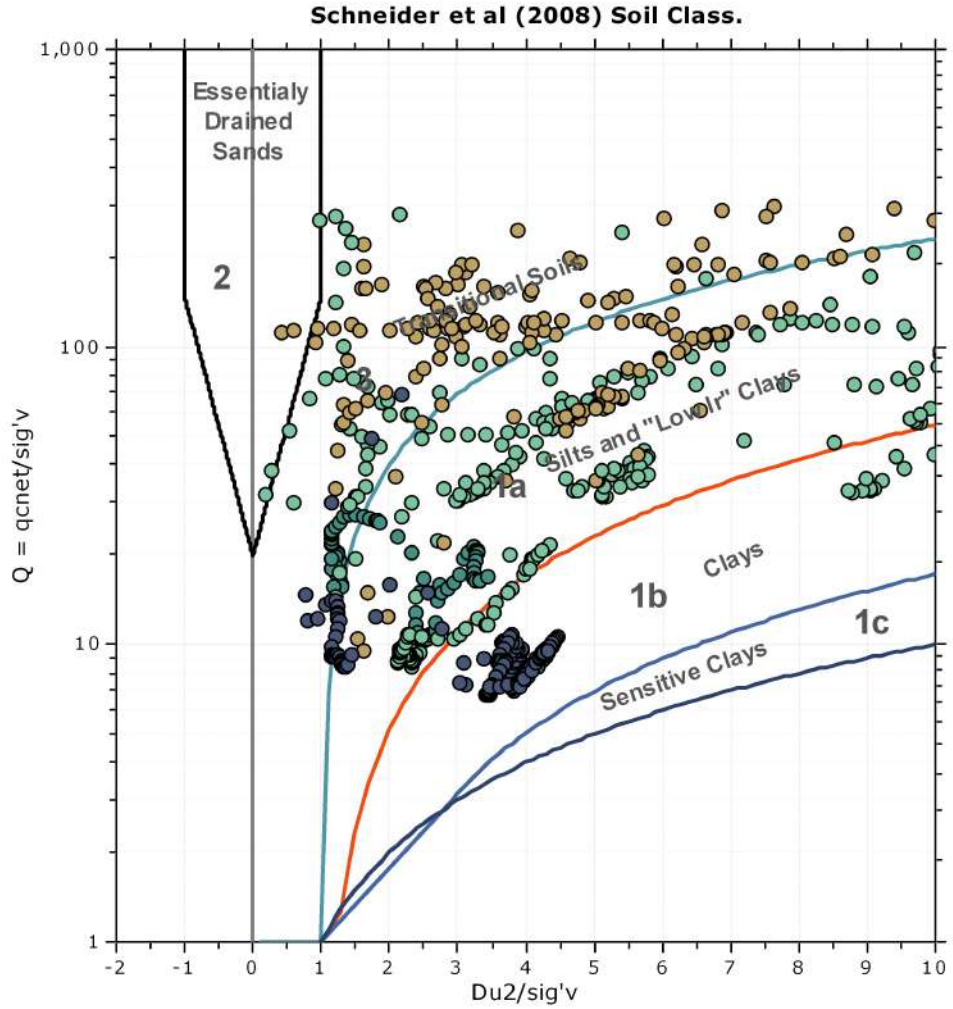
1. Sensitive fine grained	4. Clayey silt to silty clay	7. Gravelly sand to sand
2. Organic material	5. Silty sand to sandy silt	8. Very stiff sand to clayey sand
3. Clay to silty clay	6. Clean sand to silty sand	9. Very stiff fine grained

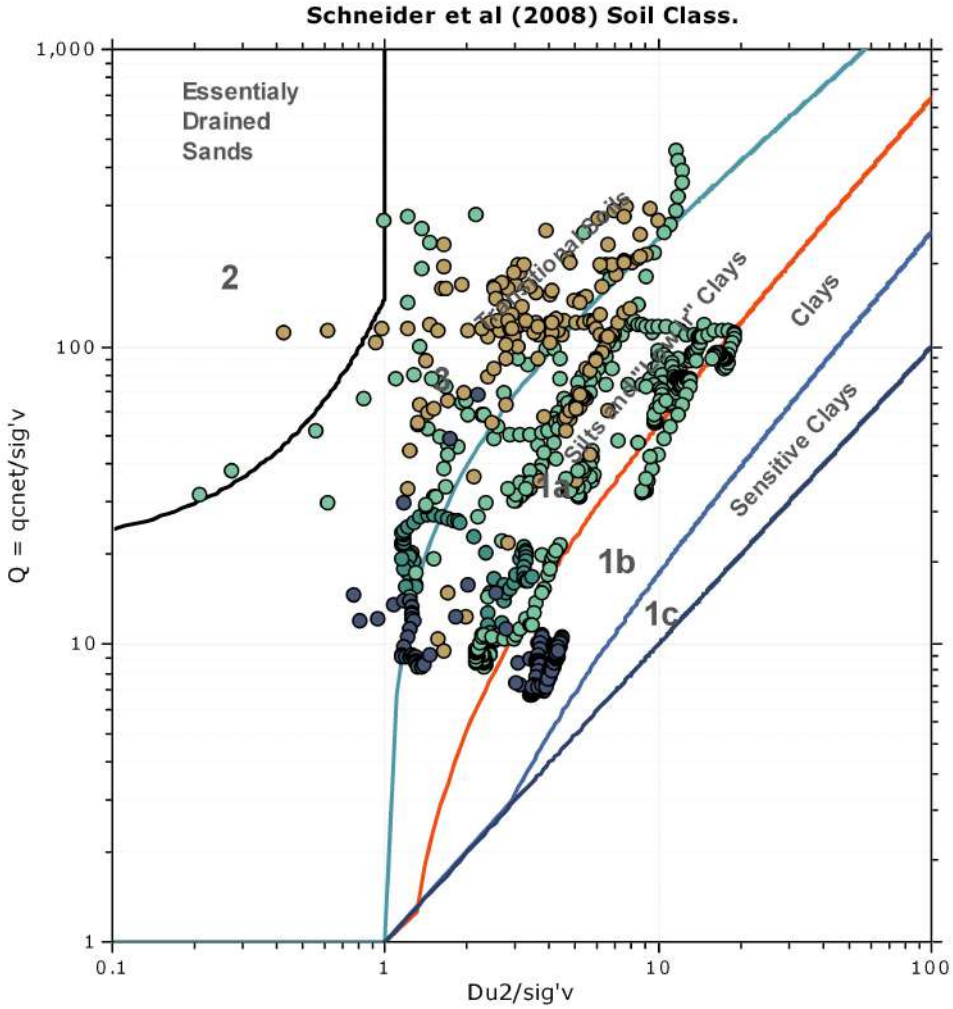
LOPEZ HNOS GEOTÉCNIA & AGUAS SUBTERRÁNEAS S.A.S
AV NORTE 48-57
TUNJA (BOY)
3108717380

CPT: Hoja1
Total depth: 15.71 m, Date: 4/12/2022
Surface Elevation: 2444.00 m
Coords: X:0.00, Y:0.00
Cone Type: 200813
Cone Operator: EDWIN SUAREZ

Project: **COMPLEJO HOSPITALARIO SAN JUAN DE DIOS**
Location: **BOGOTA**

Bq plots (Schneider)

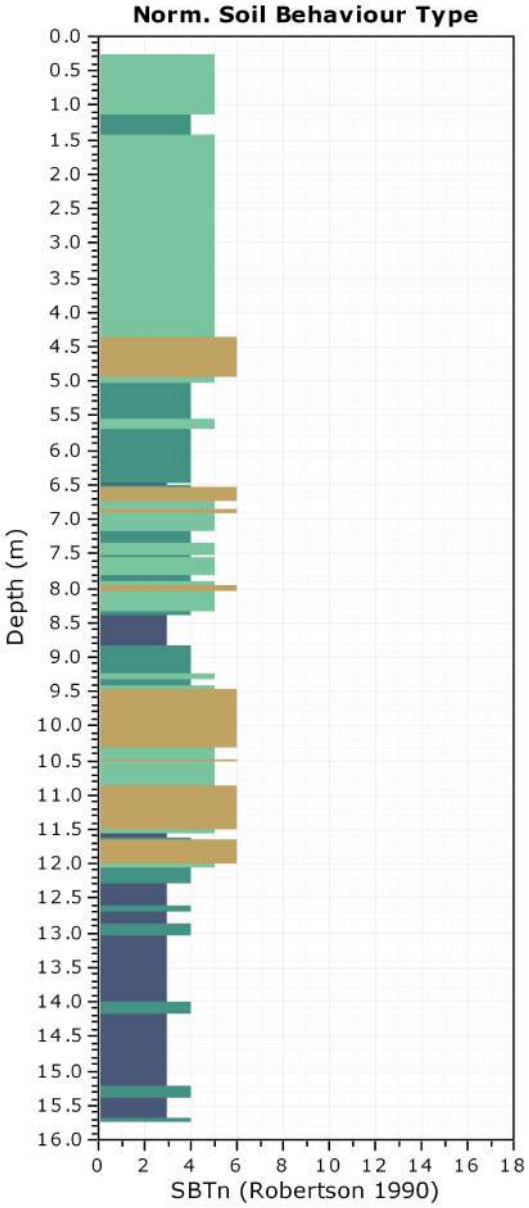


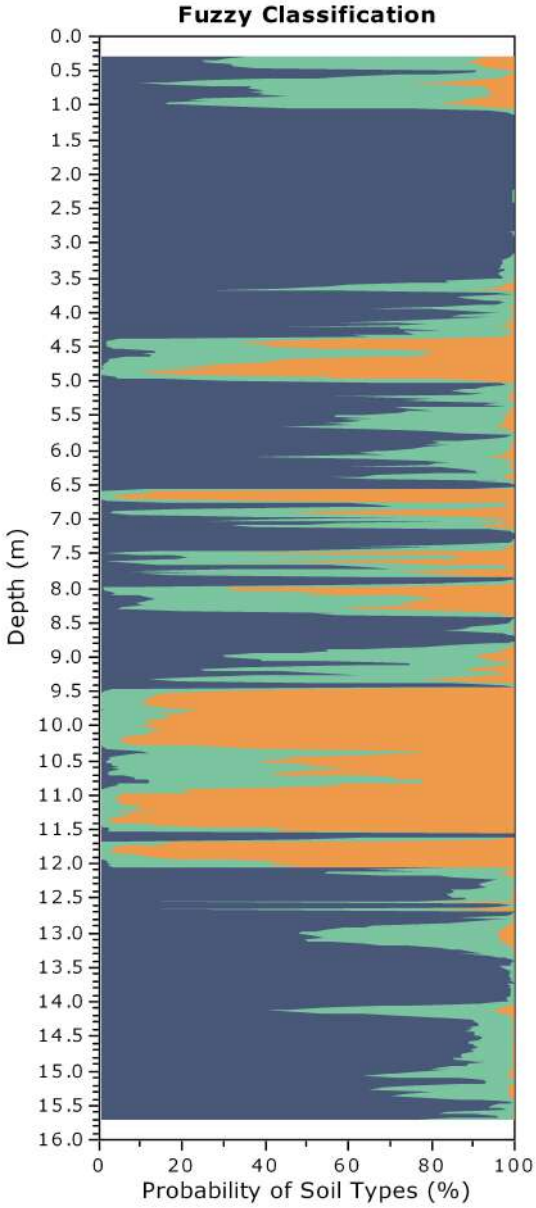


LOPEZ HNOS GEOTÉCNIA & AGUAS SUBTERRÁNEAS S.A.S
AV NORTE 48-57
TUNJA (BOY)
3108717380

CPT: Hoja1
Total depth: 15.71 m, Date: 4/12/2022
Surface Elevation: 2444.00 m
Coords: X:0.00, Y:0.00
Cone Type: 200813
Cone Operator: EDWIN SUAREZ

Project: **COMPLEJO HOSPITALARIO SAN JUAN DE DIOS**
Location: **BOGOTA**



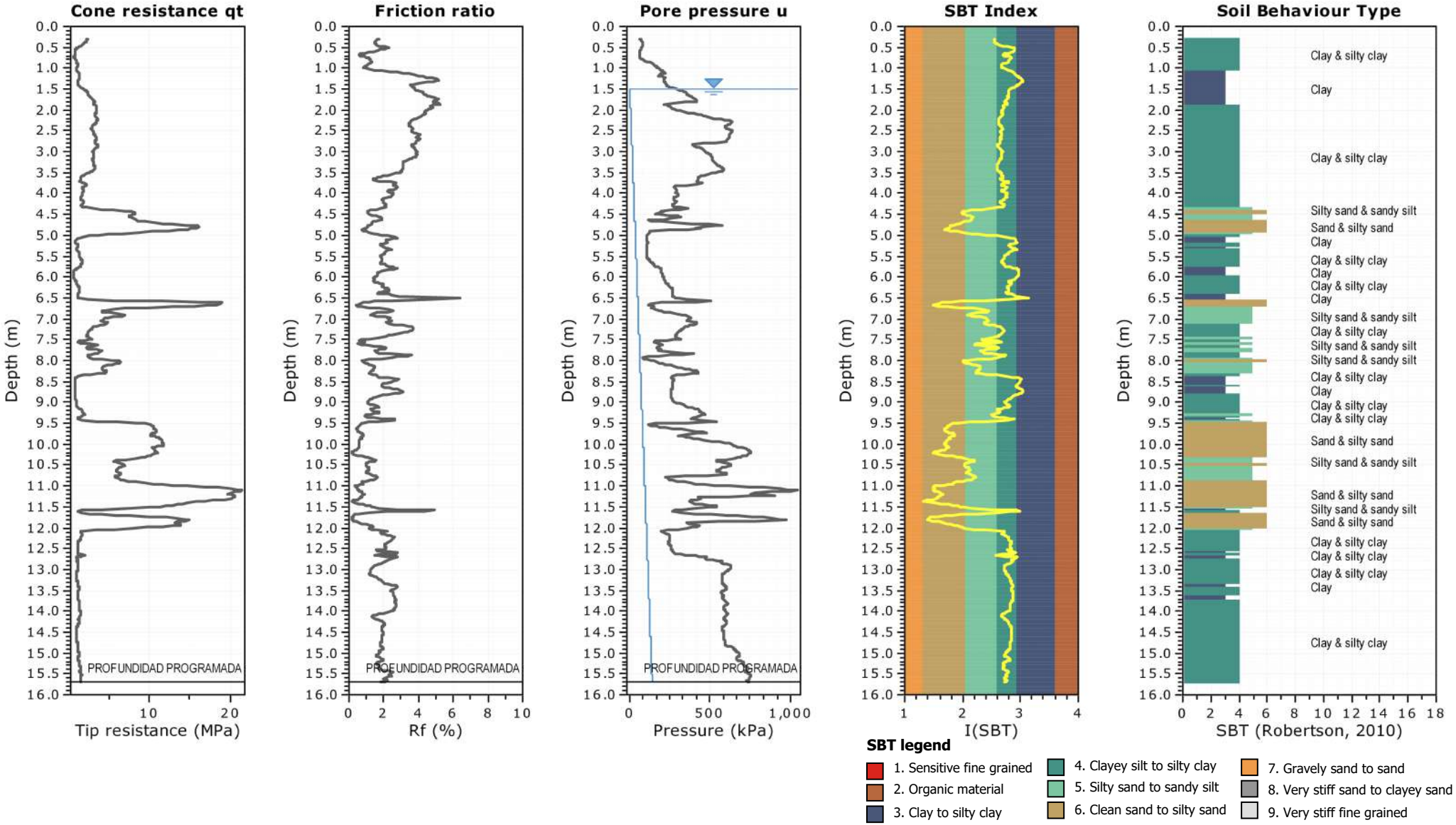


Fuzzy classifiaction legend
- Highly probable clayey soil
- Highly probable mixture soil
- Highly probable sandy soil

LOPEZ HNOS GEOTÉCNIA & AGUAS SUBTERRÁNEAS S.A.S
AV NORTE 48-57
TUNJA (BOY)
3108717380

CPT: Hoja1
Total depth: 15.71 m, Date: 4/12/2022
Surface Elevation: 2444.00 m
Coords: X:0.00, Y:0.00
Cone Type: 200813
Cone Operator: EDWIN SUAREZ

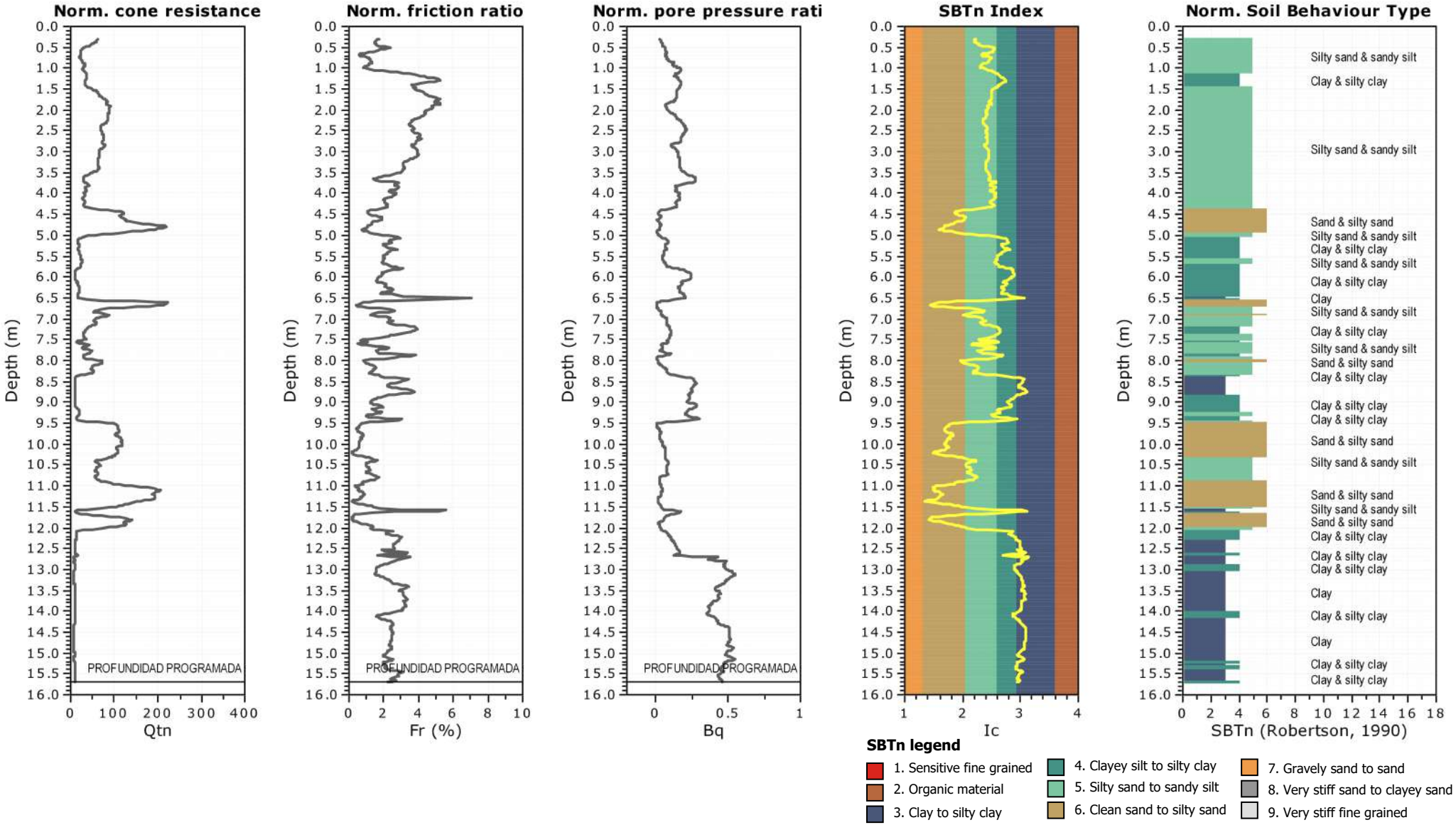
Project: **COMPLEJO HOSPITALARIO SAN JUAN DE DIOS**
Location: **BOGOTA**



LOPEZ HNOS GEOTECNIA & AGUAS SUBTERRÁNEAS S.A.S
AV NORTE 48-57
TUNJA (BOY)
3108717380

CPT: Hoja1
Total depth: 15.71 m, Date: 4/12/2022
Surface Elevation: 2444.00 m
Coords: X:0.00, Y:0.00
Cone Type: 200813
Cone Operator: EDWIN SUAREZ

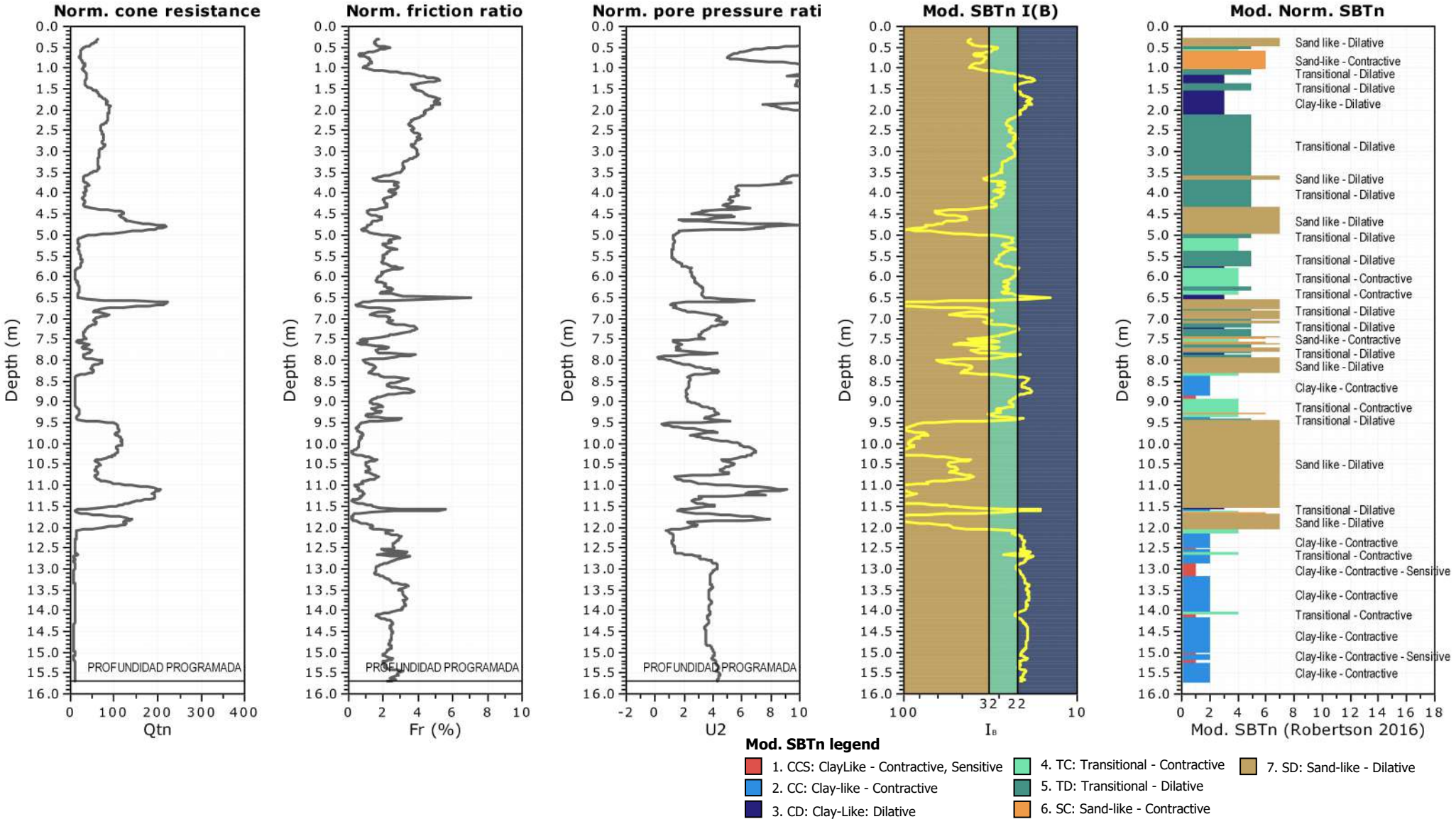
Project: COMPLEJO HOSPITALARIO SAN JUAN DE DIOS
Location: BOGOTA



LOPEZ HNOS GEOTÉCNIA & AGUAS SUBTERRÁNEAS S.A.S
AV NORTE 48-57
TUNJA (BOY)
3108717380

CPT: Hoja1
Total depth: 15.71 m, Date: 4/12/2022
Surface Elevation: 2444.00 m
Coords: X:0.00, Y:0.00
Cone Type: 200813
Cone Operator: EDWIN SUAREZ

Project: **COMPLEJO HOSPITALARIO SAN JUAN DE DIOS**
Location: **BOGOTA**

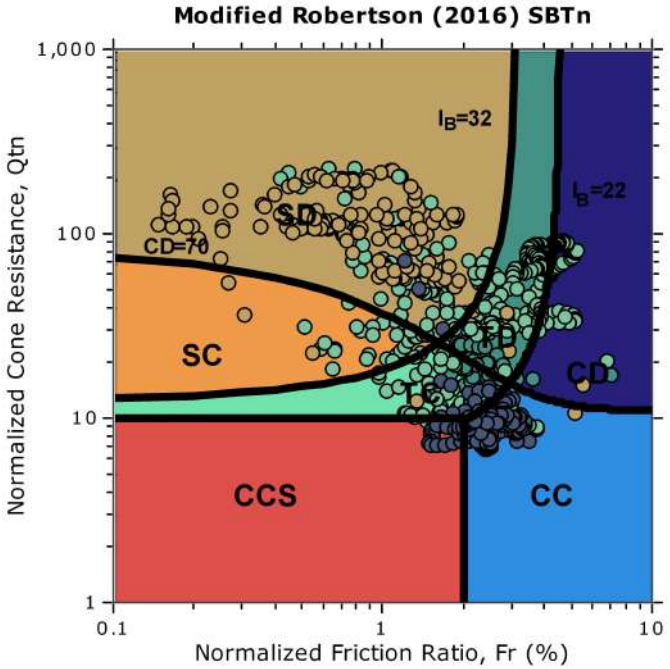


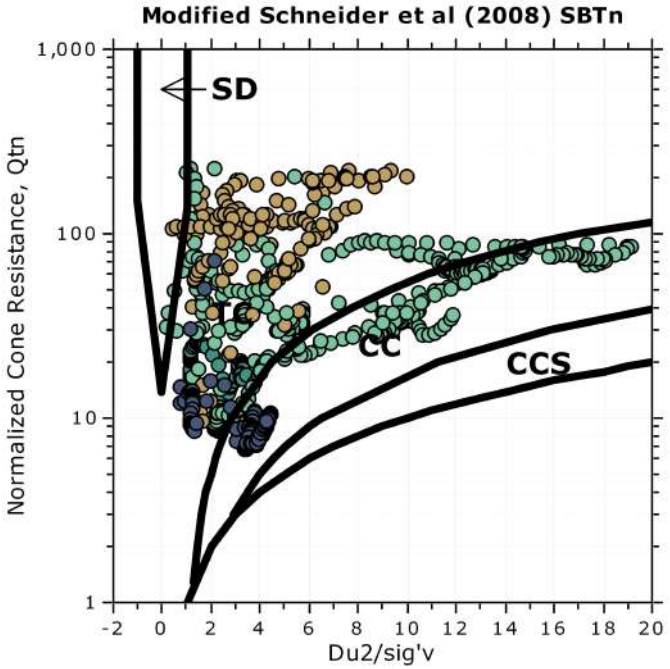
LOPEZ HNOS GEOTÉCNIA & AGUAS SUBTERRÁNEAS S.A.S
AV NORTE 48-57
TUNJA (BOY)
3108717380

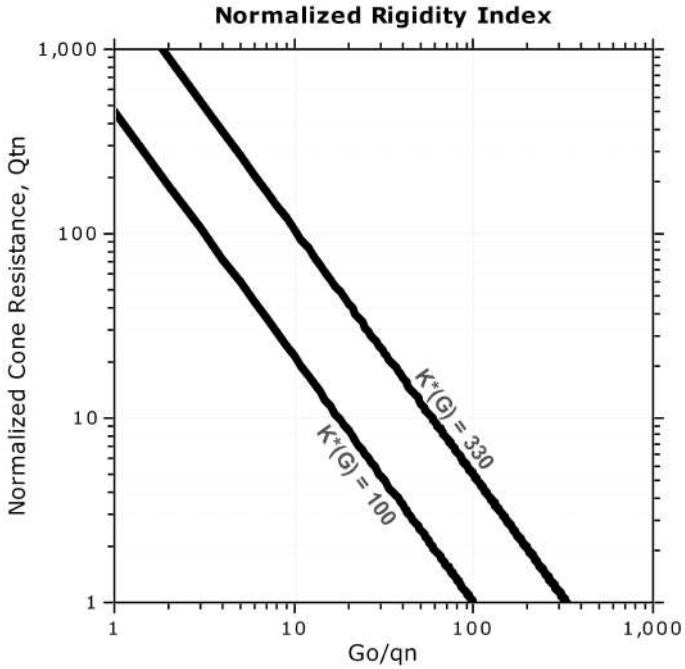
CPT: Hoja1
Total depth: 15.71 m, Date: 4/12/2022
Surface Elevation: 2444.00 m
Coords: X:0.00, Y:0.00
Cone Type: 200813
Cone Operator: EDWIN SUAREZ

Project: **COMPLEJO HOSPITALARIO SAN JUAN DE DIOS**
Location: **BOGOTA**

Updated SBTn plots







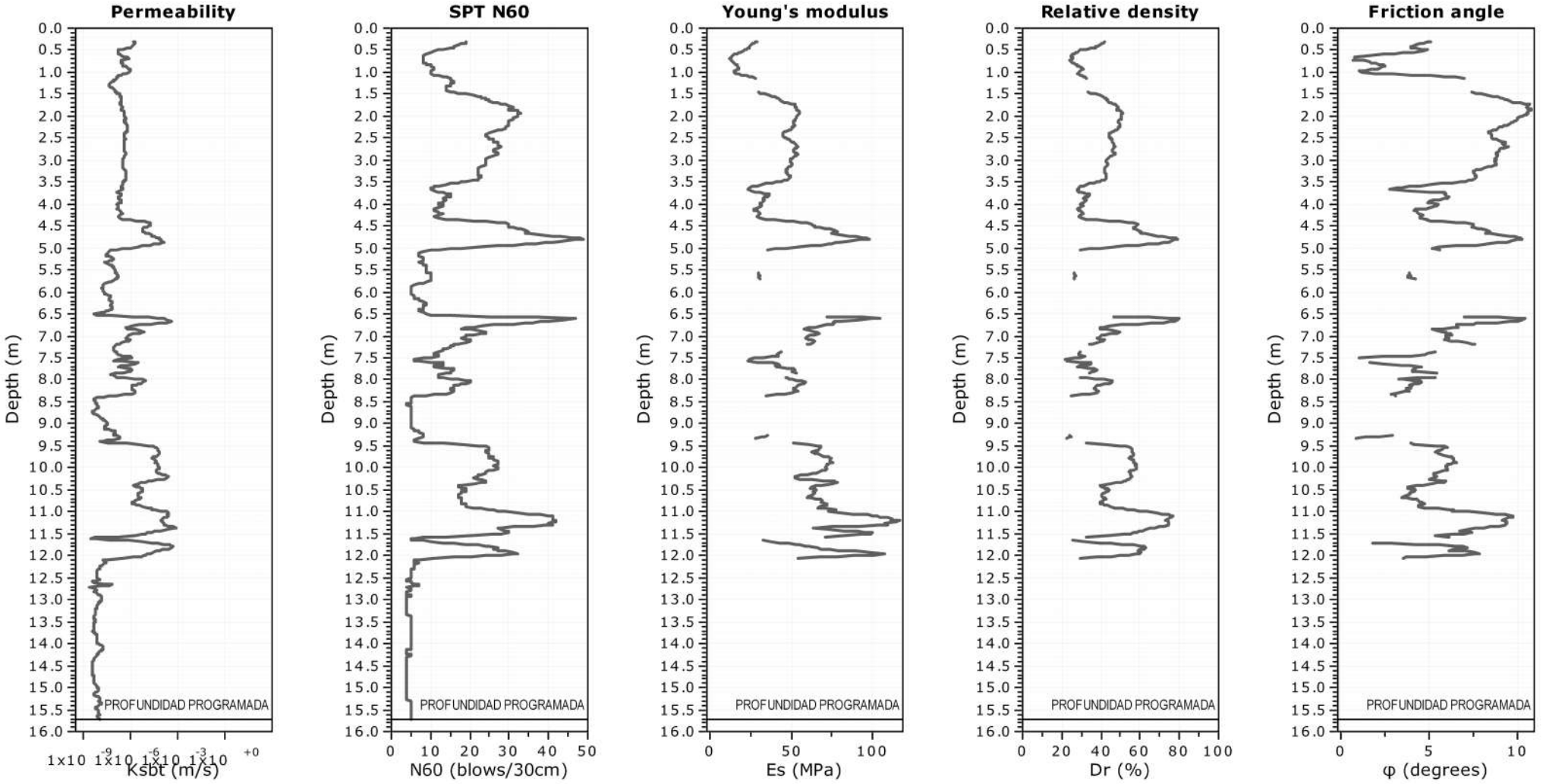
CCS: Clay-like - Contractive - Sensitive
CC: Clay-like - Contractive
CD: Clay-like - Dilative
TC: Transitional - Contractive
TD: Transitional - Dilative
SC: Sand-like - Contractive
SD: Sand-like - Dilative

K(G) > 330: Soils with significant microstructure (e.g. age/cementation)

LOPEZ HNOS GEOTÉCNIA & AGUAS SUBTERRÁNEAS S.A.S
AV NORTE 48-57
TUNJA (BOY)
3108717380

CPT: Hoja1
Total depth: 15.71 m, Date: 4/12/2022
Surface Elevation: 2444.00 m
Coords: X:0.00, Y:0.00
Cone Type: 200813
Cone Operator: EDWIN SUAREZ

Project: **COMPLEJO HOSPITALARIO SAN JUAN DE DIOS**
Location: **BOGOTA**



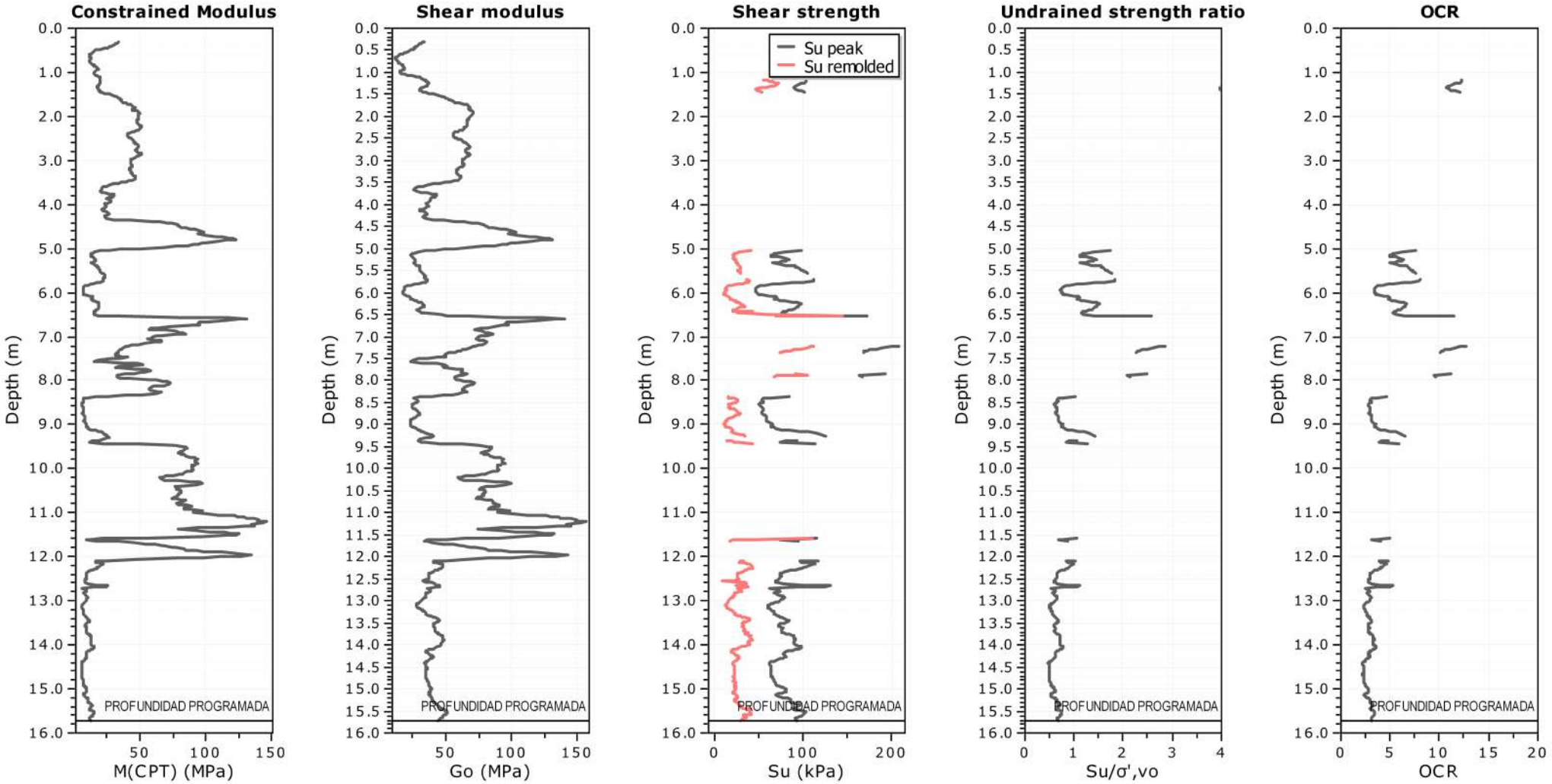
Calculation parameters

Permeability: Based on SBT_n
SPT N_{60}: Based on I_c and q_t
Young's modulus: Based on variable alpha using I_c (Robertson, 2009)
Relative density constant, C_{Dr}: 350.0
Phi: Based on Kulhawy & Mayne (1990)

LOPEZ HNOS GEOTÉCNIA & AGUAS SUBTERRÁNEAS S.A.S
AV NORTE 48-57
TUNJA (BOY)
3108717380

CPT: Hoja1
Total depth: 15.71 m, Date: 4/12/2022
Surface Elevation: 2444.00 m
Coords: X:0.00, Y:0.00
Cone Type: 200813
Cone Operator: EDWIN SUAREZ

Project: COMPLEJO HOSPITALARIO SAN JUAN DE DIOS
Location: BOGOTA



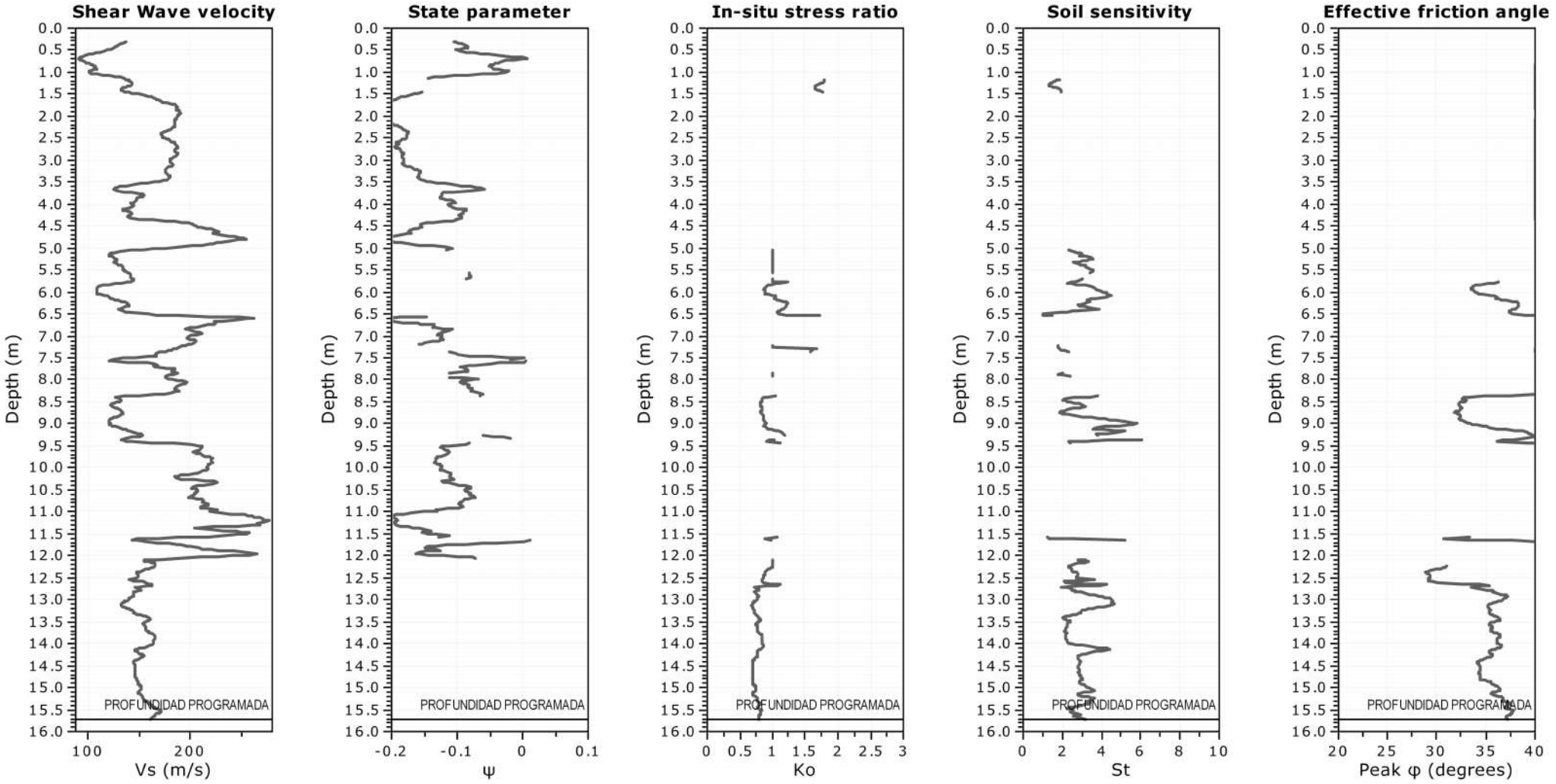
Calculation parameters

Constrained modulus: Based on variable alpha using I_c and Q_{tn} (Robertson, 2009)
Go: Based on variable alpha using I_c (Robertson, 2009)
Undrained shear strength cone factor for clays, N_{kt}: 14
OCR factor for clays, N_{kt}: 0.33
Flat Dilatometer Test data

LOPEZ HNOS GEOTÉCNIA & AGUAS SUBTERRÁNEAS S.A.S
AV NORTE 48-57
TUNJA (BOY)
3108717380

CPT: Hoja1
Total depth: 15.71 m, Date: 4/12/2022
Surface Elevation: 2444.00 m
Coords: X:0.00, Y:0.00
Cone Type: 200813
Cone Operator: EDWIN SUAREZ

Project: **COMPLEJO HOSPITALARIO SAN JUAN DE DIOS**
Location: **BOGOTA**



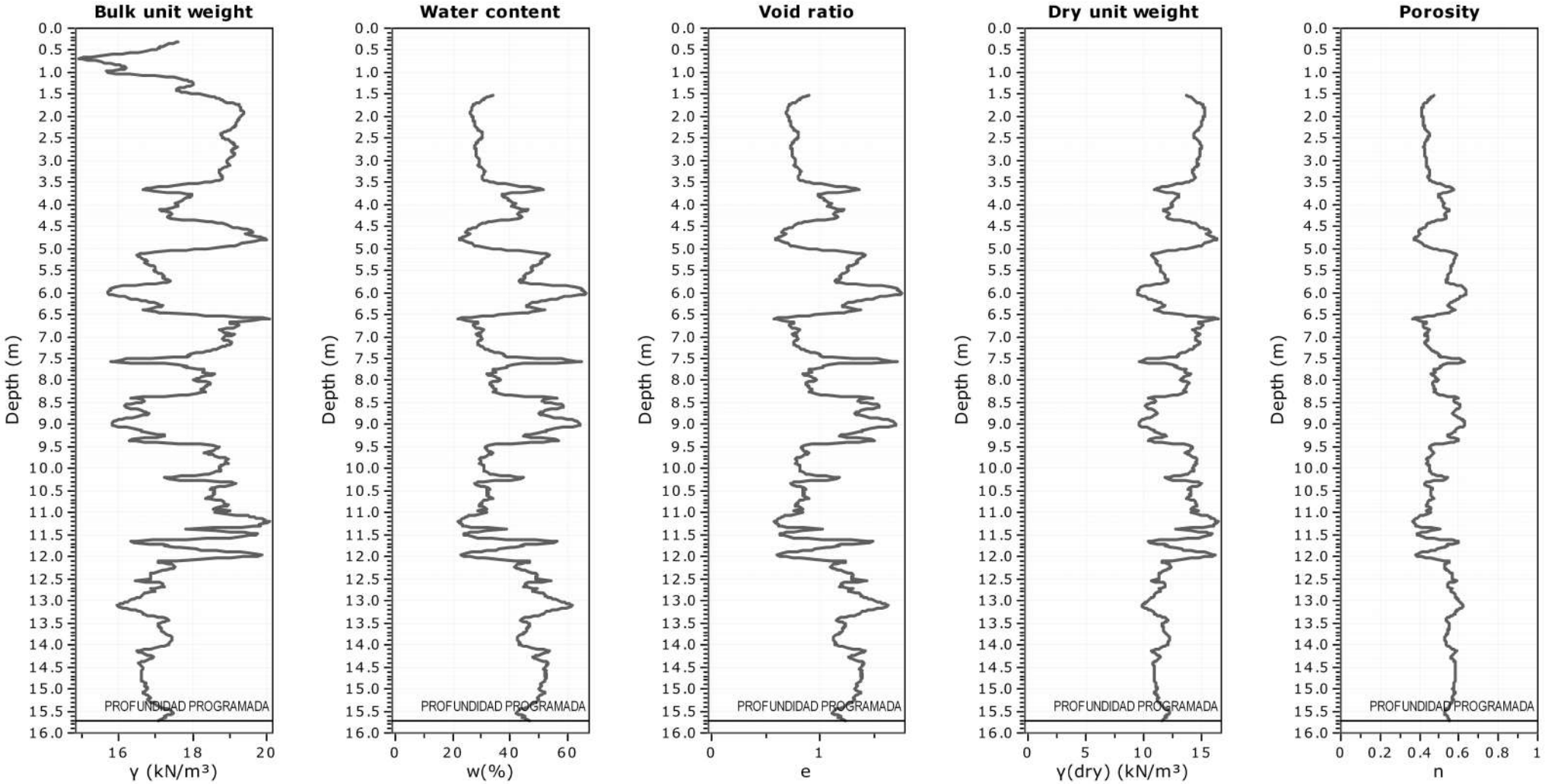
Calculation parameters

Soil Sensitivity factor, N_S: 7.00

LOPEZ HNOS GEOTÉCNIA & AGUAS SUBTERRÁNEAS S.A.S
AV NORTE 48-57
TUNJA (BOY)
3108717380

CPT: Hoja1
Total depth: 15.71 m, Date: 4/12/2022
Surface Elevation: 2444.00 m
Coords: X:0.00, Y:0.00
Cone Type: 200813
Cone Operator: EDWIN SUAREZ

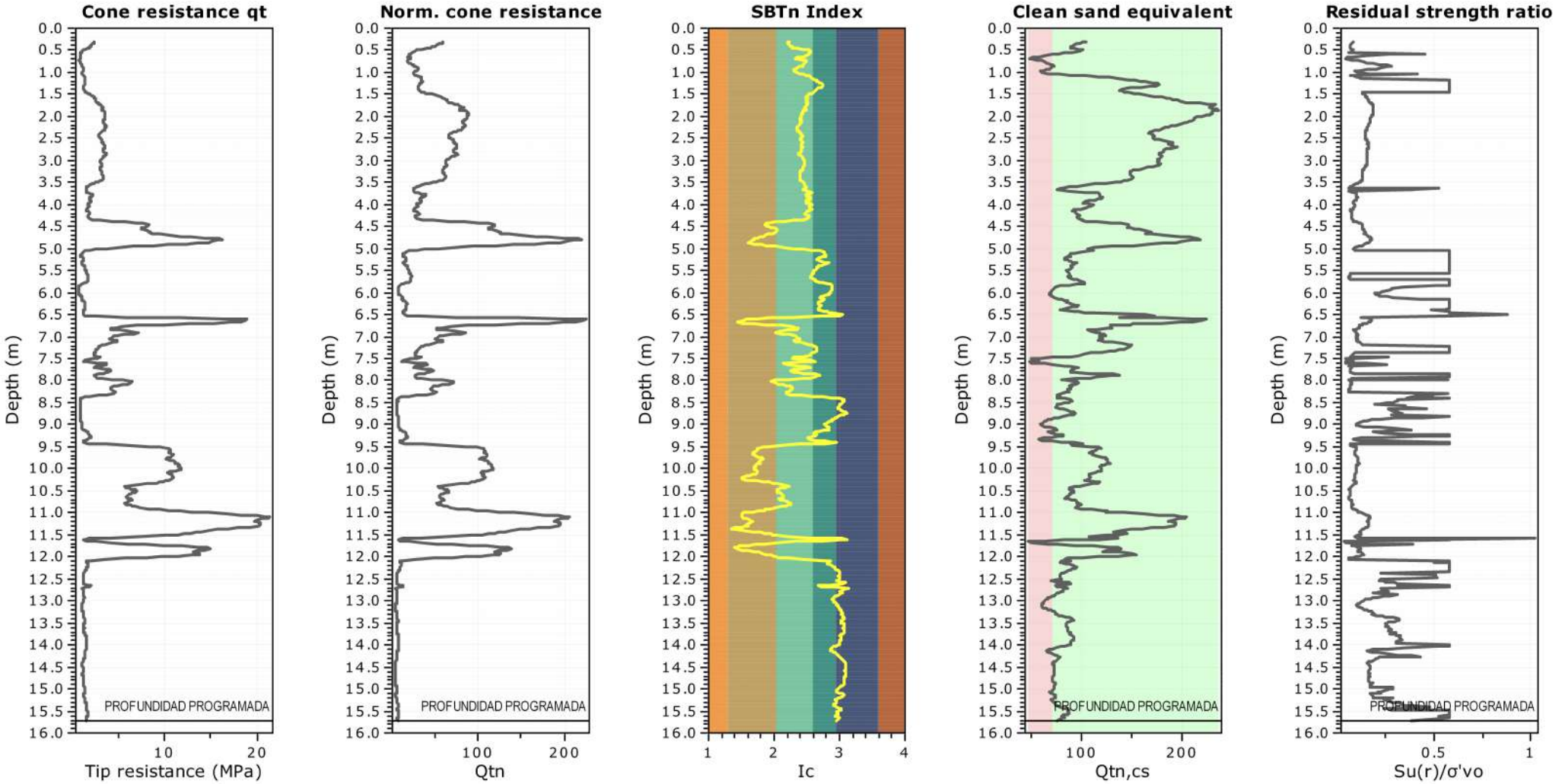
Project: **COMPLEJO HOSPITALARIO SAN JUAN DE DIOS**
Location: **BOGOTA**



LOPEZ HNOS GEOTÉCNIA & AGUAS SUBTERRÁNEAS S.A.S
AV NORTE 48-57
TUNJA (BOY)
3108717380

CPT: Hoja1
Total depth: 15.71 m, Date: 4/12/2022
Surface Elevation: 2444.00 m
Coords: X:0.00, Y:0.00
Cone Type: 200813
Cone Operator: EDWIN SUAREZ

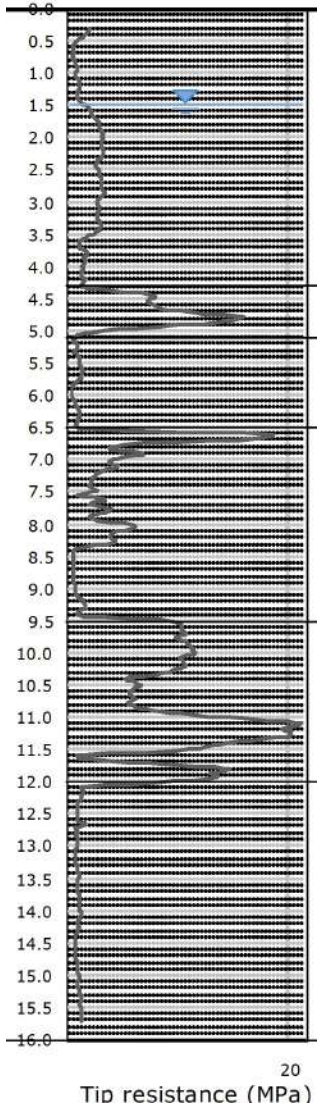
Project: **COMPLEJO HOSPITALARIO SAN JUAN DE DIOS**
Location: **BOGOTA**

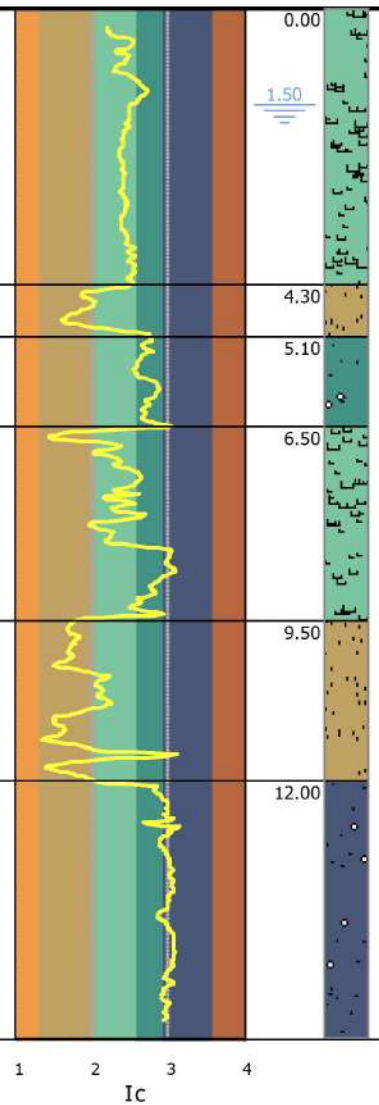


LOPEZ HNOS GEOTÉCNIA & AGUAS SUBTERRÁNEAS S.A.S
AV NORTE 48-57
TUNJA (BOY)
3108717380

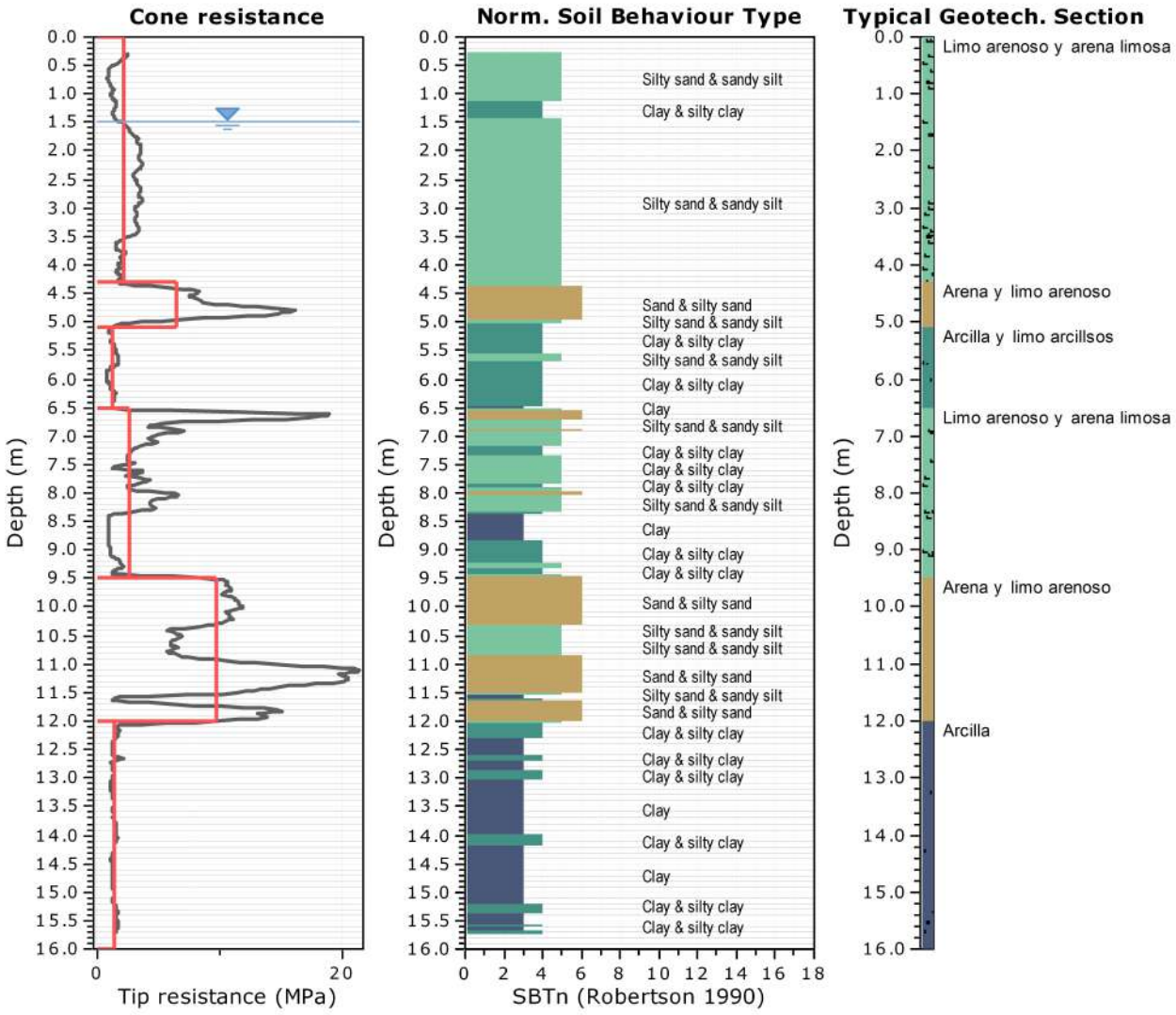
CPT: Hoja1
Total depth: 15.71 m, Date: 4/12/2022
Surface Elevation: 2444.00 m
Coords: X:0.00, Y:0.00
Cone Type: 200813
Cone Operator: EDWIN SUAREZ

Project: **COMPLEJO HOSPITALARIO SAN JUAN DE DIOS**
Location: **BOGOTA**





Description	qt (MPa)	Ksbt (m/s)	N1(60)	Es (MPa)	Dr	Phi (°)	M (MPa)	Go (MPa)	Su (kPa)	Su ratio	OCR	Gamma (kN/m³)
Limo arenoso y arena limosa	2.2	2.94E-7	17.8	35.1	37.7	6.0	29.8	41.7	-	-	-	18.0
Arena y limo arenoso	6.4	5.54E-6	26.3	63.6	55.1	7.3	66.7	75.5	-	-	-	18.9
Arcilla y limo arcillsos	1.2	4.44E-8	7.5	-	-	-	14.6	28.0	74.9	1.2	5.4	16.7
Limo arenoso y arena limosa	2.6	2.17E-7	11.1	52.5	38.5	4.5	28.9	48.7	-	-	-	17.7
Arena y limo arenoso	9.7	2.12E-5	23.2	72.3	53.5	5.8	84.6	88.7	-	-	-	18.7
Arcilla	1.4	7.91E-9	4.7	-	-	-	10.1	40.6	78.9	0.6	2.9	16.9



Tabular results

.:: Layer No: 1 ::.

Code: Capa 1 **Start depth:** 0.00 (m), **End depth:** 4.30 (m)

Description: Limo arenoso y arena limosa

Basic results	Estimation results	
Total cone resistance: 2.17 ±0.95 MPa	Permeability: 2.94E-07 ±2.91E-07 m/s	Constrained Mod.: 29.83 ±13.19 MPa
Sleeve friction: 60.42 ±54.05 kPa	$N_{1(60)}$: 17.83 ±7.66 blows	Go: 41.66 ±18.89 MPa
Ic: 2.46 ±0.10	Es: 35.06 ±13.83 MPa	Su: 0.00 ±0.00 kPa
SBT_n: 5	Dr (%): 37.68 ±8.28	Su ratio: 0.00 ±0.00
SBTn description: Silty sand & sandy silt	φ (degrees): 6.01 ±2.85 °	O.C.R.: 0.00 ±0.00
	Unit weight: 18.01 ±1.16 kN/m³	

.:: Layer No: 2 ::.

Code: Capa 2 **Start depth:** 4.30 (m), **End depth:** 5.10 (m)

Description: Arena y limo arenoso

Basic results	Estimation results	
Total cone resistance: 6.37 ±4.80 MPa	Permeability: 5.54E-06 ±3.49E-05 m/s	Constrained Mod.: 66.67 ±33.24 MPa
Sleeve friction: 90.37 ±47.14 kPa	$N_{1(60)}$: 26.28 ±12.17 blows	Go: 75.45 ±30.32 MPa
Ic: 2.02 ±0.33	Es: 63.57 ±19.10 MPa	Su: 0.00 ±0.00 kPa
SBT_n: 6	Dr (%): 55.09 ±14.58	Su ratio: 0.00 ±0.00
SBTn description: Sand & silty sand	φ (degrees): 7.31 ±1.77 °	O.C.R.: 0.00 ±0.00
	Unit weight: 18.89 ±0.88 kN/m³	

.:: Layer No: 3 ::.

Code: Capa 3 **Start depth:** 5.10 (m), **End depth:** 6.50 (m)

Description: Arcilla y limo arcillsos

Basic results	Estimation results	
Total cone resistance: 1.20 ±0.29 MPa	Permeability: 4.44E-08 ±3.89E-08 m/s	Constrained Mod.: 14.63 ±4.79 MPa
Sleeve friction: 23.66 ±8.83 kPa	$N_{1(60)}$: 7.49 ±1.57 blows	Go: 27.98 ±5.73 MPa
Ic: 2.73 ±0.10	Es: 0.00 ±0.00 MPa	Su: 74.86 ±18.42 kPa
SBT_n: 4	Dr (%): 0.00 ±0.00	Su ratio: 1.16 ±0.27
SBTn description: Clay & silty clay	φ (degrees): 0.00 ±0.00 °	O.C.R.: 5.38 ±1.27
	Unit weight: 16.71 ±0.51 kN/m³	

.:: Layer No: 4 ::.

Code: Capa 4 **Start depth:** 6.50 (m), **End depth:** 9.50 (m)

Description: Limo arenoso y arena limosa

Basic results	Estimation results	
Total cone resistance: 2.60 ±3.67 MPa	Permeability: 2.17E-07 ±5.04E-05 m/s	Constrained Mod.: 28.88 ±31.20 MPa
Sleeve friction: 43.11 ±42.63 kPa	$N_{1(60)}$: 11.05 ±9.14 blows	Go: 48.70 ±25.76 MPa
Ic: 2.47 ±0.38	Es: 52.47 ±16.05 MPa	Su: 0.00 ±0.00 kPa
SBT_n: 5	Dr (%): 38.53 ±13.23	Su ratio: 0.00 ±0.00
SBTn description: Silty sand & sandy silt	φ (degrees): 4.53 ±2.17 °	O.C.R.: 0.00 ±0.00
	Unit weight: 17.70 ±1.14 kN/m³	

.:: Layer No: 5 ::.

Code: Capa 6 **Start depth:** 9.50 (m), **End depth:** 12.00 (m)

Description: Arena y limo arenoso

Basic results	Estimation results	
Total cone resistance: 9.71 ±4.82 MPa	Permeability: 2.12E-05 ±1.37E-04 m/s	Constrained Mod.: 84.61 ±25.60 MPa
Sleeve friction: 64.82 ±42.49 kPa	$N_{1(60)}$: 23.17 ±7.89 blows	Go: 88.73 ±25.84 MPa
Ic: 1.83 ±0.32	Es: 72.26 ±16.79 MPa	Su: 0.00 ±0.00 kPa
SBT_n: 6	Dr (%): 53.45 ±10.90	Su ratio: 0.00 ±0.00
SBTn description: Sand & silty sand	φ (degrees): 5.81 ±1.71 °	O.C.R.: 0.00 ±0.00
	Unit weight: 18.68 ±0.76 kN/m³	

.:: Layer No: 6 ::.

Code: Capa 7 **Start depth:** 12.00 (m), **End depth:** 16.00 (m)

Description: Arcilla

Basic results	**Estimation results**	
Total cone resistance: 1.40 ±0.87 MPa	Permeability: 7.91E-09 ±5.68E-07 m/s	Constrained Mod.: 10.13 ±11.84 MPa
Sleeve friction: 27.38 ±11.90 kPa	$N_{1(60)}$: 4.72 ±2.15 blows	Go: 40.57 ±9.47 MPa
Ic: 2.97 ±0.14	Es: 0.00 ±0.00 MPa	Su: 78.91 ±13.70 kPa
SBT_n: 3	Dr (%): 0.00 ±0.00	Su ratio: 0.63 ±0.12
SBTn description: Clay	φ (degrees): 0.00 ±0.00 °	O.C.R.: 2.90 ±0.56
	Unit weight: 16.93 ±0.45 kN/m³	

Summary table of mean values

From depth To depth (m)	Thickness (m)	Permeability (m/s)	SPT_{N60} (blows/30cm)	E_s (MPa)	D_r (%)	Friction angle	Constrained modulus, M (MPa)	Shear modulus, G_O (MPa)	Undrained strength, S_U (kPa)	Undrained strength ratio	OCR	Unit weight (kN/m³)
0.00	4.30	2.94E-07	17.8	35.1	37.7	6.0	29.8	41.7	0.0	0.0	0.0	18.0
4.30		(±2.91E-07)	(±7.7)	(±13.8)	(±8.3)	(±2.9)	(±13.2)	(±18.9)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±1.2)
4.30	0.80	5.54E-06	26.3	63.6	55.1	7.3	66.7	75.5	0.0	0.0	0.0	18.9
5.10		(±3.49E-05)	(±12.2)	(±19.1)	(±14.6)	(±1.8)	(±33.2)	(±30.3)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.9)
5.10	1.40	4.44E-08	7.5	0.0	0.0	0.0	14.6	28.0	74.9	1.2	5.4	16.7
6.50		(±3.89E-08)	(±1.6)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±4.8)	(±5.7)	(±18.4)	(±0.3)	(±1.3)	(±0.5)
6.50	3.00	2.17E-07	11.1	52.5	38.5	4.5	28.9	48.7	0.0	0.0	0.0	17.7
9.50		(±5.04E-05)	(±9.1)	(±16.1)	(±13.2)	(±2.2)	(±31.2)	(±25.8)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±1.1)
9.50	2.50	2.12E-05	23.2	72.3	53.5	5.8	84.6	88.7	0.0	0.0	0.0	18.7
12.00		(±1.37E-04)	(±7.9)	(±16.8)	(±10.9)	(±1.7)	(±25.6)	(±25.8)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.8)
12.00	4.00	7.91E-09	4.7	0.0	0.0	0.0	10.1	40.6	78.9	0.6	2.9	16.9
16.00		(±5.68E-07)	(±2.2)	(±0.0)	(±0.0)	(±0.0)	(±11.8)	(±9.5)	(±13.7)	(±0.1)	(±0.6)	(±0.5)

Depth values presented in this table are measured from free ground surface

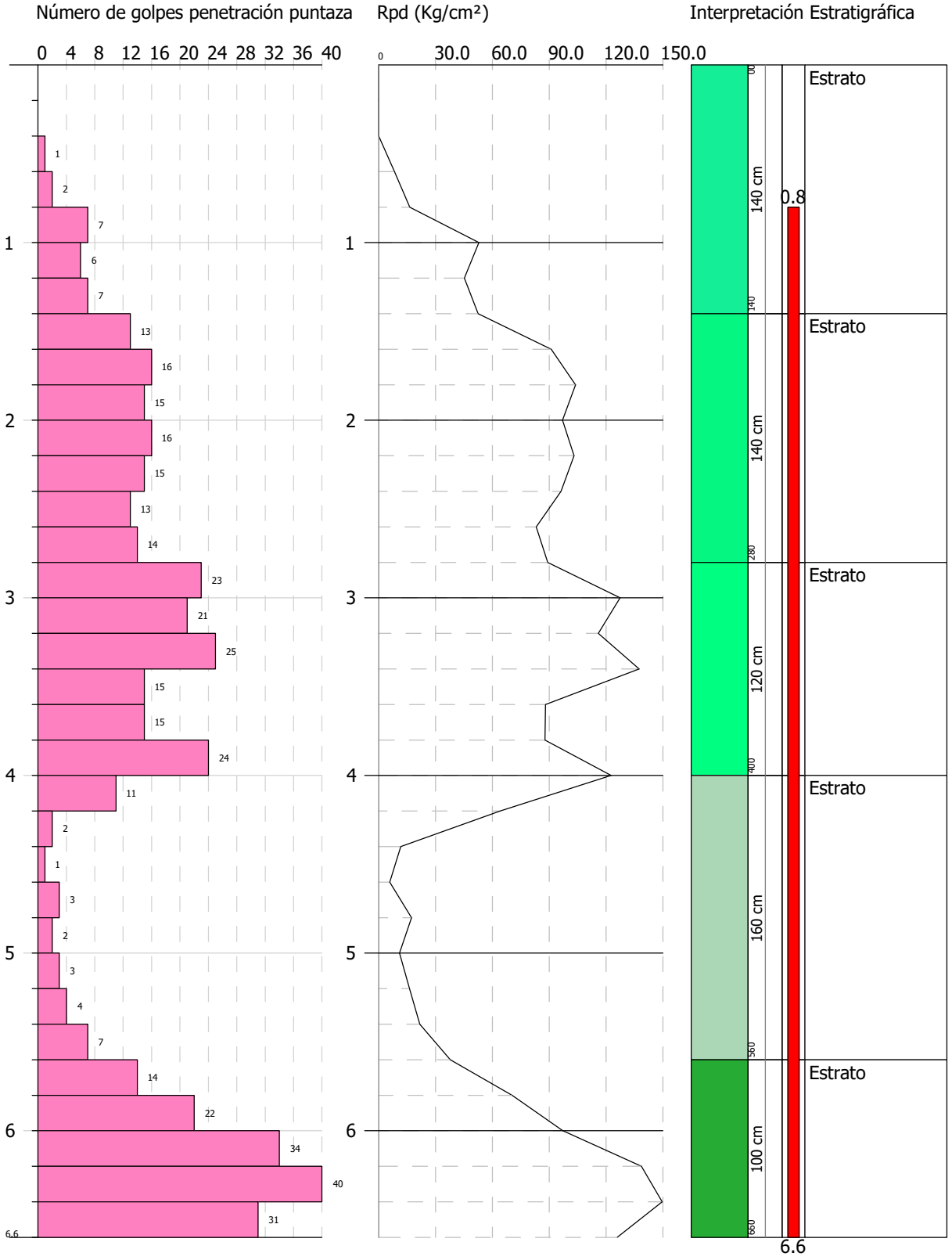
LOPEZ HNOS GEOTECNIA & AGUAS SUBTERRANEAS S.A.S
AVENIDA NORTE 48 - 57 TUNJA
3108717380
.....

ENSAYO PENETROMÉTRICO DINÁMICO DSPH-6
Equipo utilizado... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Cliente: CONSORCIO CONRUMA RINCON LOPEZ
Descripción: COMPLEJO HOSPITALARIO SAN JUAN DE DIOS
Localidad: BOGOTA

30/11/2022

Escala 1:32



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2

LOPEZ HERMANOS S.A.S.

ESTUDIO DE SUELOS
SERVICIO DE LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS
POZOS PROFUNDOS

Avenida Norte N° 48-57
lhltda@lhltda.com
Telefono: 3108717384

Solicitado por:	Localización	Nivel de referencia:	Inicio:	Finalizado:
CONSORCIO CONURMA RINCON LOPEZ	BOGOTÁ	2582 m.s.n.m.	30/11/2022	30/11/2022

Proyecto:	Latitud:	Longitud:	Tipo de Perfil	N° sondeo	página
COMPLEJO HOSPITALARIO SJD - Bogotá	4°35'24,00"N	74°5'12,43"N	BARRENO	B-7	1

Profundidad (m)	PERFIL	Descripción del suelo	Profundidad Estrato (m)	Muestra	Nivel Freático (m)	Indice de plasticidad (%)	Pasa tamiz 200 (%)
		Capa de ladrillo	-0.30				
-0.5				0.70/1.00			
-1.0		Arcilla color marrón claro con gris y vetas de óxido. De consistencia dura, plasticidad y potencial expansivo medio, en estado sólido. Clasificación SUCS: CL.					
-1.5							
				1.70/2.00		21.0	90.0
-2.0			-2.10				
-2.5		Arcilla arenosa con gravas de color gris con amarillo. De consistencia dura. En estado sólido. Clasificación SUCS: CS con gravas.					
				2.70/3.00			
			-3.00				

Sonda: BARRENO

Observación: No se registró nivel freático a profundidad.

Jefe de Proyectos

LOPEZ HERMANOS S.A.S.

ESTUDIO DE SUELOS
SERVICIO DE LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS
POZOS PROFUNDOS

Avenida Norte N° 48-57
lhltda@lhltda.com
Telefono: 3108717384

Solicitado por:	Localización	Nivel de referencia:	Inicio:	Finalizado:
CONSORCIO CONURMA RINCON LOPEZ	BOGOTÁ	2585 m.s.n.m.	03/12/2022	03/12/2022

Proyecto:	Latitud:	Longitud:	Tipo de Perfil	N° sondeo	página
COMPLEJO HOSPITALARIO SJD - Bogotá	4°35'23,41"N	74°5'11,66"N	BARRENO	B-8	1

Profundidad (m)	PERFIL	Descripción del suelo	Profundidad Estrato (m)	Muestra	Nivel Freático (m)	Indice de plasticidad (%)	Pasa tamiz 200 (%)
0.0		Capa vegetal formada por limos marrón y cubierto de pasto.	-0.30				
-0.5		Arcilla color marrón con gris y vetas de óxido. De consistencia muy firme, plasticidad y potencial expansivo medio, en estado sólido. Clasificación SUCS: CL.		0.70/1.00		20.0	97.0
-1.0							
-1.5				1.70/2.00			
-2.0							
-2.5				2.70/3.00			
-3.0							
-3.5				3.70/4.00			
-4.0			-4.00				
-4.5		Gravas arcillosas con arena de color gris con marrón y vetas de oxido. De compacidad media suelta, plasticidad media y potencial expansivo bajo. En estado sólido. Clasificación SUCS: GC con arena.		4.00/5.00	-4.50	17.0	27.0
-5.0							
-5.5				5.70/6.15			
			-6.15				

Sonda: BARRENO

Observación: Se registró nivel freático a 4.50 m de profundidad.

Jefe de Proyectos

LOPEZ HERMANOS SAS
GEOTECNIA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS
INVESTIGAMOS EL SUELO CIMENTANDO FUTURO
Av Norte 48-57 Tunja (BOY) - Tel: 3108717384 - (8) 7403972 - email: lopezhnos@lhltda.com

LOPEZ HERMANOS SAS

ESTUDIO DE SUELOS
SERVICIO DE LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS
POZOS PROFUNDOS

Avenida Norte N° 48-57
lhltda@lhltda.com
Telefono: 3108717384

Solicitado por:	Localización	Nivel de referencia:	Inicio:	Finalizado:
CONSORCIO CONURMA RINCON LOPEZ	BOGOTÁ	2825 m.s.n.m.	28/11/2022	28/11/2022

Proyecto:	Latitud:	Longitud:	Tipo de Perfil	N° sondeo	página
COMPLEJO HOSPITALARIO SJD - Bogotá	4°35'25,78"N	74°5'11.81"W	APIQUE	AP-1 INMUNOLÓGICO	1

Profundidad (m)	PERFIL	Descripción del suelo	Profundidad Estrato (m)	Muestra	Nivel Freático (m)	Indice de plasticidad (%)	Pasa tamiz 200 (%)
		Placa de concreto	-0.10				
-0.5		Relleno, material granular en matriz arcillosa, humedad alta.	-0.75		-0.75		
		Arcilla color gris con habano claro y vetas de oxido, humedad alta, consistencia baja.	-1.00				
-1.0		Arcilla color gris con algunas vertas de oxido	-1.50	1.00/1.50		19.0	95.0

Sonda: APIQUE
Observación: N/A.

LOPEZ HERMANOS S.A.S.

ESTUDIO DE SUELOS
SERVICIO DE LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS
POZOS PROFUNDOS

Avenida Norte N° 48-57
lhltda@lhltda.com
Telefono: 3108717384

Solicitado por:	Localización	Nivel de referencia:	Inicio:	Finalizado:
CONSORCIO CONURMA RINCON LOPEZ	BOGOTÁ	2825 m.s.n.m.	28/11/2022	29/11/2022

Proyecto:	Latitud:	Longitud:	Tipo de Perfil	N° sondeo	página
COMPLEJO HOSPITALARIO SJD - Bogotá	4°35'26.05"N	74°5'12.21"W	APIQUE	AP-2 INMUNOLÓGICO	1

Profundidad (m)	PERFIL	Descripción del suelo	Profundidad Estrato (m)	Muestra	Nivel Freático (m)	Indice de plasticidad (%)	Pasa tamiz 200 (%)
		Placa concreto simple	-0.07				
		Placa de concreto pobre	-0.14				
		Material de granular removido de color marrón claro con vetas de oxido y presencia de escombros, humedad alta, consistencia baja.	-0.45				
-0.5		Arcilla de color rojizo con vetas grisáceas, humedad alta.	-0.60				
					-0.73		
-1.0		Arcilla de color gris, humedad alta.	-1.20				
		Arcilla con gravas color marrón	-1.40	1.20/1.40			

Sonda: APIQUE
Observación: N/A.

Jefe de Proyectos

LOPEZ HERMANOS S.A.S.

ESTUDIO DE SUELOS
SERVICIO DE LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS
POZOS PROFUNDOS

Avenida Norte N° 48-57
lhltda@lhltda.com
Telefono: 3108717384

Solicitado por:	Localización	Nivel de referencia:	Inicio:	Finalizado:
CONSORCIO CONURMA RINCON LOPEZ	BOGOTÁ	2825 m.s.n.m.	28/11/2022	29/11/2022

Proyecto:	Latitud:	Longitud:	Tipo de Perfil	N° sondeo	página
COMPLEJO HOSPITALARIO SJD - Bogotá	4°35'24.91"N	74°5'13.00"W	APIQUE	AP-3 INMUNOLÓGICO	1

Profundidad (m)	PERFIL	Descripción del suelo	Profundidad Estrato (m)	Muestra	Nivel Freático (m)	Indice de plasticidad (%)	Pasa tamiz 200 (%)
		Bloque de madera	-0.24				
		Placa concreto	-0.36				
-0.5		Material granular arenoso con gravas redondeadas de color amarillo y vetas de oxido con marrón, humedad media, presencia de escombros, humedad media.	-0.59				
-1.0		Arcilla de color marrón claro con vetas de oxido, humedad baja, consistencia media.	-1.21				
-1.5		Arcilla orgánica con algunas raíces, color gris con vetas de oxido, humedad alta, consistencia media.	-1.70		-1.50		
		Arcilla de color marrón con residuos de escombro	-1.98	1.70/1.98			

Sonda: APIQUE
Observación:

Jefe de Proyectos

10.2 RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

LÓPEZ HERMANOS GEOTECNIA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS S.A.S.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETOS

Avenida Norte No. 48-57 Tel. 403972 Tunja, BOY.

Obra: HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS - BOGOTÁ. **Localización:** HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS - BOGOTÁ D.C.

Fecha de ensayos: enero de 2023

CUADRO RESUMEN DE ENSAYOS

	Propiedades físicas y clasificación														Resistencia no drenada					Corte directo C.U.		Consolidación					Penetración normal							
Barreno Nº- Prof. (m)	Humedad natural%	Límite Líquido (%)	Límite plástico (%)	Índice de plasticidad (%)	Índice de liquidez	Humedad de equilibrio (%)	Peso unitario total (kN/m³)	Peso unitario seco (kN/m³)	%Pasa No.4 (<4.75 mm)	% Pasa 200 (<0.075mm)	% Finos	% Arenas	% Gravas	Clasificación USC	Compresión inconfinada (kPa)	Cohesión no drenada (kPa)	Penetrometro de bolsillo (kPa)	Veleta de mano (kPa)	Veleta de mano corregida (kPa)	Cohesión (kPa)	Ángulo de fricción (°)	Índice de compresión (Cc)	Índice de recompresión (Cr)	Expansión (%)	Presión de expansión controlada (kPa)	Radio de sobreconsolidación (OCR)	Número de golpes de campo por cada 15 cm	Penetración normal corregida N(SPT)	estado	Expansividad	Plasticidad	Compresibilidad (Cc)	Consistencia (INCONFINADA)	Consistencia (PENETROMETRO)	Consistencia (SPT) (SUELO ARCILLOSO)	Compacidad (SPT) (SUELO ARENOSO)
BA - 1(0.8/1)	25.9						20.25	16.1							66	33	100	250.0															Media	Media		
BA - 1(1.7/2)	39.9	50	24	26	0.6	27			100	55	55	45	0	**CH arenoso**						43.00	9.00								Plástico	Media	Alta	0.61				
BA - 1(2.7/3)	25.0						20.62	16.5							86	43	25	30.0															Media	Blanda		
BA - 2 (0.7/1)	27.6	45	22	23	0.2	25	20.25	15.9	97	81	81	16	3	**CL con arena**	71	35	75	50.0	40.36										Sólido	Media	Media	0.47	Media	Media		
BA - 2 (1.7/2)	28.8																																			
BA - 2 (2.7/3)	31.9						20.62	15.6							86	43	25	30.0															Media	Blanda		
BA - 2 (3.7/4)	26.3	44	21	23	0.2	24			97	89	89	8	3	**CL**															Sólido	Media	Media	0.46				
BA - 2 (4.7/5.15)	22.5															41											2. 4. 7	10						Media	suelta
BA - 2 (5.7/6.15)	22.5															67											4. 8. 10	14						Firme	Media suelta
BA - 7 (0.7/1)	25.7						19.23	15.3							230	115	350	213.0															Muy Firme	Muy Firme		
BA - 7 (1.7/2)	16.9	39	18	21	-0.1	**22**	21.18	18.1	100	90	90	10	0	**CL**	430	215	> 450.0	150.0	126.12										Sólido	Media	Media	0.35	Dura	Dura		
BA - 7 (2.7/3)	14.9																																			
BA - 8 (0.7/1)	28.7	44	24	20	0.2	24	18.69	14.5	100	97	97	3	0	**CL**	241	120	275	187.5	152.35										Sólido	Media	Media	0.48	Muy Firme	Muy Firme		
BA - 8 (1.7/2)	27.6																																			
BA - 8 (2.7/3)	22.4																																			
BA - 8 (3.7/4)	19.0																			9.00	23.00															
BA - 8 (4.7/5.15)	14.6	42	25	17	-0.6	**23**			52	27	27	25	48	**GC con arena**		52												10. 7. 7	12	Sólido	Baja	Media	0.34			Firme	Media suelta
BA - 8 (5.7/6.15)	11.0															108											9. 12. 17	23							Muy Firme	Media densa
BA - 10(0.7/1)	26.4						19.29	15.3							191	96	> 450.0	250.0															Firme	Dura		
BA - 10(1.7/2)	18.3	54	24	30	-0.2	**29**	20.93	17.7	100	99	99	1	0	**CH**								0.13	0.06	7.95	539.00	2.9			Sólido	Alta	Alta	0.43				
BA - 10(2.7/3)	16.9						21.17	18.1							448	224	> 450.0	237.5															Dura	Dura		

LÓPEZ HERMANOS GEOTECNIA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS S.A.S.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETOS

Avenida Norte No. 48-57 Tel. 403972 Tunja, BOY.

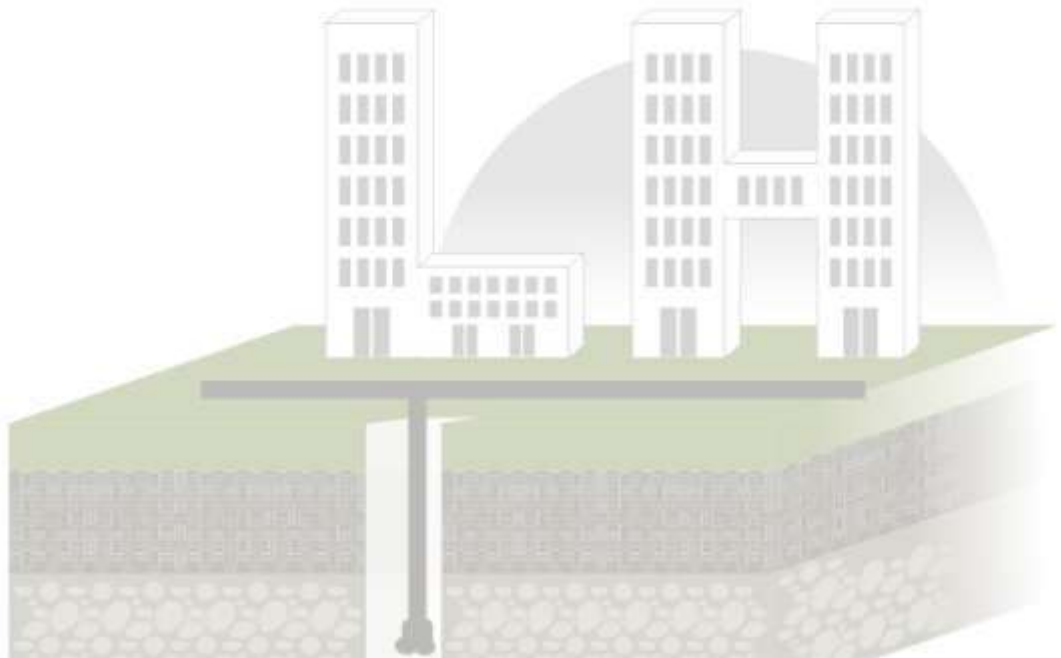
Obra: HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS - BOGOTÁ.

Localización: HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS - BOGOTÁ D.C.

Fecha de ensayos: enero de 2023

CUADRO RESUMEN DE ENSAYOS

	Propiedades físicas y clasificación													Resistencia no drenada					Corte directo C.U.		Consolidación					Penetración normal									
Barreno Nº- Prof. (m)	Humedad natural%	Límite Líquido (%)	Límite plástico (%)	Índice de plasticidad (%)	Índice de liquidez	Humedad de equilibrio (%)	Peso unitario total (kN/m³)	Peso unitario seco (kN/m³)	%Paso No.4 (<4.75 mm)	% Pasa 200 (<0.075mm)	% Finos	% Arenas	% Gravas	Clasificación USC	Compresión inconfinada (kPa)	Cohesión no drenada (kPa)	Penetrometro de bolsillo (kPa)	Veleta de mano (kPa)	Veleta de mano corregida (kPa)	Cohesión (kPa)	Ángulo de fricción (°)	Índice de compresión (Cc)	Índice de recompresión (Cr)	Expansión (%)	Presión de expansión controlada (kPa)	Radio de sobreconsolidación (OCR)	Número de golpes de campo por cada 15 cm	Penetración normal corregida N(SPT)	estado	Expansividad	Plasticidad	Compresibilidad (Cc)	Consistencia (INCONFINADA)	Consistencia (PENETROMETRO)	Consistencia (SPT) (SUELO ARCILLOSO)	Compacidad (SPT) (SUELO ARENOSO)
BA - 10(3.7/4)	11.9	33	17	16	-0.3	**19**			66	31	31	35	34	**SC con grava**															Sólido	Baja	Baja	0.27				
BA - 10(4/4.45)	23.1																																		
BA - 10(5.7/6.15)	11.4	26	17	9	-0.6	**16**			57	32	32	25	43	**GC con arena**		79											8. 11. 10	17	Sólido	Baja	Baja	0.23			Firme	Media suelta
BA - 10(7/7.95)	12.0	26	17	9	-0.6	**16**			59	22	22	37	41	**GC arenoso**		109											9. 12. 14	20	Sólido	Baja	Baja	0.24			Muy Firme	Media densa
BA - 10(9/9.45)	30.4	44	22	22	0.4	24			100	98	98	2	0	**CL**		50											3. 5. 7	8	Plástico	Media	Media	0.49			Media	suelta
BA - 10(10.5/10.8)	15.9	37	16	21	0.0	**21**			57	28	28	29	43	**GC con arena**															Sólido	Media	Media	0.33				
BA - 10(12/12.3)	24.1	65	27	38	-0.1	**34**	20.44	16.5	57	56	56	1	43	**CH gravoso**	26	13	25	30.0	21.63			0.36	0.08	0.25	9.80	1.1			Sólido	Muy alta	Alta	0.54	Blanda	Blanda		
BA - 10(13.5/13.95)	17.2	40	18	22	0.0	**22**			73	42	42	31	27	**SC con grava**		123											10. 13. 15	16	Sólido	Media	Media	0.35			Muy Firme	Media suelta
BA - 10(15/15.45)	11.4	33	17	16	-0.4	**19**			62	24	24	38	38	**SC con grava**		180											12. 19. 22	21	Sólido	Baja	Baja	0.27			Muy Firme	Media densa



LÓPEZ HERMANOS GEOTECNIA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS S.A.S.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETOS

Avenida Norte No. 48-57 Tel. 403972 Tunja, BOY.

Obra: HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS **Localización:** BOGOTÁ D.C

Fecha de ensayos: diciembre de 2022

CUADRO RESUMEN DE ENSAYOS

	Propiedades físicas y clasificación														Resistencia no drenada									
Barreno Nº- Prof. (m)	Humedad natural%	Límite Líquido (%)	Límite plástico (%)	Índice de plasticidad (%)	Índice de liquidez	Humedad de equilibrio (%)	Peso unitario total (kN/m³)	Peso unitario seco (kN/m³)	%Pasa No.4 (<4.75 mm)	% Pasa 200 (<0.075mm)	% Finos	% Arenas	% Gravas	Clasificación USC	Compresión inconfinada (kPa)	Cohesión no drenada (kPa)	Penetrometro de bolsillo (kPa)	Veleta de mano (kPa)	Veleta de mano corregida (kPa)	estado	Expansividad	Plasticidad	Compresibilidad (Cc)	Consistencia (INCONFINADA)	Consistencia (PENETROMETRO)
AP - 1 (Inmunológico)(1/1.5)	22.8	40	21	19	0.1	22	20.07	16.3	100	95	95	5	0	**CL**	222	111	400	137.5	114.80	Sólido	Media	Media	0.41	Muy Firme	Muy Firme
AP - 2 (Inmunológico)(1.2/1.4)	41.3																								
AP - 3 (Inmunológico)(1.7/1.98)	35.5																								
AP - 1 (San Roque)(0.92/1.14)	35.4	73	32	41	0.1	38	17.69	13.1	100	96	96	4	0	**CH**	93	46	275	162.5	112.74	Sólido	Muy alta	Muy Alta	0.68	Media	Muy Firme
AP - 1 (San Roque)(0.92/1.14)	35.4	73	32	41	0.1	38	17.69	13.1	100	96	96	4	0	**CH**	93	46	275	162.5	112.74	Sólido	Muy alta	Muy Alta	0.68	Media	Muy Firme
AP - 2 (San Roque)(2.32/2.47)	29.1																								
AP - 2 (San Roque)(2.32/2.47)	29.1																								
AP - 3(San Roque)(1.22/1.47)	36.3						17.04	12.5	100	99	99	1	0		107	54	200	100.0						Firme	Firme
AP - 3 (San Roque)(1.22/1.47)	41.0																								
AP - 4 (San Roque)(1.1/1.2)	20.6																								
AP - 4 (San Roque)(1.1/1.35)	16.0																								
AP - 1 (Convento)(1/1.07)	21.0																								
AP - 1 (Convento)(1/1.31)	16.8	30	17	13	0.0	18	19.46	16.7	100	90	90	10	0	**CL**	146	73	225	125.0	112.79	Sólido	Baja	Baja	0.30	Firme	Muy Firme
AP - 2 (Convento)(1.31/1.39)	25.1																								
AP - 2 (Convento)(1.31/1.54)	21.8																								
AP - 1 (Jardín)(0.74/0.8)	25.0																								
AP - 1 (Jardín)(0.75/0.95)	22.4						20.46	16.7							100	50	175	87.5						Media	Firme
AP - 2 (Jardín)(1.05/1.11)	18.4																								

10.3 MEMORIAS DE CÁLCULO

MEMORIAS DE CÁLCULO -CALCULO CAPACIDAD DE SOPORTE ECUACIÓN GENERAL

Obra SAN JUAN DE DIOS - INMUNOLOGICO
Localización BOGOTA
Fecha 11 de marzo de 2023

La capacidad de unitaria última o de seguridad se calcula como:

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

$$\sigma_{seguridad} = \frac{\sigma_u}{FS}$$

Factores de la capacidad de carga

$$Nq = Tan^2(45 + \frac{\emptyset'}{2}) e^{\pi tan\emptyset'}$$

$$Nc = (Nq^* - 1)Cot\emptyset$$

$$N\gamma = 2(Nq^* + 1)Tan\emptyset$$

Nq =	1,72
Nc=	6,81
N γ =	0,57

Donde:

PARÁMETROS DE ENTRADA		
ϕ =	9 °	0,105 rad
β =	0 °	0,00 rad
c	4,30	Ton/m2
γ =	1,70	Ton/m3
FS =	1,5	1,5

FACTOR DE SEGURIDAD BASICOS DIRECTOS
CONDICION CARGA Carga muerta + carga viva normal
COMPORTAMIENTO DRENADO

CIMIENTO SUPERFICIAL

			Forma			Profundidad				Inclinacion			Capacidad de Carga *Carga muerta + carga viva normal*		
Df (m)	B (m)	Longitud de la cimentación (m)	Fcs	Fqs	Fγs	Df/B >1	Fcd	Fqd	Fγd	Fci	Fqi	Fγi	σ ultimo (Ton/m2)	σ seguridad (Ton/m2)	σ seguridad (KPa)
Df= 1,00 m	1,00	1,40	1,18	1,1	0,7	1,00	1,31	1,17	1	1	1	1	34	34,29	343
	1,50	2,00	1,19	1,1	0,7	0,67	1,24	1,11	1	1	1	1	33	32,69	327
	1,70	2,40	1,18	1,1	0,7	0,59	1,21	1,10	1	1	1	1	32	31,95	319
	2,10	3,30	1,16	1,1	0,7	0,48	1,18	1,08	1	1	1	1	31	30,81	308
	2,30	2,50	1,23	1,1	0,6	0,43	1,16	1,07	1	1	1	1	32	32,14	321
	2,30	2,80	1,21	1,1	0,7	0,43	1,16	1,07	1	1	1	1	32	31,59	316
	2,60	2,80	1,23	1,1	0,6	0,38	1,15	1,06	1	1	1	1	32	31,84	318
	3,00	3,40	1,22	1,1	0,6	0,33	1,13	1,06	1	1	1	1	31	31,25	313
	3,20	3,30	1,24	1,1	0,6	0,31	1,12	1,05	1	1	1	1	32	31,58	316
	3,20	3,80	1,21	1,1	0,7	0,31	1,12	1,05	1	1	1	1	31	30,91	309

MEMORIAS DE CÁLCULO -CALCULO CAPACIDAD DE SOPORTE ECUACIÓN GENERAL

Obra SAN JUAN DE DIOS - INMUNOLOGICO
Localización BOGOTA
Fecha 11 de marzo de 2023

La capacidad de unitaria última o de seguridad se calcula como:

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

$$\sigma_{seguridad} = \frac{\sigma_u}{FS}$$

Factores de la capacidad de carga

$$Nq = Tan^2(45 + \frac{\emptyset'}{2}) e^{\pi tan\emptyset'}$$
$$Nc = (Nq^* - 1)Cot\emptyset$$
$$N\gamma = 2(Nq^* + 1)Tan\emptyset$$

Nq =	1,91
Nc=	7,23
N γ =	0,74

Donde:

PARÁMETROS DE ENTRADA		
ϕ =	9 °	0,126 rad
β =	0 °	0,00 rad
c	4,30	Ton/m2
γ =	1,70	Ton/m3
FS =	1,25	1,25

FACTOR DE SEGURIDAD BASICOS DIRECTOS
CONDICION CARGA Carga muerta + carga viva máxima
COMPORTAMIENTO DRENADO
CIMIENTO SUPERFICIAL

			Forma			Profundidad				Inclinacion			Capacidad de Carga *Carga muerta + carga viva máxima*		
Df (m)	**B (m)**	**Longitud de la cimentación (m)**	**Fcs**	**Fqs**	**Fγs**	**Df/B >1**	**Fcd**	**Fqd**	**Fγd**	**Fci**	**Fqi**	**Fγi**	**σ ultimo (Ton/m2)**	**σ seguridad (Ton/m2)**	**σ seguridad (KPa)**
Df= 1,00 m	1,00	1,40	1,19	1,1	0,7	1,00	1,31	1,19	1	1	1	1	44	43,54	435
	1,50	2,00	1,20	1,1	0,7	0,67	1,24	1,13	1	1	1	1	41	41,50	415
	1,70	2,40	1,19	1,1	0,7	0,59	1,21	1,11	1	1	1	1	41	40,52	405
	2,10	3,30	1,17	1,1	0,7	0,48	1,18	1,09	1	1	1	1	39	39,04	390
	2,30	2,50	1,24	1,1	0,6	0,43	1,16	1,08	1	1	1	1	41	40,85	408
	2,30	2,80	1,22	1,1	0,7	0,43	1,16	1,08	1	1	1	1	40	40,10	401
	2,60	2,80	1,25	1,1	0,6	0,38	1,15	1,07	1	1	1	1	40	40,46	405
	3,00	3,40	1,23	1,1	0,6	0,33	1,13	1,06	1	1	1	1	40	39,69	397
	3,20	3,30	1,26	1,1	0,6	0,31	1,12	1,06	1	1	1	1	40	40,14	401
	3,20	3,80	1,22	1,1	0,7	0,31	1,12	1,06	1	1	1	1	39	39,24	392

MEMORIAS DE CÁLCULO -CALCULO CAPACIDAD DE SOPORTE ECUACIÓN GENERAL

Obra SAN JUAN DE DIOS - INMUNOLOGICO
Localización BOGOTA
Fecha 11 de marzo de 2023

La capacidad de unitaria última o de seguridad se calcula como:

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

$$\sigma_{seguridad} = \frac{\sigma_u}{FS}$$

Factores de la capacidad de carga

$$Nq = Tan^2(45 + \frac{\emptyset'}{2}) e^{\pi tan\emptyset'}$$
$$Nc = (Nq^* - 1)Cot\emptyset$$
$$N\gamma = 2(Nq^* + 1)Tan\emptyset$$



Nq =	2,09
Nc=	7,60
N γ =	0,89

Donde:

PARÁMETROS DE ENTRADA		
ϕ =	9 °	0,143 rad
β =	0 °	0,00 rad
c	4,30	Ton/m2
γ =	1,70	Ton/m3
FS =	1,1	1,1

FACTOR DE SEGURIDAD BASICOS DIRECTOS
CONDICION CARGA Carga muerta + carga viva normal+ sismo seudoestatico
COMPORTAMIENTO DRENADO
CIMIENTO SUPERFICIAL

			Forma			Profundidad				Inclinacion			Capacidad de Carga		
													Carga muerta + carga viva normal+ sismo seudoestat		
Df (m)	**B (m)**	**Longitud de la cimentación (m)**	**Fcs**	**Fqs**	**Fγs**	**Df/B >1**	**Fcd**	**Fqd**	**Fγd**	**Fci**	**Fqi**	**Fγi**	**σ ultimo (Ton/m2)**	**σ seguridad (Ton/m2)**	**σ seguridad (KPa)**
Df= 1,00 m	1,00	1,40	1,20	1,1	0,7	1,00	1,31	1,21	1	1	1	1	52	52,00	520
	1,50	2,00	1,21	1,1	0,7	0,67	1,24	1,14	1	1	1	1	50	49,55	495
	1,70	2,40	1,20	1,1	0,7	0,59	1,21	1,12	1	1	1	1	48	48,37	484
	2,10	3,30	1,18	1,1	0,7	0,48	1,18	1,10	1	1	1	1	47	46,56	466
	2,30	2,50	1,25	1,1	0,6	0,43	1,16	1,09	1	1	1	1	49	48,83	488
	2,30	2,80	1,23	1,1	0,7	0,43	1,16	1,09	1	1	1	1	48	47,90	479
	2,60	2,80	1,26	1,1	0,6	0,38	1,15	1,08	1	1	1	1	48	48,37	484
	3,00	3,40	1,24	1,1	0,6	0,33	1,13	1,07	1	1	1	1	47	47,42	474
	3,20	3,30	1,27	1,1	0,6	0,31	1,12	1,07	1	1	1	1	48	47,99	480
	3,20	3,80	1,23	1,1	0,7	0,31	1,12	1,07	1	1	1	1	47	46,87	469

MEMORIAS DE CÁLCULO -CALCULO CAPACIDAD DE SOPORTE ECUACIÓN GENERAL

Obra SAN JUAN DE DIOS - INMUNOLOGICO
Localización BOGOTA
Fecha 11 de marzo de 2023

La capacidad de unitaria última o de seguridad se calcula como:

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

$$\sigma_{seguridad} = \frac{\sigma_u}{FS}$$

Factores de la capacidad de carga

$$Nq = Tan^2(45 + \frac{\emptyset'}{2}) e^{\pi tan\emptyset'}$$
$$Nc = (Nq^* - 1)Cot\emptyset$$
$$N\gamma = 2(Nq^* + 1)Tan\emptyset$$

Nq =	1,00
Nc=	5,14
N γ =	0,00

Donde:

PARÁMETROS DE ENTRADA		
ϕ =	0 °	0,000 rad
β =	0 °	0,00 rad
c	3,00	Ton/m2
γ =	1,70	Ton/m3
FS =	3	1

FACTOR DE SEGURIDAD BASICOS INDIRECTOS
CONDICION CARGA Carga muerta + carga viva normal
COMPORTAMIENTO NO DRENADO
CIMIENTO SUPERFICIAL

			Forma			Profundidad				Inclinacion			Capacidad de Carga *Carga muerta + carga viva normal*		
Df (m)	**B (m)**	**Longitud de la cimentación (m)**	**Fcs**	**Fqs**	**Fγs**	**Df/B >1**	**Fcd**	**Fqd**	**Fγd**	**Fci**	**Fqi**	**Fγi**	**σ ultimo (Ton/m2)**	**σ seguridad (Ton/m2)**	**σ seguridad (KPa)**
Df= 1,00 m	1,00	1,40	1,14	1,0	0,7	1,00	1,31	1,00	1	1	1	1	25	8,26	83
	1,50	2,00	1,15	1,0	0,7	0,67	1,24	1,00	1	1	1	1	24	7,84	78
	1,70	2,40	1,14	1,0	0,7	0,59	1,21	1,00	1	1	1	1	23	7,66	77
	2,10	3,30	1,12	1,0	0,7	0,48	1,18	1,00	1	1	1	1	22	7,37	74
	2,30	2,50	1,18	1,0	0,6	0,43	1,16	1,00	1	1	1	1	23	7,62	76
	2,30	2,80	1,16	1,0	0,7	0,43	1,16	1,00	1	1	1	1	23	7,51	75
	2,60	2,80	1,18	1,0	0,6	0,38	1,15	1,00	1	1	1	1	23	7,53	75
	3,00	3,40	1,17	1,0	0,6	0,33	1,13	1,00	1	1	1	1	22	7,37	74
	3,20	3,30	1,19	1,0	0,6	0,31	1,12	1,00	1	1	1	1	22	7,42	74
	3,20	3,80	1,16	1,0	0,7	0,31	1,12	1,00	1	1	1	1	22	7,28	73

MEMORIAS DE CÁLCULO -CALCULO CAPACIDAD DE SOPORTE ECUACIÓN GENERAL

Obra SAN JUAN DE DIOS - INMUNOLOGICO
Localización BOGOTA
Fecha 11 de marzo de 2023

La capacidad de unitaria última o de seguridad se calcula como:

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

$$\sigma_{seguridad} = \frac{\sigma_u}{FS}$$

Factores de la capacidad de carga

$$Nq = Tan^2(45 + \frac{\emptyset'}{2}) e^{\pi tan\emptyset'}$$
$$Nc = (Nq^* - 1)Cot\emptyset$$
$$N\gamma = 2(Nq^* + 1)Tan\emptyset$$

Nq =	1,00
Nc=	5,14
N γ =	0,00

Donde:

PARÁMETROS DE ENTRADA		
ϕ =	0 °	0,000 rad
β =	0 °	0,00 rad
c	3,00	Ton/m2
γ =	1,70	Ton/m3
FS =	2,5	1

FACTOR DE SEGURIDAD BASICOS INDIRECTOS
CONDICION CARGA Carga muerta + carga viva máxima
COMPORTAMIENTO NO DRENADO

CIMIENTO SUPERFICIAL

			Forma			Profundidad				Inclinacion			Capacidad de Carga *Carga muerta + carga viva máxima*		
Df (m)	**B (m)**	**Longitud de la cimentación (m)**	**Fcs**	**Fqs**	**Fγs**	**Df/B >1**	**Fcd**	**Fqd**	**Fγd**	**Fci**	**Fqi**	**Fγi**	**σ ultimo (Ton/m2)**	**σ seguridad (Ton/m2)**	**σ seguridad (KPa)**
Df= 1,00 m	1,00	1,40	1,14	1,0	0,7	1,00	1,31	1,00	1	1	1	1	25	9,91	99
	1,50	2,00	1,15	1,0	0,7	0,67	1,24	1,00	1	1	1	1	24	9,41	94
	1,70	2,40	1,14	1,0	0,7	0,59	1,21	1,00	1	1	1	1	23	9,19	92
	2,10	3,30	1,12	1,0	0,7	0,48	1,18	1,00	1	1	1	1	22	8,85	88
	2,30	2,50	1,18	1,0	0,6	0,43	1,16	1,00	1	1	1	1	23	9,15	91
	2,30	2,80	1,16	1,0	0,7	0,43	1,16	1,00	1	1	1	1	23	9,01	90
	2,60	2,80	1,18	1,0	0,6	0,38	1,15	1,00	1	1	1	1	23	9,03	90
	3,00	3,40	1,17	1,0	0,6	0,33	1,13	1,00	1	1	1	1	22	8,84	88
	3,20	3,30	1,19	1,0	0,6	0,31	1,12	1,00	1	1	1	1	22	8,90	89
	3,20	3,80	1,16	1,0	0,7	0,31	1,12	1,00	1	1	1	1	22	8,73	87

MEMORIAS DE CÁLCULO -CALCULO CAPACIDAD DE SOPORTE ECUACIÓN GENERAL

Obra SAN JUAN DE DIOS - INMUNOLOGICO
Localización BOGOTA
Fecha 11 de marzo de 2023

La capacidad de unitaria última o de seguridad se calcula como:

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

$$\sigma_{seguridad} = \frac{\sigma_u}{FS}$$

Factores de la capacidad de carga

$$Nq = Tan^2(45 + \frac{\emptyset'}{2}) e^{\pi tan\emptyset'}$$
$$Nc = (Nq^* - 1)Cot\emptyset$$
$$N\gamma = 2(Nq^* + 1)Tan\emptyset$$

Nq =	1,00
Nc=	5,14
N γ =	0,00

Donde:

PARÁMETROS DE ENTRADA		
ϕ =	0 °	0,000 rad
β =	0 °	0,00 rad
c	3,00	Ton/m2
γ =	1,70	Ton/m3
FS =	1,5	1

FACTOR DE SEGURIDAD BASICOS INDIRECTOS
CONDICION CARGA Carga muerta + carga viva normal+ sismo seudoestatico
COMPORTAMIENTO NO DRENADO
CIMIENTO SUPERFICIAL

			Forma			Profundidad				Inclinacion			Capacidad de Carga		
													Carga muerta + carga viva normal+ sismo seudoestat		
Df (m)	**B (m)**	**Longitud de la cimentación (m)**	**Fcs**	**Fqs**	**Fγs**	**Df/B >1**	**Fcd**	**Fqd**	**Fγd**	**Fci**	**Fqi**	**Fγi**	**σ ultimo (Ton/m2)**	**σ seguridad (Ton/m2)**	**σ seguridad (KPa)**
Df= 1,00 m	1,00	1,40	1,14	1,0	0,7	1,00	1,31	1,00	1	1	1	1	25	16,52	165
	1,50	2,00	1,15	1,0	0,7	0,67	1,24	1,00	1	1	1	1	24	15,69	157
	1,70	2,40	1,14	1,0	0,7	0,59	1,21	1,00	1	1	1	1	23	15,32	153
	2,10	3,30	1,12	1,0	0,7	0,48	1,18	1,00	1	1	1	1	22	14,74	147
	2,30	2,50	1,18	1,0	0,6	0,43	1,16	1,00	1	1	1	1	23	15,25	152
	2,30	2,80	1,16	1,0	0,7	0,43	1,16	1,00	1	1	1	1	23	15,02	150
	2,60	2,80	1,18	1,0	0,6	0,38	1,15	1,00	1	1	1	1	23	15,06	151
	3,00	3,40	1,17	1,0	0,6	0,33	1,13	1,00	1	1	1	1	22	14,73	147
	3,20	3,30	1,19	1,0	0,6	0,31	1,12	1,00	1	1	1	1	22	14,84	148
	3,20	3,80	1,16	1,0	0,7	0,31	1,12	1,00	1	1	1	1	22	14,55	146

ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN

Obra	SAN JUAN DE DIOS				
Localización	BOGOTA				
Fecha	05/01/2023				
Nivel Ciment	1	m			
Nivel Freático	2,5	m	Q aplicada	25	ton
B=	1	m	q aplicada=	8,2	ton/m^2
L=	3	m	q neta=	6,30	ton/m2

$$\Delta\sigma = \frac{\Delta\sigma_{superior} + 4\Delta\sigma_{medio} + \Delta\sigma_{inferior}}{6}$$

$$S = \sum \frac{c_c H}{1+e_0} \log\left(\frac{\overline{\sigma} + \Delta\sigma}{\overline{\sigma}}\right)$$

Esfuerzos efectivos e incrementos

Profundidad desde nivlel del terreno (m)	Profundidad desde nivel de cimetación	σ total (ton/m^2)	U (ton/m^2)	σ efectivo (ton/m^2)	m (B/z)	n (L/z)	Iz	Δ σ (Ton/m^2)
1,00	0,00	1,90	0,00	1,90			1,00	6,30
1,50	0,50	2,85	0,00	2,85	1,00	3,00	1,00	6,30
3,00	2,00	5,70	0,50	5,20	0,25	0,75	0,24	1,52
5,50	4,50	10,45	3,00	7,45	0,11	0,33	0,06	0,40
8,00	7,00	15,20	5,50	9,70	0,07	0,21	0,03	0,18
10,00	9,00	19,00	7,50	11,50	0,06	0,17	0,02	0,11
12,00	11,00	22,80	9,50	13,30	0,05	0,14	0,01	0,07
13,50	12,50	25,65	11,00	14,65	0,04	0,12	0,01	0,06
15,00	14,00	28,50	12,50	16,00	0,04	0,11	0,01	0,05

Capa	H (m)	e	cc	CR	OCR	σ efectivo mitad (ton/m2)	Δσ mitad (ton/m2)	σ PRECON mitad (ton/m2)	σ efectivo mitad (ton/m2) + Δσ mitad	Log (σ+Δσ)/σ	S (m)	S (cm)
Arcilla	3	0,510	0,13	0,06	3,00	2,85	5,50	8,55	8,35	0,47	0,053	5,29
Arena	5					7,45	0,55			0,03	0,000	0,00
Arena	4					11,50	0,11			0,00	0,000	0,00
Arcilla	3	0,980	0,36	0,08	1,10	14,65	0,06	16,12	14,71	0,00	0,000	0,02
											0,053	5,3

ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN

Obra	SAN JUAN DE DIOS				
Localización	BOGOTA				
Fecha	05/01/2023				
Nivel Ciment	1	m			
Nivel Freático	2,5	m	Q aplicada	85	ton
B=	2	m	q aplicada=	7,1	ton/m^2
L=	6	m	q neta=	5,20	ton/m2

$$\Delta\sigma = \frac{\Delta\sigma_{superior} + 4\Delta\sigma_{medio} + \Delta\sigma_{inferior}}{6}$$

$$S = \sum \frac{c_c H}{1+e_0} \log\left(\frac{\overline{\sigma} + \Delta\sigma}{\overline{\sigma}}\right)$$

Esfuerzos efectivos e incrementos

Profundidad desde nivlel del terreno (m)	Profundidad desde nivel de cimetación	σ total (ton/m^2)	U (ton/m^2)	σ efectivo (ton/m^2)	m (B/z)	n (L/z)	Iz	Δ σ (Ton/m^2)
1,00	0,00	1,90	0,00	1,90			1,00	5,20
1,50	0,50	2,85	0,00	2,85	2,00	6,00	1,00	5,20
3,00	2,00	5,70	0,50	5,20	0,50	1,50	0,53	2,73
5,50	4,50	10,45	3,00	7,45	0,22	0,67	0,20	1,06
8,00	7,00	15,20	5,50	9,70	0,14	0,43	0,10	0,52
10,00	9,00	19,00	7,50	11,50	0,11	0,33	0,06	0,33
12,00	11,00	22,80	9,50	13,30	0,09	0,27	0,04	0,23
13,50	12,50	25,65	11,00	14,65	0,08	0,24	0,03	0,18
15,00	14,00	28,50	12,50	16,00	0,07	0,21	0,03	0,15

Capa	H (m)	e	cc	CR	OCR	σ efectivo mitad (ton/m2)	Δσ mitad (ton/m2)	σ PRECON mitad (ton/m2)	σ efectivo mitad (ton/m2) + Δσ mitad	Log (σ+Δσ)/σ	S (m)	S (cm)
Arcilla	3	0,510	0,13	0,06	3,00	2,85	4,79	8,55	7,64	0,43	0,048	4,85
Arena	5					7,45	1,25			0,07	0,000	0,00
Arena	4					11,50	0,35			0,01	0,000	0,00
Arcilla	3	0,980	0,36	0,08	1,10	14,65	0,18	16,12	14,83	0,01	0,001	0,06
											0,048	4,8

B	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2	2,1	1,7	1,5	1,1	1,3	1,9
σ aplicado (ton/m2)	8,2	7,9	7,6	7,4	7,3	7,1	7,1	7,3	7,5	8,0	7,7	7,2
CARGA (Ton)	25	34	45	57	71	85	94	63	51	29	39	78
Asentamiento (cm)	5,3	5,2	5,0	5,0	4,9	4,8	4,9	4,9	5,0	5,2	5,1	4,9
efectivo mitad (ton/m2)+Δσ mitad (Ton/m2	8,35	8,16	7,95	7,82	7,78	7,64	7,66	7,76	7,89	8,21	8,01	7,71
σ neto (Ton/m2)	6,30	6,00	5,70	5,50	5,40	5,20	5,20	5,40	5,60	6,10	5,80	5,30
σ preconsolidacion	8,55	8,55	8,55	8,55	8,55	8,55	8,55	8,55	8,55	8,55	8,55	8,55

ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN

Obra	SAN JUAN DE DIOS				
Localización	BOGOTA				
Fecha	05/01/2023				
Nivel Ciment	1	m			
Nivel Freático	2,5	m	Q aplicada	9	ton
B=	1	m	q aplicada=	9,2	ton/m^2
L=	1	m	q neta=	7,30	ton/m2

$$\Delta\sigma = \frac{\Delta\sigma_{superior} + 4\Delta\sigma_{medio} + \Delta\sigma_{inferior}}{6}$$

$$S = \sum \frac{c_c H}{1+e_0} \log\left(\frac{\overline{\sigma} + \Delta\sigma}{\overline{\sigma}}\right)$$

Esfuerzos efectivos e incrementos

Profundidad desde nivel del terreno (m)	Profundidad desde nivel de cimetación	σ total (ton/m^2)	U (ton/m^2)	σ efectivo (ton/m^2)	m (B/z)	n (L/z)	Iz	Δ σ (Ton/m^2)
1,00	0,00	1,90	0,00	1,90			1,00	7,30
1,50	0,50	2,85	0,00	2,85	1,00	1,00	1,00	7,30
3,00	2,00	5,70	0,50	5,20	0,25	0,25	0,11	0,79
5,50	4,50	10,45	3,00	7,45	0,11	0,11	0,02	0,17
8,00	7,00	15,20	5,50	9,70	0,07	0,07	0,01	0,07
10,00	9,00	19,00	7,50	11,50	0,06	0,06	0,01	0,04
12,00	11,00	22,80	9,50	13,30	0,05	0,05	0,00	0,03
13,50	12,50	25,65	11,00	14,65	0,04	0,04	0,00	0,02
15,00	14,00	28,50	12,50	16,00	0,04	0,04	0,00	0,02

Capa	H (m)	e	cc	CR	OCR	σ efectivo mitad (ton/m2)	Δσ mitad (ton/m2)	σ PRECON mitad (ton/m2)	σ efectivo mitad (ton/m2) + Δσ mitad	Log (σ+Δσ)/σ	S (m)	S (cm)
Arcilla	3	0,510	0,13	0,06	3,00	2,85	6,21	8,55	9,06	0,50	0,057	5,69
Arena	5					7,45	0,26			0,01	0,000	0,00
Arena	4					11,50	0,05			0,00	0,000	0,00
Arcilla	3	0,980	0,36	0,08	1,10	14,65	0,02	16,115	14,67	0,00	0,000	0,01
											0,057	5,7

ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN

Obra	SAN JUAN DE DIOS				
Localización	BOGOTA				
Fecha	05/01/2023				
Nivel Ciment	1	m			
Nivel Freático	2,5	m	Q aplicada	32	ton
B=	2	m	q aplicada=	7,9	ton/m^2
L=	2	m	q neta=	6,00	ton/m2

$$\Delta\sigma = \frac{\Delta\sigma_{superior} + 4\Delta\sigma_{medio} + \Delta\sigma_{inferior}}{6}$$

$$S = \sum \frac{c_c H}{1+e_0} \log\left(\frac{\bar{\sigma}+\Delta\sigma}{\bar{\sigma}}\right)$$

Esfuerzos efectivos e incrementos

Profundidad desde nivlel del terreno (m)	Profundidad desde nivel de cimetación	σ total (ton/m^2)	U (ton/m^2)	σ efectivo (ton/m^2)	m (B/z)	n (L/z)	Iz	Δ σ (Ton/m^2)
1,00	0,00	1,90	0,00	1,90			1,00	6,00
1,50	0,50	2,85	0,00	2,85	2,00	2,00	1,00	6,00
3,00	2,00	5,70	0,50	5,20	0,50	0,50	0,34	2,02
5,50	4,50	10,45	3,00	7,45	0,22	0,22	0,09	0,52
8,00	7,00	15,20	5,50	9,70	0,14	0,14	0,04	0,23
10,00	9,00	19,00	7,50	11,50	0,11	0,11	0,02	0,14
12,00	11,00	22,80	9,50	13,30	0,09	0,09	0,02	0,09
13,50	12,50	25,65	11,00	14,65	0,08	0,08	0,01	0,07
15,00	14,00	28,50	12,50	16,00	0,07	0,07	0,01	0,06

Capa	H (m)	e	cc	CR	OCR	σ efectivo mitad (ton/m2)	Δσ mitad (ton/m2)	σ PRECON mitad (ton/m2)	σ efectivo mitad (ton/m2) + Δσ mitad	Log (σ+Δσ)/σ	S (m)	S (cm)
Arcilla	3	0,510	0,13	0,06	3,00	2,85	5,34	8,55	8,19	0,46	0,052	5,19
Arena	5					7,45	0,72			0,04	0,000	0,00
Arena	4					11,50	0,15			0,01	0,000	0,00
Arcilla	3	0,980	0,36	0,08	1,10	14,65	0,07	16,115	14,72	0,00	0,000	0,03
											0,052	5,2

B(m)	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2	2,2	2,4	2,6	2,8	3	3,2
L	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2	2,2	2,4	2,6	2,8	3	3,2
σ aplicado (ton/m2)	9,2	8,8	8,5	8,2	8,1	7,9	7,8	7,7	7,7	7,6	7,5	7,5
CARGA (Ton)	9	13	17	21	26	32	38	44	52	60	68	77
Asentamiento (cm)	5,7	5,5	5,4	5,3	5,3	5,2	5,2	5,1	5,2	5,1	5,1	5,1
σ efectivo mitad (ton/m2) + Δσ mitad (Ton/m2)	9,06	8,77	8,56	8,35	8,31	8,19	8,14	8,10	8,14	8,09	8,03	8,06
σ neto (Ton/m2)	7,30	6,90	6,60	6,30	6,20	6,00	5,90	5,80	5,80	5,70	5,60	5,60
σ preconsolidacion	8,55	8,55	8,55	8,55	8,55	8,55	8,55	8,55	8,55	8,55	8,55	8,55

10.4 REGISTRO FOTOGRÁFICO

B-3







Versión	Fecha	Documento	Página
Versión 1.0.1	31/01/2024	Estudio de suelos edificio Inmunológico	121

B-6



B-7



B-8



APIQUE 1







APIQUE 2


LOPEZ



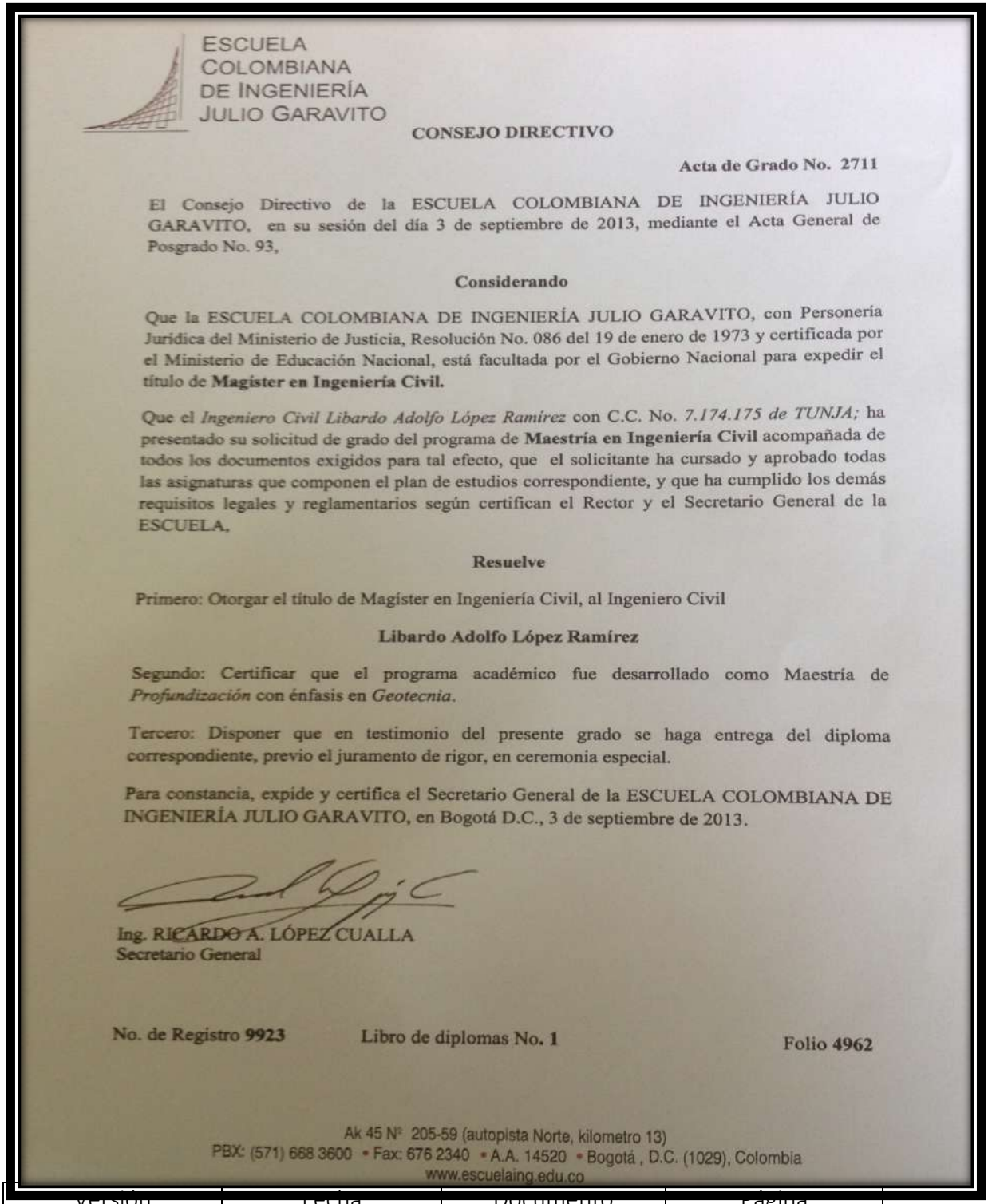

López Hnos Geotecnia y Aguas Subterráneas SAS
AP-2 inmunológico

APIQUE 3





10.5 DOCUMENTOS ESPECIALISTA



ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO

CONSEJO DIRECTIVO

Acta de Grado No. 2711

El Consejo Directivo de la ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO, en su sesión del día 3 de septiembre de 2013, mediante el Acta General de Posgrado No. 93,

Considerando

Que la ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO, con Personería Jurídica del Ministerio de Justicia, Resolución No. 086 del 19 de enero de 1973 y certificada por el Ministerio de Educación Nacional, está facultada por el Gobierno Nacional para expedir el título de **Magíster en Ingeniería Civil.**

Que el *Ingeniero Civil Libardo Adolfo López Ramírez* con C.C. No. *7.174.175 de TUNJA;* ha presentado su solicitud de grado del programa de **Maestría en Ingeniería Civil** acompañada de todos los documentos exigidos para tal efecto, que el solicitante ha cursado y aprobado todas las asignaturas que componen el plan de estudios correspondiente, y que ha cumplido los demás requisitos legales y reglamentarios según certifican el Rector y el Secretario General de la ESCUELA,

Resuelve

Primero: Otorgar el título de Magíster en Ingeniería Civil, al Ingeniero Civil

Libardo Adolfo López Ramírez

Segundo: Certificar que el programa académico fue desarrollado como Maestría de *Profundización* con énfasis en *Geotecnia*.

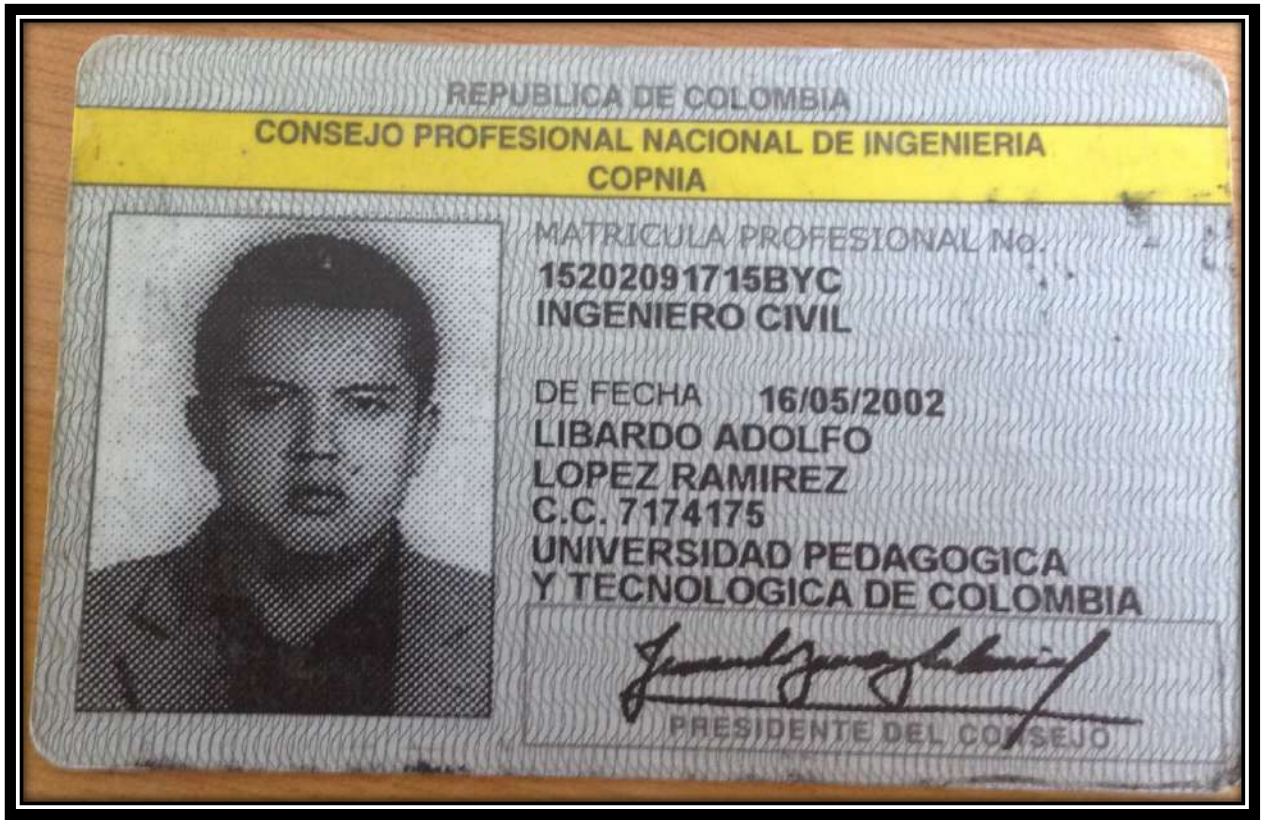
Tercero: Disponer que en testimonio del presente grado se haga entrega del diploma correspondiente, previo el juramento de rigor, en ceremonia especial.

Para constancia, expide y certifica el Secretario General de la ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO, en Bogotá D.C., 3 de septiembre de 2013.

Ing. RICARDO A. LÓPEZ CUALLA
Secretario General

No. de Registro **9923** Libro de diplomas No. **1** Folio **4962**

Ak 45 N° 205-59 (autopista Norte, kilometro 13)
PBX: (571) 668 3600 • Fax: 676 2340 • A.A. 14520 • Bogotá , D.C. (1029), Colombia
www.escuelaing.edu.co


REPUBLICA DE COLOMBIA
CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERIA
COPNIA
MATRICULA PROFESIONAL No.
15202091715BYC
INGENIERO CIVIL
DE FECHA 16/05/2002
LIBARDO ADOLFO
LOPEZ RAMIREZ
C.C. 7174175
UNIVERSIDAD PEDAGOGICA
Y TECNOLOGICA DE COLOMBIA
PRESIDENTE DEL CONSEJO

10.6 MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

Yo, Libardo Adolfo López Ramírez, identificado (a) con C.C. 7 174 175 de Tunja, en mi calidad de Ingeniero Civil con Matrícula Profesional No. 15202091715 BYC, CERTIFICO que realicé el ESTUDIO DE SUELOS, del proyecto "COMPLEJO HOSPITALARIO SAN JUAN DE DIOS – EDIFICIO INMUNOLÓGICO"

Por lo anterior, manifiesto que es viable la construcción de las medidas de estabilización de la cimentación, siempre y cuando se construya de acuerdo con las recomendaciones hechas en el presente estudio.

Atentamente,

Libardo Adolfo López Ramírez



Firma

Profesión: Ingeniero civil
Título de Formación avanzada: Magister en geotecnia
C.C. 7 174 175
Matrícula Profesional No. 15202091715 BYC
Dirección de Correspondencia. Calle 42 A N° 8 -24

10.7 ENSAYOS DE LABORATORIO

LÓPEZ HERMANOS S.A.S GEOTECNIA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS INVESTIGAMOS EL SUELO CIMENTANDO FUTURO	Formato del Sistema de Gestión de Calidad	Este documento es propiedad intelectual de López Hermanos Geotecnia y Aguas Subterraneas S.A.S	
	EJECUCIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO		
	INFORME DE ENSAYO: CONTENIDO DE AGUA EN MUESTRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO AGREGADO	Versión No. 1	03/08/2018
		EL-INF-03	INV E - 122 - 13

Número de ensayo: **98824 (16)**

Solicitado por:	CONSORCIO CONURMA-RINCON-LOPEZ	***Muestra No.:***	98824 (16)
NIT./C.C.:	901615033-1	***Fecha de ensayo:***	15/12/2022
Dirección:	CL 137 12 16 OF 308	***Fecha de Informe:***	22/12/2022
Tel.:	3138898469	***Orden:***	35621
Obra:	HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS - BOGOTÁ.		
Finalidad:	Determinar calidad del Material		
Fecha de muestreo:	01/12/2022		
Muestra tomada por:	López Hermanos (Geotecnia)		
Procedencia	Bogotá DC, Bogotá DC		
Barreno:	BA - 7	***Tipo de muestra:***	Shelby
Profundidad (m):	0.70-1.00 m		
Descripción de la muestra:	Arcilla color habano y amarillo		
Refrencia interna:	N/A		
Frente y localización:	NA		

Método de Ensayo	B
Recipiente N°	A9
Masa del recipiente, (g)	17.34
Masa del recipiente + suelo húmedo, (g)	68.16
Masa del recipiente + suelo seco, (g)	57.76
Contenido de Humedad, %	**25.7**

OBSERVACIONES:

Ninguna

Ejecutó	Revisó	Aprobó
YEIMY EDILSON RIOS CIFUENTES	ING.JOHANA CAROLINA CARO	ING.JOHANA CAROLINA CARO
LABORATORISTA	T.P.15202-320655 BYC	T.P.15202-320655 BYC

Nota: Este folio no se debe reproducir de forma parcial o total sin la aprobación por escrito de López Hermanos Geotécnia y Aguas subterraneas S.A.S

Los resultados mostrados en este informe corresponden unicamente a la(s) muestra(s) ensayada(s)

LÓPEZ HERMANOS GEOTECNIA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS S.A.S INVESTIGAMOS EL SUELO CIMENTANDO FUTURO	Formato del Sistema de Gestión de Calidad EJECUCIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO	Este documento es propiedad intelectual de López Hermanos Geotecnia y Aguas Subterráneas S.A.S
	INFORME DE ENSAYO: COMPRESIÓN INCONFINADA EN SUELOS	Versión No. 1 / 13/08/2018 EL-INF-06 / INVE - 152 - 13

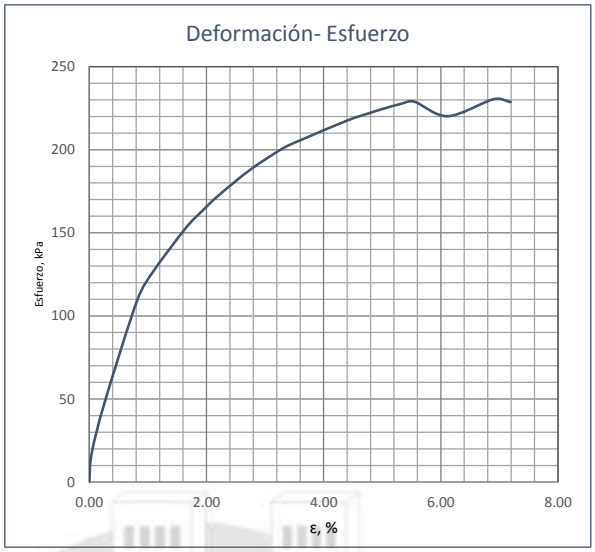
Número de ensayo: ***98824 (22)***
Solicitado por: CONSORCIO CONURMA-RINCON-LOPEZ
Dirección: CL 137 12 16 OF 308
NIT./C.C.: 901615033-1
Tel.: 3138898469
Obra: HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS - BOGOTÁ.
Finalidad: Determinar calidad del Material
Muestra tomada por: López Hermanos (Geotecnia)
Procedencia: Bogotá DC, Bogotá DC
Barreno: **BA - 7**
Profundidad (m): 0.7/1
Descripción de la muestra: Arcillas color habano y amarillo

Muestra No.: 98824 (22)
No de Orden ***35621***
Fecha de ensayo: 15/12/2022 10:34:52
Fecha de Informe: 30/12/2022 16:20
Fecha de muestreo: 01/12/2022
Referencia Interna Cliente: N/A
Tipo de muestreador: Shelby

Estado de la muestra	Inalterada
Altura inicial del espécimen, mm	119.51
Diámetro del espécimen, mm	58.62
Relacion Altura / diámetro	2.04
Área inicial transversal de la muestra, mm²	2699
Velocidad de deformación (mm/min)	0.0
Densidad Húmeda, g/cm³	1.923
Densidad seca, g/cm³	1.530

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	
Masa del especimen húmedo (g)	620.4
Masa de recipiente (g)	17.34
Masa de recipiente + suelo humedo (g)	68.16
Masa de recipiente + suelo seco (g)	57.76
Contenido de Agua (%)	25.7%
La muestra para humedad se obtuvo:	Antes del Ensayo
La muestra se obtuvo a partir de:	Recortes de la Muestra

Nº	Deformación (mm)	Carga axial (kN)	Deformación unitaria (%)	Área Corregida (mm²)	Esfuerzo (kPa)
0	0.000	0.00	0.00	0	0
1	0.050	0.05	0.04	2700	17
2	0.315	0.13	0.26	2706	48
3	0.979	0.30	0.82	2721	110
4	1.315	0.35	1.10	2729	127
5	1.973	0.42	1.65	2744	153
6	2.316	0.45	1.94	2752	164
7	2.623	0.48	2.19	2759	172
8	3.274	0.52	2.74	2775	188
9	3.939	0.56	3.30	2791	201
10	4.332	0.58	3.62	2800	206
11	5.282	0.62	4.42	2824	218
12	5.704	0.629	4.77	2834	222
13	5.954	0.637	4.98	2840	224
14	6.362	0.649	5.32	2851	228
15	6.633	0.654	5.55	2857	229
16	7.312	0.633	6.12	2875	220
17	8.249	0.668	6.90	2899	230
18	8.592	0.665	7.19	2908	229



Resistencia a la compresión inconfinada, kPa	230
Resistencia a la compresión inconfinada, kg/cm²	2.35
Resistencia al corte, kPa	115
Resistencia al corte, kg/cm²	1.17
Deformación en el instante de la falla, %	6.902
Tipo de Falla:	CORTE
Veleta de Mano kg/cm²:	2.13
Penetrómetro de Bolsillo kg/cm²:	3.5

FOTO DE LA FALLA



Observaciones: ***Ninguna***

Ejecutó	Revisó	Aprobó
YEIMY EDILSON RIOS CIFUENTES	ING.JOHANA CAROLINA CARO	ING.JOHANA CAROLINA CARO
LABORATORISTA	15202-320655 BYC	15202-320655 BYC

Nota: Este folio no se deberá reproducir de forma parcial o total sin la aprobación por escrito de López Hermanos Geotécnia y Aguas subterraneas S.A.S
Los resultados mostrados en este informe corresponden unicamente a la(s) muestra(s) ensayada(s)

LÓPEZ HERMANOS GEOTECNIA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS S.A.S INVESTIGAMOS EL SUELO CIMENTANDO FUTURO	Formato del Sistema de Gestión de Calidad EJECUCIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO	Este documento es propiedad intelectual de López Hermanos Geotécnia y Aguas Subterraneas S.A.S
	INFORME DE ENSAYO: LÍMITES DE CONSISTENCIA	Versión No. 1 / 03/08/2018 EL-INF-04 / INV E-125 y 126 -2013

Número de ensayo: **98825 (5)**

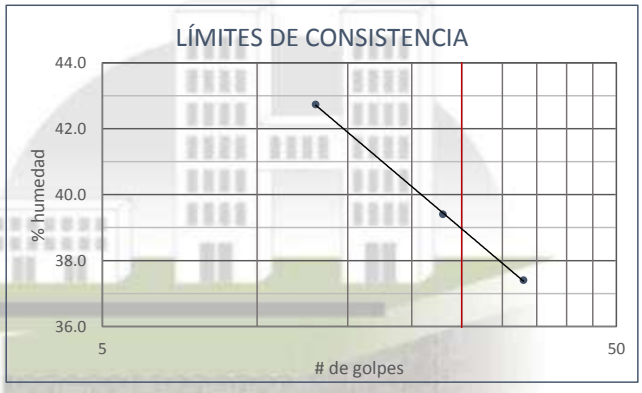
Solicitado por:	CONSORCIO CONURMA-RINCON-LOPEZ	***NIT./C.C.:***	901615033-1
Dirección:	CL 137 12 16 OF 308	***Tel.:***	3138898469
Obra:	HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS - BOGOTÁ.	***Fecha de Informe:***	22/12/2022 15:30
Finalidad:	Determinar calidad del Material	***Orden***	35621
Fecha de muestreo:	01/12/2022	***Referencia Cliente:***	Shelby
Muestra tomada por:	López Hermanos (Geotecnia)	***Barreno:***	BA - 7
Procedencia:	Bogotá DC, Bogotá DC		
Profundidad:	1.7m/2m		
Descripción de la muestra:	Arcilla de color marrón claro con oxidado		
Fecha de ingreso de la muestra:	07/12/2022		
Muestra No.:	98825 (5)		
Fecha de ensayo:	21/12/2022 9:48		
Método de preparación de la muestra:	Método A		

Frente y localización: 0

	Recipiente No.	A103	A15	A18
Límite Líquido	Número de golpes	13	23	33
	Masa del recipiente, g	19.18	17.68	17.94
	Masa del recipiente más muestra húmeda, g	27.23	25.11	26.39
	Masa del recipiente más muestra seca,g	24.82	23.01	24.09
	Contenido de agua, %	**42.7**	**39.4**	**37.4**
	Límite líquido (LL)	**39**		

Procedimiento de ensayo de límite plástico: Manual

Límite Plástico	Cápsula	D51	D70
	Masa del recipiente (g)	7.52	7.08
	Masa del recipiente + suelo húmedo (g)	14.88	12.7
	Masa del recipiente + suelo seco (g)	13.76	11.85
	Contenido de agua, %	17.9	17.8
	Límite plástico (LP)	**18**	
	Índice de Plasticidad (IP):	**21**	



OBSERVACIONES:

Ejecutó	Revisó	Aprobó
YEIMY EDILSON RIOS	ING. JOHANA CARO CARO	ING. JOHANA CARO CARO
LABORATORISTA	MP. 15202-320655 BYC	MP. 15202-320655 BYC

Nota: Este folio no se deberá reproducir de forma parcial o total sin la aprobación por escrito de López Hermanos Geotecnia y Aguas subterráneas S.A.S
Los resultados mostrados en este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) ensayada(s)

LÓPEZ HERMANOS S.A.S GEOTECNIA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS "ESTIGAMOS EL SUELO CIMENTANDO FUTURO" Av Norte 48-57 Tunja (BOY) - Tel: 3108717384 - (8) 7403972 - email: lopezhnos@lhltda.com	Formato del Sitema de Gestión de Calidad	Este documento es propiedad intelectual de López Hermanos Geotécnia y Aguas Subterraneas S.A.S	
	EJECUCIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO		
	INFORME DE ENSAYO: LAVADO SOBRE TAMIZ No. 200	Versión No. 1	03/08/2018
		EL-INF-05	INV E-123-2013

Nùmero de ensayo:	***98825 (11)***		
Solicitado por:	CONSORCIO CONURMA-RINCON-LOPEZ	***Ref:***	**N/A**
Dirección:	CL 137 12 16 OF 308	***NIT./C.C.:***	891.80.302-1
Obra:	HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS - BOGOTÁ.	***Tel.:***	3138898469
Finalidad:	Determinar calidad del Material	***Fecha de Informe:***	22/12/2022
Fecha de muestreo:	01/12/2022	***Orden***	35621
Muestra tomada por:	López Hermanos (Geotecnia)		
Procedencia:	Bogotá-D.C.		
Barreno:	**BA - 7**		
Profundidad (m):	1.70 - 2.00 m		
Tipo de muestreador:	Shelby		
Descripción de la muestra:	Arcilla de color marrón claro con oxidado		
Frente y localización:	NA		
Muestra No.:	98825 (11)		
Fecha de ensayo:	21/12/2022		

Peso suelo seco antes de lavar, (g)	353.44
Peso suelo seco despues de lavar, (g)	35.39
PASANTE MALLA 4, (%)	**100**
PASANTE MALLA 200, (%)	**90**

OBSERVACIONES:

Ninguna

Ejecutó	Revisó	Aprobó
YEIMY EDILSON RIOS CIFUENTES	ING. JOHANA CAROLINA CARO	ING. JOHANA CAROLINA CARO
LABORATORISTA	TP. 15202-320655 BYC	TP. 15202-320655 BYC

Nota: Este folio no se deberá reproducir de forma parcial o total sin la aprobación por escrito de López Hermanos Geotécnia y Aguas subterraneas S.A.S

Los resultados mostrados en este informe corresponden unicamente a la(s) muestra(s) ensayada(s)

LÓPEZ HERMANOS S.A.S GEOTECNIA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS INVESTIGAMOS EL SUELO CIMENTANDO FUTURO	Formato del Sistema de Gestión de Calidad	Este documento es propiedad intelectual de López Hermanos Geotecnia y Aguas Subterraneas S.A.S	
	EJECUCIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO		
	INFORME DE ENSAYO: CONTENIDO DE AGUA EN MUESTRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO AGREGADO	Versión No. 1	03/08/2018
		EL-INF-03	INV E - 122 - 13

Número de ensayo: **98825 (16)**

Solicitado por:	CONSORCIO CONURMA-RINCON-LOPEZ	***Muestra No.:***	98825 (16)
NIT./C.C.:	901615033-1	***Fecha de ensayo:***	21/12/2022
Dirección:	CL 137 12 16 OF 308	***Fecha de Informe:***	22/12/2022
Tel.:	3138898469	***Orden:***	35621
Obra:	HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS - BOGOTÁ.		
Finalidad:	Determinar calidad del Material		
Fecha de muestreo:	01/12/2022		
Muestra tomada por:	López Hermanos (Geotecnia)		
Procedencia	Bogotá D.C		
Barreno:	BA - 7	***Tipo de muestra:***	Shelby
Profundidad (m):	1.70-2.00 m		
Descripción de la muestra:	Arcilla de color marrón claro con oxidado		
Refrencia interna:	N/A		
Frente y localización:	NA		

Método de Ensayo	A
Recipiente N°	30C
Masa del recipiente, (g)	48.36
Masa del recipiente + suelo húmedo, (g)	461.4
Masa del recipiente + suelo seco, (g)	401.8
Contenido de Humedad, %	**16.9**

OBSERVACIONES:

Ninguna

Ejecutó	Revisó	Aprobó
YEIMY EDILSON RIOS CIFUENTES	ING.JOHANA CAROLINA CARO	ING.JOHANA CAROLINA CARO
LABORATORISTA	T.P.15202-320655 BYC	T.P.15202-320655 BYC

Nota: Este folio no se debe reproducir de forma parcial o total sin la aprobación por escrito de López Hermanos Geotécnia y Aguas subterraneas S.A.S

Los resultados mostrados en este informe corresponden unicamente a la(s) muestra(s) ensayada(s)

Número de ensayo: ***98825 (22)***
Solicitado por: CONSORCIO CONURMA-RINCON-LOPEZ
Dirección: CL 137 12 16 OF 308
NIT./C.C.: 901615033-1
Tel.: 3138898469

Obra: HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS - BOGOTÁ.

Finalidad: Determinar calidad del Material
Muestra tomada por: López Hermanos (Geotecnia)
Procedencia: Bogotá DC, Bogotá DC
Barreno: **BA - 7**
Profundidad (m): 1.7/2
Descripción de la muestra: Arcilla de color marrón claro con oxidado

Muestra No.: 98825 (22)

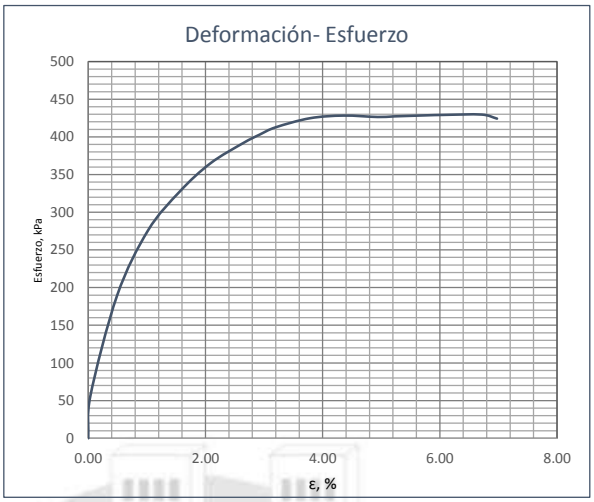
No de Orden ***35621***
Fecha de ensayo: 21/12/2022 9:48:04

Fecha de Informe: 30/12/2022 16:20
Fecha de muestreo: 01/12/2022
Referencia Interna Cliente: N/A
Tipo de muestreador: Shelby

Estado de la muestra	Inalterada
Altura inicial del espécimen, mm	119.27
Diámetro del espécimen, mm	58.24
Relacion Altura / diámetro	2.05
Área inicial transversal de la muestra, mm²	2664
Velocidad de deformación (mm/min)	1.5
Densidad Húmeda, g/cm³	2.118
Densidad seca, g/cm³	1.812

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	
Masa del especimen húmedo (g)	673
Masa de recipiente (g)	48.36
Masa de recipiente + suelo humedo (g)	461.4
Masa de recipiente + suelo seco (g)	401.8
Contenido de Agua (%)	16.9%
La muestra para humedad se obtuvo:	Antes del Ensayo
La muestra se obtuvo a partir de:	Recortes de la Muestra

Nº	Deformación (mm)	Carga axial (kN)	Deformación unitaria (%)	Área Corregida (mm²)	Esfuerzo (kPa)
0	0.000	0.00	0.00	0	0
1	0.043	0.15	0.04	2665	56
2	0.586	0.51	0.49	2677	189
3	1.215	0.74	1.02	2691	276
4	1.866	0.89	1.56	2706	328
5	2.487	0.99	2.09	2721	365
6	3.152	1.07	2.64	2736	392
7	3.488	1.11	2.92	2744	403
8	3.817	1.14	3.20	2752	413
9	4.510	1.18	3.78	2769	425
10	5.197	1.19	4.36	2785	428
11	5.890	1.20	4.94	2802	426
12	6.233	1.201	5.23	2811	427
13	6.898	1.212	5.78	2828	429
14	7.219	1.217	6.05	2836	429
15	8.01	1.227	6.72	2856	430
16	8.32	1.215	6.98	2864	424



Resistencia a la compresión inconfinada, kPa	430
Resistencia a la compresión inconfinada, kg/cm²	4.38
Resistencia al corte, kPa	215
Resistencia al corte, kg/cm²	2.19
Deformación en el instante de la falla, %	6.716
Tipo de Falla:	CORTE
Veleta de Mano kg/cm²:	1.50
Penetrómetro de Bolsillo kg/cm²:	>4.5

FOTO DE LA FALLA



Observaciones: ***Ninguna***

Ejecutó	Revisó	Aprobó
YEIMY EDILSON RIOS CIFUENTES	ING.JOHANA CAROLINA CARO	ING.JOHANA CAROLINA CARO
LABORATORISTA	15202-320655 BYC	15202-320655 BYC

Nota: Este folio no se deberá reproducir de forma parcial o total sin la aprobación por escrito de López Hermanos Geotecnia y Aguas subterraneas S.A.S
Los resultados mostrados en este informe corresponden unicamente a la(s) muestra(s) ensayada(s)

LÓPEZ HERMANOS S.A.S GEOTECNIA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS INVESTIGAMOS EL SUELO CIMENTANDO FUTURO	Formato del Sistema de Gestión de Calidad	Este documento es propiedad intelectual de López Hermanos Geotecnia y Aguas Subterraneas S.A.S	
	EJECUCIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO		
	INFORME DE ENSAYO: CONTENIDO DE AGUA EN MUESTRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO AGREGADO	Versión No. 1	03/08/2018
		EL-INF-03	INV E - 122 - 13

Número de ensayo: **98826 (16)**

Solicitado por:	CONSORCIO CONURMA-RINCON-LOPEZ	***Muestra No.:***	98826 (16)
NIT./C.C.:	901615033-1	***Fecha de ensayo:***	15/12/2022
Dirección:	CL 137 12 16 OF 308	***Fecha de Informe:***	22/12/2022
Tel.:	3138898469	***Orden:***	35621
Obra:	HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS - BOGOTÁ.		
Finalidad:	Determinar calidad del Material		
Fecha de muestreo:	01/12/2022		
Muestra tomada por:	López Hermanos (Geotecnia)		
Procedencia	Bogotá D.C.		
Barreno:	BA - 7	***Tipo de muestra:***	Shelby
Profundidad (m):	2.70-3.00 m		
Descripción de la muestra:	Arcilla con algunas arenas y gravas de color gris con marrón		
Refrencia interna:	N/A		
Frente y localización:	NA		

Método de Ensayo	A
Recipiente N°	A3
Masa del recipiente, (g)	17.76
Masa del recipiente + suelo húmedo, (g)	60.46
Masa del recipiente + suelo seco, (g)	54.92
Contenido de Humedad, %	**14.9**

OBSERVACIONES:

Ninguna

Ejecutó	Revisó	Aprobó
YEIMY EDILSON RIOS CIFUENTES	ING.JOHANA CAROLINA CARO	ING.JOHANA CAROLINA CARO
LABORATORISTA	T.P.15202-320655 BYC	T.P.15202-320655 BYC

Nota: Este folio no se debe reproducir de forma parcial o total sin la aprobación por escrito de López Hermanos Geotécnia y Aguas subterraneas S.A.S

Los resultados mostrados en este informe corresponden unicamente a la(s) muestra(s) ensayada(s)

LÓPEZ HERMANOS GEOTECNIA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS S.A.S INVESTIGAMOS EL SUELO CIMENTANDO FUTURO	Formato del Sistema de Gestión de Calidad EJECUCIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO	Este documento es propiedad intelectual de López Hermanos Geotécnia y Aguas Subterraneas S.A.S
	INFORME DE ENSAYO: LÍMITES DE CONSISTENCIA	Versión No. 1 / 03/08/2018 EL-INF-04 / INV E-125 y 126 -2013

Número de ensayo: **99012 (5)**

Solicitado por:	CONSORCIO CONURMA-RINCON-LOPEZ	***NIT./C.C.:***	901615033-1
Dirección:	CL 137 12 16 OF 308	***Tel.:***	3138898469
Obra:	HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS - BOGOTÁ.	***Fecha de Informe:***	23/12/2022 10:49
Finalidad:	Determinar calidad del Material	***Orden***	35621
Fecha de muestreo:	03/12/2022	***Referencia Cliente:***	Shelby
Muestra tomada por:	López Hermanos (Geotecnia)	***Barreno:***	BA - 8
Procedencia:	Bogotá DC, Bogotá DC		
Profundidad:	0.7m/1m		
Descripción de la muestra:	Arcilla de color marrón con vetas oxidadas		
Fecha de ingreso de la muestra:	10/12/2022		
Muestra No.:	99012 (5)		
Fecha de ensayo:	21/12/2022 10:39		
Método de preparación de la muestra:	Método A		

Frente y localización: 0

	Recipiente No.	A31	A3	A25
Límite Líquido	Número de golpes	12	24	38
	Masa del recipiente, g	16.99	17.75	17.31
	Masa del recipiente más muestra húmeda, g	23.42	24.5	24.92
	Masa del recipiente más muestra seca,g	21.34	22.43	22.69
	Contenido de agua, %	**47.8**	**44.2**	**41.4**
	Límite líquido (LL)	**44**		

Procedimiento de ensayo de límite plástico: Manual

Límite Plástico	Cápsula	D31	D69
	Masa del recipiente (g)	6.32	7.29
	Masa del recipiente + suelo húmedo (g)	13.78	14.35
	Masa del recipiente + suelo seco (g)	12.36	12.96
	Contenido de agua, %	23.5	24.5
	Límite plástico (LP)	**24**	
	Índice de Plasticidad (IP):	**20**	



OBSERVACIONES:

Ejecutó	Revisó	Aprobó
YEIMY EDILSON RIOS	ING. JOHANA CARO CARO	ING. JOHANA CARO CARO
LABORATORISTA	MP. 15202-320655 BYC	MP. 15202-320655 BYC

Nota: Este folio no se deberá reproducir de forma parcial o total sin la aprobación por escrito de López Hermanos Geotecnia y Aguas subterráneas S.A.S
Los resultados mostrados en este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) ensayada(s)

LÓPEZ HERMANOS S.A.S GEOTECNIA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS — INVESTIGAMOS EL SUELO CIMENTANDO FUTURO	Formato del Sitema de Gestión de Calidad	Este documento es propiedad intelectual de López Hermanos Geotécnia y Aguas Subterraneas S.A.S	
	EJECUCIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO		
	INFORME DE ENSAYO: LAVADO SOBRE TAMIZ No. 200	Versión No. 1	03/08/2018
		EL-INF-05	INV E-123-2013

Nùmero de ensayo: ***99012 (11)***

Solicitado por:	CONSORCIO CONURMA-RINCON-LOPEZ	***Ref:***	**San Jorge**
Dirección:	CL 137 12 16 OF 308	***NIT./C.C.:***	891.80.302-1
Obra:	HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS - BOGOTÁ.	***Tel.:***	3138898469
Finalidad:	Determinar calidad del Material	***Fecha de Informe:***	23/12/2022
Fecha de muestreo:	03/12/2022	***Orden***	35621
Muestra tomada por:	López Hermanos (Geotecnia)		
Procedencia:	Bogotá DC, Bogotá DC		
Barreno:	**BA - 8**		
Profundidad (m):	0.70 - 1.00 m		
Tipo de muestreador:	Shelby		
Descripción de la muestra:	Arcilla de color marrón con vetas oxidadas		
Frente y localización:	NA		
Muestra No.:	99012 (11)		
Fecha de ensayo:	21/12/2022		

Peso suelo seco antes de lavar, (g)	290.47
Peso suelo seco despues de lavar, (g)	8.9
PASANTE MALLA 4, (%)	**100**
PASANTE MALLA 200, (%)	**97**

OBSERVACIONES:

Ninguna

Ejecutó	Revisó	Aprobó
YEIMY EDILSON RIOS CIFUENTES	ING. JOHANA CAROLINA CARO	ING. JOHANA CAROLINA CARO
LABORATORISTA	TP. 15202-320655 BYC	TP. 15202-320655 BYC

Nota: Este folio no se deberá reproducir de forma parcial o total sin la aprobación por escrito de López Hermanos Geotécnia y Aguas subterraneas S.A.S

Los resultados mostrados en este informe corresponden unicamente a la(s) muestra(s) ensayada(s)

LÓPEZ HERMANOS GEOTECNIA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS — INVESTIGAMOS EL SUELO CIMENTANDO FUTURO	Formato del Sistema de Gestión de Calidad EJECUCIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO	Este documento es propiedad intelectual de López Hermanos Geotecnia y Aguas Subterraneas S.A.S
	INFORME DE ENSAYO: CONTENIDO DE AGUA EN MUESTRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO AGREGADO	Versión No. 1 — 03/08/2018 EL-INF-03 — INV E - 122 - 13

Número de ensayo: **99012 (16)**

Solicitado por:	CONSORCIO CONURMA-RINCON-LOPEZ	***Muestra No.:***	99012 (16)
NIT./C.C.:	901615033-1	***Fecha de ensayo:***	21/12/2022
Dirección:	CL 137 12 16 OF 308	***Fecha de Informe:***	23/12/2022
Tel.:	3138898469	***Orden:***	35621
Obra:	HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS - BOGOTÁ.		
Finalidad:	Determinar calidad del Material		
Fecha de muestreo:	03/12/2022		
Muestra tomada por:	López Hermanos (Geotecnia)		
Procedencia	Bogotá DC, Bogotá DC		
Barreno:	BA - 8	***Tipo de muestra:***	Shelby
Profundidad (m):	0.70-1.00 m		
Descripción de la muestra:	Arcilla de color marrón con vetas oxidadas		
Refrencia interna:	San Jorge		
Frente y localización:	NA		

Método de Ensayo	A
Recipiente N°	p3
Masa del recipiente, (g)	33.91
Masa del recipiente + suelo húmedo, (g)	407.63
Masa del recipiente + suelo seco, (g)	324.38
Contenido de Humedad, %	**28.7**

OBSERVACIONES:

Ninguna

Ejecutó	Revisó	Aprobó
YEIMY EDILSON RIOS CIFUENTES	ING.JOHANA CAROLINA CARO	ING.JOHANA CAROLINA CARO
LABORATORISTA	T.P.15202-320655 BYC	T.P.15202-320655 BYC

Nota: Este folio no se debe reproducir de forma parcial o total sin la aprobación por escrito de López Hermanos Geotécnia y Aguas subterraneas S.A.S

Los resultados mostrados en este informe corresponden unicamente a la(s) muestra(s) ensayada(s)

LÓPEZ HERMANOS GEOTECNIA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS S.A.S INVESTIGAMOS EL SUELO CIMENTANDO FUTURO	Formato del Sistema de Gestión de Calidad	Este documento es propiedad intelectual de López Hermanos Geotecnia y Aguas Subterráneas S.A.S	
	EJECUCIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO		
	INFORME DE ENSAYO: COMPRESIÓN INCONFINADA EN SUELOS	Versión No. 1	13/08/2018
		EL-INF-06	INVE - 152 - 13

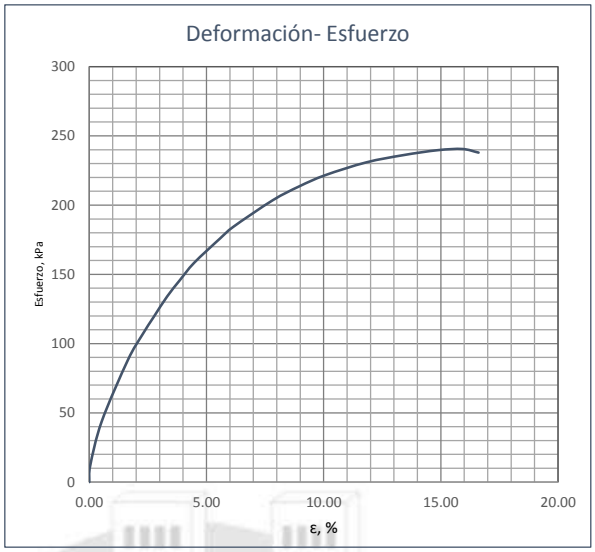
Número de ensayo: ***99012 (22)***
Solicitado por: CONSORCIO CONURMA-RINCON-LOPEZ
Dirección: CL 137 12 16 OF 308
NIT./C.C.: 901615033-1
Tel.: 3138898469
Obra: HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS - BOGOTÁ.
Finalidad: Determinar calidad del Material
Muestra tomada por: López Hermanos (Geotecnia)
Procedencia: Bogotá DC, Bogotá DC
Barreno: **BA - 8**
Profundidad (m): 0.7/1
Descripción de la muestra: Arcilla de color marrón con vetas oxidadas

Muestra No.: 99012 (22)
No de Orden ***35621***
Fecha de ensayo: 21/12/2022 10:39:15
Fecha de Informe: 23/12/2022 10:50
Fecha de muestreo: 03/12/2022
Referencia Interna Cliente: San Jorge
Tipo de muestreador: Shelby

Estado de la muestra	Inalterada
Altura inicial del espécimen, mm	119.73
Diámetro del espécimen, mm	58.39
Relacion Altura / diámetro	2.05
Área inicial transversal de la muestra, mm²	2678
Velocidad de deformación (mm/min)	0.0
Densidad Húmeda, g/cm³	1.906
Densidad seca, g/cm³	1.481

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	
Masa del especimen húmedo (g)	611
Masa de recipiente (g)	33.91
Masa de recipiente + suelo humedo (g)	407.63
Masa de recipiente + suelo seco (g)	324.38
Contenido de Agua (%)	28.7%
La muestra para humedad se obtuvo:	Antes del Ensayo
La muestra se obtuvo a partir de:	Recortes de la Muestra

Nº	Deformación (mm)	Carga axial (kN)	Deformación unitaria (%)	Área Corregida (mm²)	Esfuerzo (kPa)
0	0.000	0.00	0.00	0	0
1	0.043	0.03	0.04	2679	12
2	0.636	0.12	0.53	2692	44
3	1.973	0.24	1.65	2723	88
4	2.702	0.29	2.26	2740	106
5	3.302	0.33	2.76	2754	119
6	3.974	0.37	3.32	2770	134
7	4.625	0.41	3.86	2785	146
8	5.361	0.44	4.48	2803	158
9	6.683	0.50	5.58	2836	176
10	7.362	0.53	6.15	2853	184
11	9.364	0.59	7.82	2905	203
12	10.722	0.628	8.96	2941	214
13	12.059	0.66	10.07	2978	222
14	14.146	0.701	11.81	3036	231
15	16.04	0.73	13.40	3092	236
16	17.813	0.754	14.88	3146	240
17	19.064	0.766	15.92	3185	241
18	19.886	0.764	16.61	3211	238



Resistencia a la compresión inconfinada, kPa	241
Resistencia a la compresión inconfinada, kg/cm²	2.45
Resistencia al corte, kPa	120
Resistencia al corte, kg/cm²	1.23
Deformación en el instante de la falla, %	15.922
Tipo de Falla:	CORTE
Veleta de Mano kg/cm²:	1.88
Penetrómetro de Bolsillo kg/cm²:	2.75

FOTO DE LA FALLA



Observaciones: ***Ninguna***

Ejecutó	Revisó	Aprobó
YEIMY EDILSON RIOS CIFUENTES	ING.JOHANA CAROLINA CARO	ING.JOHANA CAROLINA CARO
LABORATORISTA	15202-320655 BYC	15202-320655 BYC

Nota: Este folio no se deberá reproducir de forma parcial o total sin la aprobación por escrito de López Hermanos Geotécnia y Aguas subterraneas S.A.S
Los resultados mostrados en este informe corresponden unicamente a la(s) muestra(s) ensayada(s)

LÓPEZ HERMANOS S.A.S GEOTECNIA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS INVESTIGAMOS EL SUELO CIMENTANDO FUTURO	Formato del Sistema de Gestión de Calidad	Este documento es propiedad intelectual de López Hermanos Geotecnia y Aguas Subterraneas S.A.S	
	EJECUCIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO		
	INFORME DE ENSAYO: CONTENIDO DE AGUA EN MUESTRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO AGREGADO	Versión No. 1	03/08/2018
		EL-INF-03	INV E - 122 - 13

Número de ensayo: **99013 (16)**

Solicitado por:	CONSORCIO CONURMA-RINCON-LOPEZ	***Muestra No.:***	99013 (16)
NIT./C.C.:	901615033-1	***Fecha de ensayo:***	15/12/2022
Dirección:	CL 137 12 16 OF 308	***Fecha de Informe:***	23/12/2022
Tel.:	3138898469	***Orden:***	35621
Obra:	HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS - BOGOTÁ.		
Finalidad:	Determinar calidad del Material		
Fecha de muestreo:	03/12/2022		
Muestra tomada por:	López Hermanos (Geotecnia)		
Procedencia	Bogotá DC, Bogotá DC		
Barreno:	BA - 8	***Tipo de muestra:***	Shelby
Profundidad (m):	1.70-2.00 m		
Descripción de la muestra:	Arcilla color marrón		
Refrencia interna:	San Jorge		
Frente y localización:	NA		

Método de Ensayo	B
Recipiente N°	A1
Masa del recipiente, (g)	17.75
Masa del recipiente + suelo húmedo, (g)	84.68
Masa del recipiente + suelo seco, (g)	70.2
Contenido de Humedad, %	**27.6**

OBSERVACIONES:

Ninguna

Ejecutó	Revisó	Aprobó
YEIMY EDILSON RIOS CIFUENTES	ING.JOHANA CAROLINA CARO	ING.JOHANA CAROLINA CARO
LABORATORISTA	T.P.15202-320655 BYC	T.P.15202-320655 BYC

Nota: Este folio no se debe reproducir de forma parcial o total sin la aprobación por escrito de López Hermanos Geotécnia y Aguas subterraneas S.A.S

Los resultados mostrados en este informe corresponden unicamente a la(s) muestra(s) ensayada(s)

LÓPEZ HERMANOS S.A.S GEOTECNIA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS INVESTIGAMOS EL SUELO CIMENTANDO FUTURO	Formato del Sistema de Gestión de Calidad	Este documento es propiedad intelectual de López Hermanos Geotecnia y Aguas Subterraneas S.A.S	
	EJECUCIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO		
	INFORME DE ENSAYO: CONTENIDO DE AGUA EN MUESTRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO AGREGADO	Versión No. 1	03/08/2018
		EL-INF-03	INV E - 122 - 13

Número de ensayo: **99014 (16)**

Solicitado por:	CONSORCIO CONURMA-RINCON-LOPEZ	***Muestra No.:***	99014 (16)
NIT./C.C.:	901615033-1	***Fecha de ensayo:***	20/12/2022
Dirección:	CL 137 12 16 OF 308	***Fecha de Informe:***	23/12/2022
Tel.:	3138898469	***Orden:***	35621
Obra:	HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS - BOGOTÁ.		
Finalidad:	Determinar calidad del Material		
Fecha de muestreo:	03/12/2022		
Muestra tomada por:	López Hermanos (Geotecnia)		
Procedencia	Bogotá DC, Bogotá DC		
Barreno:	BA - 8	***Tipo de muestra:***	Shelby
Profundidad (m):	2.70-3.00 m		
Descripción de la muestra:	Arcilla color marrón		
Refrencia interna:	San jorge		
Frente y localización:	NA		

Método de Ensayo	B
Recipiente N°	A107
Masa del recipiente, (g)	16.25
Masa del recipiente + suelo húmedo, (g)	83.4
Masa del recipiente + suelo seco, (g)	71.12
Contenido de Humedad, %	**22.4**

OBSERVACIONES:

Ninguna

Ejecutó	Revisó	Aprobó
YEIMY EDILSON RIOS CIFUENTES	ING.JOHANA CAROLINA CARO	ING.JOHANA CAROLINA CARO
LABORATORISTA	T.P.15202-320655 BYC	T.P.15202-320655 BYC

Nota: Este folio no se debe reproducir de forma parcial o total sin la aprobación por escrito de López Hermanos Geotécnia y Aguas subterraneas S.A.S

Los resultados mostrados en este informe corresponden unicamente a la(s) muestra(s) ensayada(s)

LÓPEZ HERMANOS GEOTECNIA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS — INVESTIGAMOS EL SUELO CIMENTANDO FUTURO	Formato del Sistema de Gestión de Calidad	Este documento es propiedad intelectual de López Hermanos Geotecnia y Aguas Subterraneas S.A.S	
	EJECUCIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO		
	INFORME DE ENSAYO: CONTENIDO DE AGUA EN MUESTRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO AGREGADO	Versión No. 1	03/08/2018
		EL-INF-03	INV E - 122 - 13

Número de ensayo: **99015 (16)**

Solicitado por:	CONSORCIO CONURMA-RINCON-LOPEZ	***Muestra No.:***	99015 (16)
NIT./C.C.:	901615033-1	***Fecha de ensayo:***	16/12/2022
Dirección:	CL 137 12 16 OF 308	***Fecha de Informe:***	23/12/2022
Tel.:	3138898469	***Orden:***	35621
Obra:	HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS - BOGOTÁ.		
Finalidad:	Determinar calidad del Material		
Fecha de muestreo:	03/12/2022		
Muestra tomada por:	López Hermanos (Geotecnia)		
Procedencia	Bogotá DC, Bogotá DC		
Barreno:	BA - 8	***Tipo de muestra:***	Shelby
Profundidad (m):	3.70-4.00 m		
Descripción de la muestra:	Arcilla con arena y gravas, color amarillo gris y marrón		
Refrencia interna:	San jorge		
Frente y localización:	NA		

Método de Ensayo	B
Recipiente N°	A124
Masa del recipiente, (g)	20.7
Masa del recipiente + suelo húmedo, (g)	48.58
Masa del recipiente + suelo seco, (g)	44.12
Contenido de Humedad, %	**19.0**

OBSERVACIONES:

Ninguna

Ejecutó	Revisó	Aprobó
YEIMY EDILSON RIOS CIFUENTES	ING.JOHANA CAROLINA CARO	ING.JOHANA CAROLINA CARO
LABORATORISTA	T.P.15202-320655 BYC	T.P.15202-320655 BYC

Nota: Este folio no se debe reproducir de forma parcial o total sin la aprobación por escrito de López Hermanos Geotécnia y Aguas subterraneas S.A.S

Los resultados mostrados en este informe corresponden unicamente a la(s) muestra(s) ensayada(s)

LÓPEZ HERMANOS GEOTECNIA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS S.A.S INVESTIGAMOS EL SUELO CIMENTANDO FUTURO	Formato del Sistema de Gestión de Calidad EJECUCIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO	Este documento es propiedad intelectual de López Hermanos Geotécnia y Aguas Subterraneas S.A.S
	INFORME DE ENSAYO: LÍMITES DE CONSISTENCIA	Versión No. 1 / 03/08/2018 EL-INF-04 / INV E-125 y 126 -2013

Número de ensayo: **99016 (5)**

Solicitado por:	CONSORCIO CONURMA-RINCON-LOPEZ	***NIT./C.C.:***	901615033-1
Dirección:	CL 137 12 16 OF 308	***Tel.:***	3138898469
Obra:	HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS - BOGOTÁ.	***Fecha de Informe:***	23/12/2022 11:12
Finalidad:	Determinar calidad del Material	***Orden***	35621
Fecha de muestreo:	03/12/2022	***Referencia Cliente:***	SPT-San Jorge
Muestra tomada por:	López Hermanos (Geotecnia)	***Barreno:***	BA - 8
Procedencia:	Bogotá D.C.		
Profundidad:	4.7m/5.15m		
Descripción de la muestra:	Grava con arena y arcilla color marrón		
Fecha de ingreso de la muestra:	10/12/2022		
Muestra No.:	99016 (5)		
Fecha de ensayo:	21/12/2022 10:41		
Método de preparación de la muestra:	Método A		

Frente y localización: 0

	Recipiente No.	A124	A107	A100
Límite Líquido	Número de golpes	12	23	35
	Masa del recipiente, g	20.63	16.25	20.98
	Masa del recipiente más muestra húmeda, g	27.39	22.84	28.18
	Masa del recipiente más muestra seca,g	25.25	20.87	26.12
	Contenido de agua, %	**46.3**	**42.6**	**40.1**
	Límite líquido (LL)	**42**		

Procedimiento de ensayo de límite plástico: Manual

Límite Plástico	Cápsula	D62	D39
	Masa del recipiente (g)	7.04	6.24
	Masa del recipiente + suelo húmedo (g)	13.24	12.49
	Masa del recipiente + suelo seco (g)	12.04	11.22
	Contenido de agua, %	24.0	25.5
	Límite plástico (LP)	**25**	
	Índice de Plasticidad (IP):	**17**	



OBSERVACIONES:

Ejecutó	Revisó	Aprobó
YEIMY EDILSON RIOS	ING. JOHANA CARO CARO	ING. JOHANA CARO CARO
LABORATORISTA	MP. 15202-320655 BYC	MP. 15202-320655 BYC

Nota: Este folio no se deberá reproducir de forma parcial o total sin la aprobación por escrito de López Hermanos Geotecnia y Aguas subterráneas S.A.S

Los resultados mostrados en este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) ensayada(s)

LÓPEZ HERMANOS S.A.S GEOTECNIA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS — INVESTIGAMOS EL SUELO CIMENTANDO FUTURO — Av Norte 48-57 Tunja (BOY) - Tel: 3108717384 - (8) 7403972 - email: lopezhnos@lhltda.com	Formato del Sitema de Gestión de Calidad	Este documento es propiedad intelectual de López Hermanos Geotécnia y Aguas Subterraneas S.A.S	
	EJECUCIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO		
	INFORME DE ENSAYO: LAVADO SOBRE TAMIZ No. 200	Versión No. 1	03/08/2018
		EL-INF-05	INV E-123-2013

Nùmero de ensayo: ***99016 (11)***

Solicitado por: CONSORCIO CONURMA-RINCON-LOPEZ — ***Ref:*** **San Jorge**

Dirección: CL 137 12 16 OF 308 — ***NIT./C.C.:*** 891.80.302-1

Obra: HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS - BOGOTÁ. — ***Tel.:*** 3138898469

Finalidad: Determinar calidad del Material — ***Fecha de Informe:*** 23/12/2022

Fecha de muestreo: 03/12/2022 — ***Orden*** 35621

Muestra tomada por: López Hermanos (Geotecnia)

Procedencia: Bogotá DC, Bogotá DC

Barreno: **BA - 8**

Profundidad (m): 4.70 - 5.15 m

Tipo de muestreador: SPT

Descripción de la muestra: Grava con arena y arcilla color marrón

Frente y localización: NA

Muestra No.: 99016 (11)

Fecha de ensayo: 21/12/2022

Peso suelo seco antes de lavar, (g)	239.75
Peso suelo seco despues de lavar, (g)	174.92
PASANTE MALLA 4, (%)	**52**
PASANTE MALLA 200, (%)	**27**

OBSERVACIONES:

Ninguna

Ejecutó	Revisó	Aprobó
YEIMY EDILSON RIOS CIFUENTES	ING. JOHANA CAROLINA CARO	ING. JOHANA CAROLINA CARO
LABORATORISTA	TP. 15202-320655 BYC	TP. 15202-320655 BYC

Nota: Este folio no se deberá reproducir de forma parcial o total sin la aprobación por escrito de López Hermanos Geotécnia y Aguas subterraneas S.A.S

Los resultados mostrados en este informe corresponden unicamente a la(s) muestra(s) ensayada(s)

LÓPEZ HERMANOS GEOTECNIA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS — INVESTIGAMOS EL SUELO CIMENTANDO FUTURO	Formato del Sistema de Gestión de Calidad	Este documento es propiedad intelectual de López Hermanos Geotecnia y Aguas Subterraneas S.A.S	
	EJECUCIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO		
	INFORME DE ENSAYO: CONTENIDO DE AGUA EN MUESTRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO AGREGADO	Versión No. 1	03/08/2018
		EL-INF-03	INV E - 122 - 13

Número de ensayo: **99016 (16)**

Solicitado por:	CONSORCIO CONURMA-RINCON-LOPEZ	***Muestra No.:***	99016 (16)
NIT./C.C.:	901615033-1	***Fecha de ensayo:***	21/12/2022
Dirección:	CL 137 12 16 OF 308	***Fecha de Informe:***	23/12/2022
Tel.:	3138898469	***Orden:***	35621
Obra:	HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS - BOGOTÁ.		
Finalidad:	Determinar calidad del Material		
Fecha de muestreo:	03/12/2022		
Muestra tomada por:	López Hermanos (Geotecnia)		
Procedencia	Bogotá DC, Bogotá DC		
Barreno:	BA - 8	***Tipo de muestra:***	SPT
Profundidad (m):	4.70-5.15 m		
Descripción de la muestra:	Grava con arena y arcilla color marrón		
Refrencia interna:	San Jorge		
Frente y localización:	NA		

Método de Ensayo	A
Recipiente N°	20C
Masa del recipiente, (g)	37.64
Masa del recipiente + suelo húmedo, (g)	312.97
Masa del recipiente + suelo seco, (g)	277.93
Contenido de Humedad, %	**14.6**

OBSERVACIONES:

Ninguna

Ejecutó	Revisó	Aprobó
YEIMY EDILSON RIOS CIFUENTES	ING.JOHANA CAROLINA CARO	ING.JOHANA CAROLINA CARO
LABORATORISTA	T.P.15202-320655 BYC	T.P.15202-320655 BYC

Nota: Este folio no se debe reproducir de forma parcial o total sin la aprobación por escrito de López Hermanos Geotécnia y Aguas subterraneas S.A.S

Los resultados mostrados en este informe corresponden unicamente a la(s) muestra(s) ensayada(s)

LÓPEZ HERMANOS GEOTECNIA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS — INVESTIGAMOS EL SUELO CIMENTANDO FUTURO	Formato del Sistema de Gestión de Calidad EJECUCIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO	Este documento es propiedad intelectual de López Hermanos Geotecnia y Aguas Subterraneas S.A.S
	INFORME DE ENSAYO: CONTENIDO DE AGUA EN MUESTRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO AGREGADO	Versión No. 1 — 03/08/2018 EL-INF-03 — INV E - 122 - 13

Número de ensayo: **99017 (16)**

Solicitado por:	CONSORCIO CONURMA-RINCON-LOPEZ	***Muestra No.:***	99017 (16)
NIT./C.C.:	901615033-1	***Fecha de ensayo:***	15/12/2022
Dirección:	CL 137 12 16 OF 308	***Fecha de Informe:***	23/12/2022
Tel.:	3138898469	***Orden:***	35621
Obra:	HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS - BOGOTÁ.		
Finalidad:	Determinar calidad del Material		
Fecha de muestreo:	03/12/2022		
Muestra tomada por:	López Hermanos (Geotecnia)		
Procedencia	Bogotá DC, Bogotá DC		
Barreno:	BA - 8	***Tipo de muestra:***	SPT
Profundidad (m):	5.70-6.15 m		
Descripción de la muestra:	Arcilla con grava color marrón		
Refrencia interna:	San Jorge		
Frente y localización:	NA		

Método de Ensayo	B
Recipiente N°	A18
Masa del recipiente, (g)	17.92
Masa del recipiente + suelo húmedo, (g)	105.13
Masa del recipiente + suelo seco, (g)	96.5
Contenido de Humedad, %	**11.0**

OBSERVACIONES:

Ninguna

Ejecutó	Revisó	Aprobó
YEIMY EDILSON RIOS CIFUENTES	ING.JOHANA CAROLINA CARO	ING.JOHANA CAROLINA CARO
LABORATORISTA	T.P.15202-320655 BYC	T.P.15202-320655 BYC

Nota: Este folio no se debe reproducir de forma parcial o total sin la aprobación por escrito de López Hermanos Geotécnia y Aguas subterraneas S.A.S

Los resultados mostrados en este informe corresponden unicamente a la(s) muestra(s) ensayada(s)

LÓPEZ HERMANOS S.A.S. GEOTECNIA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS INVESTIGAMOS EL SUELO CIMENTANDO FUTURO Av Norte 48-57 Tunja (BOY) - Tel: 3108717384 - (8) 7403972 - email: lopezhnos@lhltda.com	Formato del Sistema de Gestión de Calidad	Este documento es propiedad intelectual de López Hermanos Geotecnia y Aguas Subterráneas	
	EJECUCIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO	Versión No. 2	12/10/2022
	ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN	EL-INF-42	INV E -151

Cliente: CONSORCIO CONURMA-RINCON-LOPEZ **No. De Orden:** 35621
Localización: HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS - BOGOTÁ D.C. **No. Ensayo:** 98828
Barreno N°: 10 **Profundidad (m):** 1.70/2.0
Descripción: Arcilla color marrón vetas oxidadas
Realizado por: Laboratorio López Hermanos S.A.S. **Fecha:** 07/12/2022
Consolidometro tipo: Palanca
Relación de amplificación: 10 **Constante del deformímetro** **0.00254** mm
0.000254 cm

CUNO	100
CDOS	10
CTRES	1

Dimensiones del anillo

Diametro:	5.00 cm
Área:	19.63 cm^2
Altura:	2.00 cm
Peso:	59.00 g
Volumen:	39.27 cm^3

Peso anillo+muestra al comienzo:		141.21 g
Peso anillo+muestra humeda al final:		144.5 g
Peso anillo+muestra seca al final:		127.93 g
Peso sólidos:		68.93 g
	$w_{inicial}$	19.27%
	w_{final}	24.04%
Peso Especifico:		2.0935 g/cm3
ρ_w:	**0.99862** g/cm^3	
Gs:	2.64	
Hs:	1.330 cm	
Lectura inicial deformímetro:		mm
Lectura final deformímetro:		mm
ΔH:		0 mm
H_{vi}:	0.6703 cm	
e_i:	0.5093	

CÁLCULO GRAVEDAD ESPECÍFICA

Matraz N°:	2
Peso matraz+h20:	674.16
Peso platón (g):	64.3
Peso platón + suelo seco (g):	231.47
Peso matraz+h20+suelo (g):	778.1
Peso seco (g):	167.17
Peso sumergido (g):	63.23
GS	2.64

CALIBRACIÓN DE LOS MATRACES

Matraz 1		Matraz 2	
Fecha Calibración	21/04/2022	Fecha Calibración	21/04/2022
T	W	T	W
16.5	674.8	16.5	674.8
19.4	674.4	19.4	674.4
23.5	673.9	23.5	673.9
25.3	673.8	25.3	673.8
21.4	**674.20**	**21.4**	**674.16**

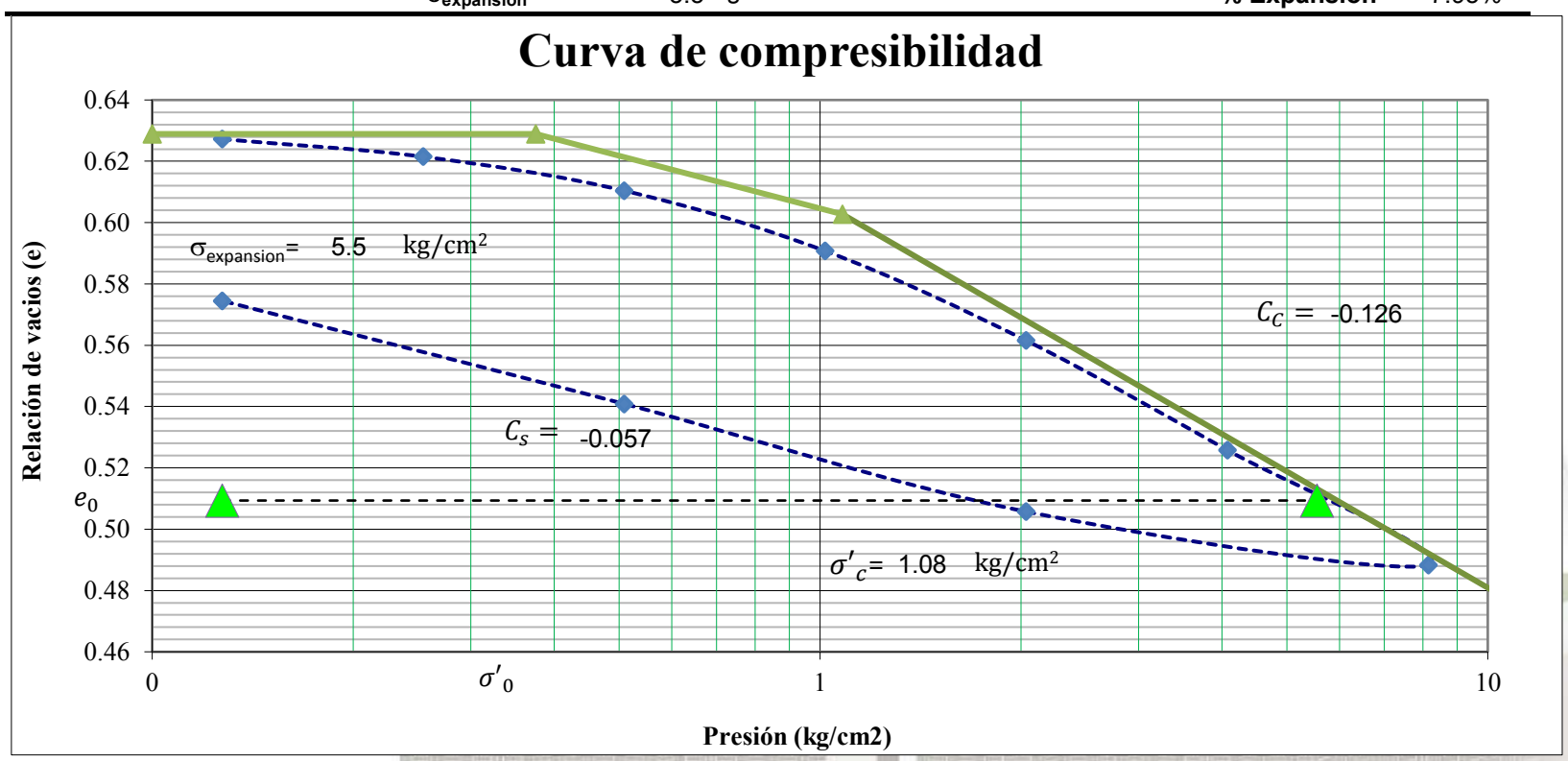
RELACIÓN DE FASES

	PESO	VOLUMEN	H (cm)
AIRE		0.00	0.000
AGUA	13.28	13.30	0.677
SOLIDO	68.93	26.11	1.330
% SATURACIÓN	**100%**		

Cliente:	CONSORCIO CONURMA-RINCON-LOPEZ	**No. De Orden:**	35621
Localización:	HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS - BOGOTÁ D.C.	**No. Ensayo:**	98828
Muestra N°:	10	**Profundidad (m**	1.70/2.0
Descripción:	Arcilla color marrón vetas oxidadas		
Realizado por:	Laboratorio López Hermanos S.A.S.	**Fecha:**	diciembre 7, 2022
Consolidometro tipo:	Palanca		
Relación de amplificación:	10	**Constante del deformímetro:**	0.00254 mm
Volumen inicial de la muestra :	39.3	**Ws**	68.930
Gs:	2.64	**Hs**	1.330
Altura inicial de vacios, $H_{vi:}$	0.670	**ei**	0.509

Presión	Δh (mm)	Δe	H (cm)	Hv (cm)	e	1+e
0.036	–1.59004	-0.1196	2.1590	0.8293	0.6289	1.6289
0.127	0.02286	0.0017	2.1567	0.8270	0.6272	1.6272
0.255	0.07620	0.0057	2.1491	0.8194	0.6215	1.6215
0.509	0.14732	0.0111	2.1344	0.8047	0.6104	1.6104
1.019	0.26162	0.0197	2.1082	0.7785	0.5907	1.5907
2.037	0.38862	0.0292	2.0693	0.7396	0.5615	1.5615
4.074	0.47498	0.0357	2.0218	0.6921	0.5258	1.5258
8.149	0.49784	0.0374	1.9721	0.6424	0.4883	1.4883
2.037	-0.23114	-0.0174	1.9952	0.6655	0.5057	1.5057
0.509	-0.46736	-0.0351	2.0419	0.7122	0.5409	1.5409
0.127	-0.44704	-0.0336	2.0866	0.7569	0.5745	1.5745

$e_{0=}$	0.51	**0,42 e0=**	0.214
σ_0=	0.38 kg/cm^2	**σ 0,42 e0**=	32.654
σ_c=	1.08 kg/cm^2	$c_{s=}$	-0.057
RSC=	2.9	$c_{c=}$	-0.126
$\sigma_{expansión}$=	5.5 kg/cm^2	**% Expansión=**	7.95%



JOHANA CAROLINA CARO
JEFE DE LABORATORIO

Cliente:	CONSORCIO CONURMA-RINCON-LOPEZ	**No. De Orden:**	35621
Localización:	HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS, BOGOTÁ D.C.	**No. Ensayo:**	98837
Barreno N°	10 **Profundidad (m):** 12.0/12.3		
Descripción	Arcilla color gris		
Realizado por	Laboratorio López Hermanos S.A.S. **Fecha**	07/12/2022	
Consolidometro tipo	Palanca		
Relación de amplificación	10 **Constante del deformímetro**	**0.002** mm	
		0.0002 cm	

CUNO	-100
CDOS	-5
CTRES	-0.5

Dimensiones del anillo

Diametro	5.00	cm
Area	19.63	cm^2
Altura	2.00	cm
Peso	59.29	g
Volumen	39.27	cm^3

Peso anillo+muestra al comienzo	131.83	g
Peso anillo+muestra humeda al final	129.57	g
Peso anillo+muestra seca al final	111.97	g
Peso solidos	52.68	g
$w_{inicial}$	37.70%	
w_{final}	33.41%	
Peso Especifico:	1.8472	g/cm3

ρ_w	**0.99862**	g/cm^3
Gs	2.59	
Hs	1.037	cm
Lectura inicial deformímetro		mm
Lectura final deformímetro		mm
ΔH	0	mm
H_{vi}	0.9630	cm
e_i	0.9767	

CÁLCULO GRAVEDAD ESPECÍFICA

Matraz N°	2
Peso matraz+h20	674.44
Peso platon	75.5
Peso platon + suelo seco	135.2
Peso matraz+h20+suelo	711.1
Peso seco	59.7
Peso sumergido	23.04
GS	2.59

CALIBRACIÓN DE LOS MATRACES

Matraz 1		Matraz 2	
Fecha Calibración	21/04/2022	Fecha Calibración	21/04/2022
T	W	T	W
16.5	674.8	16.5	674.8
19.4	674.4	19.4	674.4
23.5	673.9	23.5	673.9
25.3	673.8	25.3	673.8
19.2	**674.45**	**19.2**	**674.44**

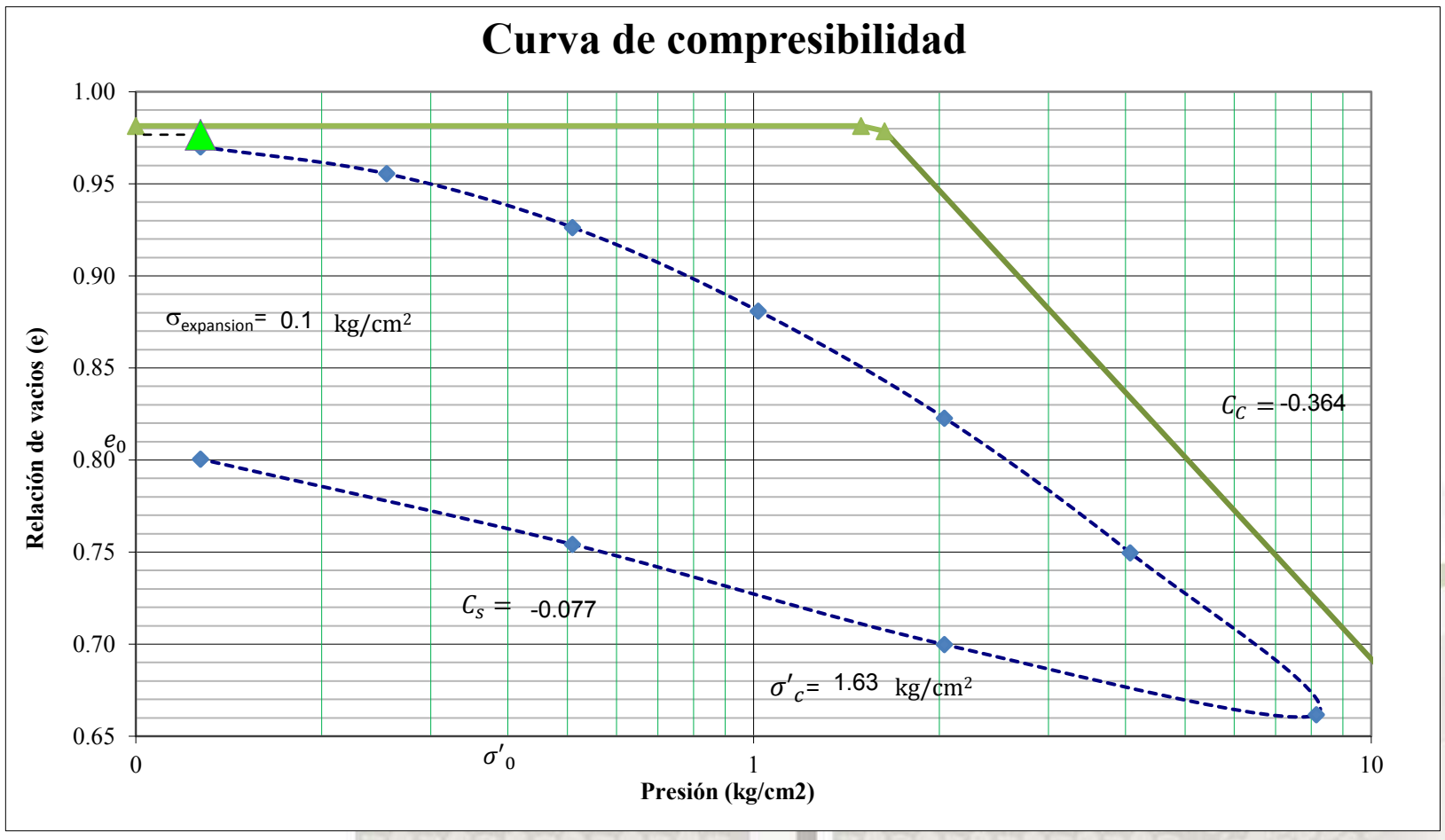
RELACIÓN DE FASES

	PESO	VOLUMEN	H (cm)
AIRE		0.00	0.000
AGUA	19.86	19.89	1.013
SOLIDO	52.68	20.36	1.037
% SATURACIÓN	**100%**		

Cliente:	CONSORCIO CONURMA-RINCON-LOPEZ	**No. Orden:**	35621
Localización:	HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS, BOGOTÁ D.C.	**No. Ensayo:**	98837
Barreno N°	10	**Profundidad (m**	12.0/12.3
Descripción	Arcilla color gris		
Realizado por	Laboratorio López Hermanos S.A.S.	**Fecha**	diciembre 7, 2022
Consolidometro tipo	Palanca		
Relación de amplificación	10	**Constante del deformímetro**	0.002 mm
Volumen inicial de la muestra	39.3	**Ws**	52.680
Gs	2.59	**Hs**	1.037
Altura inicial de vacios, H_{vi}	0.963	**ei**	0.977

Presión	Δh (mm)	Δe	H (cm)	Hv (cm)	e	1+e
0.036	–0.05000	-0.0048	2.0050	0.9680	0.9815	1.9815
0.127	0.11800	0.0114	1.9932	0.9562	0.9701	1.9701
0.255	0.15200	0.0147	1.9780	0.9410	0.9555	1.9555
0.509	0.30200	0.0291	1.9478	0.9108	0.9264	1.9264
1.019	0.47150	0.0455	1.9007	0.8636	0.8809	1.8809
2.037	0.60200	0.0581	1.8405	0.8034	0.8228	1.8228
4.074	0.76000	0.0733	1.7645	0.7274	0.7496	1.7496
8.149	0.91000	0.0878	1.6735	0.6364	0.6618	1.6618
2.037	-0.39400	-0.0380	1.7129	0.6758	0.6998	1.6998
0.509	-0.56400	-0.0544	1.7693	0.7322	0.7542	1.7542
0.127	-0.48000	-0.0463	1.8173	0.7802	0.8005	1.8005

e_0	0.98	**0,42 e0**	0.410
σ_0=	1.49 kg/cm^2	**σ 0,42 e0**	59.454
σ_c=	1.63 kg/cm^2	c_s	-0.077
RSC	1.1	c_c	-0.364
$\sigma_{expansión}$=	0.1 kg/cm^2	**% Expansión**	0.25%



JOHANA CAROLINA CARO
JEFE DE LABORATORIO

LÓPEZ HERMANOS GEOTECNIA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS S.A.S INVESTIGAMOS EL SUELO CIMENTANDO FUTURO	Formato del Sistema de Gestión de Calidad EJECUCIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO	Este documento es propiedad intelectual de López Hermanos Geotecnia y Aguas Subterráneas S.A.S
	INFORME DE ENSAYO: COMPRESIÓN INCONFINADA EN SUELOS	Versión No. 1 / 13/08/2018 EL-INF-06 / INVE - 152 - 13

Número de ensayo: ***99345 (22)***
Solicitado por: CONSORCIO CONURMA-RINCON-LOPEZ
Dirección: CL 137 12 16 OF 308
NIT./C.C.: 901615033-1
Tel.: 3138898469

Obra: HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS - BOGOTÁ.

Finalidad: Determinar calidad del Material
Muestra tomada por: López Hermanos (Geotecnia)
Procedencia: Bogotá DC, Bogotá DC
Barreno: **AP-1**
Profundidad (m): 1.15/1.45
Descripción de la muestra: Arcilla color marrón y gris vetas oxidadas

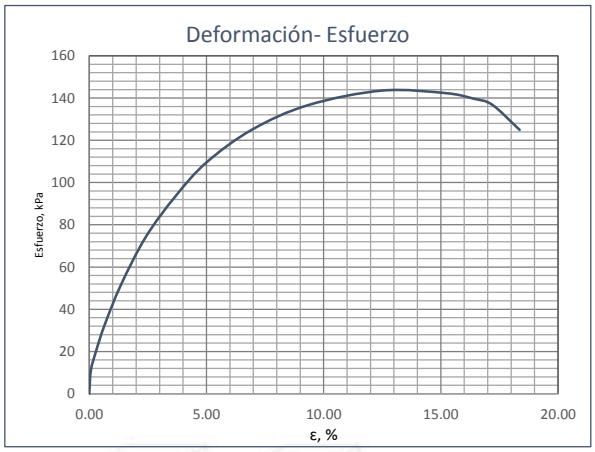
Muestra No.: 99345 (22)
No de Orden ***35621***
Fecha de ensayo: 23/12/2022 0:00:00

Fecha de Informe: 23/12/2022 16:25
Fecha de muestreo: 04/12/2022
Referencia Interna Cliente: Capilla
Tipo de muestreador: Shelby

Estado de la muestra	Remoldeada
Altura inicial del espécimen, mm	118.85
Diámetro del espécimen, mm	57.9
Relacion Altura / diámetro	2.05
Área inicial transversal de la muestra, mm²	2633
Velocidad de deformación (mm/min)	1.5
Densidad Húmeda, g/cm³	1.940
Densidad seca, g/cm³	1.491

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	
Masa del especimen húmedo (g)	607.2
Masa de recipiente (g)	33.85
Masa de recipiente + suelo humedo (g)	506.3
Masa de recipiente + suelo seco (g)	396.8
Contenido de Agua (%)	30.2%
La muestra para humedad se obtuvo:	Despues del Ensayo
La muestra se obtuvo a partir de:	Recortes de la Muestra

Nº	Deformación (mm)	Carga axial (kN)	Deformación unitaria (%)	Área Corregida (mm²)	Esfuerzo (kPa)
0	0.000	0.00	0.00	0	0
1	0.079	0.03	0.07	2635	11
2	0.329	0.05	0.28	2640	20
3	0.758	0.09	0.64	2650	32
4	1.594	0.14	1.34	2669	51
5	2.859	0.20	2.41	2698	74
6	4.382	0.26	3.69	2734	94
7	5.961	0.30	5.02	2772	110
8	8.263	0.35	6.95	2830	125
9	11.108	0.40	9.35	2904	137
10	14.861	0.43	12.50	3009	144
11	18.113	0.44	15.24	3106	142
12	19.485	0.44	16.39	3149	140
13	20.435	0.435	17.19	3180	137
14	21.823	0.403	18.36	3225	125



Resistencia a la compresión inconfinada, kPa	144
Resistencia a la compresión inconfinada, kg/cm²	1.46
Resistencia al corte, kPa	72
Resistencia al corte, kg/cm²	0.73
Deformación en el instante de la falla, %	12.504
Tipo de Falla:	CORTE
Veleta de Mano kg/cm²:	1.88
Penetrómetro de Bolsillo kg/cm²:	3

FOTO DE LA FALLA



Observaciones: ***Ninguna***

Ejecutó	Revisó	Aprobó
YEIMY EDILSON RIOS	ING.JOHANA CAROLINA CARO	ING.JOHANA CAROLINA CARO
LABORATORISTA	15202-320655 BYC	15202-320655 BYC

Nota: Este folio no se deberá reproducir de forma parcial o total sin la aprobación por escrito de López Hermanos Geotécnia y Aguas subterraneas S.A.S
Los resultados mostrados en este informe corresponden unicamente a la(s) muestra(s) ensayada(s)

LÓPEZ HERMANOS GEOTECNIA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS — INVESTIGAMOS EL SUELO CIMENTANDO FUTURO	Formato del Sistema de Gestión de Calidad	Este documento es propiedad intelectual de López Hermanos Geotecnia y Aguas Subterráneas S.A.S
	EJECUCIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO	
	INFORME DE ENSAYO: COMPRESIÓN INCONFINADA EN SUELOS	Versión No. 1 — 13/08/2018
		EL-INF-06 — INVE - 152 - 13

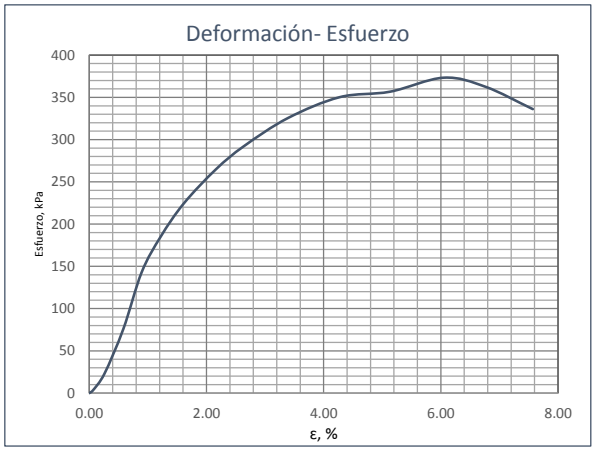
Número de ensayo: ***99350 (22)***
Solicitado por: CONSORCIO CONURMA-RINCON-LOPEZ
Dirección: CL 137 12 16 OF 308
NIT./C.C.: 901615033-1
Tel.: 3138898469
Obra: HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS - BOGOTÁ.
Finalidad: Determinar calidad del Material
Muestra tomada por: López Hermanos (Geotecnia)
Procedencia: Bogotá DC, Bogotá DC
Barreno: **AP-3**
Profundidad (m): 1.62/1.98
Descripción de la muestra: Arcilla color gris y marrón

Muestra No.: 99350 (22)
No de Orden ***35621***
Fecha de ensayo: 23/12/2022 0:00:00
Fecha de Informe: 23/12/2022 16:25
Fecha de muestreo: 04/12/2022
Referencia Interna Cliente: Capilla
Tipo de muestreador: SHELBY

Estado de la muestra	Inalterada
Altura inicial del espécimen, mm	119.08
Diámetro del espécimen, mm	58.28
Relacion Altura / diámetro	2.04
Área inicial transversal de la muestra, mm²	2668
Velocidad de deformación (mm/min)	1.5
Densidad Húmeda, g/cm³	2.027
Densidad seca, g/cm³	1.616

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	
Masa del especimen húmedo (g)	643.8
Masa de recipiente (g)	37.61
Masa de recipiente + suelo humedo (g)	509.3
Masa de recipiente + suelo seco (g)	413.7
Contenido de Agua (%)	25.4%
La muestra para humedad se obtuvo:	Despues del Ensayo
La muestra se obtuvo a partir de:	Recortes de la Muestra

Nº	Deformación (mm)	Carga axial (kN)	Deformación unitaria (%)	Área Corregida (mm²)	Esfuerzo (kPa)
0	0.000	0.00	0.00	0	0
1	0.071	0.01	0.06	2669	3
2	0.307	0.06	0.26	2675	23
3	0.693	0.20	0.58	2683	76
4	1.065	0.39	0.89	2692	143
5	1.451	0.50	1.22	2701	185
6	1.923	0.61	1.61	2711	225
7	2.573	0.72	2.16	2727	265
8	3.145	0.80	2.64	2740	292
9	4.039	0.90	3.39	2761	326
10	5.089	0.98	4.27	2787	350
11	6.112	1.00	5.13	2812	357
12	7.205	1.06	6.05	2839	373
13	8.056	1.037	6.77	2861	362
14	9.014	0.97	7.57	2886	336



Resistencia a la compresión inconfinada, kPa	373
Resistencia a la compresión inconfinada, kg/cm²	3.81
Resistencia al corte, kPa	187
Resistencia al corte, kg/cm²	1.90
Deformación en el instante de la falla, %	6.051
Tipo de Falla:	CORTE
Veleta de Mano kg/cm²:	>2.5
Penetrómetro de Bolsillo kg/cm²:	>4.5

FOTO DE LA FALLA



Observaciones: ***Ninguna***

Ejecutó	Revisó	Aprobó
YEIMY EDILSON RIOS	ING.JOHANA CAROLINA CARO	ING.JOHANA CAROLINA CARO
LABORATORISTA	15202-320655 BYC	15202-320655 BYC

Nota: Este folio no se deberá reproducir de forma parcial o total sin la aprobación por escrito de López Hermanos Geotecnia y Aguas subterraneas S.A.S
Los resultados mostrados en este informe corresponden unicamente a la(s) muestra(s) ensayada(s)

LÓPEZ HERMANOS GEOTECNIA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS S.A.S INVESTIGAMOS EL SUELO CIMENTANDO FUTURO	Formato del Sistema de Gestión de Calidad	Este documento es propiedad intelectual de López Hermanos Geotecnia y Aguas Subterráneas S.A.S	
	EJECUCIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO		
	INFORME DE ENSAYO: COMPRESIÓN INCONFINADA EN SUELOS	Versión No. 1	13/08/2018
		EL-INF-06	INVE - 152 - 13

Número de ensayo: ***99356 (22)***
Solicitado por: CONSORCIO CONURMA-RINCON-LOPEZ
Dirección: CL 137 12 16 OF 308
NIT./C.C.: 901615033-1
Tel.: 3138898469

Obra: HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS - BOGOTÁ.

Finalidad: Determinar calidad del Material
Muestra tomada por: López Hermanos (Geotecnia)
Procedencia: Bogotá DC, Bogotá DC
Barreno: **AP-1**
Profundidad (m): 1.1/1.31
Descripción de la muestra: Arcilla color gris vetas amarillas

Muestra No.: 99356 (22)

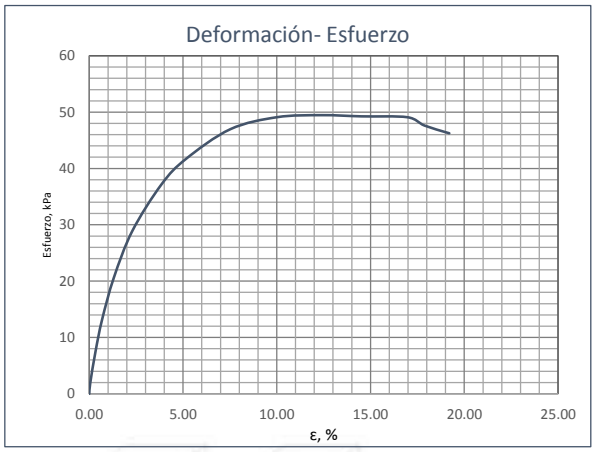
No de Orden ***35621***
Fecha de ensayo: 04/01/2023 0:00:00

Fecha de Informe: 23/12/2022 16:26
Fecha de muestreo: 09/12/2022
Referencia Interna Cliente: San Jorge
Tipo de muestreador: SHELBY

Estado de la muestra	Inalterada
Altura inicial del espécimen, mm	119.16
Diámetro del espécimen, mm	57.96
Relacion Altura / diámetro	2.06
Área inicial transversal de la muestra, mm²	2638
Velocidad de deformación (mm/min)	1.5
Densidad Húmeda, g/cm³	1.915
Densidad seca, g/cm³	1.475

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	
Masa del especimen húmedo (g)	602.2
Masa de recipiente (g)	37.73
Masa de recipiente + suelo humedo (g)	487.9
Masa de recipiente + suelo seco (g)	384.4
Contenido de Agua (%)	29.9%
La muestra para humedad se obtuvo:	Despues del Ensayo
La muestra se obtuvo a partir de:	Recortes de la Muestra

Nº	Deformación (mm)	Carga axial (kN)	Deformación unitaria (%)	Área Corregida (mm²)	Esfuerzo (kPa)
0	0.000	0.00	0.00	0	0
1	0.060	0.01	0.05	2640	2
2	0.400	0.02	0.34	2647	8
3	0.815	0.04	0.68	2657	13
4	1.558	0.06	1.31	2673	21
5	2.731	0.08	2.29	2700	29
6	4.589	0.10	3.85	2744	37
7	6.147	0.12	5.16	2782	42
8	8.964	0.13	7.52	2853	47
9	11.944	0.14	10.02	2932	49
10	14.789	0.15	12.41	3012	49
11	17.291	0.15	14.51	3086	49
12	20.222	0.156	16.97	3178	49
13	21.301	0.153	17.88	3213	48
14	22.88	0.151	19.20	3265	46



Resistencia a la compresión inconfinada, kPa	49
Resistencia a la compresión inconfinada, kg/cm²	0.50
Resistencia al corte, kPa	25
Resistencia al corte, kg/cm²	0.25
Deformación en el instante de la falla, %	12.411
Tipo de Falla:	CORTE
Veleta de Mano kg/cm²:	0.75
Penetrómetro de Bolsillo kg/cm²:	1

FOTO DE LA FALLA



Observaciones: ***Ninguna***

Ejecutó	Revisó	Aprobó
YEIMY EDILSON RIOS	ING.JOHANA CAROLINA CARO	ING.JOHANA CAROLINA CARO
LABORATORISTA	15202-320655 BYC	15202-320655 BYC

Nota: Este folio no se deberá reproducir de forma parcial o total sin la aprobación por escrito de López Hermanos Geotécnia y Aguas subterraneas S.A.S
Los resultados mostrados en este informe corresponden unicamente a la(s) muestra(s) ensayada(s)

Número de ensayo: ***99361 (22)***
Solicitado por: CONSORCIO CONURMA-RINCON-LOPEZ
Dirección: CL 137 12 16 OF 308
NIT./C.C.: 901615033-1
Tel.: 3138898469

Obra: HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS - BOGOTÁ.

Finalidad: Determinar calidad del Material
Muestra tomada por: López Hermanos (Geotecnia)
Procedencia: Bogotá DC, Bogotá DC
Barreno: **AP-4**
Profundidad (m): 1.65/1.8
Descripción de la muestra: Arcilla color gris

Muestra No.: 99361 (22)

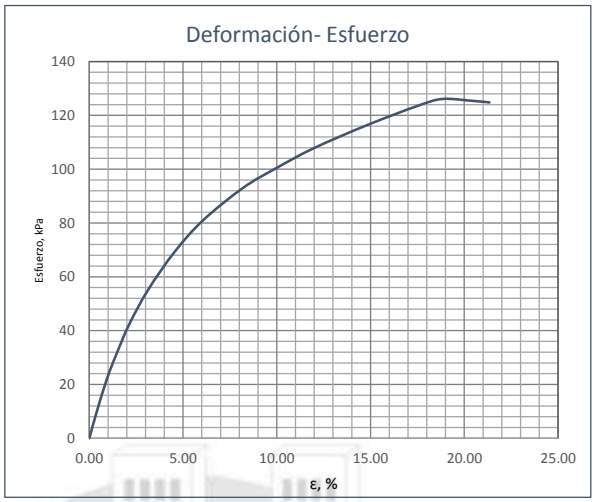
No de Orden ***35621***
Fecha de ensayo: 04/01/2023 0:00:00

Fecha de Informe: 23/12/2022 16:26
Fecha de muestreo: 07/12/2022
Referencia Interna Cliente: Convento
Tipo de muestreador: SHELBY

Estado de la muestra	Inalterada
Altura inicial del espécimen, mm	119.09
Diámetro del espécimen, mm	58.67
Relacion Altura / diámetro	2.03
Área inicial transversal de la muestra, mm²	2703
Velocidad de deformación (mm/min)	1.5
Densidad Húmeda, g/cm³	1.968
Densidad seca, g/cm³	1.564

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	
Masa del especimen húmedo (g)	633.7
Masa de recipiente (g)	40.44
Masa de recipiente + suelo humedo (g)	482.5
Masa de recipiente + suelo seco (g)	391.75
Contenido de Agua (%)	25.8%
La muestra para humedad se obtuvo:	Despues del Ensayo
La muestra se obtuvo a partir de:	Recortes de la Muestra

Nº	Deformación (mm)	Carga axial (kN)	Deformación unitaria (%)	Área Corregida (mm²)	Esfuerzo (kPa)
0	0.000	0.00	0.00	0	0
1	0.071	0.00	0.06	2705	1
2	0.479	0.03	0.40	2714	10
3	1.137	0.06	0.95	2730	22
4	1.730	0.09	1.45	2743	31
5	2.538	0.12	2.13	2762	42
6	3.738	0.15	3.14	2791	55
7	5.411	0.20	4.54	2832	69
8	7.219	0.23	6.06	2878	81
9	9.764	0.27	8.20	2945	93
10	11.837	0.30	9.94	3002	100
11	14.253	0.33	11.97	3071	108
12	17.613	0.369	14.79	3173	116
13	20.865	0.405	17.52	3278	124
14	22.43	0.42	18.83	3331	126
15	24.316	0.426	20.42	3397	125
16	25.416	0.429	21.34	3437	125



Resistencia a la compresión inconfinada, kPa	126
Resistencia a la compresión inconfinada, kg/cm²	1.29
Resistencia al corte, kPa	63
Resistencia al corte, kg/cm²	0.64
Deformación en el instante de la falla, %	18.834
Tipo de Falla:	CORTE
Veleta de Mano kg/cm²:	1.63
Penetrómetro de Bolsillo kg/cm²:	2.25

FOTO DE LA FALLA



Observaciones: ***Ninguna***

Ejecutó	Revisó	Aprobó
YEIMY EDILSON RIOS	ING.JOHANA CAROLINA CARO	ING.JOHANA CAROLINA CARO
LABORATORISTA	15202-320655 BYC	15202-320655 BYC

Nota: Este folio no se deberá reproducir de forma parcial o total sin la aprobación por escrito de López Hermanos Geotecnia y Aguas subterraneas S.A.S

Los resultados mostrados en este informe corresponden unicamente a la(s) muestra(s) ensayada(s)