REALIZAR LOS ESTUDIOS DE SUELOS, PATOLOGÍA ESTRUCTURAL Y VULNERABILIDAD SÍSMICA, CÁLCULO DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL, DISEÑO DE SISTEMAS DE REDES ELÉCTRICAS, HIDROSANITARIAS Y RCI; DEL CENTRO REGIONAL DE ATENCIÓN A VÍCTIMAS CRAV. DEL MUNICIPIO DE VIOTÁ - CUNDINAMARCA.

CONTRATO NO. 422 DE 2023

INFORME ESTUDIO DE SUELOS CENTRO REGIONAL DE ATENCIÓN A VICTIMAS CRAV

MUNICIPIO DE VIOTÁ – DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA

Arquitectura - Ingeniería - Construcción

GRUPO ARTINCO S.A.S.

NIT: 900492.777-9

MEDELLÍN, FEBRERO DE 2024

Grupo Artinco S.A.S.
PBX: (604) 2668100
Cra 43ª No 1 Sur – 31 Oficina 205
Edificio BBVA el Poblado P.H.
Medellín - Colombia

INFORMACIÓN DOCUMENTAL

Contrato No. Contrato N°422 de 2023
Título del documento: Informe Estudio de Suelos CRAV.
Código del documento: GEO_ C422-2023_01
Fecha redacción: Febrero de 2024

Consultor:	Elaborado por:
ARQ. CNT. OSCAR MAURICIO GARCÍA MP. 05702004812ANT DIRECTOR DE PROYECTOS GRUPO ARTINCO S.A.S	INGENIERO CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA DANIEL ALEJANDRO BRAVO HERNANDEZ MP. 0110370553284 ANT GRUPO ARTINCO S.A.S

Revisado Supervisión por:

REGISTRO DE MODIFICACIONES:

VERSIÓN		DESCRIPCIÓN DE LAS MODIFICACIONES
NÚMERO	FECHA	
1.0	15/02/2024	Creación del documento

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 5

2. GENERALIDADES 6

2.1 LOCALIZACIÓN 6
2.2 OBJETIVO 6
2.3 METODOLOGÍA 7

3. CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA 8

3.1 UNIDADES GEOLÓGICAS 8
3.1.1 GRUPO GUAGUAQUÍ (KGG) 8
3.1.2 GRUPO OLINI (KSO) 8
3.1.3 NIVEL DE LUTITAS Y ARENAS (KSLA) 8
3.1.4 FORMACIÓN LA TABLA (KSTA) 9
3.1.5 FORMACIÓN BARZALOSA (PGB) 9
3.1.6 CONGLOMERADOS DE CARMEN DE APICALÁ (NGC) 9
3.1.6 FLUJOS FLUVIOGLACIARES (QF) 10
3.1.6TERRAZAS BAJAS (QTB) 10
3.1.6 TERRAZAS ALTAS (QTA) 10
3.1.6 DEPÓSITOS ALUVIALES (QAL) 10
3.1.6 DEPÓSITOS DE MORRENA (QM) 10
3.1.6 COLUVIONES (QCOL) 10
3.2 GEOMORFOLOGÍA 12
3.2 AMENAZAS GEOLÓGICAS 12
3.3 SISTEMA DE FALLAS 13
3.3.1 FALLA DE SALCEDO 13
3.3.1 FALLA DE PIEDRAS BLANCAS 13
3.3.1 FALLA DE SAN GABRIEL 13
3.3.1 FALLA DE QUININÍ 13
3.3.1 FALLA DE NEBRASKA 13

4. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA 15

4.1 PROGRAMA DE EXPLORACIÓN 15
4.2 NIVEL FREÁTICO 26
4.3 PROGRAMA DE LABORATORIO 26

5. PARÁMETROS DE SUELO 30

5.1 PARÁMETROS DE RESISTENCIA POR CORRELACIÓN DEL SPT (STANDARD PENETRATION TEST) 30
5.2 PARÁMETROS ADOPTADOS 32

6. METODOLOGÍAS DE CÁLCULO 33

6.1 CAPACIDAD DE CARGA SUPERFICIAL 33
6.1.1 CAPACIDAD DE CARGA A COMPRESIÓN 33
6.1.2 ASENTAMIENTOS 34

7. ANÁLISIS DE RESULTADOS 38

7.1 RESULTADOS 38

8. REFERENCIAS 44

9. LISTA DE ANEXOS 45

Grupo Artinco S.A.S.
PBX: (604) 2668100
Cra 43ª No 1 Sur – 31 Oficina 205
Edificio BBVA el Poblado P.H.
Medellín - Colombia

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Cuadro de Coordenadas de Sondeos 15
Tabla 2. Características de los sondeos. 16
Tabla 3. Relación de ensayos de laboratorio ejecutados 26
Tabla 4. Resumen de los ensayos de caracterización física. 27
Tabla 5. Límites de clasificación de suelos expansivos. Reescrita de NSR-10. 28
Tabla 6. Resumen de resultados ensayo de corte directo CD. 29
Tabla 7. Parámetros geotécnicos obtenidos por correlación con el SPT (Standard Penetration Test) 32
Tabla 8. Parámetros geotécnicos adoptados 32
Tabla 9. Valores de los coeficientes de empuje de tierras 32
Tabla 10. Parámetros sísmicos 38
Tabla 11. Parámetros geotécnicos adoptados 38
Tabla 12. Resultados carga última 39
Tabla 13. Resultados carga admisible 40

LISTA DE IMÁGENES

Ilustración 1. Localización zona de estudio. Imagen satelital tomada de Google Earth™ 2019. 6
Ilustración 2. Mapa geológico regional 11
Ilustración 3. Mapa geológico de la zona rural del municipio de Valparaíso y Támesis. 11
Ilustración 4. Mapa geomorfológico regional. 12
Ilustración 5. Mapa de fallas Plancha 246 Fusagasugá 14
Ilustración 6. Ubicación de las perforaciones en el sitio de estudio 16
Ilustración 7. Fotografías de la ejecución de la perforación en el sitio de estudio 19
Ilustración 8. Fotografías de las muestras de la perforación en el sitio de estudio 25
Ilustración 9. Variación de las propiedades índice con la profundidad. 27
Ilustración 10. Carta de plasticidad de Casagrande. 28
Ilustración 11. Clasificación de suelos expansivos con base en los criterios de la NSR-10. 29
Ilustración 12. Variación del factor de influencia de la deformación unitaria con la profundidad y L/B 35
Ilustración 13. Procedimiento para calcular Se utilizando el factor de influencia de la deformación unitaria 35
Ilustración 14. Codigo MATLAB 38
Ilustración 15. Grafico de capacidad última(MPa) vs ancho de zapata B(m) 39
Ilustración 16. Grafico de capacidad última(MPa) vs profundidad de desplante Df(m) 40
Ilustración 17. Grafico de capacidad admisible(MPa) vs ancho de zapata B(m) 41
Ilustración 18. Grafico de capacidad admisible(MPa) vs profundidad de desplante Df(m) 41
Ilustración 19. Asentamientos diferenciales por Schemermart y Mayne. 42

Grupo Artinco S.A.S.
PBX: (604) 2668100
Cra 43ª No 1 Sur – 31 Oficina 205
Edificio BBVA el Poblado P.H.
Medellín - Colombia

1. INTRODUCCIÓN

Se presenta en este informe el estudio de suelos para la caracterización geológica-geotécnica en desarrollo del proyecto con objeto “Realizar los estudios de suelos, patología estructural y vulnerabilidad sísmica, cálculo de reforzamiento estructural, diseño de sistemas de redes eléctricas, hidrosanitarias y RCI; del Centro Regional de Atención a Víctimas CRAV del municipio de Viotá – Cundinamarca.

Con el propósito de determinar y caracterizar en detalle las condiciones del subsuelo, se ejecutó para el presente estudio un programa de exploración compuesto por tres (3) perforaciones mecánicas con equipo SPT, los cuales alcanzaron una profundidad de 6 metros cada una, y un programa de laboratorio con el fin de evaluar las características físicas y mecánicas de los materiales encontrados cumpliendo con el Titulo H de la NSR-10.

El presente documento contiene el resumen de las actividades de campo, los resultados de los ensayos de laboratorio y los análisis geotécnicos adelantados, presentando la información en cuatro temas básicos: el primero relacionado con el marco geológico de la zona de estudio; el segundo agrupa los aspectos geotécnicos principales como exploraciones, ensayos de laboratorio, parámetros de resistencia y nivel de aguas freáticas si esté fue encontrado en el sitio; el tercero corresponde a los análisis geotécnicos; y por último las conclusiones y recomendaciones del estudio para el proyecto.

2. GENERALIDADES

2.1 LOCALIZACIÓN

La zona de estudio sobre la cual se realizarán las actividades de estudios de suelos (perforaciones) se ubican en el Bloque B del Centro Regional de Atención a Víctimas CRAV. Geográficamente, el municipio de Viotá, está ubicado en el oriente del departamento de Cundinamarca, en el centro de Colombia, ubicado entre los 4º26'17'' de latitud norte y los 74º31'26'' de longitud oeste. Cuenta con una altitud media de 567 msnm y Tiene una extensión territorial de 208 km² y su temperatura promedio es de 21 ºC.

Límites del municipio:

- Oriente: Municipio de Silvania y Granada
- Occidente: Municipio de Tocaima
- Norte: Municipio de Apulo y El Colegio
- Sur: Municipio de Nilo y Tibacuy

La localización del predio se encuentra en la zona urbana del municipio de Viotá, Cundinamarca tal como se puede ver en la Ilustración 1.

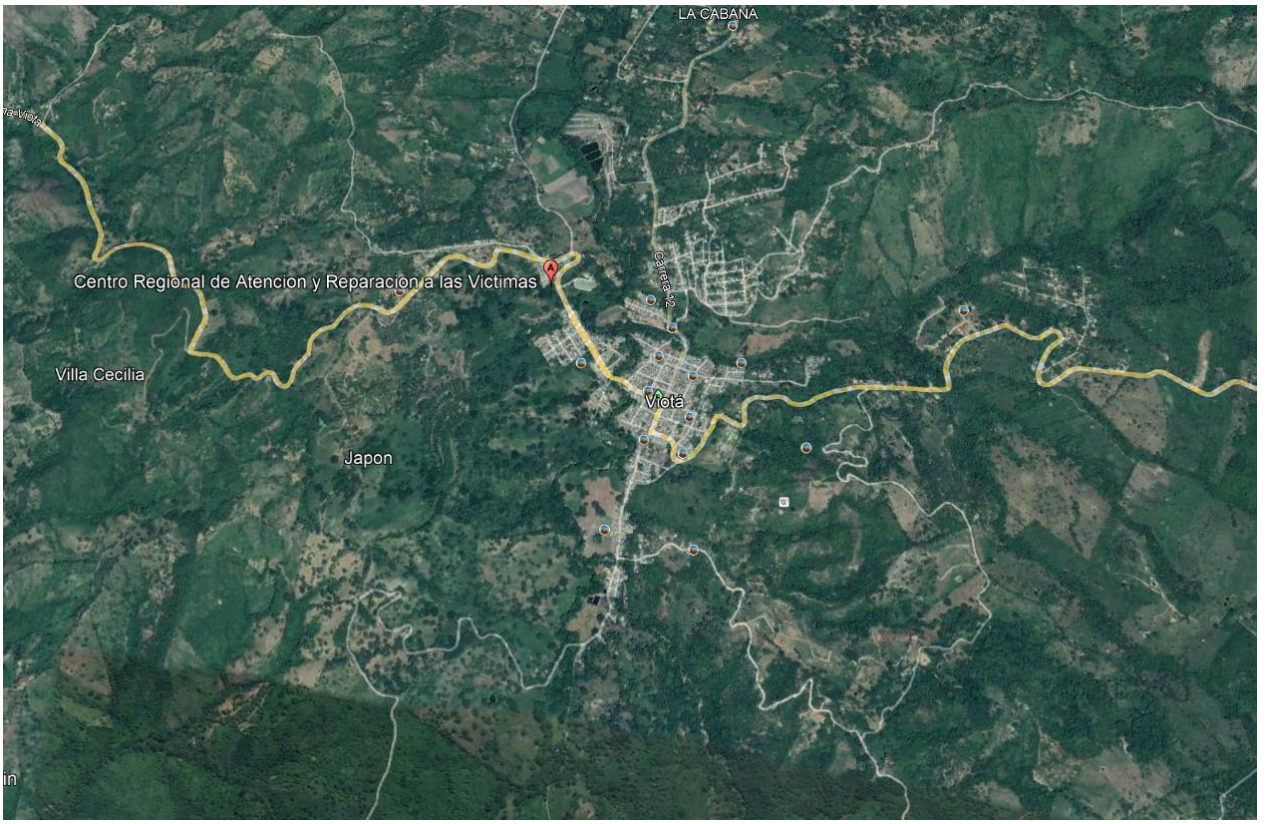


Ilustración 1. Localización zona de estudio. Imagen satelital tomada de Google Earth™ 2019.

2.2 OBJETIVO

Evaluar las propiedades geotécnicas del suelo en la zona de estudio, presentando características físicas y de resistencia por medio de ensayos en campo y laboratorio.

2.3 METODOLOGÍA

El desarrollo del presente trabajo geotécnico contempló las siguientes etapas metodológicas:

Recolección de información secundaria: Consulta y análisis de información geológica, geomorfológica, entre otros, de la zona del proyecto, a nivel local y regional.

Trabajo de campo: Levantamiento de información in situ y evaluación del terreno, mediante la observación de las características geológicas y geomorfológicas de los sitios de interés y la realización de una serie de exploraciones, donde se incluye, además, la toma de muestras para los análisis geotécnicos pertinentes, la determinación de los perfiles geológicos y la identificación del nivel freático.

Trabajo de laboratorio: Las muestras de suelo obtenidas en el campo fueron sometidas a ensayos de laboratorio para determinar las propiedades índices para los análisis geotécnicos.

Trabajo de oficina: La información primaria, secundaria y resultados de las pruebas de laboratorio fueron analizados con la finalidad de construir un modelo geotécnico conceptual del terreno proporcionando las propiedades de resistencia y rigidez de las capas encontradas en los trabajos exploratorios en campo.

Elaboración y edición de informe final: Se elaboró el presente informe con los resultados de los estudios, y los análisis para los diseños, teniendo presente, los lineamientos de la NSR-10.

3. CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA

Se describe a continuación la geología regional del municipio de Viotá, en la cual se encuentra la zona de estudio con base en la revisión bibliográfica; así como la geomorfología regional y el marco tectónico.

Viotá se encuentra en la región occidental de la Plancha 246, la cual se encuentra ubicada entre el occidente de la Falla Salcedo y el límite occidental de Plancha 246 del ingeominas

3.1 UNIDADES GEOLÓGICAS

3.1.1 GRUPO GUAGUAQUÍ (KGG)

Grupo Guaguaquí es el nombre propuesto por Rodríguez & Ulloa (1979) para designar una sucesión de lutitas negras con concreciones calcáreas que aflora en la quebrada La Cristalina al este de Puerto Romero. En la plancha únicamente afloran los 100 m superiores de la unidad (cuadrante A-1)

El contacto superior del Grupo Guaguaquí se colocó en el techo de la capa más alta de lodolitas, la cual infrayace una secuencia de limolitas silíceas, con cemento calcáreo y partición en rombos del Grupo Olini.

3.1.2 GRUPO OLINI (KSO)

El término Olini fue introducido por Petters (1955), al describir unas especies de foraminíferos, pero sin presentar una descripción litológica. Posteriormente, De Porta (1966) usa el término para describir una secuencia litológica compuesta por dos niveles silíceos, denominados Lidita Inferior y Lidita Superior, los cuales se encuentran separados por un nivel de lutitas; como localidad tipo menciona el camino que del Municipio de Piedras (Tolima) lleva a la localidad de La Tabla, y como secciones de referencia algunos cortes por la carretera Girardot - Guataquí. Cáceres & Etayo (1969b) incluyen además dentro de este grupo el Nivel de Lutitas y Arenas de De Porta (1966) y elevan a la categoría de Formación las Liditas Inferior y Superior. En el presente trabajo se utiliza el criterio de De Porta (1966) para el Grupo Olini y también se acepta el rango de formación para la Lidita Inferior y la Lidita Superior.

Este grupo aflora a lo largo del costado occidental de la Plancha 246, y conforma el Alto de Capo, la cuchilla Guacana y El Peñon Cariblanco; a continuación, se describirán las formaciones constituyentes del Grupo Olini de acuerdo a la sección levantada por el carreteable Tocaima - Vereda Palacio (cuadrante E-1).

El contacto inferior del Grupo Olini no se observó en la sección, sin embargo, se ubica bajo la última capa de limolita de cuarzo, la cual suprayace una sucesión de lodolitas calcáreas del Grupo Guaguaquí; el contacto superior es neto y concordante y se observa en el carreteable de la Vereda Palacio - Tocaima; éste se colocó sobre la última capa de micrita que parte en romboedros, bajo las lodolitas del Nivel de Lutitas y Arenas.

3.1.3 NIVEL DE LUTITAS Y ARENAS (KSLA)

De Porta (1965) utiliza por primera vez la nomenclatura informal de Nivel de Lutitas y Arenas. Posteriormente, Cáceres & Etayo (1969b) proponen este conjunto dentro del Grupo Olini, sin embargo, en este trabajo se utiliza lo propuesto por De Porta (1965), ya que se considera una unidad cartografiable.

El Nivel de Lutitas y Arenas se observa desde la base del cerro El Gallinazo, al sur (cuadrantes D-1 y E 1), hasta El Peñón Cariblanco, al norte; está constituido en su totalidad por lodolitas y arcillolitas negras calcáreas, con laminación interna ondulosa paralela con partición en escamas. El espesor medido en el carreteable Palacios – Tocaima es de 70 m, aunque podría ser mayor si se tiene en cuenta que en esta zona se encuentra suprayacida discordantemente por la Formación Barzalosa.

El contacto inferior del Nivel de Lutitas y Arenas se ubica bajo la primera capa de lodolitas negras que infrayace una secuencia de micritas del Grupo Olini; el contacto superior es neto y concordante, y se presenta bajo la secuencia continua de areniscas finas de la Formación La Tabla y discordante bajo la Formación Barzalosa.

3.1.4 FORMACIÓN LA TABLA (KSTA)

La denominación Formación La Tabla fue propuesta por De Porta (1965) para nombrar un conjunto netamente detrítico que suprayace el Nivel de Lutitas y Arenas, el cual se presenta en el cerro de La Tabla (Tolima).

En la región estudiada la Formación La Tabla aparece en el cerro El Gallinazo hasta el carreteable Vereda Palacio - Tocaima (cuadrante E-1), donde está cubierto discordantemente por una serie de conglomerados y se encuentra sobre el Nivel de Lutitas y Arenas; también aflora más al norte, en el cerro Capó (cuadrantes A-1 y B-1), pero allí aparece directamente sobre la Lidita Superior del Grupo Olini. La Formación La Tabla en el área de estudio está constituida por una serie monótona de areniscas de cuarzo, medias a muy finas, blancas, con cemento silíceo, a veces calcáreo, en capas muy gruesas, convergentes y
amalgamadas. El contacto inferior de la Formación La Tabla es concordante y neto con el Nivel de Lutitas y Arenas, y se traza en la base de la primera capa de areniscas de cuarzo; el contacto superior con los conglomerados de la Formación Barzalosa es discordante.

3.1.5 FORMACIÓN BARZALOSA (PGB)

Barzalosa es un nombre establecido por Scheibe (1934), con la categoría de piso, para determinar una secuencia de lodolitas y areniscas que afloran cerca del caserío de Barzalosa, al nororiente de Girardot (Cundinamarca).

Posteriormente, esta unidad es elevada al rango de formación por Cáceres & Etayo (1969b), quienes dividen la unidad en cuatro segmentos, uno inferior que está conformado por conglomerados, un segmento de arcillolitas abigarradas con intercalaciones de conglomerados, continúa un segmento constituido por arcillolitas con vetas de yeso y uno superior compuesto por arcillas con intercalaciones de areniscas.

En la zona de estudio, parte de la Formación Barzaloza aflora en el Alto de Palacio y en la Vereda Agua Fría, (cuadrantes D-1, E-1, F-1 y G-1), y hacen parte de un pliegue sinclinal que se observa al sur del Municipio de Tocaima, y otra parte aflora al occidente de Pueblo Nuevo. En la primera localidad la unidad está constituida en su base (Segmento 1), por una serie de conglomerados, con cantos de 12 a 20 cm de diámetro, subangulares, de limolitas silíceas con foraminíferos (similares a las del Grupo Olini), dentro de una matriz de arena media a gruesa, de cuarzo, color pardo, en capas medias a muy gruesas, ondulosa no continua; el espesor medido en el carreteable Palacio – Tocaima es de 50 m. Sobre estos conglomerados se observa el Segmento 2, conformado por una secuencia monótona de arcillolitas y limolitas rojas, con esporádicas capas de areniscas de cuarzo y líticas, medias a levemente conglomeráticas, rojas, en capas medias a gruesas, lenticulares; el espesor medido para este segmento es de 230 m. El Segmento 3 suprayace al anterior y está conformado por una secuencia alternante de areniscas líticas y subarcósicas, medias a conglomeráticas, rojas-amarillas, con cemento silíceo, en capas muy gruesas a delgadas, convergentes y lenticulares, con intercalaciones de arcillolitas y limolitas de color rojo; el espesor de este segmento, estimado en cortes geológicos, es de 150 m. Como segmento superior aflorante en esta localidad, se observa el Segmento 4 formado por arcillolitas pardas, que meteorizan a rojo, con intercalaciones esporádicas de areniscas sub-arcósicas y líticas, medias a grue-sas, en capas gruesas a delgadas convergentes; afloran unos 30 m, sin embargo, es mayor el espesor que se observa en el núcleo del Sinclinal de Agua de Dios.

3.1.6 CONGLOMERADOS DE CARMEN DE APICALÁ (NGC)

Se usa el nombre de Conglomerados de Carmen de Apicalá para denominar, informalmente, a una espesa secuencia de conglomerados que aflora sobre la Formación Barzalosa al sur de Pueblo Nuevo y que se extiende al sur hasta el

Municipio de Carmen de Apicalá. Los Conglomerados de Carmen de Apicalá consisten en una secuencia de conglomerados de cantos de gravas, de cuarzo y chert, subredondeados, en una matriz de arena de cuarzo y líticos, en capas muy gruesas a gruesas, que se desarrollan en secuencias gradadas. Esta secuencia supera los 1.000 m de espesor al sur del Municipio de Melgar. Por su posición estratigráfica los Conglomerados de Carmen de Apicalá serían del Oligoceno, en parte, y alcanzarían el Mioceno. Se propone un origen de ríos trenzados para su depósito.

3.1.6 FLUJOS FLUVIOGLACIARES (QF)

Los Flujos Fluvioglaciares se observan en el pie de la cuchilla Peñas Blancas, en cercanías al río Bogotá (noroccidente de la plancha) y en la población de Viotá (cuadrante D-3); estos depósitos se disponen con dirección E-W y están constituidos por bloques y cantos, angulares a subredondeados, de areniscas, provenientes del Grupo Guadalupe - Olini, los cuales se encuentran embebidos en una matriz de arena gruesa a arcilla.

3.1.6TERRAZAS BAJAS (QTB)

En la Plancha 246 Fusagasugá se presentan terrazas bajas a lo largo del río Bogotá (noroccidente de la plancha) y están constituidas por cantos y bloques, subredondeados a redondeados, de areniscas, y abarcan áreas muy extensas; entre ellas es importante mencionar La Mesa de Yeguas, las terrazas de Anapoima (cuadrantes A-2 y B-2), de El Colegio (cuadrante A-5) y de Apulo (cuadrante B-1). Según Hubach (1931), estas terrazas son del Pleistoceno tardío.

3.1.6 TERRAZAS ALTAS (QTA)

En la Plancha 246 se presentan dos terrazas altas de gran extensión: la de Fusagasugá (cuadrante F-6) y la de Tolemaida. La primera consta de cantos y bloques, redondeados, de areniscas, depositados posiblemente por el río Juan Viejo (cuadrantes G-8 y H-8) y transportados desde la región de Pasca (cuadrante G-8), donde los depósitos tienen características de flujos fluvioglaciares; la segunda terraza es similar a las primera, pero está conformada por cantos finos a medios, redondeados e imbricados. De acuerdo con Bürgl (1957), la Terraza de Fusagasugá es del Pleistoceno tardío, en la cual fueron encontrados varias partes de esqueleto de Megatherium spec., correspondiente a esta edad.

3.1.6 DEPÓSITOS ALUVIALES (QAL)

Hacia las márgenes de los principales drenajes, tales como los ríos Muña (cuadrante D-8), Bogotá (cuadrantes A-3, A-4, B-1, B-2 y C-1), Apulo, Lindo y Calandaima (estos últimos cuatro al noroccidente de la plancha), se presentan depósitos aluviales. También en la red de drenaje de la quebrada Chorreras (cuadrante H-9), al sur de Sibaté (cuadrante C-8); a lo largo del río Curubital (cuadrante F-11), al sur de la Represa de La Regadera (cuadrante E-11); y en el río Tunjuelito (cuadrantes A-4 y B-4). Estos depósitos consisten en bloques, redondeados y subredondeados, especialmente de areniscas de cuarzo, en una matriz no consolidada de arenas y arcillas; presentan una expresión morfológica plana.

3.1.6 DEPÓSITOS DE MORRENA (QM)

Son notables los depósitos de morrena, tipo lateral y terminal, que se localizan en las laderas, al occidente, de las lagunas de Une y Colorado; depósitos paralelos a las quebradas Aguas Claras (cuadrantes C-9 y C-10), Honda (cuadrante E-8) y El Desagüe, suroriente de Sibaté (cuadrante C-8); depósitos localizados en las lagunas de Rincón, Bocagrande y Larga (cuadrante H-10); y al oriente de Pasca (cuadrante G-8), en las partes altas de las cuchillas de Buenos Aires y Los Andes.

3.1.6 COLUVIONES (QCOL)

Otro tipo de depósitos recientes son los coluviones que se presentan en los pies de las laderas, en especial en aquellas generadas por los grupos Guadalupe y Olini; normalmente son depósitos caóticos y de muy poca extensión; en general, no todos pueden ser cartografiados debido a la escala de trabajo empleada.

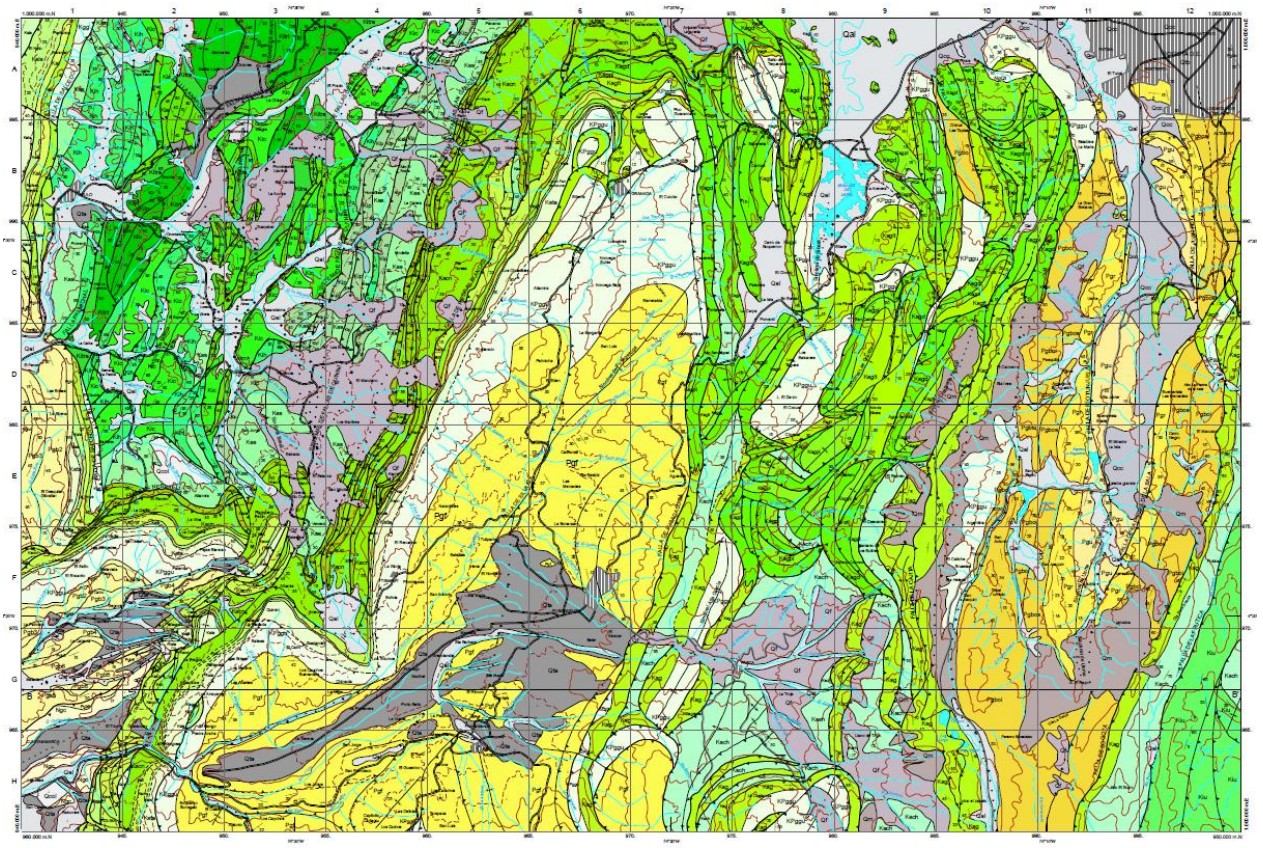


Ilustración 2. Mapa geológico regional.
Fuente: Plancha 246 Fusagasuga INGEOMINAS

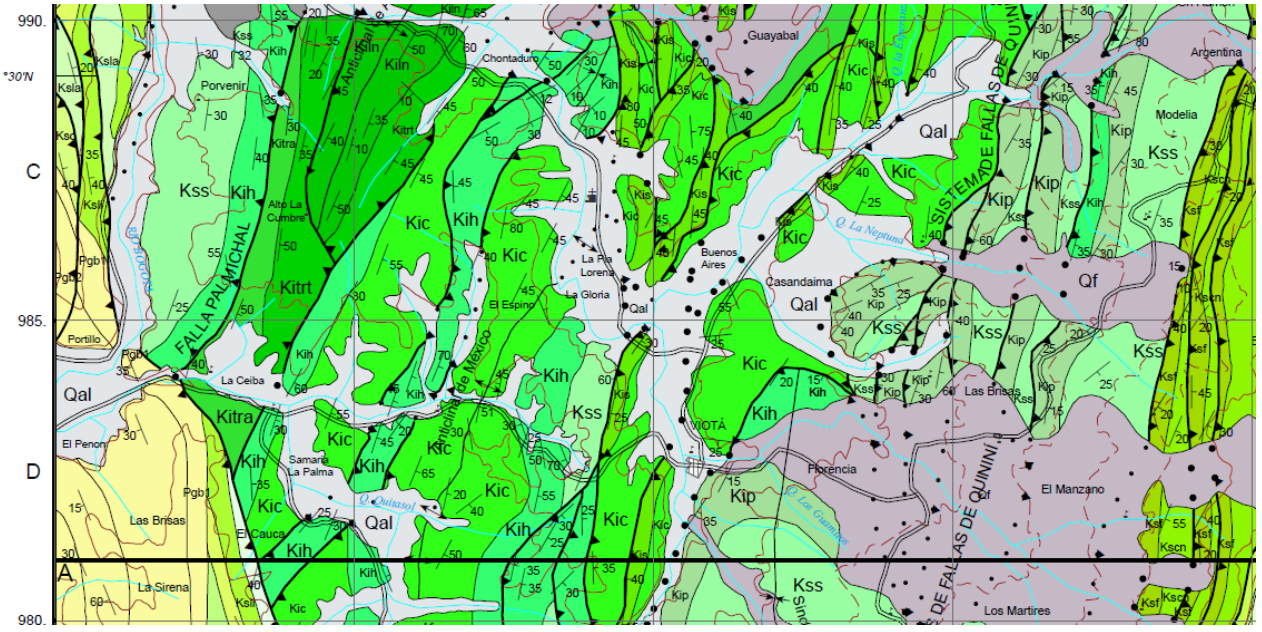


Ilustración 3. Mapa geológico de la zona rural del municipio de Valparaíso y Támesis.
Fuente: Plancha 246 Fusagasuga INGEOMINAS

3.2 GEOMORFOLOGÍA

La zona presenta elevaciones que oscilan entre los 3.800 metros sobre el nivel del mar (msnm), en la Cuchilla Bocagrande (Municipio de Nazaret), y los 400 msnm, en el valle de la quebrada Cachimbula,en el Municipio de Tocaima. En general, la región presenta una altitud descendente de oriente a occidente; el sector oriental presenta una topografía escarpada separada por valles profundos, mientras el sector occidental presenta ligeras ondulaciones, generadas por rocas competentes, entre las cuales se observan pequeños valles donde se encuentran rocas poco competentes.

Como rasgos morfológicos principales de la parte occidental de la Plancha 246 Fusagasugá, vale la pena mencionar las amplias terrazas generadas por los diferentes ríos que forman la red hidrográfica, hacia los municipios de Anapoima y Apulo, y en el sector oriental, los depósitos de morrena observados en el Páramo de Sumapaz.

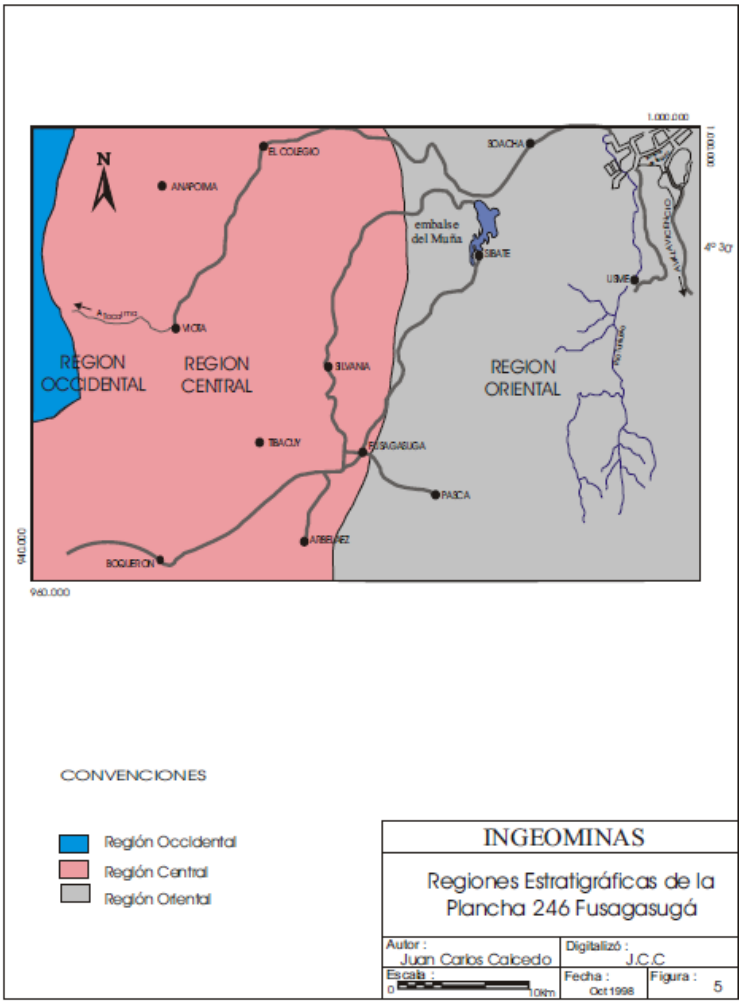


Ilustración 4. Mapa geomorfológico regional.
Fuente: INGEOMINAS

3.2 AMENAZAS GEOLÓGICAS

El área de la Plancha 246 Fusagasugá se encuentra conformada por una geología compleja y dinámica, la cual hace que esta parte del piedemonte occidental de la Cordillera Oriental esté expuesta a diversas amenazas naturales, entre ellas las sísmicas.

Las condiciones geológicas y geomorfológicas (pendiente principalmente) del área de la Plancha 246 Fusagasugá dan a la zona unas probabilidades medias y altas de ocurrencia de fenómenos catastróficos, particularmente de tipo de socavamiento y movimiento en masa. El factor que con mayor frecuencia activa estos fenómenos es la oferta hídrica concentrada, es decir, altas intensidades de precipitación fluvial.

3.3 SISTEMA DE FALLAS

La zona occidental se encuentra ubicada al oriente de la Falla de Salcedo y llega hasta el límite occidental de la plancha. Esta región, estructuralmente, se caracteriza por presentar fallas de cabalgamiento con el plano de falla inclinado al occidente y pequeños pliegues cuyos ejes tienen dirección N30°E, aproximadamente.

3.3.1 FALLA DE SALCEDO

La Falla Salcedo aparece al occidente de la plancha (cuadrantes A-1. B-1, C-1, D-1, E-1 y F-1). La falla se observa en la parte inferior del cerro Capo, la cuchilla Guacana y la loma La Herradura. Esta es una falla de cabalgamiento, con dirección aproximada N30°E y su plano buza al occidente; es de gran importancia, estructural y estratigráfica, pues se presentan facies diferentes a lado y lado de la falla, para rocas del Cretácico medio y tardío, lo mismo que para rocas del Terciario; algunos trabajos la han unido a la Falla de Bituima, sin embargo, estas dos estructuras se separan claramente a la altura de la población de La Virgen (Plancha 227).

3.3.1 FALLA DE PIEDRAS BLANCAS

Las fallas del Sistema de Fallas de Piedras Blancas bordean la cuchilla Peñas Blancas, desde cercanías del Municipio de Cumaca hasta la carretera Bogotá - El Colegio; se observan en los cuadrantes F-4, G-4, C-5, D-5, E-5, A-6 y B-6; corresponden a un sistema de fallas de cabalgamiento con dirección aproximada N30°E y buzamiento al oriente, aunque hacia el norte la dirección cambia a E-W y buza al sur; en campo este sistema se evidencia por la repetición del Grupo Guadalupe.

3.3.1 FALLA DE SAN GABRIEL

El Sistema de Fallas de San Gabriel es un conjunto de fallas que ocurre desde El Boquerón de Cumaca hasta el sitio Panamá (cuadrante A-5), cerca a la Inspección de San Gabriel (cuadrantes C-4 y C-5). Se presenta en los cuadrantes B-4, C-4, D-4, E-4, F-4, A-5 y B-5. Consiste en un sistema de fallas cabalgantes, imbricadas, paralelo al Sistema de Fallas de Quininí, la cual se encuentran con buzamiento hacia el oriente; se evidencia en campo debido a que las fallas repiten varias veces a la Formación La Frontera; este sistema puede interpretarse como un sistema dúplex.

3.3.1 FALLA DE QUININÍ

El Sistema de Fallas de Quininí es un conjunto de fallas que se presenta desde el cerro Quininí (cuadrante F-3) hasta el nororiente del Municipio de El Colegio (cuadrante A-5). Se observa en los cuadrantes E-3, F-3, A-4, B-4, C-5 y D-4. Consiste en un sistema de fallas de cabalgamiento, imbricadas, con dirección aproximada N10oE y buzamiento hacia el oriente; se evidencia en campo ya que la Formación Hiló cabalga sobre la Formación Pacho y la Formación Pacho sobre sí misma.

3.3.1 FALLA DE NEBRASKA

El Sistema de Fallas de Nebraska es un conjunto de fallas que ocurre al suroccidente de la zona de estudio, a lo largo de las quebradas La Neivana y Los Jaramillos. Se observa en los cuadrantes E-1, F- 1, E-2 y E-3. Consiste en una serie de fallas cabalgantes con dirección aproximada este – oeste e inclinación del plano de falla hacia el sur; este sistema produce un acercamiento entre el Grupo Guadalupe con la Formación Frontera y de ésta con la Formación Hiló.

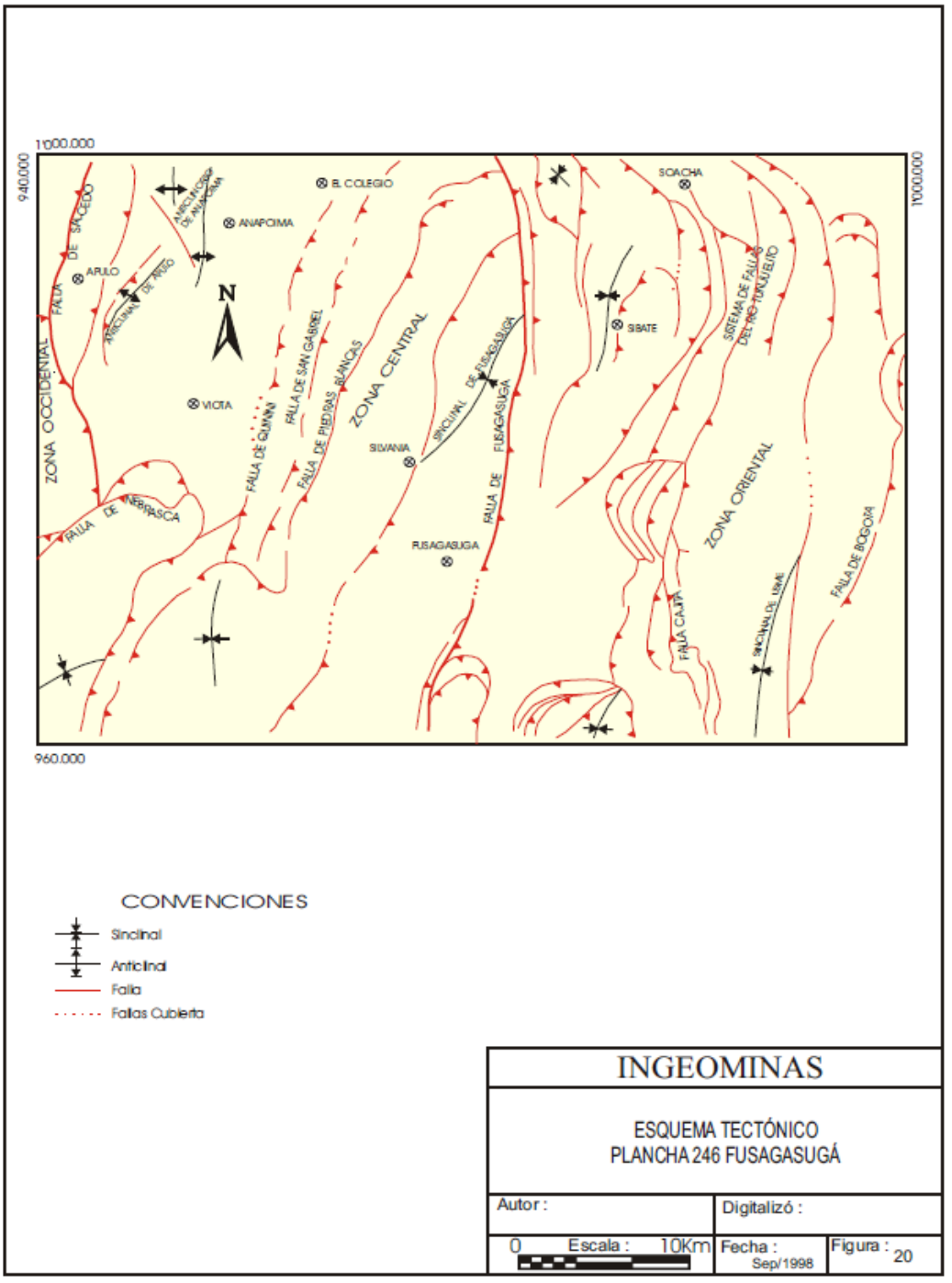


Ilustración 5. Mapa de fallas Plancha 246 Fusagasugá
Fuente: INGEOMINAS

4. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

4.1 PROGRAMA DE EXPLORACIÓN

Con el propósito de aproximarse a las propiedades geotécnicas de los suelos y definir las criterios geotécnicos y parámetros generales para la elaboración del proyecto; se ejecutó registro y se tomarón muestras de tres (3) sondeos de ensayo de penetración estándar o SPT (Standard Penetration Test).

Luego con el fin de identificar y caracterizar las diferentes secuencias de materiales que conforman el suelo, que actualmente se encuentra afectado por la erosión superficial, y quien está manifestando procesos de inestabilidad, se orienta el programa de exploración y muestreo directo, mediante la implementación de la metodología del ensayo estándar SPT (Standar Penetration Test). Ensayo que presenta la bondad de evidenciar en campo el tipo de material encontrado en profundidad a medida que avanza la exploración; adicionalmente, este tipo de muestreo fue seleccionado por presentar de forma ágil un acercamiento a los parámetros aproximados de resistencia efectiva del suelo y deformabilidad (ø, ć, y E), mediante la implementación de diferentes correlaciones suministradas por la bibliografía. El mismo ensayo permite la toma de muestras inalteradas para realizar análisis puntuales en laboratorio y posteriormente comparar los resultados encontrados con las correlaciones utilizadas.

Si bien el ensayo no tiene como objetivo recuperar muestras, el mismo consiste procedimentalmente de forma general, en hincar un muestreador de cuchara partida al suelo, por medio de la caída de una pesa de aproximadamente 140 lbs a una altura de 75 cm; el hincado del muestreador se realizará en un espesor de 45 cm, contabilizándose los golpes de avance de los últimos 30 cm, denominándose así el número N de golpes que posteriormente se corregirá de acuerdo a la energía implementada por la pesa, por el confinamiento de la muestra, longitud de la varilla, revestimiento de la cuchara partida, y diámetro de la perforación. El equipo que caracteriza el ensayo da lugar a un trípode de aproximadamente 3 metros de altura, con carga de martillo (pesa) manualmente, muestreador de cuchara partida, varillas guías de 1m de longitud, varillas de avance de 3m de longitud, pesa o martillo de 140 lbs, y tubos shelby para muestras inalteradas.

La selección de la mejor zona de muestreo fue direccionada a evitar en lo posible áreas con intervención antrópica y material rocoso que resultaran en rechazo para la prueba por el incremento de golpes en los avances (>50 golpes de avance).

Acto seguido se procedió a la instalación del equipo, con el debido cerramiento y señalización de la zona de trabajo para dar inicio a la ejecución del sondeo; todos los sondeos fueron proyectados para una profundidad máxima de 6 m.

Las muestras tomadas del sondeo consistieron en el material recuperado en el muestreador de cuchara partida por cada avance de 45 cm. Este tipo de muestras (alteradas) fueron embaladas en bolsas con su respectivo número de identificación y profundidad; adicionalmente, las muestras recuperadas por los Shelbys (inalteradas), fueron empacadas de la misma manera con sellos de parafina en sus extremos para preservar sus condiciones y características naturales.

Tabla 1. Cuadro de Coordenadas de Sondeos

Sondeo No.	Coordenadas Geográficas WGS_84	
	Latitud (N)	Longitud (W)
1	4°26'31.10"N	74°31'39.09"O
2	4°26'31.46"N	74°31'38.99"O
3	4°26'31.89"N	74°31'39.28"O

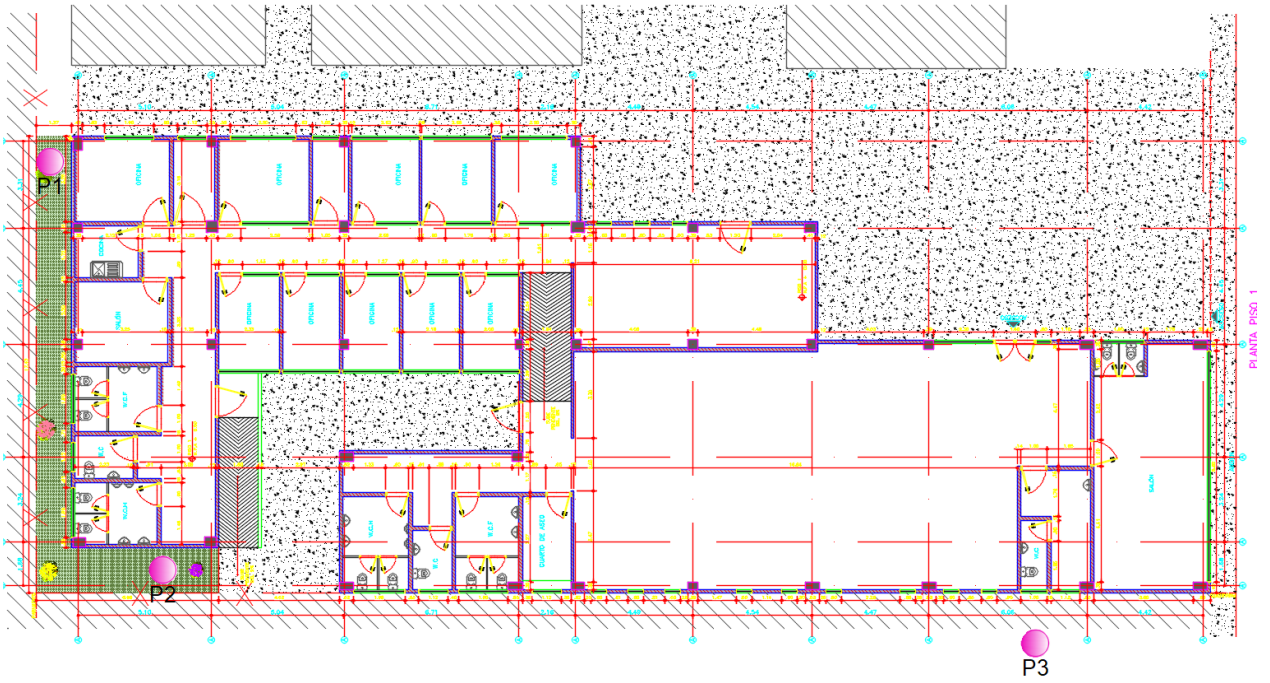
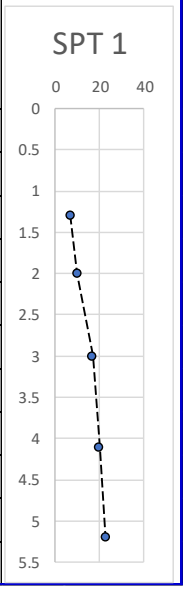


Ilustración 6. Ubicación de las perforaciones en el sitio de estudio

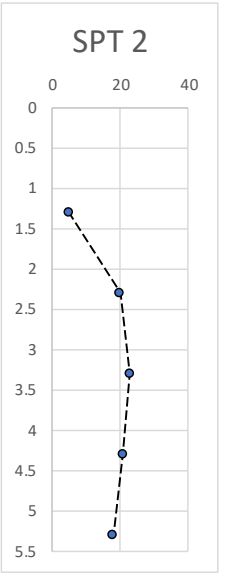
Tabla 2. Características de los sondeos.
Ver Anexo 3

REGISTRO DE PERFORACIÓN												
Operador	Julian Gil	REALIZAR LOS ESTUDIOS DE SUELOS, DEL CENTRO REGIONAL DE ATENCIÓN A VÍCTIMAS CRAV. DEL MUNICIPIO DE VIOTÁ - CUNDINAMARCA										
Describio	Ing. Sebastian Villegas											
Revisó	Ing. Daniel Bravo											
Localización	4°26'31.10"N 74°31'39.09"O											P1
Fecha Inicio	28/12/2023											Página 1/3
Profundidad	Muestra No.	Simbolo	Nivel freatico	Descripción del material	Muestrador o Corona	SPT			N SPT (Golpes/pie)	Recuperación [%]	RQD [%]	
						Golpes/0,15						
0				Arcilla arenosa gris oscuro o medio con oxidaciones y humedad alta s	AP							
1	1				SPT	3	4	3	7			
1.45												
1.7	2				SPT	4	5	5	10			
2.15												
2.7	3				SPT	6	8	9	17			
3.15												
3.8	4				SPT	9	10	10	20			
4.25												
4.9	5				SPT	10	11	12	23			
5.35												



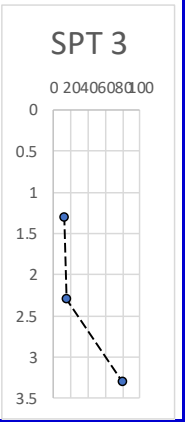
REGISTRO DE PERFORACIÓN													
Operador	Julian Gil	REALIZAR LOS ESTUDIOS DE SUELOS, DEL CENTRO REGIONAL DE ATENCIÓN A VÍCTIMAS CRAV. DEL MUNICIPIO DE VIOTÁ - CUNDINAMARCA											P2
Describio	Ing. Sebastian Villegas												
Revisó	Ing. Daniel Bravo												
Localización	4°26'31.46"N 74°31'38.99"O												
Fecha Inicio	28/12/2023												Página 2/3

Profundidad	Muestra No.	Simbolo	Nivel freatico	Descripción del material	Muestrador o Corona	SPT Golpes/0,15			SPT N SPT (Golpes/pie)	Recuperación [%]	RQD [%]
0				Arena limosa de color gris con betas color blanco	AP						
1	1				SPT	2	2	3	5		
1.45											
2	2				SPT	8	9	11	20		
2.45											
3	3				SPT	10	11	12	23		
3.45											
4	4				SPT	7	9	12	21		
4.45											
5	5				SPT	6	8	10	18		
5.45											



REGISTRO DE PERFORACIÓN													
Operador	Julian Gil	REALIZAR LOS ESTUDIOS DE SUELOS, DEL CENTRO REGIONAL DE ATENCIÓN A VÍCTIMAS CRAV. DEL MUNICIPIO DE VIOTÁ - CUNDINAMARCA											P3
Describio	Ing. Sebastian Villegas												
Revisó	Ing. Daniel Bravo												
Localización	4°26'31.89"N 74°31'39.28"O												
Fecha Inicio	28/12/2023												Página 3/3

Profundidad	Muestra No.	Simbolo	Nivel freatico	Descripción del material	Muestrador o Corona	SPT Golpes/0,15			SPT N SPT (Golpes/pie)	Recuperación [%]	RQD [%]
0				Arcilla arenosa de color amarillo claro con zonas grises	AP						
1	1				SPT	6	6	7	13		
1.45											
2	2				SPT	6	7	9	16		
2.45											
3	3				SPT	16	25	55	80		
3.45											





Perforación P1



Perforación P2

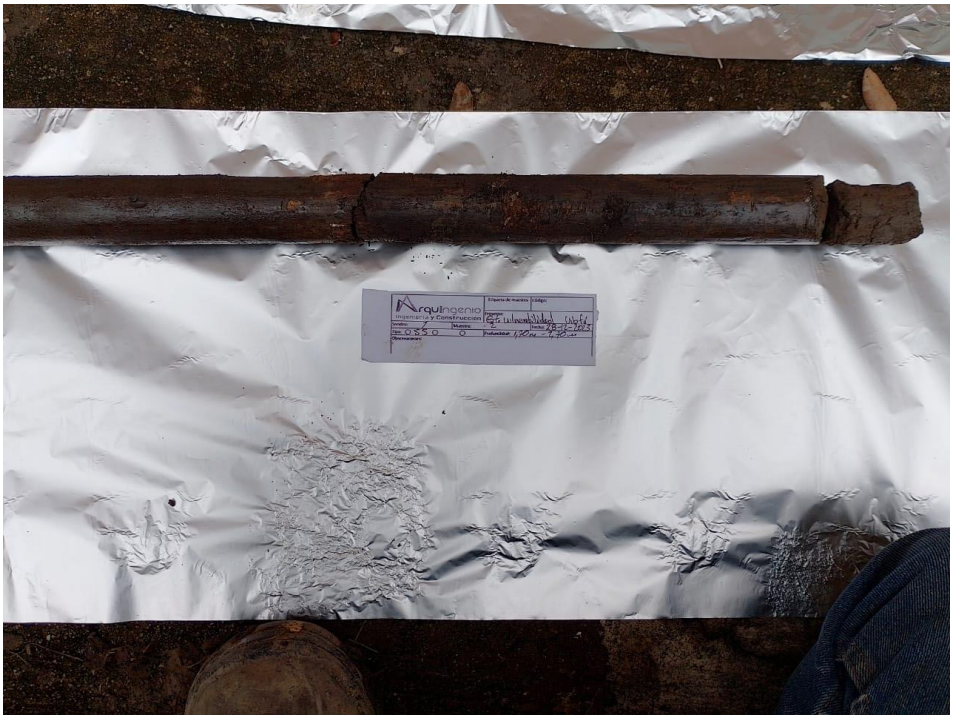
Grupo Artinco S.A.S.
PBX: (604) 2668100
Cra 43ª No 1 Sur – 31 Oficina 205
Edificio BBVA el Poblado P.H.
Medellín - Colombia



Perforación P3

Ilustración 7. Fotografías de la ejecución de la perforación en el sitio de estudio







Grupo Artinco S.A.S.
PBX: (604) 2668100
Cra 43ª No 1 Sur – 31 Oficina 205
Edificio BBVA el Poblado P.H.
Medellín - Colombia

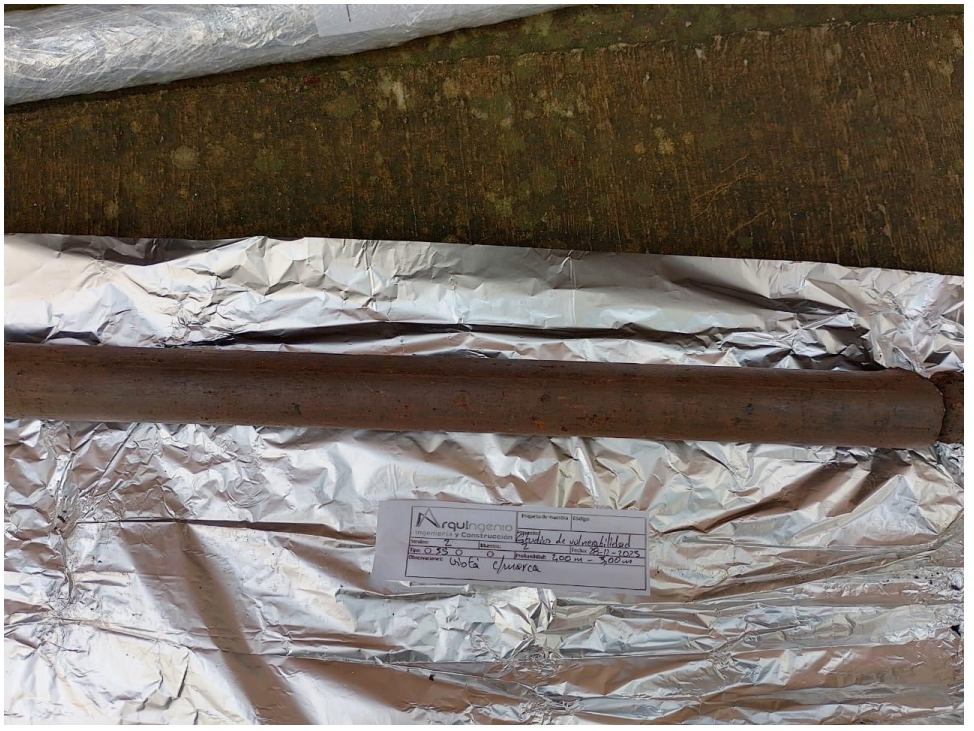




Perforación P1

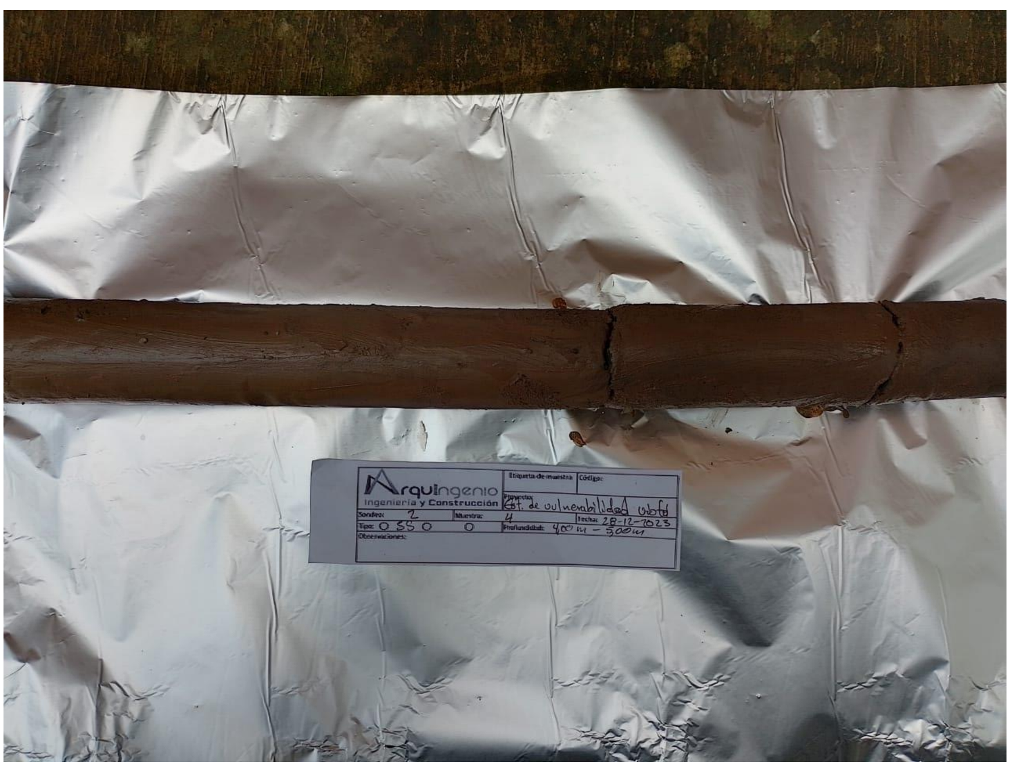
Grupo Artinco S.A.S.
PBX: (604) 2668100
Cra 43ª No 1 Sur – 31 Oficina 205
Edificio BBVA el Poblado P.H.
Medellín - Colombia

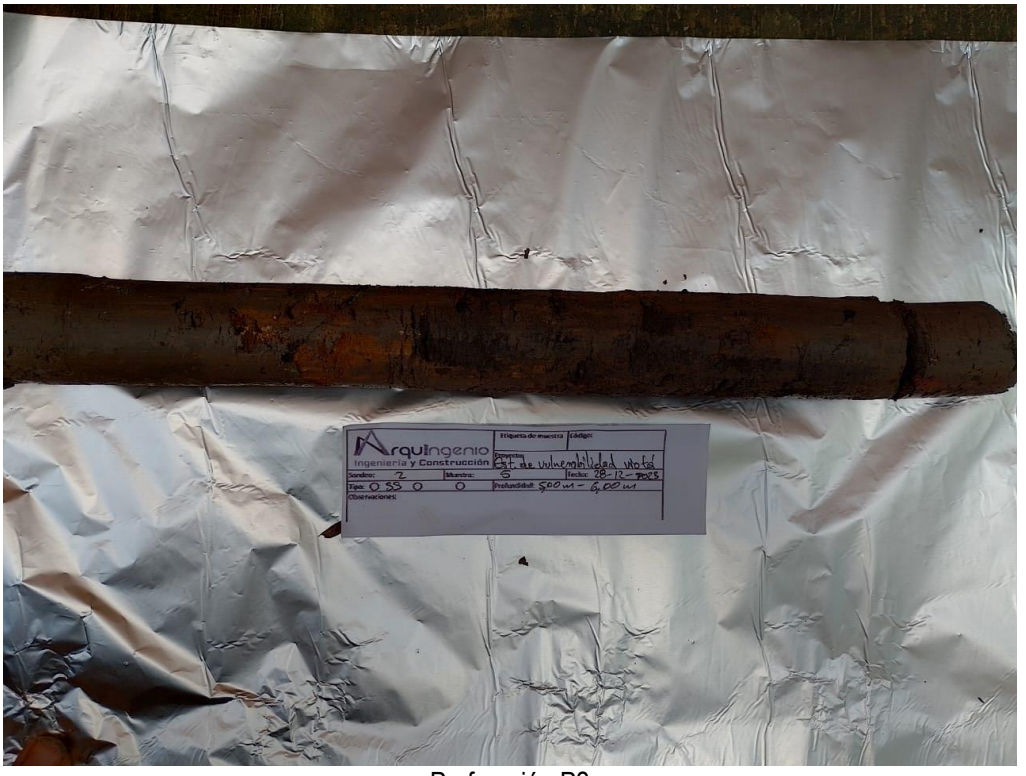




Grupo Artinco S.A.S.
PBX: (604) 2668100
Cra 43ª No 1 Sur – 31 Oficina 205
Edificio BBVA el Poblado P.H.
Medellín - Colombia


Arquingenio
Ingeniería y Construcción
Código:
Estudio de vulnerabilidad
2
3
28-12-2023
3,00m - 4,00m


Arquingenio
Ingeniería y Construcción
Etiqueta de muestra
Código:
Proyecto:
Est. de vulnerabilidad
Sondeo:
2
Muestra:
4
Fecha:
28-12-2023
Tipo:
Profundidad:
4,00 m - 5,00 m
Observaciones:

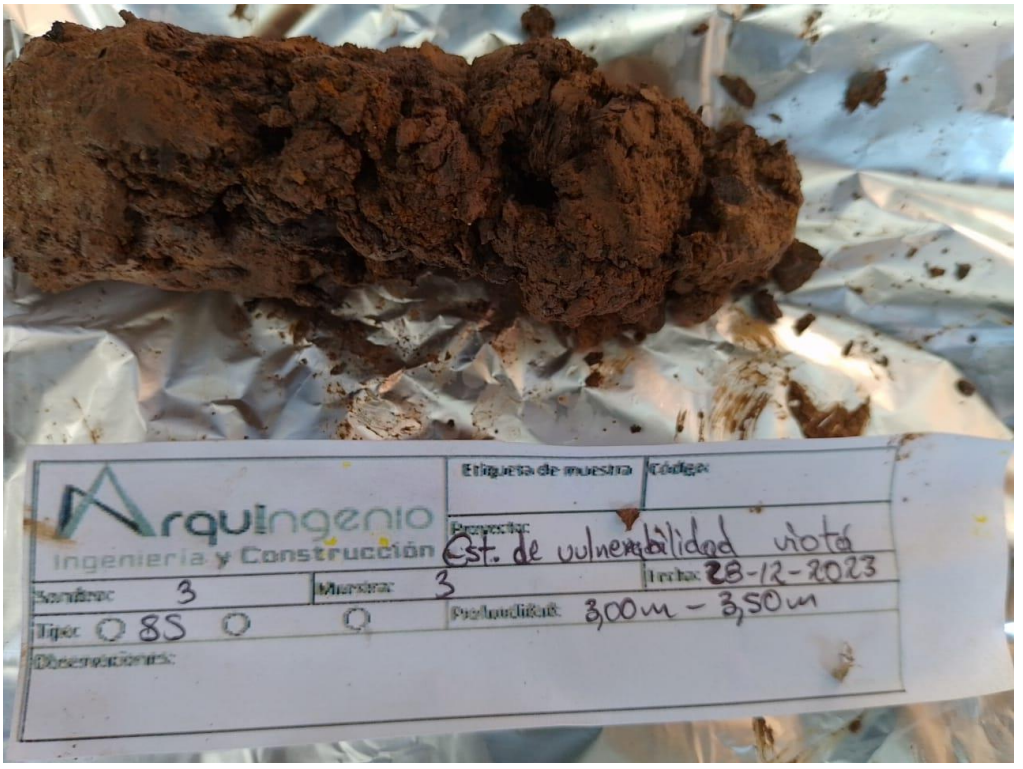


Perforación P2



Grupo Artinco S.A.S.
PBX: (604) 2668100
Cra 43ª No 1 Sur – 31 Oficina 205
Edificio BBVA el Poblado P.H.
Medellín - Colombia





Perforación P3

Ilustración 8. Fotografías de las muestras de la perforación en el sitio de estudio

Grupo Artinco S.A.S.
PBX: (604) 2668100
Cra 43ª No 1 Sur – 31 Oficina 205
Edificio BBVA el Poblado P.H.
Medellín - Colombia

Los sondeos exploratorios permitieron adelantar los siguientes procesos:

- Identificar la sucesión, composición y espesor de los distintos mantos constitutivos del subsuelo a lo largo de la profundidad investigada (reconocimiento del perfil estratigráfico local).
- Toma de muestras de los suelos representativos para su caracterización mediante ensayos de laboratorio.
- Precisar la condición del agua libre subterránea (presencia del nivel freático).
- Mediante el ensayo de penetración estándar o SPT (Standard Penetration Test) podemos determinar parámetros referidos a la resistencia o a la deformabilidad de la materia.

4.2 NIVEL FREÁTICO

En la etapa de registro y toma de muestras no se encontró nivel freatico.

4.3 PROGRAMA DE LABORATORIO

Se realizó un programa de ensayos de laboratorio con el propósito de determinar las propiedades índices del suelo. En la Tabla 3 se muestra la relación de los ensayos ejecutados con sus respectivas cantidades, mientras que el reporte completo de los resultados se adjunta en el Anexo 1.

Tabla 3. Relación de ensayos de laboratorio ejecutados

Ensayos de laboratorio		
Tipo de ensayo	**Unidad**	**Cantidad**
Humedad Natural	unidad	11
Granulometría	unidad	11
Límites de Atterberg	unidad	11
Corte directo modalidad CD	unidad	1

Se denominan ensayos de clasificación a aquellos que permiten determinar las propiedades índices de los suelos y su clasificación desde la óptica ingenieril. Se tienen entonces los ensayos de Humedad natural (ASTM D2216), Límites de consistencia (ASTM D4318) y Granulometría por tamizado y lavado sobre la malla 200 (ASTM D422). Estos ensayos permitieron conocer algunas propiedades como distribución y tamaños de partícula, humedad y consistencia de los materiales de la zona, para categorizarlos dentro del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).

A partir de las propiedades índice y de la humedad natural del suelo se puede calcular el índice de consistencia, para el cual valores entre 0.00 – 0.25 corresponden a suelos de consistencia muy blanda, de 0.25 – 0.50 a suelos de consistencia blanda, de 0.50 – 0.75 a suelos de consistencia media, y de 0.75 – 1.00 suelos de consistencia rígida. Adicionalmente, si:

IC<0.00 El suelo posee un contenido de humedad natural superior a su LL y se comporta como un fluido viscoso.
IC=0.00 El suelo se encuentra en su límite líquido.
IC=1.00 El suelo se encuentra en su límite plástico.
IC>1.00 El suelo se encuentra en un estado semisólido y tiene un comportamiento rígido.

Se ejecutarón dichos ensayos sobre las 11 muestras alteradas recuperadas, y el resumen de los resultados obtenidos se presenta de manera tabular en la Tabla 4 y de manera gráfica en la Ilustración 9, mientras que, en la Ilustración 10 se ubican los límites de consistencia obtenidos sobre la Carta de Plasticidad de Casagrande.

Tabla 4. Resumen de los ensayos de caracterización física.

Muestra	Prof [m]			w [%]	L.L.	L.P.	IP	IC	Consist.	Granulometría			USCS
										% Gravas	% Arenas	% Finos	
Viotá_P1_M2	2.00	-	2.45	37.42	35	24	11	-0.19	Blanda	7.62	15.71	76.67	ML
Viotá_P1_M3	3.00	-	3.45	36.24	33	21	12	-0.30	Blanda	6.11	21.52	72.37	CL
Viotá_P1_M4	4.00	-	4.45	43.87	43	25	18	-0.07	Blanda	7.68	19.64	72.68	CL
Viotá_P1_M5	5.00	-	5.45	39.83	39	25	15	-0.03	Blanda	5.49	21.66	72.85	CL
Viotá_P2_M1	1.00	-	1.45	34.89	34	23	11	-0.08	Blanda	14.64	42.39	42.97	CL
Viotá_P2_M2	2.00	-	2.45	42.54	37	25	12	-0.49	Blanda	8.28	16.27	75.44	ML
Viotá_P2_M3	3.00	-	3.45	44.49	34	23	11	-1.00	Blanda	4.90	23.53	71.57	CL
Viotá_P2_M4	4.00	-	4.45	37.76	37	23	14	-0.06	Blanda	8.01	14.76	77.24	CL
Viotà_P2_M5	5.00	-	5.45	43.32	35	23	12	-0.69	Blanda	12.22	32.64	55.14	CL
Viotá_P3_M1	1.00	-	1.45	34.70	44	30	13	0.68	Blanda	7.01	8.59	84.40	ML
Viotá_P3_M2	2.00	-	2.45	36.57	35	23	12	-0.15	Blanda	15.91	21.30	62.78	CL

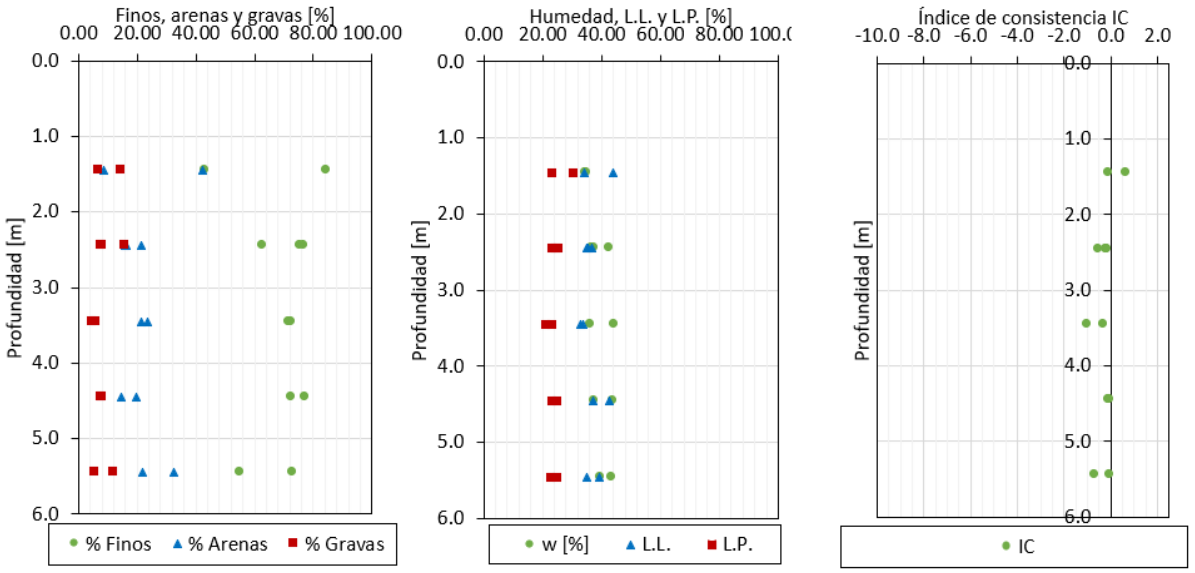


Ilustración 9. Variación de las propiedades índice con la profundidad.

Grupo Artinco S.A.S.
PBX: (604) 2668100
Cra 43ª No 1 Sur – 31 Oficina 205
Edificio BBVA el Poblado P.H.
Medellín - Colombia

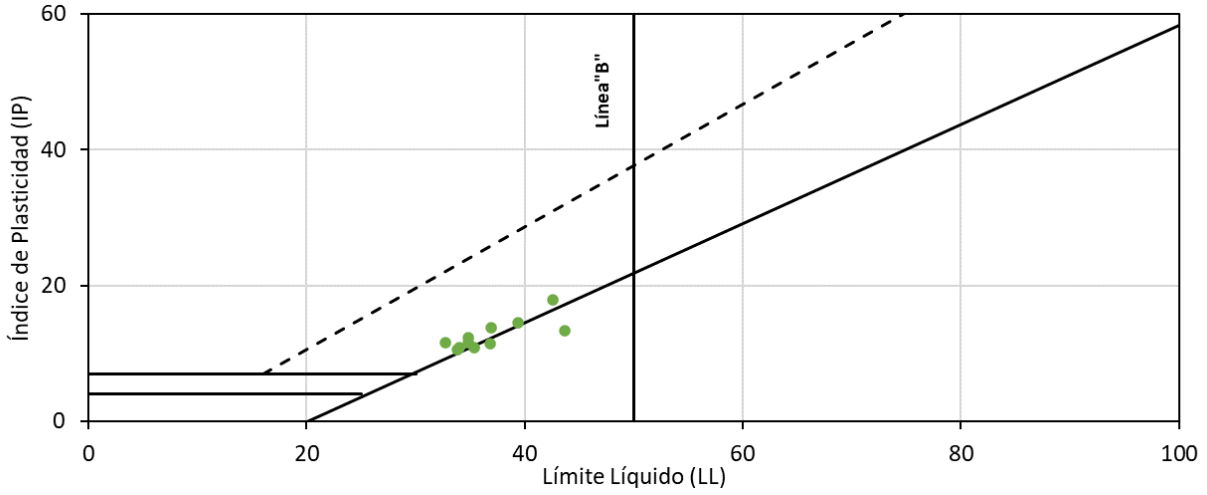


Ilustración 10. Carta de plasticidad de Casagrande.

Se observa que hay un comportamiento claro que permita establecer una relación entre la composición granulométrica, el contenido de humedad, las propiedades índices o el índice de consistencia con la profundidad. En los resultados de los ensayos de clasificación se registraron principalmente materiales finos grupos CL (Arcillas arenosas o arcillas de baja plasticidad del sistema unificado de clasificación de suelos, con contenidos de finos entre 53% y 80% y contenidos de humedad entre 12 y 35%. Para el 40% de las muestras analizadas la consistencia clasificó como blanda.

Tabla 5. Límites de clasificación de suelos expansivos. Reescrita de NSR-10

Potencial de expansión	Límite líquido LL	Índice de plasticidad
Muy alto	> 63	> 32
Alto	50 – 63	23 – 45
Medio	39 – 50	12 – 34
Bajo	< 39	< 20

De acuerdo con los resultados de Ilustración 11, para los sondeos, las muestras de los suelos ensayados presentan un potencial de expansión “bajo”, con limites líquidos entre 32 a 44%, condición favorable para la implementación de estructuras superficiales.

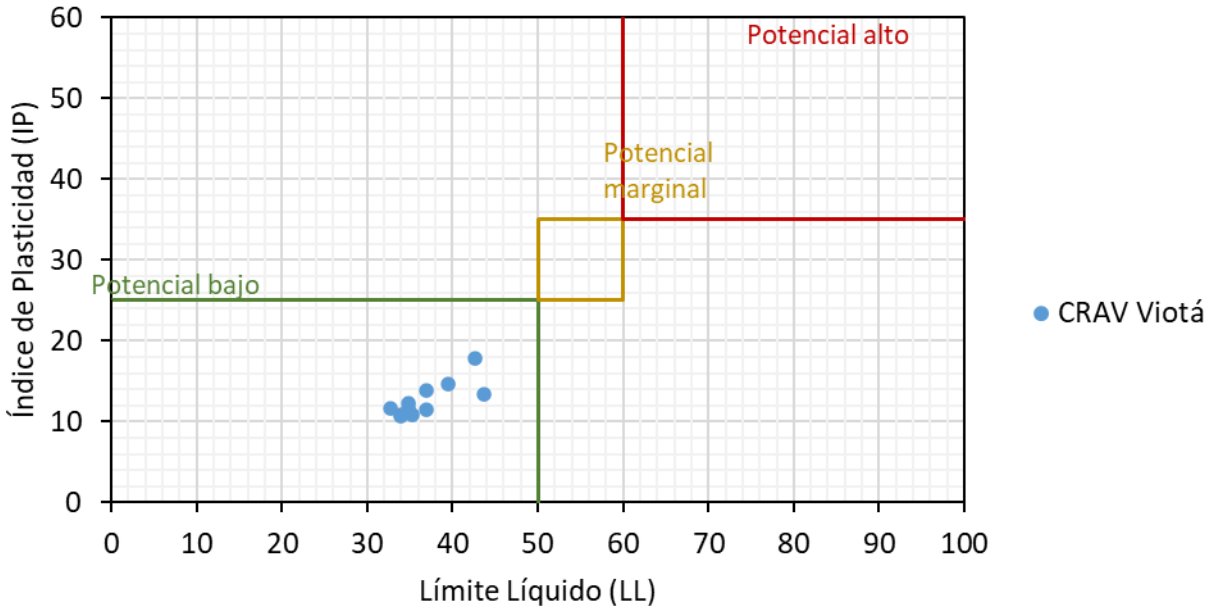


Ilustración 11. Clasificación de suelos expansivos con base en los criterios de la NSR-10.

Tabla 6. Resumen de resultados ensayo de corte directo CD.
Ver Anexo 1

Muestra	γh [kN/m3]	c' [kPa]	ϕ' [°]
S1-M1	18.55	33	27

Grupo Artinco S.A.S.
PBX: (604) 2668100
Cra 43ª No 1 Sur – 31 Oficina 205
Edificio BBVA el Poblado P.H.
Medellín - Colombia

5. PARÁMETROS DE SUELO

5.1 PARÁMETROS DE RESISTENCIA POR CORRELACIÓN DEL SPT (STANDARD PENETRATION TEST)

Partiendo de los resultados del ensayo de penetración estándar o SPT (Standard Penetration Test) ejecutado en campo del cual se obtuvieron los valores del N (número de golpes), se emplearon correlaciones para estimar los parámetros de resistencia al corte de los materiales en términos de esfuerzos totales y efectivos.

El ensayo de Resistencia a la Penetración Estándar SPT originalmente fue diseñado para evaluar la capacidad portante de cimentaciones superficiales en suelos arenosos. Justamente a la fecha, la correlación más aceptada es la correspondiente al ángulo de fricción efectivo y densidad relativa del suelo, aunque existen diferentes ecuaciones para el cálculo de diversos parámetros geotécnicos. Es así como, vista su economía y rapidez de ejecución, se emplea en regiones tropicales para la caracterización de suelos cohesivos y residuales.

En el medio local, González (1999) partiendo de la propuesta de Bowles, estableció un método aproximado de evaluación de los parámetros efectivos de resistencia c' y φ'. Esta metodología es ampliamente aplicada y aceptada en el medio, el procedimiento general fue el siguiente:

El valor que se define como N de campo es la suma de los golpes necesarios para avanzar 12¨ (30 cm) de perforación y se expresa en golpes/pie, este valor corresponde a la suma de los dos últimos valores reportados en el tramo de 18¨ (45 cm)

- Se calcularon los esfuerzos totales, presión de poros y esfuerzos efectivos en el suelo.
- Se corrigió cada uno de los valores de N por confinamiento y energía de acuerdo con la propuesta de Bowles (1998) y mencionada por González (1999):

$$N_1 = N * Cn * \eta 1 * \eta 2 * \eta 3 * \eta 4$$

Donde:

$N1$ Valor de N corregido.

N Valor de N de campo.

Cn Factor de corrección por confinamiento efectivo.

$\eta 1$ Factor por energía del martillo (0,45 – 1,00).

$\eta 2$ Factor por longitud de la varilla (0,75 – 1,00).

$\eta 3$ Factor por revestimiento interno de toma muestras (0,8 – 1,0)

$\eta 4$ Factor por diámetro de la perforación (> 1 ← D>5", =1.15 ← D=8")

González (1999) propone que los factores $\eta 2 * \eta 3 * \eta 4 = 1$ y solamente consideraron los factores $Cn\ y\ \eta 1$

Para el cálculo del factor de corrección por confinamiento (Cn), basándose en el análisis realizado por González (1999), se utilizó la ecuación que se acerca más al promedio de las propuestas más destacadas para calcular este parámetro (Peck, Seed, Meyerhof-Ishihara, Liao-Whitman, Skempton, Seeed-Idriss, González y Schmertmann), expresión que corresponde a la de Seed-Idriss que se presenta a continuación:

Seed-Idriss (Marcuson) [Tomada de González (1999)]

$$Cn = 1 - klog(Rs) \qquad \begin{cases} k = 1{,}41\ si\ Rs < 1 \\ k = 0{,}92\ si\ Rs \geq 1 \end{cases} \qquad Rs = \frac{\sigma´_v}{Pa}$$

Donde el parámetro Rs estandariza la corrección N_1=NCn a un esfuerzo vertical de referencia:

Grupo Artinco S.A.S.
PBX: (604) 2668100
Cra 43ª No 1 Sur – 31 Oficina 205
Edificio BBVA el Poblado P.H.
Medellín - Colombia

$$\sigma'_v = \frac{1\,kg}{cm^2} \approx 1\,atmosfera = 1\,Pa$$

Una vez calculado $N1$ se procedió a calcular ($N1$)45 el cual considera la corrección por energía:

$$(N_1)_{45} = N_1 \frac{45}{45}$$

A partir del N45 se calculó el ángulo de ficción equivalente ($\varphi eq.'$) usando la expresión propuesta por Kishida, la cual de acuerdo con González (1999) proporciona valores promedio:

$$\varphi\text{eq.}' = 15 + (12{,}5 * N_{45})^{0{,}5}$$

Teniendo en cuenta que la metodología aplica para suelos granulares, el ángulo de fricción equivalente trae inmersa la cohesión, por tanto, en la ecuación de esfuerzo cortante la cohesión se hace cero, siendo posible obtener el esfuerzo para cada profundidad ensayada mediante la siguiente expresión.

$$\tau = \sigma' \tan(\varphi\text{eq.}')$$

Se agrupan los valores de $\boldsymbol{\tau}$ y $\boldsymbol{\sigma'}$ por tipos de materiales
Se hace la regresión $\boldsymbol{\tau}$ y $\boldsymbol{\sigma'}$ para cada tipo de material y se obtienen c' y tan $\boldsymbol{\varphi}$. Si en la regresión resulta c' < 0, se obliga a la regresión a pasar por cero.

Para estimar el ángulo de fricción efectivo, se disminuyó la fricción equivalente insertando la cohesión efectiva con base en proyectos similares, empleando la siguiente expresión resultante de la envolvente de falla de Mohr-Coulomb:

$$\varphi' = \tan^{-1}(\varphi_{\text{eq}} - \frac{\text{c}'}{\sigma 3})$$

Se puede realizar el mismo procedimiento, pero esta vez en términos de esfuerzos totales, insertando la cohesión no drenada para obtener la cohesión y el ángulo de fricción totales del suelo.

De acuerdo con Stroud (1974, 1989) la cohesión no drenada puede ser estimada mediante la siguiente expresión:

$$\boldsymbol{Cu(N_{60}) = f1 N_{60} Pa/100}$$

Donde:
$\boldsymbol{f1 = 4,5}$ Para un índice de plasticidad = 50
$\boldsymbol{f1 = 5,5}$ Para un índice de plasticidad = 15

Para determinar el módulo de elasticidad se emplearon las siguientes expresiones en función del tipo de suelo y los valores de NSPT, estas fueron extraídas de AASHTO (1996):

Para suelos cohesivos $\boldsymbol{E = 400 \times (N_1)_{60}}$
Para arenas $\boldsymbol{E = 700 \times (N_1)_{60}}$
Para gravas $\boldsymbol{E = 1200 \times (N_1)_{60}}$

En este caso se empleó el valor intermedio entre las expresiones para suelos cohesivos, es decir, $\boldsymbol{E = 400 \times (N_1)_{60}}$.

$$k_0 = 1 - sen(\emptyset)$$

$$k_a = tan^2\left(45 - \frac{\emptyset}{2}\right)$$

$$k_P = tan^2\left(45 + \frac{\emptyset}{2}\right)$$

En el Anexo 3 se muestran las memorias de cálculo siguiendo la metodología descrita, mientras en la Tabla 8 se resumen los parámetros obtenidos.

Tabla 7. Parámetros geotécnicos obtenidos por correlación con el SPT (Standard Penetration Test)
Ver Anexo 3

Estrato	Sondeo	γ_h (kN/m³)	c' (kPa)	φ' (°)	E (kPa)
Arcilla arenosa CL	P1	18.85	4.40	36.7	5087
	P2	18.85	7.92	34.3	5737
	P3	18.85	19.70	28.6	6235

5.2 PARÁMETROS ADOPTADOS

Tomando los resultados de los parámetros determinados por correlación con el SPT (Standard Penetration Test) y los reportados en los ensayos mecánicos, para los materiales piroclásticos arcilla arenosa presente en el sitio de estudio, se adoptaron los parámetros que se indican en la Tabla 9.

Tabla 8. Parámetros geotécnicos adoptados

Estrato	γ_h (kN/m³)	c' (kPa)	φ' (°)	E (kPa)	v
Arcilla arenosa CL	18.85	33	27	5686	0.35

De esta manera, el ángulo de fricción y la cohesión son tomados del resultado de corte directo

$$k_0 = 1 - \sin(\varphi)$$

$$k_a = \frac{1 - \sin(\varphi)}{1 + \sin(\varphi)}$$

$$k_p = \frac{1 + \sin(\varphi)}{1 - \sin(\varphi)}$$

Tabla 9. Valores de los coeficientes de empuje de tierras

Material	φ' (°)	k_0	k_a	k_P
Arcilla arenosa CL	27	0.546	0.375	2.663

6. METODOLOGÍAS DE CÁLCULO

6.1 CAPACIDAD DE CARGA SUPERFICIAL

6.1.1 CAPACIDAD DE CARGA A COMPRESIÓN

Meyerhof propuso la siguiente ecuación general para el cálculo de la capacidad de carga última con cimentaciones superficiales:

$$q_{ult} = cN_c s_c d_c I_c + \bar{q} N_q s_q d_q I_q + 0.5\gamma B' N_\gamma s_\gamma d_\gamma I_\gamma$$

Donde:

c	Cohesión del suelo.
q	Esfuerzo efectivo al nivel del fondo de la cimentación.
B	Ancho de la cimentación.
N_c, N_q, N_γ	Factores de capacidad de carga.
s_c, s_q, s_γ	Factores de forma.
d_c, d_q, d_γ	Factores de profundidad.
I_c, I_q, I_γ	Factores de inclinación

Factores de capacidad de carga:

$$N_q = e^{\pi \tan\phi} tan^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)$$

$$N_c = \left(N_q - 1\right) cot\,\phi$$

$$N_c = 5{,}14 \; si \; \phi = 0$$

$$N_\gamma = 2\left(N_q + 1\right) tan\,(\phi)$$

Factores de forma:

$$s_c = 1 + 0.2 K_p \frac{B}{L} \quad para\ cualquier\ \phi$$

$$s_q = s_\gamma = 1 + 0.1 K_p \frac{B}{L} \quad para\ \phi > 10°$$

$$s_q = s_\gamma = 1 \quad para\ \phi = 0°$$

Factores de profundidad:

$$d_c = 1 + 0.2\sqrt{K_p}\frac{D}{B} \quad para\ cualquier\ \phi$$

$$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1\sqrt{K_p}\frac{D}{B} \quad para\ \phi > 10°$$

$$d_q = d_\gamma = 1 \quad para\ \phi = 0°$$

Factores de inclinación:

$$I_c = I_q = (1 - \frac{\beta}{90°})^2$$

$$I_\gamma = (1 - \frac{\beta}{\phi})$$

$$K_p = tan^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)$$

A partir de la capacidad última del suelo $\boldsymbol{q_u}$ se determina la capacidad admisible $\boldsymbol{q_{adm}}$ a través de un factor de seguridad global de 3,0, como se presenta a continuación:

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

6.1.2 ASENTAMIENTOS

Uno de los factores que controlan el diseño de cimentaciones sometidas a compresión son los asentamientos límites, pues en la mayoría de los casos su dimensionamiento está controlado más por el asentamiento máximo permisible que por la propia capacidad de carga.

En primer lugar, se debe definir que el asentamiento final de una estructura apoyada en una cimentación superficial es la suma de los asentamientos inmediatos después de la aplicación de la carga y los asentamientos por consolidación como se muestra en la siguiente expresión:

$$\rho_t = \rho_E + \rho_C$$

Donde $\boldsymbol{\rho_E}$ son los asentamientos elásticos que se producen de forma inmediata a la aplicación de la carga y $\boldsymbol{\rho_C}$ son los asentamientos por consolidación que se producen a largo plazo a medida que se disipa la presión de poros del material de fundación.

Asentamientos Inmediatos

Diversos autores han presentado diferentes tipos de métodos para el cálculo de asentamientos elásticos inmediatos. Para efectos del proyecto se tomarán como referencia el método propuesto por (Schmertmann y colaboradores, 1978), los cuales utilizando el factor de influencia de la deformación unitaria semiempírico. La ecuación para el cálculo de asentamiento se presenta a continuación:

$$S_E = C_1 C_2 (\bar{q} - q) \sum_{0}^{Z_2} \frac{I_z}{E_s} \Delta_z$$

Donde $\boldsymbol{\bar{q}}$ es la carga de servicio, $\boldsymbol{\nu}$ es la relación de poisson del suelo, $\boldsymbol{E_s}$ es el módulo de elasticidad del suelo a nivel superficial.

Factor de corrección para la profundidad del empotramiento de la cimentación:

$$C_1 = 1 - 0.5\frac{q}{\bar{q} - q}$$

Factor de corrección para tomar en cuenta la fluencia plástica del suelo:

$$C_2 = 1 + 0.2\, log\, \frac{tiempo\ en\ años}{0.1}$$

La variación recomendada del factor de influencia de la deformación unitaria $\boldsymbol{I_z}$ para cimentacipones cuadradas (L/B=1) se observa que el valor maximo ocurre en $\boldsymbol{Z = Z_1}$ y luego se reduce a cero en $\boldsymbol{Z = Z_2}$. El valor máximo de $\boldsymbol{I_z}$ se puede calcular como:

$$I_{z(m)} = 0.5 + 0.1\sqrt{\frac{\bar{q} - q}{q'_{z(1)}}}$$

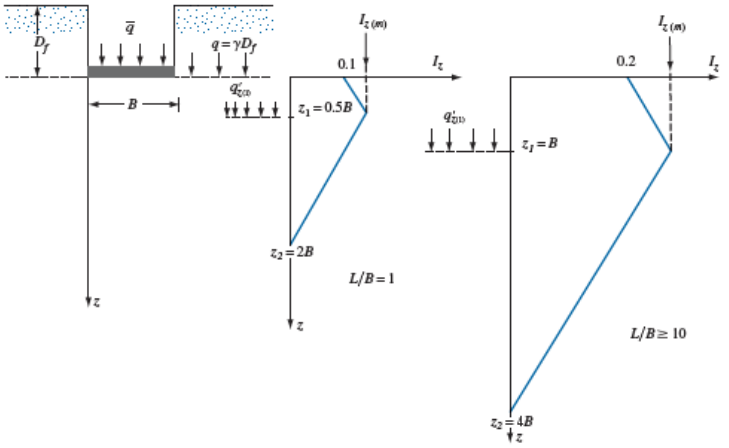


Ilustración 12. Variación del factor de influencia de la deformación unitaria con la profundidad y L/B

Los coeficientes anteriores están dados para un material homogéneo. En el caso de materiales heterogéneos se usará un método aproximado para el cálculo de los asentamientos basado en el método de diferencias finitas.

Utilizando el método de diferencias finitas y dividiendo el perfil geotécnico en capas de espesor reducido se tiene:

$$\sum_{i+1}^{n} \boldsymbol{\varepsilon_{zi}\Delta H_i}$$

Donde $\boldsymbol{\varepsilon_{zi}}$ es la deformación en cada subcapa y $\Delta\boldsymbol{H_i}$ es el espesor de cada sub-capa.

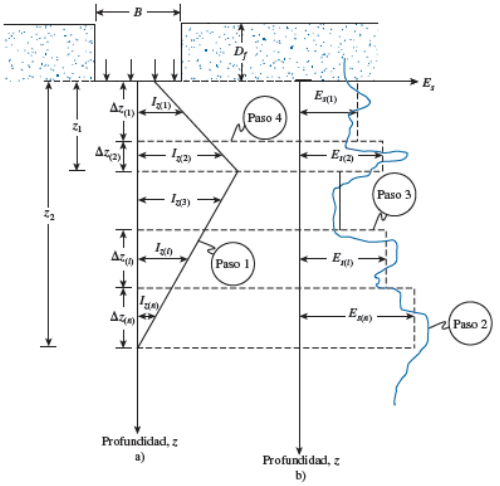


Ilustración 13. Procedimiento para calcular Se utilizando el factor de influencia de la deformación unitaria

Las siguientes relaciones las sugiere Salgado (2008) para la interpolación de I_z en $Z = 0$, Z_1/B y Z_2/B para cimentaciones rectangulares.

I_z en $Z = 0$

$$I_z = 0.1 + 0.0111\left[\frac{L}{B} - 1\right]$$

Variación de Z_1/B para $I_{z(m)}$

$$Z_1 = B * (0.5 + 0.0555\left[\frac{L}{B} - 1\right]$$

Variación de Z_2/B

$$Z_2 = 2 + 0.222\left[\frac{L}{B} - 1\right]$$

Para la interpolación de dichos resultados se hace uso del software MatLab con el fin de obtener los diferentes resultados para diferentes escenarios de profundidad de desplante y ancho de la zapata de la siguiente manera.

Otra referencia es el método propuesto por (Mayne and Poulos, 1999), los cuales utilizan la teoría de la elasticidad y factores de desplazamiento a partir de ecuaciones aproximadas de fácil programación. La ecuación para el cálculo de asentamiento se presenta a continuación:

$$\boldsymbol{\rho_E = \frac{qB'_e}{E_0}(1 - \nu^2)I_G I_F I_E}$$

$$\boldsymbol{B'_e = \sqrt{\frac{4B'L'}{\pi}}}$$

Donde $\boldsymbol{q}$ es la carga de servicio, $\boldsymbol{\nu}$ es la relación de poisson del suelo, $\boldsymbol{E_0}$ es el módulo de elasticidad del suelo a nivel superficial, $\boldsymbol{I_G}$ el factor de influencia por el aumento del módulo de elasticidad con la profundidad, $\boldsymbol{I_F}$ factor de influencia de la rigidez de la zapata y $\boldsymbol{I_E}$ es la influencia de la profundidad de desplante. Mayne and Poulos (1999) proponen las siguientes ecuaciones aproximadas para el cálculo de los factores de influencia. Para el caso de corrección por módulo de elasticidad se usa la siguiente ecuación:

$$\boldsymbol{I_G = \frac{1}{1,27 + \frac{0,75}{\left(\frac{E_0}{k_E B'_e}\right)^{0,8}}}}$$

Donde $\boldsymbol{k_E}$ es la pendiente del aumento lineal de la rigidez con la profundidad. La influencia de la rigidez de la zapata se puede calcular como se muestra en la siguiente ecuación:

$$\boldsymbol{I_F = \frac{\pi}{4} + \frac{1}{4,6 + 10\left[\frac{E_C}{E_0 + \frac{B'_E}{2}k}\right]\left(\frac{2t}{B'_e}\right)^3}}$$

Donde $\boldsymbol{E_C}$ Módulo de elasticidad del concreto y $\boldsymbol{t}$ espesor de la zapata. La influencia de la profundidad de desplante es uno de los factores más importantes en el cálculo de asentamientos en zapatas, (Mayne and Poulos, 1999) propone la siguiente ecuación aproximada para dicho cálculo:

$$\boldsymbol{I_E \approx 1 - \frac{1}{3,5e^{1,22\nu - 0,4}\left(\frac{B'_E}{D_f} + 1,6\right)}}$$

Los coeficientes anteriores están dados para un material homogéneo. En el caso de materiales heterogéneos se usará un método aproximado para el cálculo de los asentamientos basado en el método de diferencias finitas.
En este caso el asentamiento estará dado por:

$$\rho_E = \int_0^H \varepsilon_z \, dz$$

Utilizando el método de diferencias finitas y dividiendo el perfil geotécnico en capas de espesor reducido se tiene:

$$\rho_E = \sum_{i+1}^{n} \varepsilon_{zi} \Delta H_i$$

Donde ε_{zi} es la deformación en cada subcapa y ΔH_i es el espesor de cada sub-capa.

Para calcular ε_{zi} se utiliza la teoría de la elasticidad, obteniendo:

$$\varepsilon_{zi} = \frac{\Delta\sigma_{zi}}{E_i} - \frac{\nu}{E_i}\left(\Delta\sigma_{xi} + \Delta\sigma_{yi}\right)$$

Los incrementos de tensiones se calculan en función de la profundidad z de la siguiente forma:

$$\sigma_{zi} = q\left\{1 - \frac{1}{[1 + (a/z_i)^2]^{3/2}}\right\}$$

$$\sigma_{xi} = \sigma_{yi} = q\left\{\frac{1}{2} + \nu - \frac{1+\nu}{[(a/z)^2 + 1]^{1/2}} + \frac{1}{2[(a/z)^2 + 1]^{3/2}}\right\}$$

El asentamiento final sería la sumatoria de cada incremento de asentamiento en la capa i.

Grupo Artinco S.A.S.
PBX: (604) 2668100
Cra 43ª No 1 Sur – 31 Oficina 205
Edificio BBVA el Poblado P.H.
Medellín - Colombia

7. ANÁLISIS DE RESULTADOS

De acuerdo con el Título A del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 y según los criterios enunciados en los numerales A.2.4.1 a A.2.4.4 y en la Tabla A.2.4-1, el tipo de perfil de suelo se clasifica como E tomando en cuenta los numeros de golpes del ensayo SPT y un espesor de arcilla mayor a 3 metros.

Tabla 10. Parámetros sísmicos

Municipio	Viotá
Zona de amenaza sísmica	Intermedia
Aa (aceleración horizontal pico efectiva)	0.20
Av (aceleración horizontal pico efectiva)	0.20
Ae	0.10
Ad	0.05
Tipo de Perfil de suelo	E
Fa (Factor de amplificación para periodos cortos)	1.7
Fv (Factor de amplificación para periodos intermedios)	3.20
Grupo de uso	III
Coeficiente de importancia	1.25

Tabla 11. Parámetros geotécnicos adoptados

Estrato	γ_h (kN/m³)	c' (kPa)	φ' (°)	E (kPa)	v
Arcilla arenosa CL	18.85	33	27	5686	0.35

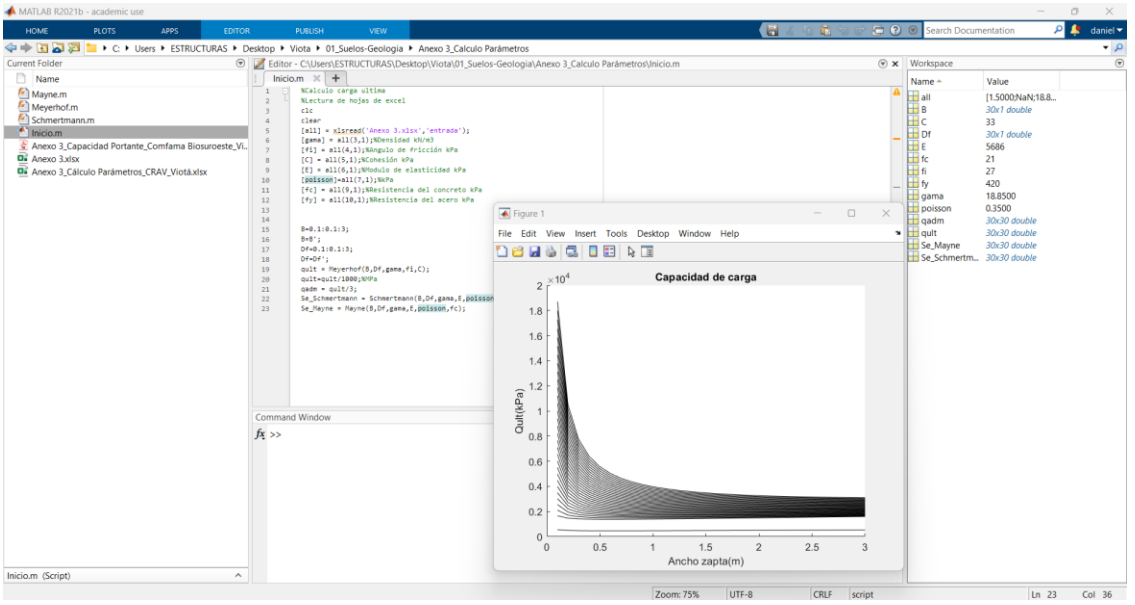


Ilustración 14. Codigo MATLAB

7.1 RESULTADOS

La capacidad geotécnica depende de la capacidad de carga a compresión del suelo y de los asentamientos máximos permisibles, presentes en el Anexo 4.

En la Tabla 12, se observa la capacidad última del suelo a medida que incrementa el ancho de la zapata junto con la profundidad de desplante de la misma, cabe aclarar que se supuso una zapata cuadrada.

En la ilustración 15 se visualiza el incremento del ancho de la zapata vs la carga última, identificando el comportamiento directamente proporcional de los mismos en base a diferentes profundidades de desplante. Asi mismo, en la ilustración 16 se observa el incremento de la profundidad de desplante vs la carga última, definiendo el comportamiento directamente proporcional de la carga última a diferentes anchos de zapata.

Es importante tener en cuenta, que la carga última es la unidad de área que ocasionaria la falla por cortante en el suelo, sin embargo, el método para diseñar cimentaciones superficiales se basa en la determinación de la capacidad de carga admisible del suelo, cuyos resultados se identifican en la ilustración 16, ilustración 17 y Tabla 13.

Tabla 12. Resultados carga última

Carga última (Mpa)						
Ancho B(m)	Profundidad Df(m)					
	0.5	1	1.5	2	2.5	3
0.5	1.855	2.494	3.185	3.926	4.720	5.564
1	1.701	2.104	2.533	2.987	3.467	3.973
1.2	1.688	2.052	2.437	2.843	3.271	3.720
1.5	1.687	2.012	2.353	2.711	3.087	3.480
2	1.709	1.994	2.291	2.602	2.925	3.261
2.5	1.744	2.005	2.277	2.559	2.851	3.153
3	1.787	2.032	2.286	2.549	2.820	3.100

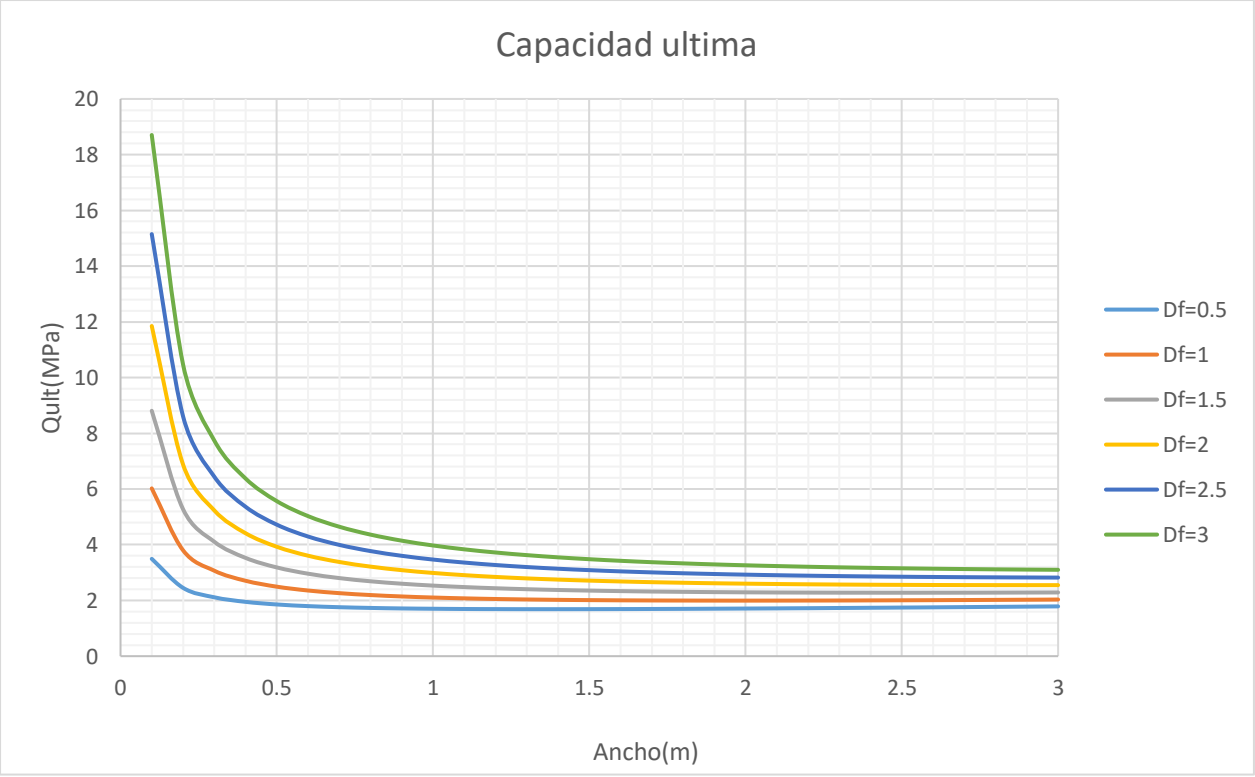


Ilustración 15. Grafico de capacidad última(MPa) vs ancho de zapata B(m)

Grupo Artinco S.A.S.
PBX: (604) 2668100
Cra 43ª No 1 Sur – 31 Oficina 205
Edificio BBVA el Poblado P.H.
Medellín - Colombia

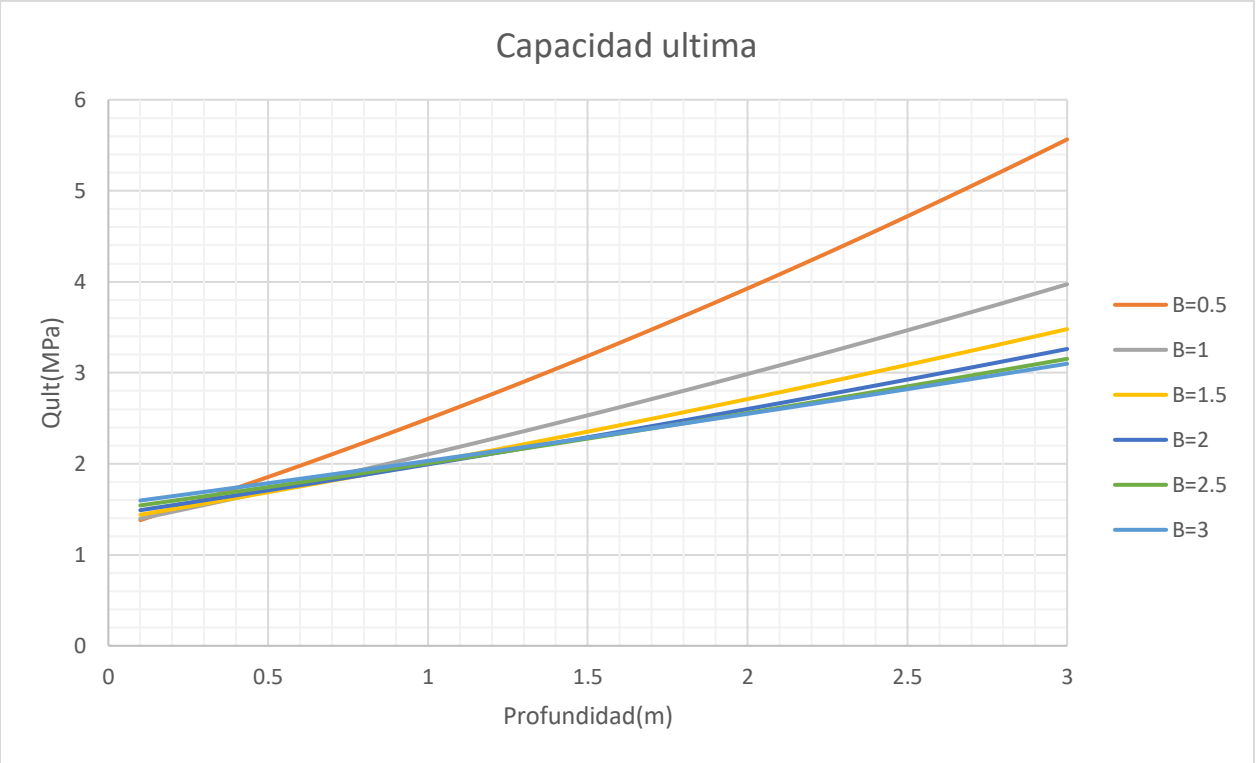


Ilustración 16. Grafico de capacidad última(MPa) vs profundidad de desplante Df(m)

Teniendo en cuenta un factor de seguridad global de 3 mencionado anteriormente, se calcula la capacidad admisible del suelo. En la Tabla 13, se observa la capacidad admisible del suelo disminuye a medida que incrementa el ancho de la zapata y la capacidad admisible del suelo aumenta a medida que incrementa la profundidad de desplante de la zapata, cabe aclarar que se supuso una zapata cuadrada.

En la ilustración 17 se visualiza el incremento del ancho de la zapata VS la carga admisible, identificando el comportamiento directamente proporcional de los mismos en base a diferentes profundidades de desplante. Asi mismo, en la ilustración 18 se observa el incremento de la profundidad de desplante vs la carga admsible, definiendo el comportamiento directamente proporcional de la carga admisible a diferentes anchos de zapata. La carga admisible se refiere a la capacidad que tiene el suelo de soportar una estructura y las presiones que ésta genere, por lo tanto, es el metodo ideal para el diseño de las cimentaciones superficiales.

Tabla 13. Resultados carga admisible

Carga admisible (Mpa)						
Ancho B(m)	**Profundidad Df(m)**					
	0.5	**1**	**1.5**	**2**	**2.5**	**3**
0.5	0.618	0.831	1.062	1.309	1.573	1.855
1	0.567	0.701	0.844	0.996	1.156	1.324
1.2	0.562	0.684	0.812	0.947	1.090	1.240
1.5	0.562	0.671	0.784	0.904	1.029	1.160
2	0.570	0.665	0.764	0.867	0.975	1.087
2.5	0.581	0.668	0.759	0.853	0.950	1.051
3	0.596	0.677	0.762	0.850	0.940	1.033

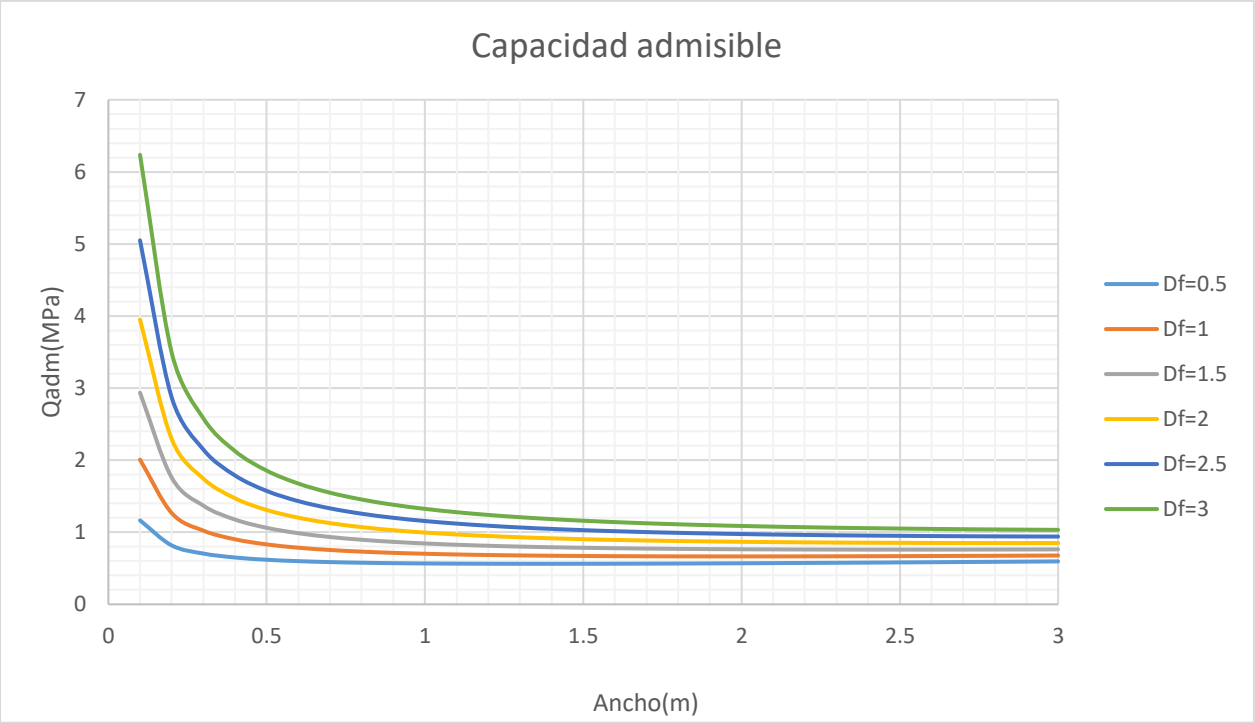


Ilustración 17. Grafico de capacidad admisible(MPa) vs ancho de zapata B(m)

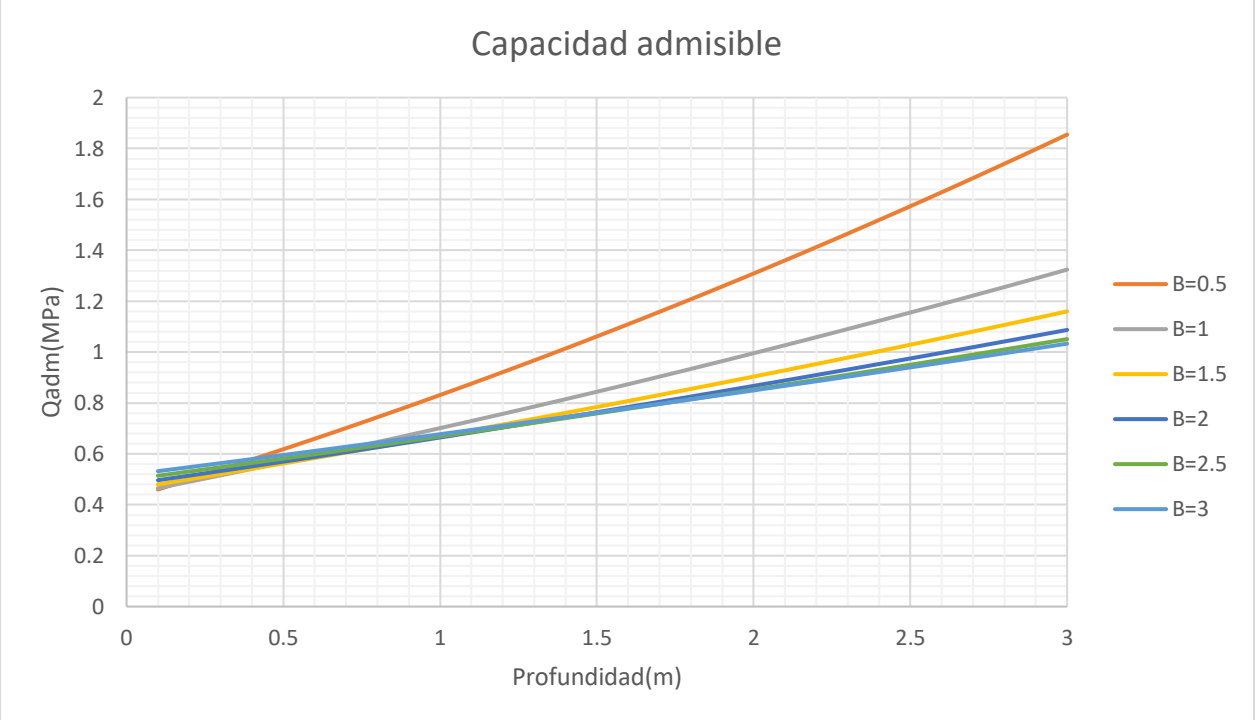
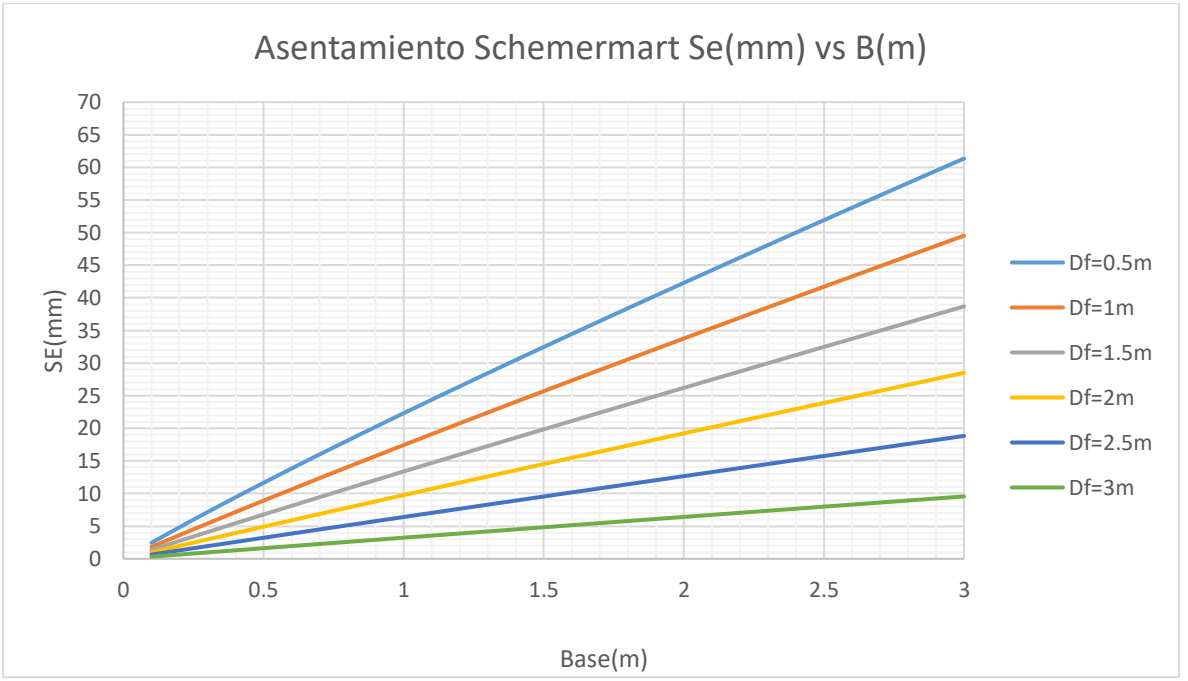


Ilustración 18. Grafico de capacidad admisible(MPa) vs profundidad de desplante Df(m)

Grupo Artinco S.A.S.
PBX: (604) 2668100
Cra 43ª No 1 Sur – 31 Oficina 205
Edificio BBVA el Poblado P.H.
Medellín - Colombia

Teniendo en cuenta los asentamientos totales dados por la norma en el capítulo NSR – 10 H.4.9.2, estipulando un valor de 30 cm para asentamientos totales en construcciones aisladas. Con lo anterior se puede decir que los asentamientos permisibles en la cimentación existente del proyecto son admisibles, teniendo en cuenta la profundidad de desplante de 1.5 metros de profundidad y el ancho de 1.2 metro.



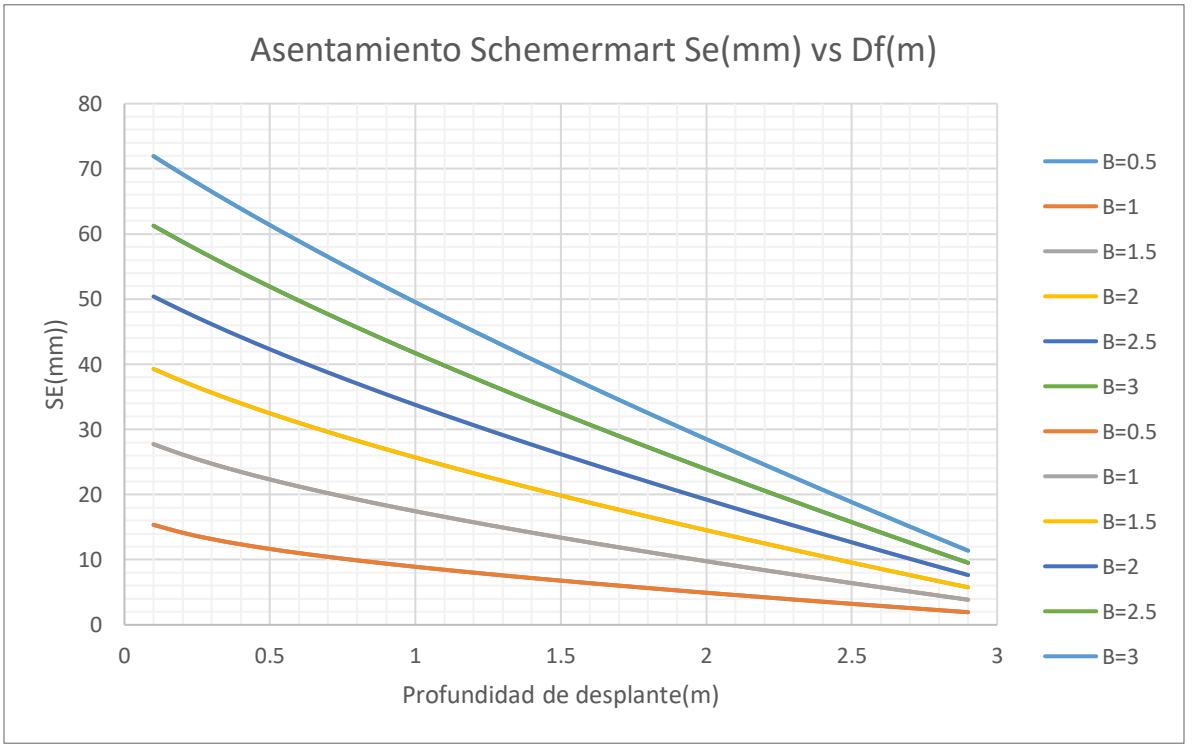


Ilustración 19. Asentamientos diferenciales por Schemermart y Mayne.

Grupo Artinco S.A.S.
PBX: (604) 2668100
Cra 43ª No 1 Sur – 31 Oficina 205
Edificio BBVA el Poblado P.H.
Medellín - Colombia

En la Ilustración 19 se visualiza el incremento del ancho de la zapata VS el asentamiento permisible, identificando el comportamiento directamente proporcional de los mismos en base a diferentes profundidades de desplante. Asi mismo, se observa el descenso del asentamiento a medida que aumenta la profundidad de desplantes para diferentes anchos de zapatas, definiendo el comportamiento directamente proporcional del asentamiento a diferentes anchos de zapata.

Grupo Artinco S.A.S.
PBX: (604) 2668100
Cra 43ª No 1 Sur – 31 Oficina 205
Edificio BBVA el Poblado P.H.
Medellín - Colombia

8. REFERENCIAS

American Society of Testing Materials (ASTM D 1586). (Edition 2011). ASTM D 1586 − 11. Standard Test Method for Standard Penetration Test (SPT) and Split-Barrel Sampling of Soils. West Conshohocken, Pensilvania, United States of America: ASTM INTERNATIONAL.

IDEAM. (2005). Atlas Climatológico de Colombia.

INGEOMINAS. (1983). Mapa Geológico Plancha 246 FUSAGASUGÁ

JSCE. (1984). Earthquake Resistant Design for Civil Engineering Structures in Japan. Tokyo - Japan: Japanese Society of Civil Engineers.

Kishida, H. (1969). Characteristics of liquefied sands during Mino-Owari, Tohnankai and Fukui earthquakes. Soils Found., 9, 75-92.

Peck, R. B., Hanson, W. E., & Thornburn, T. H. (1974). Foundation Engineering. Hoboken - Nueva Jersey - United States of America: John Wiley & Sons.

Schmertmann, J. H. (1975). Measurement of In-situ Shear Strength. in ASCE Specialty. Conf. on In Situ Measurement of Soil Properties.

Terzaghi, K., & Peck, R. B. (1948). Soil Mechanics in Engineering Practice. Hoboken - Nueva Jersey - United States of America: John Wiley and Sons.

Vargas, M., & Díaz-Granados, O. (1998). Curvas Sintéticas Regionalizadas de Intensidad-Duración-Frecuencia para Colombia. Bogotá: Universidad de los Andes.

Grupo Artinco S.A.S.
PBX: (604) 2668100
Cra 43ª No 1 Sur – 31 Oficina 205
Edificio BBVA el Poblado P.H.
Medellín - Colombia

9. LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Resultado de Ensayos de laboratorio.
Anexo 2. Registro de perforación
Anexo 3. Cálculo de Parámetros y cálculos capacidad portante y asentamientos
Anexo 4. Registro Fotográfico
Anexo 5. Certificación profesional

Grupo Artinco S.A.S.
PBX: (604) 2668100
Cra 43ª No 1 Sur – 31 Oficina 205
Edificio BBVA el Poblado P.H.
Medellín - Colombia

ANEXO 1

Grupo Artinco S.A.S.
PBX: (604) 2668100
Cra 43ª No 1 Sur – 31 Oficina 205
Edificio BBVA el Poblado P.H.
Medellín - Colombia

GRUPO ARTINCO S.A.S
geotecnia@grupoartinco.com
www.grupoartinco.com
Telefono:3174497816
PBX: (604) 4238208

INFORME DE ENSAYOS	CÓDIGO:	CLA-01
CLASIFICACIÓN: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LIMITES DE ATTERBERG (ASTM D6913, D1140, D4318)	VERSIÓN:	V-01
	FECHA ELABORACIÓN	1/12/2023

Proyecto: REALIZAR LOS ESTUDIOS DE SUELOS, PATOLOGÍA ESTRUCTURAL Y VULNERABILIDAD SÍSMICA, CÁLCULO DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL, DISEÑO DE SISTEMAS DE REDES ELÉCTRICAS, HIDROSANITARIAS Y RCI; DEL CENTRO REGIONAL DE ATENCIÓN A VÍCTIMAS CRAV. DEL MUNICIPIO DE VIOTÁ - CUNDINAMARCA

Localización:	Viotá, Cundinamarca	**Municipio:**	Viotá		
Elaboró:	Ing. Sebastian Villegas	**Perforación:**	1		
Solicitó:	Ing. Daniel Bravo	**No. Muestra:**	2		
Realizo:	Grupo Artinco S.A.S	**Prof. Muestreo:**	2	-	2.45
Fecha toma:	28/12/2023	**CODIGO**	Viotá_P1_M2		

Equipos, Metodos y Preparación de muestra

Tamices granulometria:	Juego estándar según ASTM D6913
Equipo Limite Liquido:	Cazuela manual, ranurador metalico
Equipo Limite Plástico:	Enrollado manual
Granulometia:	Método A (ASTM D6913)
Tipo de muestra:	Bolsa
Método de selección:	Cuarteo
Pulverización:	Manual
Tipo de agua (Limites):	Agua potable

Registro fotográfico



Lavado Sobre Tamiz No.200

Tiempo de remojo en agua (hr) =	2
Masa suelo seco antes de lavado (g) =	853
Masa suelo seco despues de lavado (g) =	238
Masa de los finos (g) =	615
Porcentaje de finos (%) =	76.7

Contenido Natural de Agua

Tara No.	10	1	
Masa tara (g) =	13	14.9	
Masa suelo húmedo + tara (g) =	72	61.7	
Masa suelo seco + tara (g) =	57.5	47.8	
Contenido de humedad parcial (%) =	32.58	42.25	
Contenido de humedad final(%) =		37.42	

v

Tamiz No.	Tamaño (mm)	Retenido (g)	Retenido (%)	Retenido Acomulado (%)	Pasa (%)
3"	75	0	0.0	0.0	100.0
2"	50	0	0.0	0.0	100.0
1 ½"	37.5	0	0.0	0.0	100.0
1"	25	0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19	0	0.0	0.0	100.0
1/2 "	12.7	17	2.0	2.0	98.0
3/8"	9.5	15	1.8	3.8	96.2
No. 4	4.75	33	3.9	7.6	92.4
No.10	2	30	3.5	11.1	88.9
No.20	0.85	45	5.3	16.4	83.6
No,40	0.425	38	4.5	20.9	79.1
No.60	0.25	15	1.8	22.6	77.4
No.100	0.15	5	0.6	23.2	76.8
No.200	0.075	1	0.1	23.3	76.7
Fondo	0	0	0.0	23.3	

Resultados Gradacion	
GRAVA (%) =	7.6
ARENA (%) =	15.7
FINOS (%) =	76.7
ERROR (%) =	0.1

Diámetros Efectivos	
D_{10} (mm) =	N.A
D_{30} (mm) =	N.A
D_{60} (mm) =	N.A

Coeficiente de Uniformidad	
Cu =	N.A
Coeficiente de Curvatura	
Cc =	N.A

LIMITES DE ATTERBERG

Limite Liquido, LL=			35
Tara No.	15	18	26
Masa tara (g)	8.53	8.75	8.34
Masa suelo húmedo + tara (g)	29.16	34.21	29.16
Masa suelo seco + tara (g)	23.4	27.86	24.02
Contenido de agua (%)	38.74	36.00	32.78
Número de golpes	11	28	36

Limite Plastico, LP =		24
Tara No.	16	17
Masa tara (g)	8.52	8.41
Masa suelo húmedo + tara (g)	13.65	13.62
Masa suelo seco + tara (g)	12.65	12.59
Contenido de agua (%)	24.21	24.64

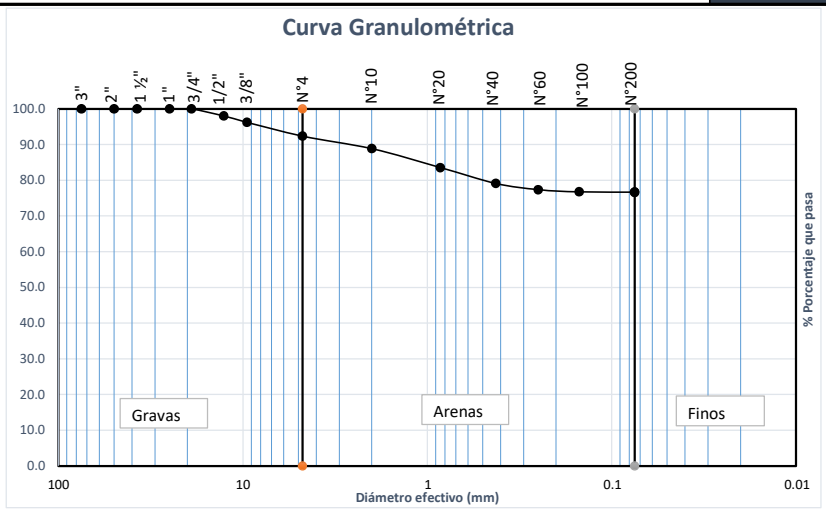
Clasificación U.S.C.S.	ML

INFORME DE ENSAYOS CLASIFICACIÓN: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LIMITES DE ATTERBERG (ASTM D6913, D1140, D4318)	CÓDIGO:	CLA-01
	VERSIÓN:	V-01
	FECHA ELABORACIÓN	1/12/2023

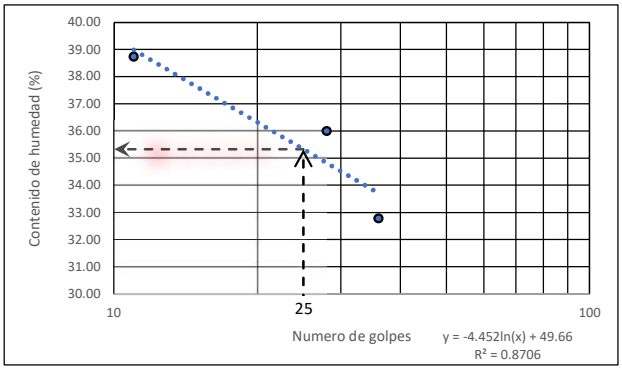
Proyecto:	REALIZAR LOS ESTUDIOS DE SUELOS, PATOLOGÍA ESTRUCTURAL Y VULNERABILIDAD SÍSMICA, CÁLCULO DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL, DISEÑO DE SISTEMAS DE REDES ELÉCTRICAS, HIDROSANITARIAS Y RCI; DEL CENTRO REGIONAL DE ATENCIÓN A VÍCTIMAS CRAV. DEL MUNICIPIO DE VIOTÁ - CUNDINAMARCA

Localización:	Viotá, Cundinamarca	**Municipio:**	Viotá		
Elaboró:	Ing. Sebastian Villegas	**Perforación:**	1		
Solicitó:	Ing. Daniel Bravo	**No. Muestra:**	2		
Realizo:	Grupo Artinco S.A.S	**Prof. Muestreo:**	2	-	2.45
Fecha toma:	28/12/2023	**CODIGO**	Viotá_P1_M2		

Curva Granulométrica



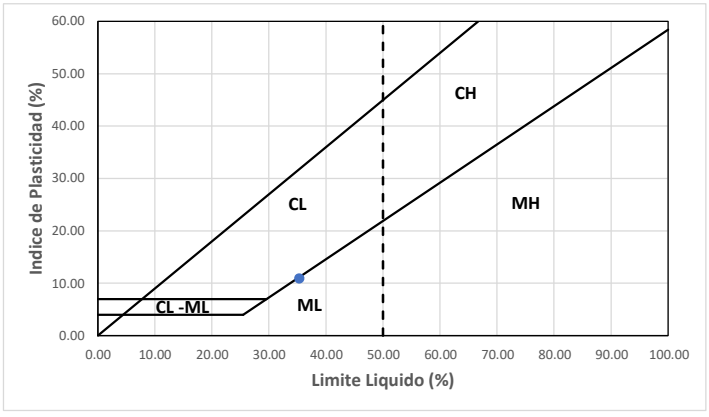
Curva de Flujo (Limite Liquido)



Regresión Lineal	
Pendiente =	-4.452
Intercepto =	49.66
Coef. de determinacion R²=	0.8706
Limite Liquido, LL =	35.33

Carta de plasticidad (Fracción Fina)

Limite Liquido, LL= 35.33
Limite Plastico, LP= 24.43
Indice de Plasticidad, IP= 10.90



INFORME DE ENSAYOS CLASIFICACIÓN: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LIMITES DE ATTERBERG (ASTM D6913, D1140, D4318)	CÓDIGO:	CLA-01
	VERSIÓN:	V-01
	FECHA ELABORACIÓN	1/12/2023

Proyecto:	REALIZAR LOS ESTUDIOS DE SUELOS, PATOLOGÍA ESTRUCTURAL Y VULNERABILIDAD SÍSMICA, CÁLCULO DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL, DISEÑO DE SISTEMAS DE REDES ELÉCTRICAS, HIDROSANITARIAS Y RCI; DEL CENTRO REGIONAL DE ATENCIÓN A VÍCTIMAS CRAV. DEL MUNICIPIO DE VIOTÁ - CUNDINAMARCA

Localización:	Viotá, Cundinamarca	**Municipio:**	Viotá		
Elaboró:	Ing. Sebastian Villegas	**Perforación:**	1		
Solicitó:	Ing. Daniel Bravo	**No. Muestra:**	3		
Realizo:	Grupo Artinco S.A.S	**Prof. Muestreo:**	3	-	3.45
Fecha toma:	28/12/2023	**CODIGO**	Viotá_P1_M3		

Equipos, Metodos y Preparación de muestra

Tamices granulometria:	Juego estándar según ASTM D6913
Equipo Limite Liquido:	Cazuela manual, ranurador metalico
Equipo Limite Plástico:	Enrollado manual
Granulometia:	Método A (ASTM D6913)
Tipo de muestra:	Bolsa
Método de selección:	Cuarteo
Pulverización:	Manual
Tipo de agua (Limites):	Agua potable

Registro fotográfico



Lavado Sobre Tamiz No.200

Tiempo de remojo en agua (hr) =	2
Masa suelo seco antes de lavado (g) =	999
Masa suelo seco despues de lavado (g) =	279
Masa de los finos (g) =	720.0
Porcentaje de finos (%) =	72.4

Contenido Natural de Agua

Tara No.	4	3	
Masa tara (g) =	14.8	15	
Masa suelo húmedo + tara (g) =	58.8	92.8	
Masa suelo seco + tara (g) =	46.5	73.2	
Contenido de humedad parcial (%) =	38.80	33.68	
Contenido de humedad final(%) =	36.24		

v

Tamiz No.	Tamaño (mm)	Retenido (g)	Retenido (%)	Retenido Acomulado (%)	Pasa (%)
3"	75	0	0.0	0.0	100.0
2"	50	0	0.0	0.0	100.0
1 ½"	37.5	0	0.0	0.0	100.0
1"	25	0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19	0	0.0	0.0	100.0
1/2 "	12.7	0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.5	17	1.7	1.7	98.3
No. 4	4.75	44	4.4	6.1	93.9
No.10	2	48	4.8	10.9	89.1
No.20	0.85	57	5.7	16.6	83.4
No,40	0.425	63	6.3	22.9	77.1
No.60	0.25	35	3.5	26.4	73.6
No.100	0.15	9	0.9	27.3	72.7
No.200	0.075	3	0.3	27.6	72.4
Fondo	0	0	0.0	27.6	

Resultados Gradacion	
GRAVA (%) =	6.1
ARENA (%) =	21.5
FINOS (%) =	72.4
ERROR (%) =	0.1

Diámetros Efectivos	
D_{10} (mm) =	N.A
D_{30} (mm) =	N.A
D_{60} (mm) =	N.A

Coeficiente de Uniformidad	
Cu =	N.A
Coeficiente de Curvatura	
Cc =	N.A

LIMITES DE ATTERBERG

Limite Liquido, LL=			33
Tara No.	42	40	E15
Masa tara (g)	28.48	29.11	28.42
Masa suelo húmedo + tara (g)	57.93	51.23	53.18
Masa suelo seco + tara (g)	50.48	45.79	47.26
Contenido de agua (%)	33.86	32.61	31.42
Número de golpes	20	25	33

Limite Plastico, LP =		21
Tara No.	25	23
Masa tara (g)	8.63	8.61
Masa suelo húmedo + tara (g)	14.01	13.74
Masa suelo seco + tara (g)	13.07	12.85
Contenido de agua (%)	21.17	20.99

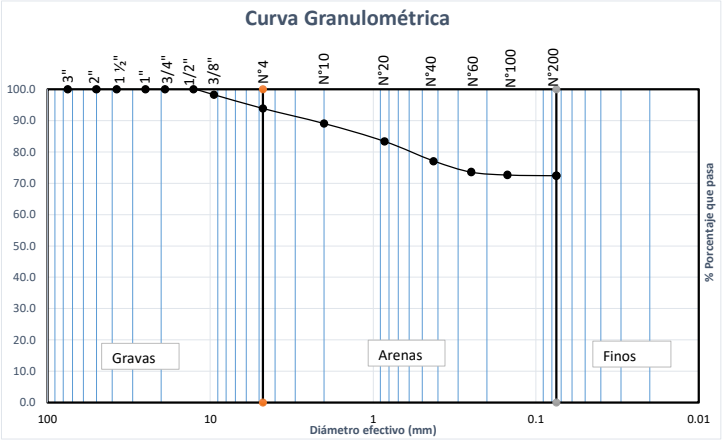
Clasificación U.S.C.S.	CL

INFORME DE ENSAYOS CLASIFICACIÓN: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LIMITES DE ATTERBERG (ASTM D6913, D1140, D4318)	CÓDIGO:	CLA-01
	VERSIÓN:	V-01
	FECHA ELABORACIÓN	1/12/2023

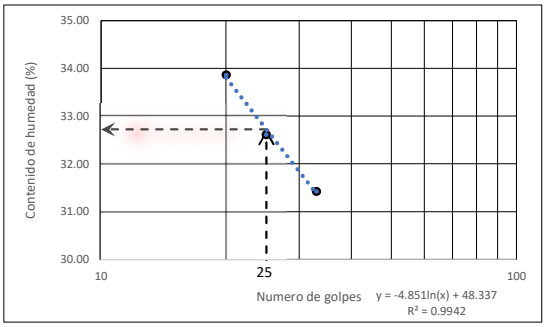
Proyecto:	REALIZAR LOS ESTUDIOS DE SUELOS, PATOLOGÍA ESTRUCTURAL Y VULNERABILIDAD SÍSMICA, CÁLCULO DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL, DISEÑO DE SISTEMAS DE REDES ELÉCTRICAS, HIDROSANITARIAS Y RCI; DEL CENTRO REGIONAL DE ATENCIÓN A VÍCTIMAS CRAV. DEL MUNICIPIO DE VIOTÁ - CUNDINAMARCA

Localización:	Viotá, Cundinamarca	Municipio:	Viotá		
Elaboró:	Ing. Sebastian Villegas	Perforación:	1		
Solicitó:	Ing. Daniel Bravo	No. Muestra:	3		
Realizo:	Grupo Artinco S.A.S	Prof. Muestreo:	3	-	3.45
Fecha toma:	28/12/2023	CODIGO	Viotá_P1_M3		

Curva Granulométrica



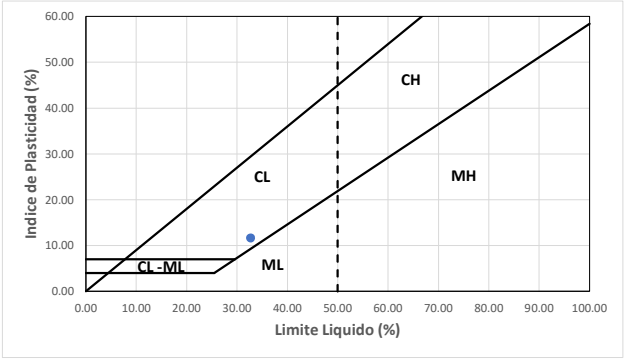
Curva de Flujo (Limite Liquido)



Regresión Lineal	
Pendiente =	-4.851
Intercepto =	48.337
Coef. de determinacion R²=	0.9942
Limite Liquido, LL =	32.72

Carta de plasticidad (Fracción Fina)

Limite Liquido, LL= 32.72
Limite Plastico, LP= 21.08
Indice de Plasticidad, IP= 11.64



INFORME DE ENSAYOS	CÓDIGO:	CLA-01
CLASIFICACIÓN: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LIMITES DE ATTERBERG (ASTM D6913, D1140, D4318)	VERSIÓN:	V-01
	FECHA ELABORACIÓN	1/12/2023

Proyecto:	**REALIZAR LOS ESTUDIOS DE SUELOS, PATOLOGÍA ESTRUCTURAL Y VULNERABILIDAD SÍSMICA, CÁLCULO DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL, DISEÑO DE SISTEMAS DE REDES ELÉCTRICAS, HIDROSANITARIAS Y RCI; DEL CENTRO REGIONAL DE ATENCIÓN A VÍCTIMAS CRAV. DEL MUNICIPIO DE VIOTÁ - CUNDINAMARCA**

Localización:	**Viotá, Cundinamarca**	**Municipio:**	**Viotá**		
Elaboró:	**Ing. Sebastian Villegas**	**Perforación:**	**1**		
Solicitó:	**Ing. Daniel Bravo**	**No. Muestra:**	**4**		
Realizo:	**Grupo Artinco S.A.S**	**Prof. Muestreo:**	**4**	**-**	**4.45**
Fecha toma:	**28/12/2023**	**CODIGO**	**Viotá_P1_M4**		

Equipos, Metodos y Preparación de muestra

Tamices granulometria:	Juego estándar según ASTM D6913
Equipo Limite Liquido:	Cazuela manual, ranurador metalico
Equipo Limite Plástico:	Enrollado manual
Granulometia:	Método A (ASTM D6913)
Tipo de muestra:	Bolsa
Método de selección:	Cuarteo
Pulverización:	Manual
Tipo de agua (Limites):	Agua potable

Registro fotográfico



Lavado Sobre Tamiz No.200

Tiempo de remojo en agua (hr) =	2
Masa suelo seco antes de lavado (g) =	937
Masa suelo seco despues de lavado (g) =	258
Masa de los finos (g) =	679
Porcentaje de finos (%) =	72.7

Contenido Natural de Agua

Tara No.	5	B1	
Masa tara (g) =	16.80	14.40	
Masa suelo húmedo + tara (g) =	68.80	73.60	
Masa suelo seco + tara (g) =	52.90	55.60	
Contenido de humedad parcial (%) =	44.04	43.69	
Contenido de humedad final(%) =	43.87		

v

Tamiz No.	Tamaño (mm)	Retenido (g)	Retenido (%)	Retenido Acomulado (%)	Pasa (%)
3"	75	0	0.0	0.0	100.0
2"	50	0	0.0	0.0	100.0
1 ½"	37.5	0	0.0	0.0	100.0
1"	25	0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19	0	0.0	0.0	100.0
1/2 "	12.7	16	1.7	1.7	98.3
3/8"	9.5	17	1.8	3.5	96.5
No. 4	4.75	39	4.2	7.7	92.3
No.10	2	40	4.3	12.0	88.0
No.20	0.85	65	6.9	18.9	81.1
No,40	0.425	48	5.1	24.0	76.0
No.60	0.25	22	2.3	26.4	73.6
No.100	0.15	6	0.6	27.0	73.0
No.200	0.075	3	0.3	27.3	72.7
Fondo	0	0	0.0	27.3	

Resultados Gradacion	
GRAVA (%) =	7.7
ARENA (%) =	19.6
FINOS (%) =	72.7
ERROR (%) =	0.1

Diámetros Efectivos	
D_{10} (mm) =	N.A
D_{30} (mm) =	N.A
D_{60} (mm) =	N.A

Coeficiente de Uniformidad	
Cu =	N.A
Coeficiente de Curvatura	
Cc =	N.A

LIMITES DE ATTERBERG

Limite Liquido, LL=			43
Tara No.	32	41	E8
Masa tara (g)	28.67	28.6	29.2
Masa suelo húmedo + tara (g)	59.5	53.26	63.29
Masa suelo seco + tara (g)	46.92	44.44	54.59
Contenido de agua (%)	68.93	55.68	34.27
Número de golpes	19	29	37

Limite Plastico, LP =		25
Tara No.	E12	E16
Masa tara (g)	28.36	27.8
Masa suelo húmedo + tara (g)	33.84	33.48
Masa suelo seco + tara (g)	32.74	32.37
Contenido de agua (%)	25.11	24.29

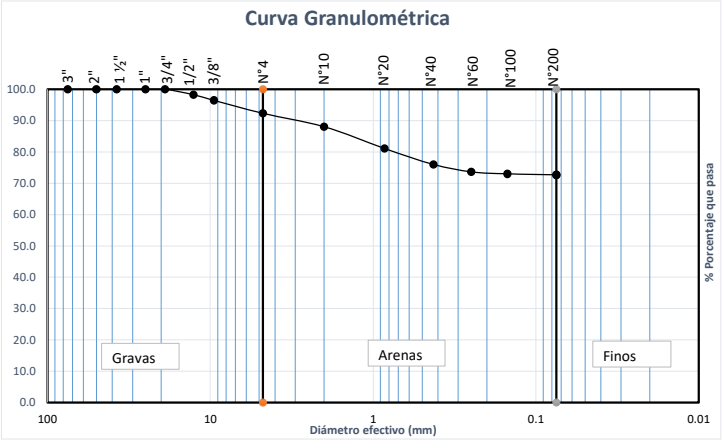
Clasificación U.S.C.S.	CL

INFORME DE ENSAYOS CLASIFICACIÓN: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LIMITES DE ATTERBERG (ASTM D6913, D1140, D4318)	CÓDIGO:	CLA-01
	VERSIÓN:	V-01
	FECHA ELABORACIÓN	1/12/2023

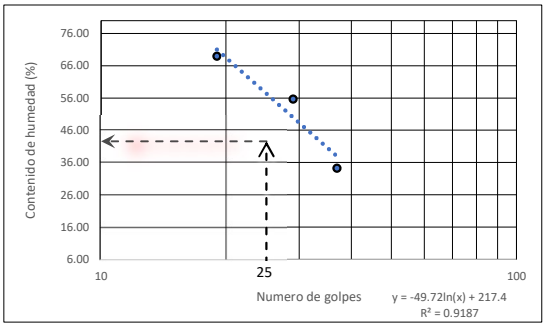
Proyecto:	REALIZAR LOS ESTUDIOS DE SUELOS, PATOLOGÍA ESTRUCTURAL Y VULNERABILIDAD SÍSMICA, CÁLCULO DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL, DISEÑO DE SISTEMAS DE REDES ELÉCTRICAS, HIDROSANITARIAS Y RCI; DEL CENTRO REGIONAL DE ATENCIÓN A VÍCTIMAS CRAV. DEL MUNICIPIO DE VIOTÁ - CUNDINAMARCA

Localización:	Viotá, Cundinamarca	Municipio:	Viotá		
Elaboró:	Ing. Sebastian Villegas	Perforación:	1		
Solicitó:	Ing. Daniel Bravo	No. Muestra:	4		
Realizo:	Grupo Artinco S.A.S	Prof. Muestreo:	4	-	4.45
Fecha toma:	28/12/2023	CODIGO	Viotá_P1_M4		

Curva Granulométrica



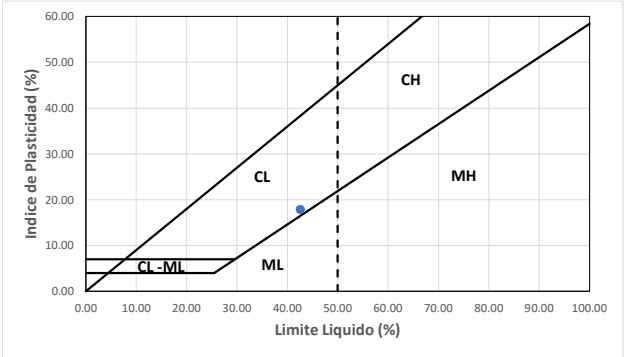
Curva de Flujo (Limite Liquido)



Regresión Lineal	
Pendiente =	-62.25
Intercepto =	242.95
Coef. de determinacion R²=	0.4713
Limite Liquido, LL =	42.57

Carta de plasticidad (Fracción Fina)

Limite Liquido, LL= 42.57
Limite Plastico, LP= 24.70
Indice de Plasticidad, IP= 17.87



INFORME DE ENSAYOS	CÓDIGO:	CLA-01
CLASIFICACIÓN: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LIMITES DE ATTERBERG (ASTM D6913, D1140, D4318)	VERSIÓN:	V-01
	FECHA ELABORACIÓN	1/12/2023

Proyecto:	**REALIZAR LOS ESTUDIOS DE SUELOS, PATOLOGÍA ESTRUCTURAL Y VULNERABILIDAD SÍSMICA, CÁLCULO DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL, DISEÑO DE SISTEMAS DE REDES ELÉCTRICAS, HIDROSANITARIAS Y RCI; DEL CENTRO REGIONAL DE ATENCIÓN A VÍCTIMAS CRAV. DEL MUNICIPIO DE VIOTÁ - CUNDINAMARCA**

Localización:	**Viotá, Cundinamarca**	**Municipio:**	**Viotá**		
Elaboró:	**Ing. Sebastian Villegas**	**Perforación:**	**1**		
Solicitó:	**Ing. Daniel Bravo**	**No. Muestra:**	**5**		
Realizo:	**Grupo Artinco S.A.S**	**Prof. Muestreo:**	**5**	**-**	**5.45**
Fecha toma:	**28/12/2023**	**CODIGO**	**Viotá_P1_M5**		

Equipos, Metodos y Preparación de muestra

Tamices granulometria:	Juego estándar según ASTM D6913
Equipo Limite Liquido:	Cazuela manual, ranurador metalico
Equipo Limite Plástico:	Enrollado manual
Granulometia:	Método A (ASTM D6913)
Tipo de muestra:	Bolsa
Método de selección:	Cuarteo
Pulverización:	Manual
Tipo de agua (Limites):	Agua potable

Registro fotográfico



Lavado Sobre Tamiz No.200

Tiempo de remojo en agua (hr) =	2
Masa suelo seco antes de lavado (g) =	674
Masa suelo seco despues de lavado (g) =	184
Masa de los finos (g) =	490
Porcentaje de finos (%) =	72.8

Contenido Natural de Agua

Tara No.	7	B4	
Masa tara (g) =	13.3	14.2	
Masa suelo húmedo + tara (g) =	52.3	58.9	
Masa suelo seco + tara (g) =	41.8	45.5	
Contenido de humedad parcial (%) =	36.84	42.81	
Contenido de humedad final(%) =	39.83		

v

Tamiz No.	Tamaño (mm)	Retenido (g)	Retenido (%)	Retenido Acomulado (%)	Pasa (%)
3"	75	0	0.0	0.0	100.0
2"	50	0	0.0	0.0	100.0
1 ½"	37.5	0	0.0	0.0	100.0
1"	25	0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19	0	0.0	0.0	100.0
1/2 "	12.7	0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.5	9	1.3	1.3	98.7
No. 4	4.75	28	4.2	5.5	94.5
No.10	2	32	4.7	10.2	89.8
No.20	0.85	46	6.8	17.1	82.9
No,40	0.425	46	6.8	23.9	76.1
No.60	0.25	13	1.9	25.8	74.2
No.100	0.15	6	0.9	26.7	73.3
No.200	0.075	3	0.4	27.2	72.8
Fondo	0	0	0.0	27.2	

Resultados Gradacion	
GRAVA (%) =	5.5
ARENA (%) =	21.7
FINOS (%) =	72.8
ERROR (%) =	0.1

Diámetros Efectivos	
D_{10} (mm) =	N.A
D_{30} (mm) =	N.A
D_{60} (mm) =	N.A

Coeficiente de Uniformidad	
Cu =	N.A
Coeficiente de Curvatura	
Cc =	N.A

LIMITES DE ATTERBERG

Limite Liquido, LL=			39
Tara No.	E9	E3	37
Masa tara (g)	28.84	29.55	28.53
Masa suelo húmedo + tara (g)	52.32	56.05	49.03
Masa suelo seco + tara (g)	45.38	48.59	43.28
Contenido de agua (%)	41.96	39.18	38.98
Número de golpes	11	21	34

Limite Plastico, LP =		25
Tara No.	1	F7
Masa tara (g)	8.61	5.71
Masa suelo húmedo + tara (g)	13.97	11.29
Masa suelo seco + tara (g)	12.84	10.25
Contenido de agua (%)	26.71	22.91

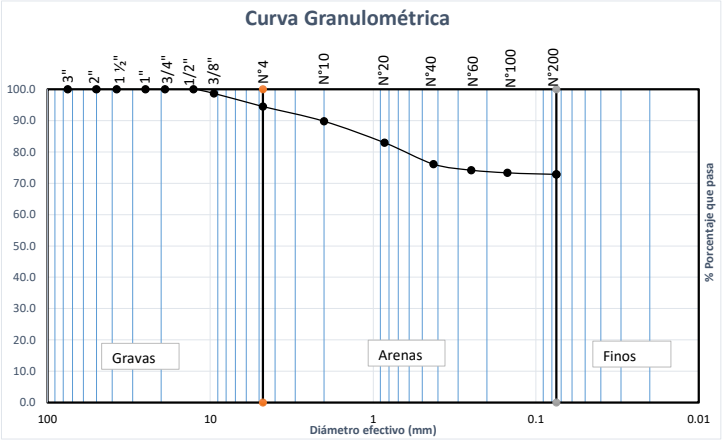
Clasificación U.S.C.S.	CL

INFORME DE ENSAYOS CLASIFICACIÓN: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LIMITES DE ATTERBERG (ASTM D6913, D1140, D4318)	CÓDIGO:	CLA-01
	VERSIÓN:	V-01
	FECHA ELABORACIÓN	1/12/2023

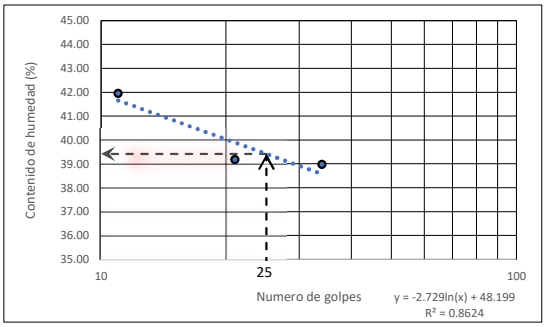
Proyecto:	REALIZAR LOS ESTUDIOS DE SUELOS, PATOLOGÍA ESTRUCTURAL Y VULNERABILIDAD SÍSMICA, CÁLCULO DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL, DISEÑO DE SISTEMAS DE REDES ELÉCTRICAS, HIDROSANITARIAS Y RCI; DEL CENTRO REGIONAL DE ATENCIÓN A VÍCTIMAS CRAV. DEL MUNICIPIO DE VIOTÁ - CUNDINAMARCA

Localización:	Viotá, Cundinamarca	Municipio:	Viotá		
Elaboró:	Ing. Sebastian Villegas	Perforación:	1		
Solicitó:	Ing. Daniel Bravo	No. Muestra:	5		
Realizo:	Grupo Artinco S.A.S	Prof. Muestreo:	5	-	5.45
Fecha toma:	28/12/2023	CODIGO	Viotá_P1_M5		

Curva Granulométrica



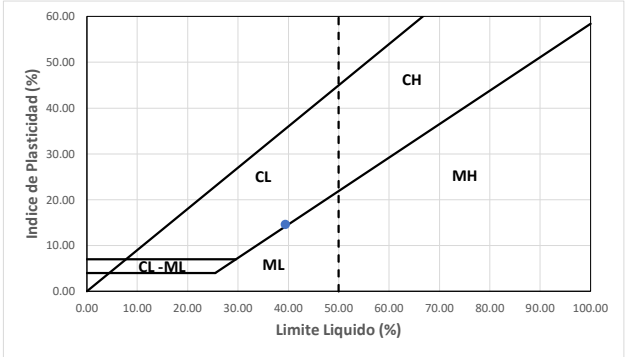
Curva de Flujo (Limite Liquido)



Regresión Lineal	
Pendiente =	-2.729
Intercepto =	48.199
Coef. de determinacion R²=	0.8624
Limite Liquido, LL =	39.41

Carta de plasticidad (Fracción Fina)

Limite Liquido, LL= 39.41
Limite Plastico, LP= 24.81
Indice de Plasticidad, IP= 14.60



INFORME DE ENSAYOS CLASIFICACIÓN: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LIMITES DE ATTERBERG (ASTM D6913, D1140, D4318)	CÓDIGO:	CLA-01
	VERSIÓN:	V-01
	FECHA ELABORACIÓN	1/12/2023

Proyecto:	**REALIZAR LOS ESTUDIOS DE SUELOS, PATOLOGÍA ESTRUCTURAL Y VULNERABILIDAD SÍSMICA, CÁLCULO DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL, DISEÑO DE SISTEMAS DE REDES ELÉCTRICAS, HIDROSANITARIAS Y RCI; DEL CENTRO REGIONAL DE ATENCIÓN A VÍCTIMAS CRAV. DEL MUNICIPIO DE VIOTÁ - CUNDINAMARCA**

Localización:	**Viotá, Cundinamarca**	**Municipio:**	**Viotá**		
Elaboró:	**Ing. Sebastian Villegas**	**Perforación:**	**2**		
Solicitó:	**Ing. Daniel Bravo**	**No. Muestra:**	**1**		
Realizo:	**Grupo Artinco S.A.S**	**Prof. Muestreo (m):**	**1**	**-**	**1.45**
Fecha toma:	**28/12/2023**	**CODIGO**	**Viotá_P2_M1**		

Equipos, Metodos y Preparación de muestra

Tamices granulometria:	Juego estándar según ASTM D6913
Equipo Limite Liquido:	Cazuela manual, ranurador metalico
Equipo Limite Plástico:	Enrollado manual
Granulometia:	Método A (ASTM D6913)
Tipo de muestra:	Bolsa
Método de selección:	Cuarteo
Pulverización:	Manual
Tipo de agua (Limites):	Agua potable

Registro fotográfico



Lavado Sobre Tamiz No.200

Tiempo de remojo en agua (hr) =	2
Masa suelo seco antes de lavado (g) =	1045
Masa suelo seco despues de lavado (g) =	603
Masa de los finos (g) =	442
Porcentaje de finos (%) =	43.0

Contenido Natural de Agua

Tara No.	B9	B8	
Masa tara (g) =	16	15.3	
Masa suelo húmedo + tara (g) =	76.7	80.4	
Masa suelo seco + tara (g) =	60.6	64	
Contenido de humedad parcial (%) =	36.10	33.68	
Contenido de humedad final(%) =	34.89		

ANÁLISIS GRANULOMETRICO

Tamiz No.	Tamaño (mm)	Retenido (g)	Retenido (%)	Retenido Acomulado (%)	Pasa (%)
3"	75	0	0.0	0.0	100.0
2"	50	0	0.0	0.0	100.0
1 ½"	37.5	0	0.0	0.0	100.0
1"	25	0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19	0	0.0	0.0	100.0
1/2 "	12.7	17	1.6	1.6	98.4
3/8"	9.5	21	2.0	3.6	96.4
No. 4	4.75	115	11.0	14.6	85.4
No.10	2	160	15.3	30.0	70.0
No.20	0.85	153	14.6	44.6	55.4
No,40	0.425	60	5.7	50.3	49.7
No.60	0.25	34	3.3	53.6	46.4
No.100	0.15	19	1.8	55.4	44.6
No.200	0.075	17	1.6	57.0	43.0
Fondo	0	0	0.0	57.0	

Resultados Gradacion	
GRAVA (%) =	14.6
ARENA (%) =	42.4
FINOS (%) =	43.0
ERROR (%) =	0.1

Diámetros Efectivos	
D_{10} (mm) =	N.A
D_{30} (mm) =	N.A
D_{60} (mm) =	N.A

Coeficiente de Uniformidad	
Cu =	N.A
Coeficiente de Curvatura	
Cc =	N.A

LIMITES DE ATTERBERG

Limite Liquido, LL=			34
Tara No.	E14	35	E2
Masa tara (g)	28.47	29.41	29.23
Masa suelo húmedo + tara (g)	54.48	62.99	57.95
Masa suelo seco + tara (g)	47.3	54.4	50.85
Contenido de agua (%)	38.13	34.37	32.84
Número de golpes	10	21	34

Limite plastico, LP =		23
Tara No.	F4	F6
Masa tara (g)	5.11	5.12
Masa suelo húmedo + tara (g)	10.13	11.1
Masa suelo seco + tara (g)	9.2	9.96
Contenido de agua (%)	22.74	23.55

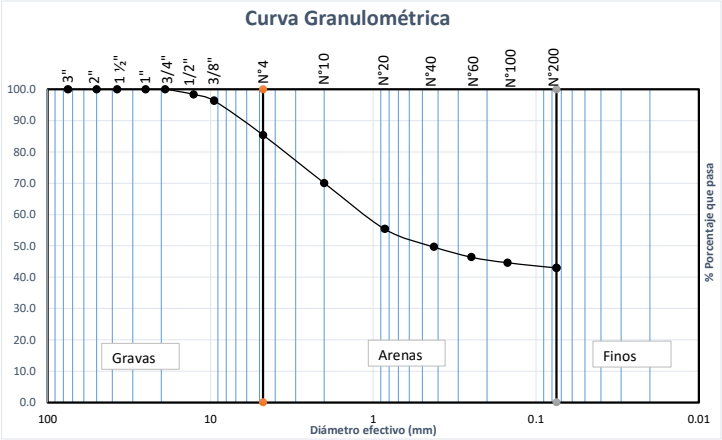
Clasificación U.S.C.S.	CL

INFORME DE ENSAYOS CLASIFICACIÓN: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LIMITES DE ATTERBERG (ASTM D6913, D1140, D4318)	CÓDIGO:	CLA-01
	VERSIÓN:	V-01
	FECHA ELABORACIÓN	1/12/2023

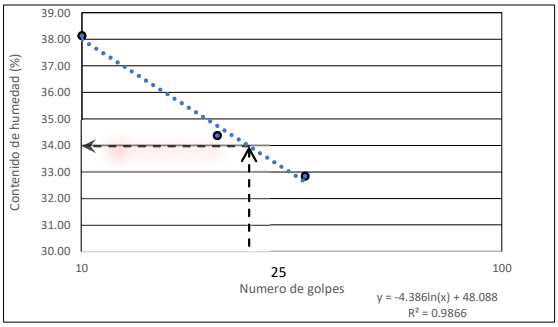
Proyecto:	REALIZAR LOS ESTUDIOS DE SUELOS, PATOLOGÍA ESTRUCTURAL Y VULNERABILIDAD SÍSMICA, CÁLCULO DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL, DISEÑO DE SISTEMAS DE REDES ELÉCTRICAS, HIDROSANITARIAS Y RCI; DEL CENTRO REGIONAL DE ATENCIÓN A VÍCTIMAS CRAV. DEL MUNICIPIO DE VIOTÁ - CUNDINAMARCA

Localización:	Viotá, Cundinamarca	Municipio:	Viotá		
Elaboró:	Ing. Sebastian Villegas	Perforación:	2		
Solicitó:	Ing. Daniel Bravo	No. Muestra:	1		
Realizo:	Grupo Artinco S.A.S	Prof. Muestreo (m):	1	-	1.45
Fecha toma:	28/12/2023	CODIGO	Viotá_P2_M1		

Curva Granulométrica



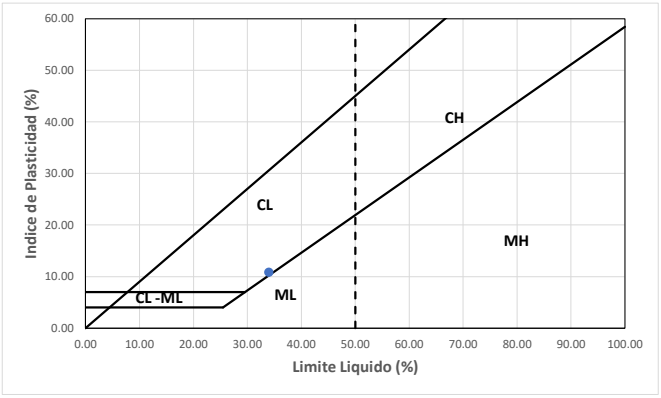
Curva de Flujo (Limite Liquido)



Regresión Lineal	
Pendiente =	-4.386
Intercepto =	48.088
Coef. de determinacion R²=	0.9866
Limite Liquido, LL =	33.97

Carta de plasticidad (Fracción Fina)

Limite Liquido, LL= 33.97
Limite Plastico, LP= 23.15
Indice de Plasticidad, IP= 10.82



INFORME DE ENSAYOS	CÓDIGO:	CLA-01
CLASIFICACIÓN: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LIMITES DE ATTERBERG (ASTM D6913, D1140, D4318)	VERSIÓN:	V-01
	FECHA ELABORACIÓN	1/12/2023

Proyecto: REALIZAR LOS ESTUDIOS DE SUELOS, PATOLOGÍA ESTRUCTURAL Y VULNERABILIDAD SÍSMICA, CÁLCULO DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL, DISEÑO DE SISTEMAS DE REDES ELÉCTRICAS, HIDROSANITARIAS Y RCI; DEL CENTRO REGIONAL DE ATENCIÓN A VÍCTIMAS CRAV. DEL MUNICIPIO DE VIOTÁ - CUNDINAMARCA

Localización:	Viotá, Cundinamarca	**Municipio:**	Viotá		
Elaboró:	Ing. Sebastian Villegas	**Perforación:**	2		
Solicitó:	Ing. Daniel Bravo	**No. Muestra:**	2		
Realizo:	Grupo Artinco S.A.S	**Prof. Muestreo (m):**	2	-	2.45
Fecha toma:	28/12/2023	**CODIGO**	Viotá_P2_M2		

Equipos, Metodos y Preparación de muestra

Tamices granulometria:	Juego estándar según ASTM D6913
Equipo Limite Liquido:	Cazuela manual, ranurador metalico
Equipo Limite Plástico:	Enrollado manual
Granulometia:	Método A (ASTM D6913)
Tipo de muestra:	Bolsa
Método de selección:	Cuarteo
Pulverización:	Manual
Tipo de agua (Limites):	Agua potable

Registro fotográfico



Lavado Sobre Tamiz No.200

Tiempo de remojo en agua (hr) =	2
Masa suelo seco antes de lavado (g) =	1014
Masa suelo seco despues de lavado (g) =	349
Masa de los finos (g) =	665
Porcentaje de finos (%) =	75.4

Contenido Natural de Agua

Tara No.	B6	D4	
Masa tara (g) =	14.5	12.8	
Masa suelo húmedo + tara (g) =	74	71.6	
Masa suelo seco + tara (g) =	55.8	54.5	
Contenido de humedad parcial (%) =	44.07	41.01	
Contenido de humedad final(%) =	42.54		

ANÁLISIS GRANULOMETRICO

Tamiz No.	Tamaño (mm)	Retenido (g)	Retenido (%)	Retenido Acomulado (%)	Pasa (%)
3"	75	0	0.0	0.0	100.0
2"	50	0	0.0	0.0	100.0
1 ½"	37.5	0	0.0	0.0	100.0
1"	25	0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19	0	0.0	0.0	100.0
1/2 "	12.7	5	0.5	0.5	99.5
3/8"	9.5	18	1.8	2.3	97.7
No. 4	4.75	61	6.0	8.3	91.7
No.10	2	10	1.0	9.3	90.7
No.20	0.85	74	7.3	16.6	83.4
No,40	0.425	32	3.2	19.7	80.3
No.60	0.25	25	2.5	22.2	77.8
No.100	0.15	16	1.6	23.8	76.2
No.200	0.075	8	0.8	24.6	75.4
Fondo	0	1	0.1	24.7	

Resultados Gradacion	
GRAVA (%) =	8.3
ARENA (%) =	16.3
FINOS (%) =	75.4
ERROR (%) =	0.1

Diámetros Efectivos	
D_{10} (mm) =	N.A
D_{30} (mm) =	N.A
D_{60} (mm) =	N.A

Coeficiente de Uniformidad	
Cu =	N.A
Coeficiente de Curvatura	
Cc =	N.A

LIMITES DE ATTERBERG

Limite Liquido, LL=			37
Tara No.	9A	36	7A
Masa tara (g)	13.75	13.81	13.81
Masa suelo húmedo + tara (g)	44.56	39.04	37.99
Masa suelo seco + tara (g)	35.71	32.14	31.74
Contenido de agua (%)	40.30	37.64	34.86
Número de golpes	10	22	40

Limite plastico, LP =		25
Tara No.	14	20
Masa tara (g)	8.74	8.69
Masa suelo húmedo + tara (g)	13.85	13.97
Masa suelo seco + tara (g)	12.82	12.9
Contenido de agua (%)	25.25	25.42

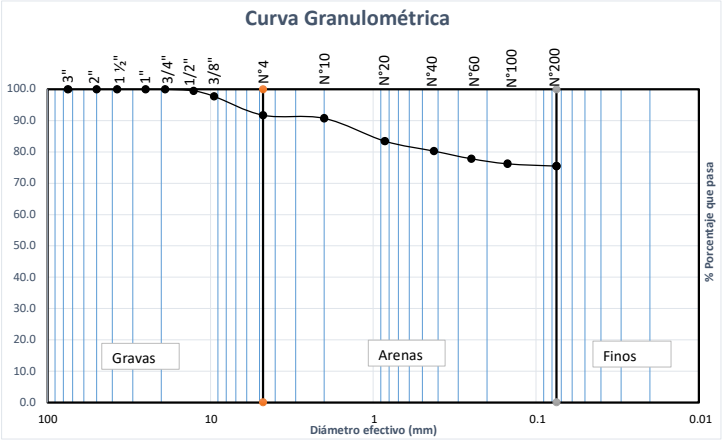
Clasificación U.S.C.S.	ML

INFORME DE ENSAYOS CLASIFICACIÓN: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LIMITES DE ATTERBERG (ASTM D6913, D1140, D4318)	CÓDIGO:	CLA-01
	VERSIÓN:	V-01
	FECHA ELABORACIÓN	1/12/2023

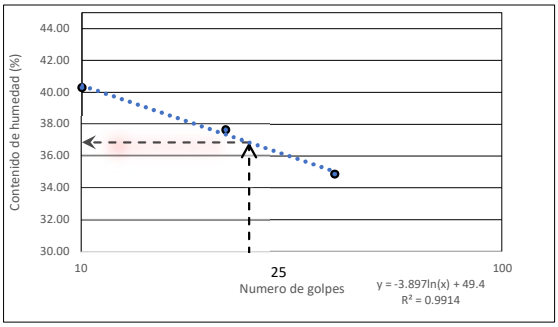
Proyecto:	REALIZAR LOS ESTUDIOS DE SUELOS, PATOLOGÍA ESTRUCTURAL Y VULNERABILIDAD SÍSMICA, CÁLCULO DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL, DISEÑO DE SISTEMAS DE REDES ELÉCTRICAS, HIDROSANITARIAS Y RCI; DEL CENTRO REGIONAL DE ATENCIÓN A VÍCTIMAS CRAV. DEL MUNICIPIO DE VIOTÁ - CUNDINAMARCA

Localización:	Viotá, Cundinamarca	Municipio:	Viotá		
Elaboró:	Ing. Sebastian Villegas	Perforación:	2		
Solicitó:	Ing. Daniel Bravo	No. Muestra:	2		
Realizo:	Grupo Artinco S.A.S	Prof. Muestreo (m):	2	-	2.45
Fecha toma:	28/12/2023	CODIGO	Viotá_P2_M2		

Curva Granulométrica



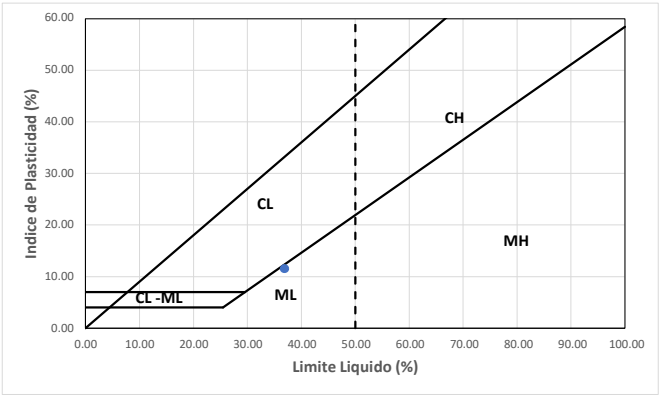
Curva de Flujo (Limite Liquido)



Regresión Lineal	
Pendiente =	-3.897
Intercepto =	49.4
Coef. de determinacion R²=	0.9914
Limite Liquido, LL =	36.86

Carta de plasticidad (Fracción Fina)

Limite Liquido, LL= 36.86
Limite Plastico, LP= 25.33
Indice de Plasticidad, IP= 11.53



INFORME DE ENSAYOS	CÓDIGO:	CLA-01
CLASIFICACIÓN: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LIMITES DE ATTERBERG (ASTM D6913, D1140, D4318)	VERSIÓN:	V-01
	FECHA ELABORACIÓN	1/12/2023

Proyecto:	**REALIZAR LOS ESTUDIOS DE SUELOS, PATOLOGÍA ESTRUCTURAL Y VULNERABILIDAD SÍSMICA, CÁLCULO DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL, DISEÑO DE SISTEMAS DE REDES ELÉCTRICAS, HIDROSANITARIAS Y RCI; DEL CENTRO REGIONAL DE ATENCIÓN A VÍCTIMAS CRAV. DEL MUNICIPIO DE VIOTÁ - CUNDINAMARCA**

Localización:	**Viotá, Cundinamarca**	**Municipio:**	**Viotá**		
Elaboró:	**Ing. Sebastian Villegas**	**Perforacion:**	**2**		
Solicitó:	**Ing. Daniel Bravo**	**No. Muestra:**	**3**		
Realizo:	**Grupo Artinco S.A.S**	**Prof. Muestreo:**	**3**	**-**	**3.45**
Fecha toma:	**6/12/2023**	**CODIGO**	**Viotá_P2_M3**		

Equipos, Metodos y Preparación de muestra

Tamices granulometria:	Juego estándar según ASTM D6913
Equipo Limite Liquido:	Cazuela manual, ranurador metalico
Equipo Limite Plástico:	Enrollado manual
Granulometia:	Método A (ASTM D6913)
Tipo de muestra:	Bolsa
Método de selección:	Cuarteo
Pulverización:	Manual
Tipo de agua (Limites):	Agua potable

Registro fotográfico



Lavado Sobre Tamiz No.200

Tiempo de remojo en agua (hr) =	2
Masa suelo seco antes de lavado (g) =	612
Masa suelo seco despues de lavado (g) =	178
Masa de los finos (g) =	434
Porcentaje de finos (%) =	71.6

Contenido Natural de Agua

Tara No.	B10	B2	
Masa tara (g) =	14.4	14.3	
Masa suelo húmedo + tara (g) =	53.4	51.6	
Masa suelo seco + tara (g) =	41.2	40.3	
Contenido de humedad parcial (%) =	45.52	43.46	
Contenido de humedad final(%) =	44.49		

v

Tamiz No.	Tamaño (mm)	Retenido (g)	Retenido (%)	Retenido Acomulado (%)	Pasa (%)
3"	75	0	0.0	0.0	100.0
2"	50	0	0.0	0.0	100.0
1 ½"	37.5	0	0.0	0.0	100.0
1"	25	0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19	0	0.0	0.0	100.0
1/2 "	12.7	0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.5	0	0.0	0.0	100.0
No. 4	4.75	30	4.9	4.9	95.1
No.10	2	54	8.8	13.7	86.3
No.20	0.85	45	7.4	21.1	78.9
No,40	0.425	22	3.6	24.7	75.3
No.60	0.25	14	2.3	27.0	73.0
No.100	0.15	7	1.1	28.1	71.9
No.200	0.075	2	0.3	28.4	71.6
Fondo	0	0	0.0	28.4	

Resultados Gradacion	
GRAVA (%) =	4.9
ARENA (%) =	23.5
FINOS (%) =	71.6
ERROR (%) =	0.1

Diámetros Efectivos	
D_{10} (mm) =	N.A
D_{30} (mm) =	N.A
D_{60} (mm) =	N.A

Coeficiente de Uniformidad	
Cu =	N.A
Coeficiente de Curvatura	
Cc =	N.A

LIMITES DE ATTERBERG

Limite Liquido, LL=			34
Tara No.	6A	F8	8A
Masa tara (g)	13.98	6.02	14.09
Masa suelo húmedo + tara (g)	27.25	23.11	39.67
Masa suelo seco + tara (g)	23.77	18.82	33.49
Contenido de agua (%)	35.55	33.52	31.86
Número de golpes	16	29	40

Limite Plastico, LP =		23
Tara No.	E6	E5
Masa tara (g)	28.78	28.97
Masa suelo húmedo + tara (g)	34.22	34.13
Masa suelo seco + tara (g)	33.16	33.19
Contenido de agua (%)	24.20	22.27

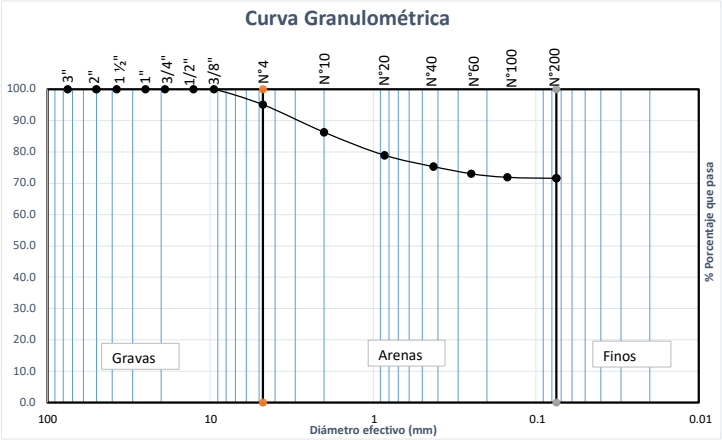
Clasificación U.S.C.S.	CL

INFORME DE ENSAYOS CLASIFICACIÓN: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LIMITES DE ATTERBERG (ASTM D6913, D1140, D4318)	CÓDIGO:	CLA-01
	VERSIÓN:	V-01
	FECHA ELABORACIÓN	1/12/2023

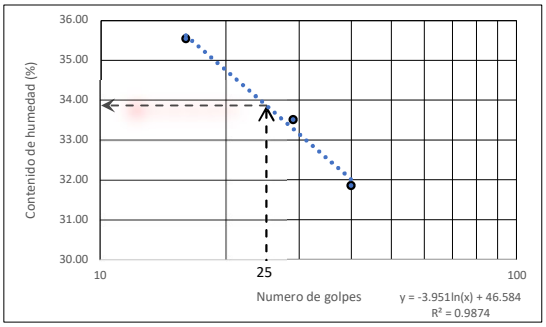
Proyecto:	REALIZAR LOS ESTUDIOS DE SUELOS, PATOLOGÍA ESTRUCTURAL Y VULNERABILIDAD SÍSMICA, CÁLCULO DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL, DISEÑO DE SISTEMAS DE REDES ELÉCTRICAS, HIDROSANITARIAS Y RCI; DEL CENTRO REGIONAL DE ATENCIÓN A VÍCTIMAS CRAV. DEL MUNICIPIO DE VIOTÁ - CUNDINAMARCA

Localización:	Viotá, Cundinamarca	Municipio:	Viotá		
Elaboró:	Ing. Sebastian Villegas	Perforacion:	2		
Solicitó:	Ing. Daniel Bravo	No. Muestra:	3		
Realizo:	Grupo Artinco S.A.S	Prof. Muestreo:	3	-	3.45
Fecha toma:	6/12/2023	CODIGO	Viotá_P2_M3		

Curva Granulométrica



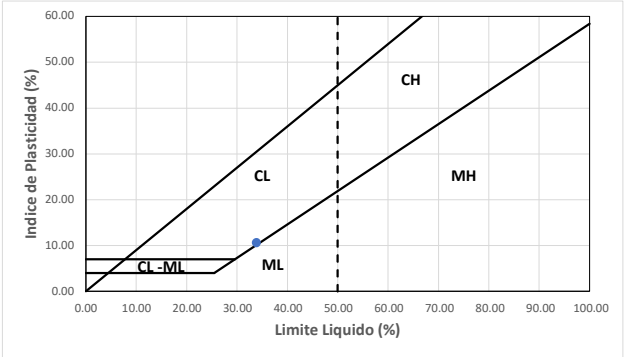
Curva de Flujo (Limite Liquido)



Regresión Lineal	
Pendiente =	-3.951
Intercepto =	46.584
Coef. de determinacion R²=	0.9874
Limite Liquido, LL =	33.87

Carta de plasticidad (Fracción Fina)

Limite Liquido, LL= 33.87
Limite Plastico, LP= 23.24
Indice de Plasticidad, IP= 10.63



INFORME DE ENSAYOS	CÓDIGO:	CLA-01
CLASIFICACIÓN: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LIMITES DE ATTERBERG (ASTM D6913, D1140, D4318)	VERSIÓN:	V-01
	FECHA ELABORACIÓN	1/12/2023

Proyecto:	**REALIZAR LOS ESTUDIOS DE SUELOS, PATOLOGÍA ESTRUCTURAL Y VULNERABILIDAD SÍSMICA, CÁLCULO DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL, DISEÑO DE SISTEMAS DE REDES ELÉCTRICAS, HIDROSANITARIAS Y RCI; DEL CENTRO REGIONAL DE ATENCIÓN A VÍCTIMAS CRAV. DEL MUNICIPIO DE VIOTÁ - CUNDINAMARCA**

Localización:	**Viotá, Cundinamarca**	**Municipio:**	**Viotá**		
Elaboró:	**Ing. Sebastian Villegas**	**Perforacion:**	**2**		
Solicitó:	**Ing. Daniel Bravo**	**No. Muestra:**	**4**		
Realizo:	**Grupo Artinco S.A.S**	**Prof. Muestreo:**	**4**	**-**	**4.45**
Fecha toma:	**28/12/2023**	**CODIGO**	**Viotá_P2_M4**		

Equipos, Metodos y Preparación de muestra

Tamices granulometria:	Juego estándar según ASTM D6913
Equipo Limite Liquido:	Cazuela manual, ranurador metalico
Equipo Limite Plástico:	Enrollado manual
Granulometia:	Método A (ASTM D6913)
Tipo de muestra:	Bolsa
Método de selección:	Cuarteo
Pulverización:	Manual
Tipo de agua (Limites):	Agua potable

Registro fotográfico



Lavado Sobre Tamiz No.200

Tiempo de remojo en agua (hr) =	2
Masa suelo seco antes de lavado (g) =	637
Masa suelo seco despues de lavado (g) =	145
Masa de los finos (g) =	492
Porcentaje de finos (%) =	77.2

Contenido Natural de Agua

Tara No.	6	9	
Masa tara (g) =	12.9	13	
Masa suelo húmedo + tara (g) =	49.4	56.1	
Masa suelo seco + tara (g) =	39.3	44.4	
Contenido de humedad parcial (%) =	38.26	37.26	
Contenido de humedad final(%) =	37.76		

v

Tamiz No.	Tamaño (mm)	Retenido (g)	Retenido (%)	Retenido Acomulado (%)	Pasa (%)
3"	75	0	0.0	0.0	100.0
2"	50	0	0.0	0.0	100.0
1 ½"	37.5	0	0.0	0.0	100.0
1"	25	0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19	0	0.0	0.0	100.0
1/2 "	12.7	6	0.9	0.9	99.1
3/8"	9.5	15	2.4	3.3	96.7
No. 4	4.75	30	4.7	8.0	92.0
No.10	2	24	3.8	11.8	88.2
No.20	0.85	25	3.9	15.7	84.3
No,40	0.425	25	3.9	19.6	80.4
No.60	0.25	12	1.9	21.5	78.5
No.100	0.15	5	0.8	22.3	77.7
No.200	0.075	3	0.5	22.8	77.2
Fondo	0	0	0.0	22.8	

Resultados Gradacion	
GRAVA (%) =	8.0
ARENA (%) =	14.8
FINOS (%) =	77.2
ERROR (%) =	0.1

Diámetros Efectivos	
D_{10} (mm) =	N.A
D_{30} (mm) =	N.A
D_{60} (mm) =	N.A

Coeficiente de Uniformidad	
Cu =	N.A
Coeficiente de Curvatura	
Cc =	N.A

LIMITES DE ATTERBERG

Limite Liquido, LL=			37
Tara No.	E7	E1	34
Masa tara (g)	28.95	29.48	29.01
Masa suelo húmedo + tara (g)	57.52	47.37	54.25
Masa suelo seco + tara (g)	49.46	42.57	47.95
Contenido de agua (%)	39.30	36.67	33.26
Número de golpes	19	25	40

Limite Plastico, LP =		23
Tara No.	19	24
Masa tara (g)	8.55	8.32
Masa suelo húmedo + tara (g)	14.2	13.96
Masa suelo seco + tara (g)	13.17	12.87
Contenido de agua (%)	22.29	23.96

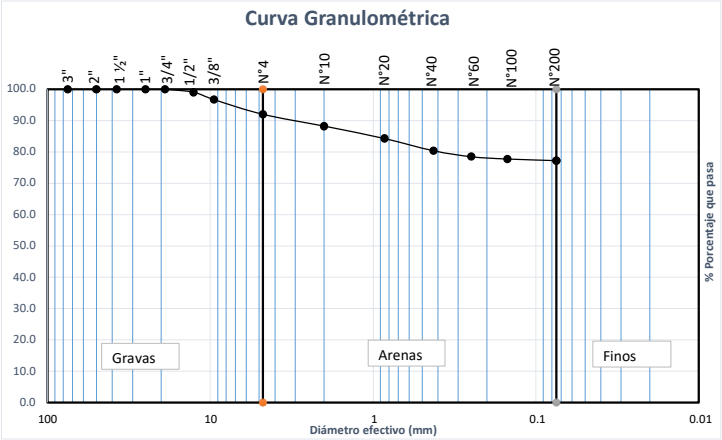
Clasificación U.S.C.S.	CL

INFORME DE ENSAYOS CLASIFICACIÓN: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LIMITES DE ATTERBERG (ASTM D6913, D1140, D4318)	CÓDIGO:	CLA-01
	VERSIÓN:	V-01
	FECHA ELABORACIÓN	1/12/2023

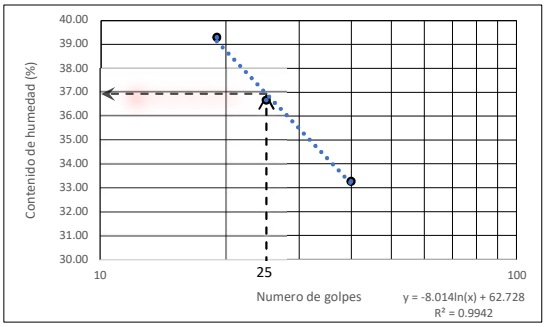
Proyecto:	REALIZAR LOS ESTUDIOS DE SUELOS, PATOLOGÍA ESTRUCTURAL Y VULNERABILIDAD SÍSMICA, CÁLCULO DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL, DISEÑO DE SISTEMAS DE REDES ELÉCTRICAS, HIDROSANITARIAS Y RCI; DEL CENTRO REGIONAL DE ATENCIÓN A VÍCTIMAS CRAV. DEL MUNICIPIO DE VIOTÁ - CUNDINAMARCA

Localización:	Viotá, Cundinamarca	Municipio:	Viotá		
Elaboró:	Ing. Sebastian Villegas	Perforacion:	2		
Solicitó:	Ing. Daniel Bravo	No. Muestra:	4		
Realizo:	Grupo Artinco S.A.S	Prof. Muestreo:	4	-	4.45
Fecha toma:	28/12/2023	CODIGO	Viotá_P2_M4		

Curva Granulométrica



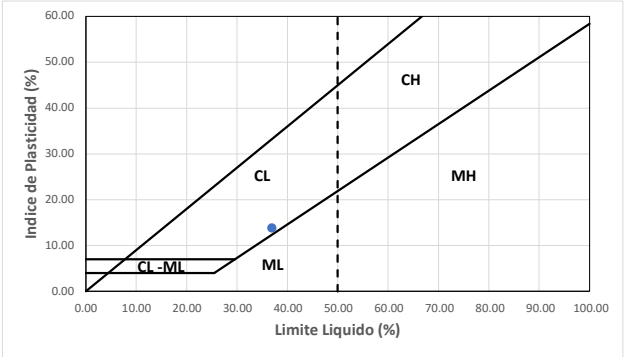
Curva de Flujo (Limite Liquido)



Regresión Lineal	
Pendiente =	-8.014
Intercepto =	62.728
Coef. de determinacion R²=	0.9942
Limite Liquido, LL =	36.93

Carta de plasticidad (Fracción Fina)

Limite Liquido, LL= 36.93
Limite Plastico, LP= 23.13
Indice de Plasticidad, IP= 13.81



INFORME DE ENSAYOS	CÓDIGO:	CLA-01
CLASIFICACIÓN: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LIMITES DE ATTERBERG (ASTM D6913, D1140, D4318)	VERSIÓN:	V-01
	FECHA ELABORACIÓN	1/12/2023

Proyecto:	**REALIZAR LOS ESTUDIOS DE SUELOS, PATOLOGÍA ESTRUCTURAL Y VULNERABILIDAD SÍSMICA, CÁLCULO DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL, DISEÑO DE SISTEMAS DE REDES ELÉCTRICAS, HIDROSANITARIAS Y RCI; DEL CENTRO REGIONAL DE ATENCIÓN A VÍCTIMAS CRAV. DEL MUNICIPIO DE VIOTÁ - CUNDINAMARCA**

Localización:	**Viotá, Cundinamarca**	**Municipio:**	**Viotá**		
Elaboró:	**Ing. Sebastian Villegas**	**Perforacion:**	**2**		
Solicitó:	**Ing. Daniel Bravo**	**No. Muestra:**	**5**		
Realizo:	**Grupo Artinco S.A.S**	**Prof. Muestreo:**	**5**	**-**	**5.45**
Fecha toma:	**28/12/2023**	**CODIGO**	**Viotà_P2_M5**		

Equipos, Metodos y Preparación de muestra

Tamices granulometria:	Juego estándar según ASTM D6913
Equipo Limite Liquido:	Cazuela manual, ranurador metalico
Equipo Limite Plástico:	Enrollado manual
Granulometia:	Método A (ASTM D6913)
Tipo de muestra:	Bolsa
Método de selección:	Cuarteo
Pulverización:	Manual
Tipo de agua (Limites):	Agua potable

Registro fotográfico



Lavado Sobre Tamiz No.200

Tiempo de remojo en agua (hr) =	2
Masa suelo seco antes de lavado	622
Masa suelo seco despues de lavado (g) =	279
Masa de los finos (g) =	343
Porcentaje de finos (%) =	55.1

Contenido Natural de Agua

Tara No.	B3	2	
Masa tara (g) =	15	14.8	
Masa suelo húmedo + tara (g) =	52.3	52.6	
Masa suelo seco + tara (g) =	41	41.2	
Contenido de humedad parcial (%) =	43.46	43.18	
Contenido de humedad final(%) =	43.32		

v

Tamiz No.	Tamaño (mm)	Retenido (g)	Retenido (%)	Retenido Acomulado (%)	Pasa (%)
3"	75	0	0.0	0.0	100.0
2"	50	0	0.0	0.0	100.0
1 ½"	37.5	0	0.0	0.0	100.0
1"	25	0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19	0	0.0	0.0	100.0
1/2 "	12.7	0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.5	11	1.8	1.8	98.2
No. 4	4.75	65	10.5	12.2	87.8
No.10	2	81	13.0	25.2	74.8
No.20	0.85	57	9.2	34.4	65.6
No,40	0.425	32	5.1	39.5	60.5
No.60	0.25	22	3.5	43.1	56.9
No.100	0.15	8	1.3	44.4	55.6
No.200	0.075	3	0.5	44.9	55.1
Fondo	0	0	0.0	44.9	

Resultados Gradacion	
GRAVA (%) =	12.2
ARENA (%) =	32.6
FINOS (%) =	55.1
ERROR (%) =	0.1

Diámetros Efectivos	
D_{10} (mm) =	N.A
D_{30} (mm) =	N.A
D_{60} (mm) =	N.A

Coeficiente de Uniformidad	
Cu =	N.A
Coeficiente de Curvatura	
Cc =	N.A

LIMITES DE ATTERBERG

Limite Liquido, LL=			35
Tara No.	E4	22	E19
Masa tara (g)	29.77	8.42	28.89
Masa suelo húmedo + tara (g)	54.63	20.12	41.56
Masa suelo seco + tara (g)	47.86	17.21	38.47
Contenido de agua (%)	37.42	33.11	32.25
Número de golpes	18	28	40

Limite Plastico, LP =		23
Tara No.	36	31
Masa tara (g)	29	28.80
Masa suelo húmedo + tara (g)	34.12	34.23
Masa suelo seco + tara (g)	33.18	33.23
Contenido de agua (%)	22.49	22.57

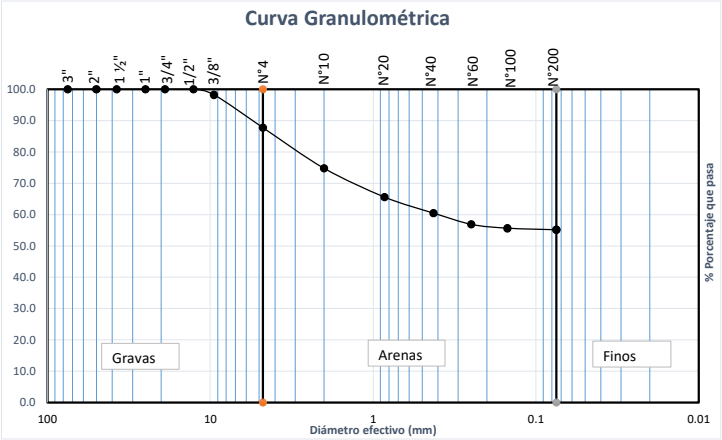
Clasificación U.S.C.S.	CL

INFORME DE ENSAYOS CLASIFICACIÓN: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LIMITES DE ATTERBERG (ASTM D6913, D1140, D4318)	CÓDIGO:	CLA-01
	VERSIÓN:	V-01
	FECHA ELABORACIÓN	1/12/2023

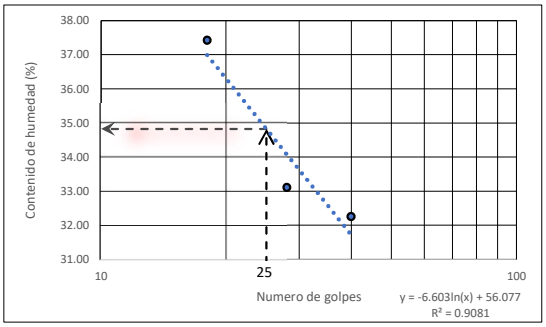
Proyecto:	REALIZAR LOS ESTUDIOS DE SUELOS, PATOLOGÍA ESTRUCTURAL Y VULNERABILIDAD SÍSMICA, CÁLCULO DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL, DISEÑO DE SISTEMAS DE REDES ELÉCTRICAS, HIDROSANITARIAS Y RCI; DEL CENTRO REGIONAL DE ATENCIÓN A VÍCTIMAS CRAV. DEL MUNICIPIO DE VIOTÁ - CUNDINAMARCA

Localización:	Viotá, Cundinamarca	Municipio:	Viotá		
Elaboró:	Ing. Sebastian Villegas	Perforacion:	2		
Solicitó:	Ing. Daniel Bravo	No. Muestra:	5		
Realizo:	Grupo Artinco S.A.S	Prof. Muestreo:	5	-	5.45
Fecha toma:	28/12/2023	CODIGO	Viotà_P2_M5		

Curva Granulométrica



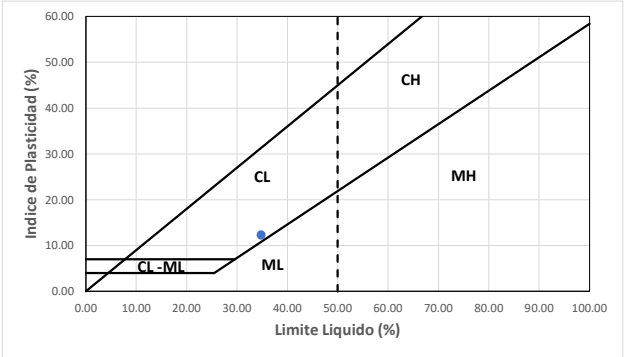
Curva de Flujo (Limite Liquido)



Regresión Lineal	
Pendiente =	-6.603
Intercepto =	56.077
Coef. de determinacion R²=	0.9081
Limite Liquido, LL =	34.82

Carta de plasticidad (Fracción Fina)

Limite Liquido, LL= 34.82
Limite Plastico, LP= 22.53
Indice de Plasticidad, IP= 12.29



INFORME DE ENSAYOS	CÓDIGO:	CLA-01
CLASIFICACIÓN: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LIMITES DE ATTERBERG (ASTM D6913, D1140, D4318)	VERSIÓN:	V-01
	FECHA ELABORACIÓN	1/12/2023

Proyecto:	**REALIZAR LOS ESTUDIOS DE SUELOS, PATOLOGÍA ESTRUCTURAL Y VULNERABILIDAD SÍSMICA, CÁLCULO DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL, DISEÑO DE SISTEMAS DE REDES ELÉCTRICAS, HIDROSANITARIAS Y RCI; DEL CENTRO REGIONAL DE ATENCIÓN A VÍCTIMAS CRAV. DEL MUNICIPIO DE VIOTÁ - CUNDINAMARCA**

Localización:	**Viotá, Cundinamarca**	**Municipio:**	**Viotá**		
Elaboró:	**Ing. Sebastian Villegas**	**Perforacion:**	**3**		
Solicitó:	**Ing. Daniel Bravo**	**No. Muestra:**	**1**		
Realizo:	**Grupo Artinco S.A.S**	**Prof. Muestreo:**	**1**	**-**	**1.45**
Fecha toma:	**28/12/2023**	**CODIGO**	**Viotá_P3_M1**		

Equipos, Metodos y Preparación de muestra

Tamices granulometria:	Juego estándar según ASTM D6913
Equipo Limite Liquido:	Cazuela manual, ranurador metalico
Equipo Limite Plástico:	Enrollado manual
Granulometia:	Método A (ASTM D6913)
Tipo de muestra:	Bolsa
Método de selección:	Cuarteo
Pulverización:	Manual
Tipo de agua (Limites):	Agua potable

Registro fotográfico



Lavado Sobre Tamiz No.200

Tiempo de remojo en agua (hr) =	2
Masa suelo seco antes de lavado (g) =	827
Masa suelo seco despues de lavado (g) =	141
Masa de los finos (g) =	686
Porcentaje de finos (%) =	84.4

Contenido Natural de Agua

Tara No.	D2	D3	
Masa tara (g) =	36	34	
Masa suelo húmedo + tara (g) =	497	592	
Masa suelo seco + tara (g) =	376	451	
Contenido de humedad parcial (%) =	35.59	33.81	
Contenido de humedad final(%) =	34.70		

Tamiz No.	Tamaño (mm)	Retenido (g)	Retenido (%)	Retenido Acomulado (%)	Pasa (%)
3"	75	0	0.0	0.0	100.0
2"	50	0	0.0	0.0	100.0
1 ½"	37.5	0	0.0	0.0	100.0
1"	25	0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19	0	0.0	0.0	100.0
1/2 "	12.7	5	0.6	0.6	99.4
3/8"	9.5	16	1.9	2.5	97.5
No. 4	4.75	37	4.5	7.0	93.0
No.10	2	30	3.6	10.6	89.4
No.20	0.85	26	3.1	13.8	86.2
No,40	0.425	7	0.8	14.6	85.4
No.60	0.25	5	0.6	15.2	84.8
No.100	0.15	3	0.4	15.6	84.4
No.200	0.075	0	0.0	15.6	84.4
Fondo	0	0	0.0	15.6	

Resultados Gradacion	
GRAVA (%) =	7.0
ARENA (%) =	8.6
FINOS (%) =	84.4
ERROR (%) =	0.1

Diámetros Efectivos	
D_{10} (mm) =	N.A
D_{30} (mm) =	N.A
D_{60} (mm) =	N.A

Coeficiente de Uniformidad	
Cu =	N.A
Coeficiente de Curvatura	
Cc =	N.A

LIMITES DE ATTERBERG

Limite Liquido, LL=			44
Tara No.	10A	5A	4A
Masa tara (g)	14.03	11.84	14.69
Masa suelo húmedo + tara (g)	36.02	35.21	41.67
Masa suelo seco + tara (g)	28.67	27.91	33.92
Contenido de agua (%)	50.20	45.43	40.30
Número de golpes	10	20	40

Limite Plastico, LP =		30
Tara No.	F2	F5
Masa tara (g)	5.77	5.2
Masa suelo húmedo + tara (g)	10.87	10.4
Masa suelo seco + tara (g)	9.67	9.2
Contenido de agua (%)	30.77	30.00

Clasificación U.S.C.S.	ML

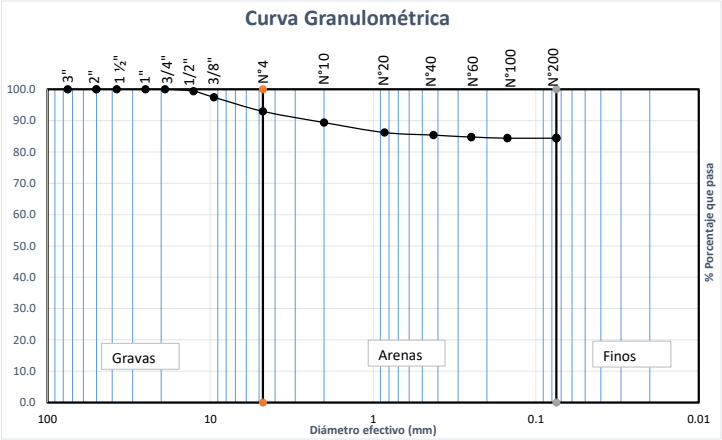
GRUPO ARTINCO S.A.S
geotecnia@grupoartinco.com
www.grupoartinco.com
Telefono:3174497816
PBX: (604) 4238208

INFORME DE ENSAYOS CLASIFICACIÓN: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LIMITES DE ATTERBERG (ASTM D6913, D1140, D4318)	CÓDIGO:	CLA-01
	VERSIÓN:	V-01
	FECHA ELABORACIÓN	1/12/2023

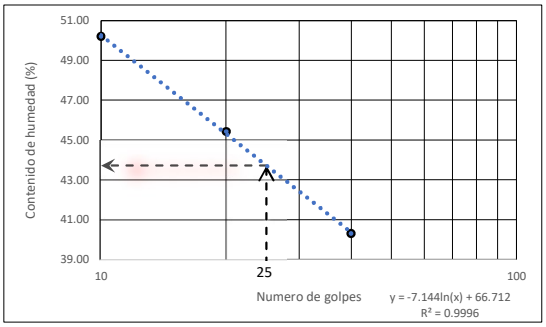
Proyecto:	REALIZAR LOS ESTUDIOS DE SUELOS, PATOLOGÍA ESTRUCTURAL Y VULNERABILIDAD SÍSMICA, CÁLCULO DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL, DISEÑO DE SISTEMAS DE REDES ELÉCTRICAS, HIDROSANITARIAS Y RCI; DEL CENTRO REGIONAL DE ATENCIÓN A VÍCTIMAS CRAV. DEL MUNICIPIO DE VIOTÁ - CUNDINAMARCA

Localización:	Viotá, Cundinamarca	Municipio:	Viotá		
Elaboró:	Ing. Sebastian Villegas	Perforacion:	3		
Solicitó:	Ing. Daniel Bravo	No. Muestra:	1		
Realizo:	Grupo Artinco S.A.S	Prof. Muestreo:	1	-	1.45
Fecha toma:	28/12/2023	CODIGO	Viotá_P3_M1		

Curva Granulométrica



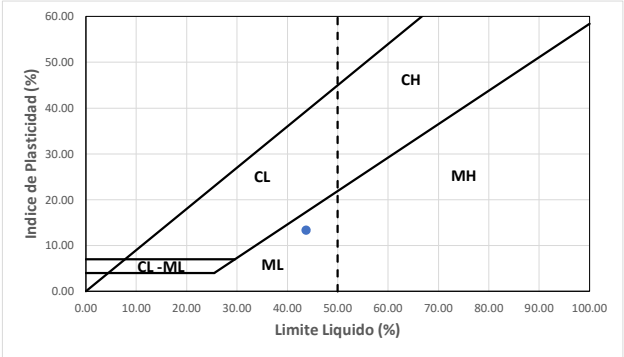
Curva de Flujo (Limite Liquido)



Regresión Lineal	
Pendiente =	-7.144
Intercepto =	66.712
Coef. de determinacion R²=	0.9996
Limite Liquido, LL =	43.72

Carta de plasticidad (Fracción Fina)

Limite Liquido, LL= 43.72
Limite Plastico, LP= 30.38
Indice de Plasticidad, IP= 13.33



INFORME DE ENSAYOS	CÓDIGO:	CLA-01
CLASIFICACIÓN: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LIMITES DE ATTERBERG (ASTM D6913, D1140, D4318)	VERSIÓN:	V-01
	FECHA ELABORACIÓN	1/12/2023

Proyecto:	**REALIZAR LOS ESTUDIOS DE SUELOS, PATOLOGÍA ESTRUCTURAL Y VULNERABILIDAD SÍSMICA, CÁLCULO DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL, DISEÑO DE SISTEMAS DE REDES ELÉCTRICAS, HIDROSANITARIAS Y RCI; DEL CENTRO REGIONAL DE ATENCIÓN A VÍCTIMAS CRAV. DEL MUNICIPIO DE VIOTÁ - CUNDINAMARCA**

Localización:	**Viotá, Cundinamarca**	**Municipio:**	**Viotá**		
Elaboró:	**Ing. Sebastian Villegas**	**Perforacion:**	**3**		
Solicitó:	**Ing. Daniel Bravo**	**No. Muestra:**	**2**		
Realizo:	**Grupo Artinco S.A.S**	**Prof. Muestreo:**	**2**	**-**	**2.45**
Fecha toma:	**28/12/2023**	**CODIGO**	**Viotá_P3_M2**		

Equipos, Metodos y Preparación de muestra

Tamices granulometria:	Juego estándar según ASTM D6913
Equipo Limite Liquido:	Cazuela manual, ranurador metalico
Equipo Limite Plástico:	Enrollado manual
Granulometia:	Método A (ASTM D6913)
Tipo de muestra:	Bolsa
Método de selección:	Cuarteo
Pulverización:	Manual
Tipo de agua (Limites):	Agua potable

Registro fotográfico



Lavado Sobre Tamiz No.200

Tiempo de remojo en agua (hr) =	2
Masa suelo seco antes de lavado (g) =	798
Masa suelo seco despues de lavado (g) =	298
Masa de los finos (g) =	500
Porcentaje de finos (%) =	62.8

Contenido Natural de Agua

Tara No.	D2	D8	
Masa tara (g) =	14.5	15.3	
Masa suelo húmedo + tara (g) =	61.6	63.7	
Masa suelo seco + tara (g) =	50.4	49.4	
Contenido de humedad parcial (%) =	31.20	41.94	
Contenido de humedad final(%) =	36.57		

v

Tamiz No.	Tamaño (mm)	Retenido (g)	Retenido (%)	Retenido Acomulado (%)	Pasa (%)
3"	75	0	0.0	0.0	100.0
2"	50	0	0.0	0.0	100.0
1 ½"	37.5	0	0.0	0.0	100.0
1"	25	0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19	9	1.1	1.1	98.9
1/2 "	12.7	13	1.6	2.8	97.2
3/8"	9.5	32	4.0	6.8	93.2
No. 4	4.75	73	9.1	15.9	84.1
No.10	2	74	9.3	25.2	74.8
No.20	0.85	53	6.6	31.8	68.2
No,40	0.425	19	2.4	34.2	65.8
No.60	0.25	14	1.8	36.0	64.0
No.100	0.15	6	0.8	36.7	63.3
No.200	0.075	4	0.5	37.2	62.8
Fondo	0	0	0.0	37.2	

Resultados Gradacion	
GRAVA (%) =	15.9
ARENA (%) =	21.3
FINOS (%) =	62.8
ERROR (%) =	0.1

Diámetros Efectivos	
D_{10} (mm) =	N.A
D_{30} (mm) =	N.A
D_{60} (mm) =	N.A

Coeficiente de Uniformidad	
Cu =	N.A
Coeficiente de Curvatura	
Cc =	N.A

LIMITES DE ATTERBERG

Limite Liquido, LL=			35
Tara No.	13	3A	2A
Masa tara (g)	14.81	14.72	14.01
Masa suelo húmedo + tara (g)	43.51	47.45	40
Masa suelo seco + tara (g)	35.23	38.86	33.53
Contenido de agua (%)	40.55	35.58	33.15
Número de golpes	10	21	34

Limite Plastico, LP =		23
Tara No.	E10	33
Masa tara (g)	28.91	28.95
Masa suelo húmedo + tara (g)	34.45	34.34
Masa suelo seco + tara (g)	33.42	33.31
Contenido de agua (%)	22.84	23.62

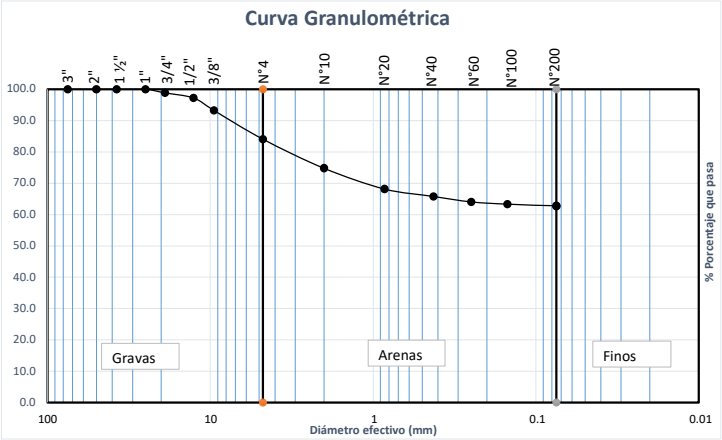
Clasificación U.S.C.S.	CL

GRUPO ARTINCO S.A.S
geotecnia@grupoartinco.com
www.grupoartinco.com
Telefono:3174497816
PBX: (604) 4238208

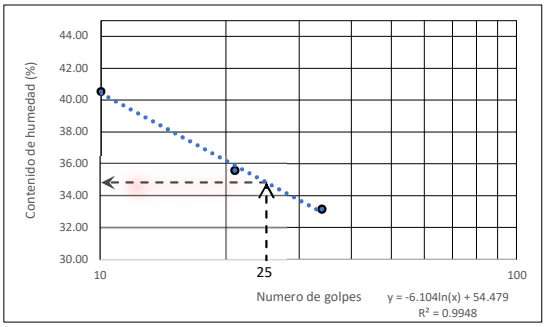
INFORME DE ENSAYOS CLASIFICACIÓN: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LIMITES DE ATTERBERG (ASTM D6913, D1140, D4318)	CÓDIGO:	CLA-01
	VERSIÓN:	V-01
	FECHA ELABORACIÓN	1/12/2023

Proyecto:	REALIZAR LOS ESTUDIOS DE SUELOS, PATOLOGÍA ESTRUCTURAL Y VULNERABILIDAD SÍSMICA, CÁLCULO DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL, DISEÑO DE SISTEMAS DE REDES ELÉCTRICAS, HIDROSANITARIAS Y RCI; DEL CENTRO REGIONAL DE ATENCIÓN A VÍCTIMAS CRAV. DEL MUNICIPIO DE VIOTÁ - CUNDINAMARCA

Localización:	Viotá, Cundinamarca	Municipio:	Viotá		
Elaboró:	Ing. Sebastian Villegas	Perforacion:	3		
Solicitó:	Ing. Daniel Bravo	No. Muestra:	2		
Realizo:	Grupo Artinco S.A.S	Prof. Muestreo:	2	-	2.45
Fecha toma:	28/12/2023	CODIGO	Viotá_P3_M2		



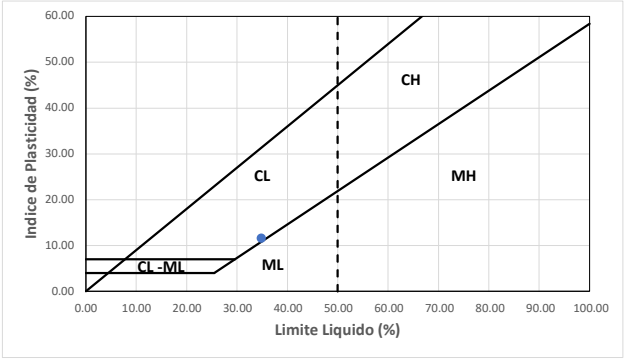
Curva de Flujo (Limite Liquido)



Regresión Lineal	
Pendiente =	-6.104
Intercepto =	54.479
Coef. de determinacion R²=	0.9948
Limite Liquido, LL =	34.83

Carta de plasticidad (Fracción Fina)

Limite Liquido, LL= 34.83
Limite Plastico, LP= 23.23
Indice de Plasticidad, IP= 11.60



Laboratorio de Geotecnia
Cr. 81A 47-73, Medellín, Colombia

Tel: +57(4) 590 1934 / 315 467 9935
gerencia@lab3axial.com
www.lab3axial.com

CORTE DIRECTO CONSOLIDADO DRENADO (ASTM D3080)

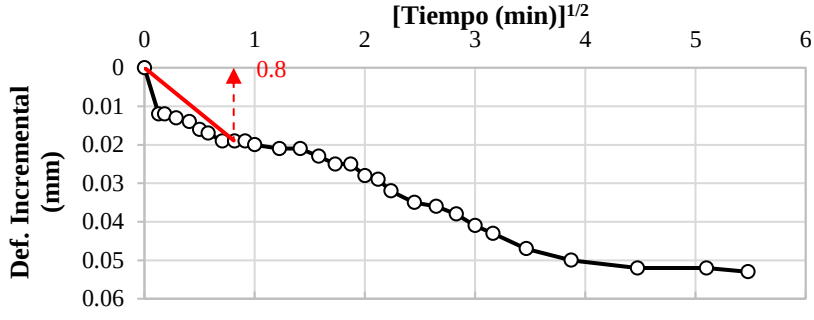
Proyecto: Estudio de Vulnerabilidad
Localización: Viotá, Cundinamarca
Cliente: Grupo Artinco S.A.S.
Descripción: -

Perforación: S1
Muestra: M1
Prof. (m): -

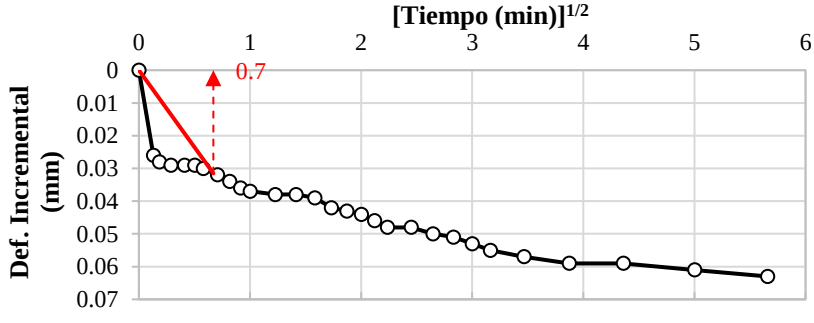
Equipo: GEOTEST S2216 Direct-Residual Shear Apparatus, Computer Controlled
Caja de corte: Circular en bronce (Diámetro = 50 mm, Espesor de espécimen = 25 mm)
Tipo de muestra: Intacta (Tubo Shelby)
Condiciones ambientales: Especímenes reconsolidados y fallados al contenido natural de agua
Esfuerzos normales: 30, 60 y 120 kPa (Re consolidación duplicando los incrementos de carga)
Rata de corte (mm/min): 0.100

Propiedades Índice	Espécimen 1 (120 kPa)		Espécimen 2 (60 kPa)		Espécimen 3 (30 kPa)	
	Inicial	Pre-corte	Inicial	Pre-corte	Inicial	Pre-corte
Contenido de agua, w (%)	29.0	28.5	26.7	26.5	26.7	26.6
Densidad húmeda, ρ_{wet} (Mg/m^3)	1.895	1.902	1.887	1.889	1.893	1.894
Relación de vacíos, e	0.838	0.825	0.813	0.808	0.806	0.804
Grado de saturación, S (%)	93.5	93.3	88.7	88.6	89.3	89.2
Masa de los solidos, M_s (g)	69.8		70.75		71.02	

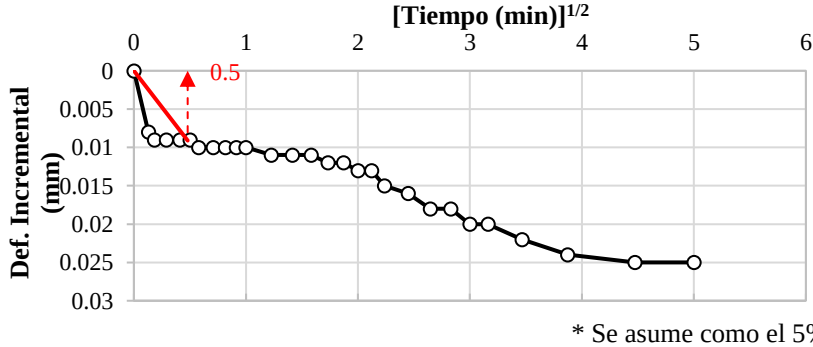
Curvas Deformación vs. Tiempo (último incremento de reconsolidación)



Espécimen 1: 60 a 120 kPa
$(t_{90})^{1/2}$ (min)$^{1/2}$ = 0.8
t_{90} (min) = 0.6561
t_f (min) = 7.61
d_f (mm)* = 2.5
Max. Rata (mm/min) = 0.328



Espécimen 2: 0 a 60 kPa
$(t_{90})^{1/2}$ (min)$^{1/2}$ = 0.7
t_{90} (min) = 0.4489
t_f (min) = 5.21
d_f (mm)* = 2.5
Max. Rata (mm/min) = 0.480



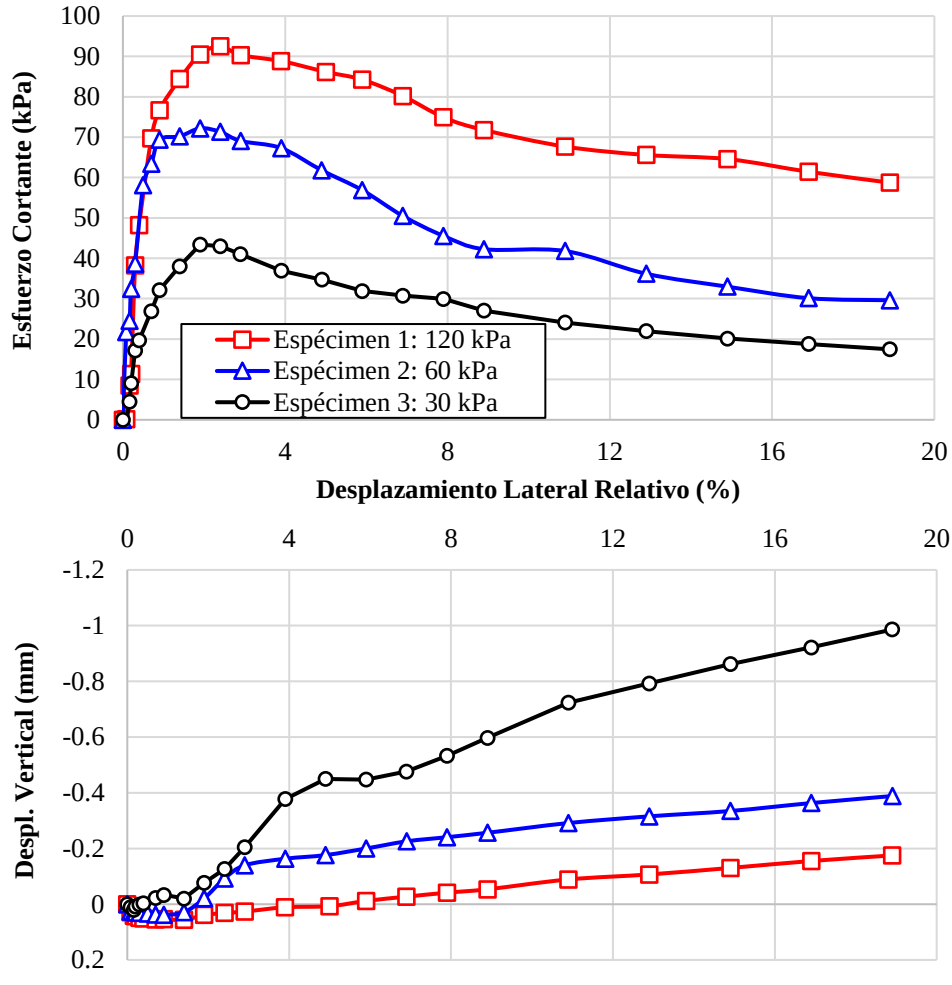
Espécimen 3: 0 a 30 kPa
$(t_{90})^{1/2}$ (min)$^{1/2}$ = 0.5
t_{90} (min) = 0.2304
t_f (min) = 2.67
d_f (mm)* = 2.5
Max. Rata (mm/min) = 0.935

* Se asume como el 5% del desplazamiento horizontal relativo

Laboratorio de Geotecnia
Cr. 81A 47-73, Medellín, Colombia

Tel: +57(4) 590 1934 / 315 467 9935
gerencia@lab3axial.com
www.lab3axial.com

Curvas Esfuerzo Cortante y Desplazamiento Vertical vs. Desplazamiento Lateral Relativo

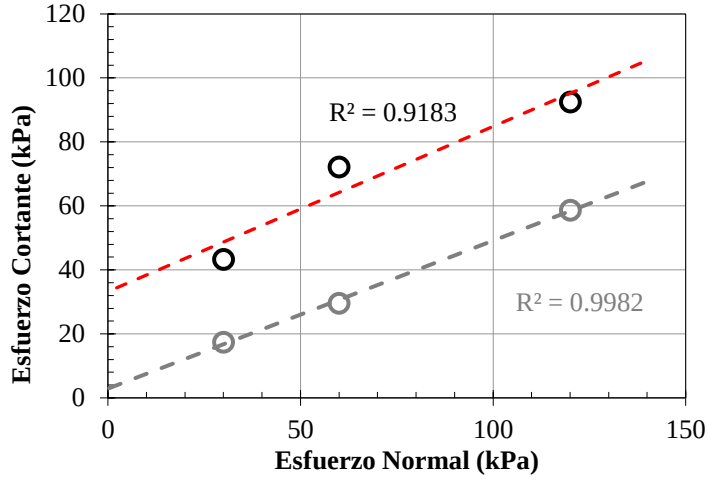


Envolvente de Falla Mohr-Coulomb

Esfuerzos de falla		
σ'_n (kPa)	τ_{max} (kPa)	τ_{res} (kPa)
120	92.5	58.7
60	72.2	29.6
30	43.4	17.4

Intercepto Envolvente
c' (kPa) = 33
c' (kPa) = 3

Angulo de fricción
ϕ'_{peak} (°) = 27
ϕ'_{res} (°) = 25



Nota: Según la norma ASTM D3080, la determinación de la envolvente de falla y los criterios asociados son responsabilidad del ingeniero geotecnista a cargo del proyecto. Los parámetros de resistencia incluidos en este informe deben ser revisados y su aplicabilidad evaluada por el ingeniero a cargo.

Laboratorio de Geotecnia
Cr. 81A 47-73, Medellín, Colombia

Tel: +57(4) 590 1934 / 315 467 9935
gerencia@lab3axial.com
www.lab3axial.com

Espécimen	1	2	3
Esfuerzo Normal (kPa)	120	60	30
Tiempo total de reconsolidación (min)	85.0	32.0	25.0
Deformación al final de la reconsolidación (mm)	0.172	0.063	0.025
Máxima rata de corte (mm/min)	0.328	0.480	0.935
Rata de corte empleada (mm/min)	0.100	0.100	0.100

Espécimen 1 (120 kPa)			**Espécimen 2 (60 kPa)**			**Espécimen 3 (30 kPa)**		
Despl. Rel. Lateral (%)	**Despl. Vert. (mm)**	**Esfuerzo Cortante (kPa)**	**Despl. Rel. Lateral (%)**	**Despl. Vert. (mm)**	**Esfuerzo Cortante (kPa)**	**Despl. Rel. Lateral (%)**	**Despl. Vert. (mm)**	**Esfuerzo Cortante (kPa)**
0.00	0	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0	0.00
0.08	0.0288	0.15	0.08	0.027	21.71	0.08	0.0113	-0.91
0.16	0.042	8.47	0.16	0.026	24.55	0.16	0.0208	4.46
0.20	0.0428	11.36	0.20	0.030	32.41	0.20	0.0089	9.03
0.30	0.049	38.25	0.30	0.031	38.65	0.30	0.0011	17.15
0.40	0.0514	48.24	0.50	0.033	58.13	0.40	-0.0028	19.68
0.70	0.0548	69.75	0.70	0.037	63.40	0.70	-0.0217	26.91
0.90	0.0539	76.69	0.90	0.038	69.39	0.90	-0.0334	32.13
1.40	0.0565	84.44	1.40	0.029	70.19	1.40	-0.0204	38.01
1.90	0.0387	90.50	1.90	-0.021	72.19	1.90	-0.0762	43.38
2.40	0.0316	92.50	2.40	-0.092	71.31	2.40	-0.1263	43.00
2.90	0.0264	90.34	2.90	-0.140	69.05	2.90	-0.2046	41.01
3.90	0.0111	88.84	3.90	-0.163	67.29	3.90	-0.3779	36.93
5.00	0.007	86.17	4.90	-0.176	61.79	4.90	-0.4496	34.69
5.90	-0.0118	84.23	5.90	-0.200	56.86	5.90	-0.4469	31.89
6.90	-0.0272	80.20	6.90	-0.226	50.47	6.90	-0.4765	30.76
7.90	-0.0414	74.92	7.90	-0.241	45.55	7.90	-0.5326	29.93
8.90	-0.0536	71.78	8.90	-0.257	42.25	8.90	-0.5972	27.04
10.90	-0.0889	67.67	10.90	-0.291	41.80	10.90	-0.7237	24.09
12.90	-0.1069	65.59	12.90	-0.315	36.17	12.90	-0.7926	21.96
14.90	-0.1303	64.57	14.90	-0.335	32.97	14.90	-0.8619	20.14
16.90	-0.1552	61.43	16.90	-0.363	30.12	16.90	-0.9218	18.77
18.90	-0.1751	58.74	18.91	-0.388	29.62	18.90	-0.986	17.45

Los datos deformación versus tiempo para cada incremento de reconsolidación pueden ser solicitados en medio digital enviando un correo electrónico a gerencia@lab3axial.com

Registro Fotográfico (Después del ensayo)		
Espécimen 1	**Espécimen 2**	**Espécimen 3**
		
NOTAS		

ANEXO 2

Grupo Artinco S.A.S.
PBX: (604) 2668100
Cra 43ª No 1 Sur – 31 Oficina 205
Edificio BBVA el Poblado P.H.
Medellín - Colombia

REGISTRO DE EXPLORACIÓN

GRUPO ARTINCO S.A.S

Sondeo	P1
Operador	Julian Gil
Ingeniero	Daniel Bravo
Localización	Viotá, Cundinamarca
Coordenadas	4°26'31.10"N 74°31'39.09"O

PROYECTO: REALIZAR LOS ESTUDIOS DE SUELOS, PATOLOGÍA ESTRUCTURAL Y VULNERABILIDAD SÍSMICA, CÁLCULO DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL, DISEÑO DE SISTEMAS DE REDES ELÉCTRICAS, HIDROSANITARIAS Y RCI; DEL CENTRO REGIONAL DE ATENCIÓN A VÍCTIMAS CRAV. DEL MUNICIPIO DE VIOTÁ - CUNDINAMARCA

CÓDIGO FORMATO:	TM-002
VERSIÓN FORMATO:	V-01
FECHA INICIO:	28/12/2023
FECHA FIN:	28/12/2023
HOJA No.	1
DE	3

Profundidad m.	Herramienta	Nivel freático	Muestra No.	Número de golpes para muestreador 15	30	45	Revestimiento	Golpes/30 cm para revestimiento	Color del agua	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL
0 - 1.70	SPT		1	3	4	3	-	-	-	Limo arenoso gris oscuro con raicesy oxidaciones humedad alta
1,70 - 2,70	SPT		2	4	5	5	-	-	-	Limo Arenoso gris oscuro con oxidaciones y humedad alta
2,70 - 3,80	SPT		3	6	8	9	-	-	-	Arcilla arenosa gris oscuro o medio con oxidaciones y humedad alta
3,80 - 4,90	SPT		4	9	10	10	-	-	-	Arcilla arenosa gris oscuro o medio con oxidaciones y humedad alta
4,90 - 6,00	SPT		5	10	11	12	-	-	-	Arcilla arenosa gris oscuro o medio con oxidaciones y humedad alta

Observaciones : No se encontró nivel freático **Reviso:**

REGISTRO DE EXPLORACIÓN

GRUPO ARTINCO S.A.S	
Sondeo	P2
Operador	Julian Gil
Ingeniero	Daniel Bravo
Localización	Viotá, Cundinamarca
Coordenadas	4°26'31.46"N 74°31'38.99"O

PROYECTO: REALIZAR LOS ESTUDIOS DE SUELOS, PATOLOGÍA ESTRUCTURAL Y VULNERABILIDAD SÍSMICA, CÁLCULO DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL, DISEÑO DE SISTEMAS DE REDES ELÉCTRICAS, HIDROSANITARIAS Y RCI; DEL CENTRO REGIONAL DE ATENCIÓN A VÍCTIMAS CRAV. DEL MUNICIPIO DE VIOTÁ - CUNDINAMARCA

CÓDIGO FORMATO:	TM-002
VERSIÓN FORMATO:	V-01
FECHA INICIO:	28/12/2023
FECHA FIN:	28/12/2023
HOJA No.	2
DE	3

Profundidad m.	Herramienta	Nivel freático	Muestra No.	Número de golpes para muestreador 15	30	45	Revestimiento	Golpes/30 cm para revestimiento	Color del agua	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL
0 - 1,00	SPT		1				-	-	-	Relleno, limo arenoso gris mesclada con arena amarilla y gravas humedad alta
1 - 2,00	SPT		2	2	2	3	-	-	-	Arcilla arenosa gris y marron oscuro con oxidaciones ,humedad alta
2 - 3,00	SPT		3	8	9	11	-	-	-	Arcilla arenosa gris y marron oscuro con oxidaciones ,humedad alta
3 - 4,00	SPT		4	10	11	12	-	-	-	Arcilla arenosa gris y marron oscuro con oxidaciones ,humedad alta
4- 5,00	SPT		5	7	9	12	-	-	-	Arcilla arenosa gris y marron oscuro con oxidaciones ,humedad alta
5 - 6,00	SPT		6	6	8	10	-	-	-	Arcilla arenosa gris y marron oscuro con oxidaciones ,humedad alta

Observaciones :	No se encontró nivel freático	**Reviso:**	

REGISTRO DE EXPLORACIÓN

GRUPO ARTINCO S.A.S	
Sondeo	P3
Operador	Julian Gil
Ingeniero	Daniel Bravo
Localización	Viotá, Cundinamarca
Coordenadas	4°26'31.89"N 74°31'39.28"O

PROYECTO: REALIZAR LOS ESTUDIOS DE SUELOS, PATOLOGÍA ESTRUCTURAL Y VULNERABILIDAD SÍSMICA, CÁLCULO DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL, DISEÑO DE SISTEMAS DE REDES ELÉCTRICAS, HIDROSANITARIAS Y RCI; DEL CENTRO REGIONAL DE ATENCIÓN A VÍCTIMAS CRAV. DEL MUNICIPIO DE VIOTÁ - CUNDINAMARCA

CÓDIGO FORMATO:	TM-002
VERSIÓN FORMATO:	V-01
FECHA INICIO:	28/12/2023
FECHA FIN:	28/12/2023
HOJA No.	3
DE	3

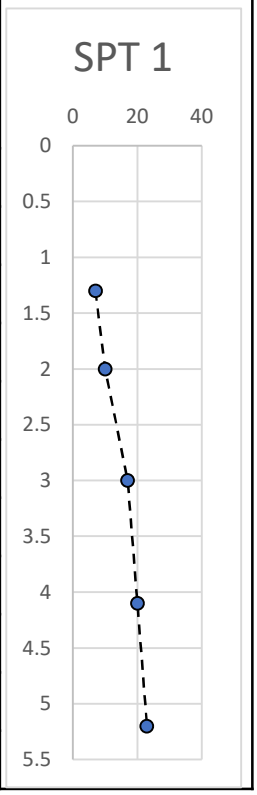
Profundidad m.	Herramienta	Nivel freático	Muestra No.	Número de golpes para muestreador 15	30	45	Revestimiento	Golpes/30 cm para revestimiento	Color del agua	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL
0 - 1,00	SPT		1				-	-	-	Relleno, limo arenoso color marrón , grisacio contaminado con basura y escombros con humedad baja
1 - 2,00	SPT		2	6	6	7	-	-	-	Arcilla arenosa marrón grisacio con oxidaciones y humedad media
2 - 3,00	SPT		3	6	7	9	-	-	-	Arcilla arenosa marrón grisacio con oxidaciones y humedad media
3 - 3,50	SPT		4	16	25	55 RR	-	-	-	Arcilla arenosa marrón grisacio con oxidaciones y humedad media

Observaciones : No se encontró nivel freático **Reviso:**

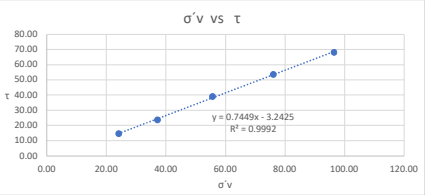
ANEXO 3

Grupo Artinco S.A.S.
PBX: (604) 2668100
Cra 43ª No 1 Sur – 31 Oficina 205
Edificio BBVA el Poblado P.H.
Medellín - Colombia

REGISTRO DE PERFORACIÓN												
Operador				Julian Gil	REALIZAR LOS ESTUDIOS DE SUELOS, DEL CENTRO REGIONAL DE ATENCIÓN A VÍCTIMAS CRAV. DEL MUNICIPIO DE VIOTÁ - CUNDINAMARCA							
Describio				Ing. Sebastian Villegas								
Revisó				Ing. Daniel Bravo								
Localización				4°26'31.10"N 74°31'39.09"O								P1
Fecha Inicio				28/12/2023								Página 1/3
Profundidad	Muestra No.	Simbolo	Nivel freatico	Descripción del material	Muestrador o Corona	SPT				Recuperación [%]	RQD [%]	
						Golpes/0,15			N SPT (Golpes/pie)			
0					AP							
1	1				SPT	3	4	3	7			
1.45												
1.7	2				SPT	4	5	5	10			
2.15												
2.7	3			Arcilla arenosa gris oscuro o medio con oxidaciones y humedad alta s	SPT	6	8	9	17			
3.15												
3.8	4				SPT	9	10	10	20			
4.25												
4.9	5				SPT	10	11	12	23			
5.35												

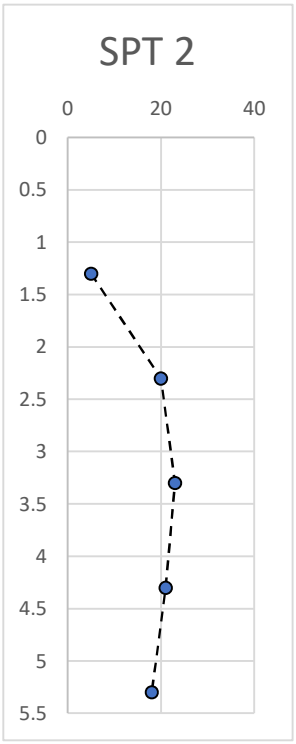


Profundidad		N de campo (golpes/pie)	γh (kN/m3)	σt (kpa)	μ (kpa)	σ´v (kpa)	Rs	K	K*Log(Rs)	Cn	N1	N1 (45)	Φ (°)	τ(kpa)	N1 (60)	E (KPa)	C´(Kpa)	ϕ (°)	E (KPa)
Inicial	Final																		
0	1.7	7	18.55	24.12	0	24.12	0.238	1.41	-0.879	1.88	13.2	13.2	31.36	14.70	8.4	3354	4.40	36.7	5087
1.7	2.7	10	18.55	37.10	0	37.10	0.366	1.41	-0.615	1.62	16.2	16.2	32.59	23.72	10.3	4119			
2.7	3.8	17	18.55	55.65	0	55.65	0.549	1.41	-0.367	1.37	23.2	23.2	35.10	39.12	14.8	5926			
3.8	4.9	20	18.55	76.06	0	76.06	0.751	1.41	-0.176	1.18	23.5	23.5	35.19	53.64	15.0	5996			
4.9	6	23	18.55	96.46	0	96.46	0.952	1.41	-0.030	1.03	23.7	23.7	35.25	68.17	15.1	6042			

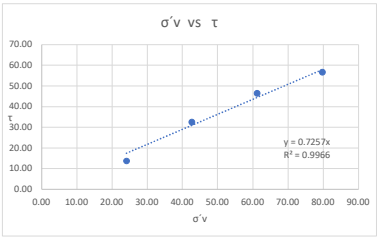


REGISTRO DE PERFORACIÓN												
Operador				Julian Gil	REALIZAR LOS ESTUDIOS DE SUELOS, DEL CENTRO REGIONAL DE ATENCIÓN A VÍCTIMAS CRAV. DEL MUNICIPIO DE VIOTÁ - CUNDINAMARCA							
Describio				Ing. Sebastian Villegas								
Revisó				Ing. Daniel Bravo								
Localización				4°26'31.46"N 74°31'38.99"O								P2
Fecha Inicio				28/12/2023								Página 2/3

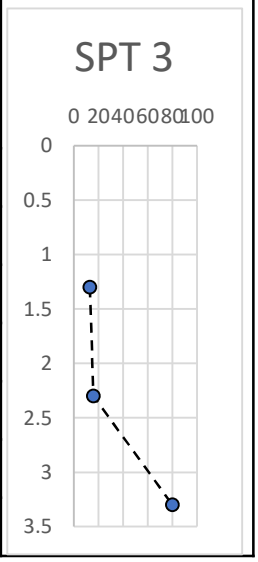
Profundidad	Muestra No.	Simbolo	Nivel freatico	Descripción del material	Muestrador o Corona	SPT				Recuperación [%]	RQD [%]
						Golpes/0,15			N SPT (Golpes/pie)		
0				Arena limosa de color gris con betas color blanco	AP						
1	1				SPT	2	2	3	5		
1.45											
2	2				SPT	8	9	11	20		
2.45											
3	3				SPT	10	11	12	23		
3.45											
4	4				SPT	7	9	12	21		
4.45											
5	5				SPT	6	8	10	18		
5.45											



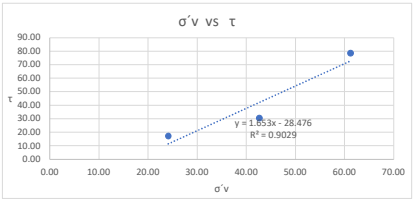
Profundidad		N de campo (golpes/pie)	γh (kN/m3)	σt (kpa)	μ (kpa)	σ´v (kpa)	Rs	K	K*Log(Rs)	Cn	N1	N1 (45)	Φ (°)	τ(kpa)	N1 (60)	E (KPa)	C´(Kpa)	ϕ (°)	E (KPa)
Inicial	Final																		
1	1.45	5	18.55	24.12	0	24.12	0.238	1.41	-0.879	1.88	9.4	9.4	29.60	13.70	6.0	2396			
2	2.45	20	18.55	42.67	0	42.67	0.421	1.41	-0.530	1.53	30.6	30.6	37.33	32.54	19.5	7801			
3	3.45	23	18.55	61.22	0	61.22	0.604	1.41	-0.309	1.31	30.1	30.1	37.19	46.45	19.2	7675	7.92	34.3	5737
4	4.45	21	18.55	79.77	0	79.77	0.787	1.41	-0.147	1.15	24.1	24.1	35.37	56.63	15.3	6140			
5	5.45	18	18.55	98.32	0	98.32	0.970	1.41	-0.018	1.02	18.3	18.3	33.42	64.87	11.7	4675			



REGISTRO DE PERFORACIÓN											
Operador				Julian Gil	REALIZAR LOS ESTUDIOS DE SUELOS, DEL CENTRO REGIONAL DE ATENCIÓN A VÍCTIMAS CRAV. DEL MUNICIPIO DE VIOTÁ - CUNDINAMARCA						
Describio				Ing. Sebastian Villegas							
Revisó				Ing. Daniel Bravo							
Localización				4°26'31.89"N 74°31'39.28"O							P3
Fecha Inicio				28/12/2023							Página 3/3
Profundidad	Muestra No.	Simbolo	Nivel freatico	Descripción del material	Muestrador o Corona	SPT Golpes/0,15			N SPT (Golpes/pie)	Recuperación [%]	RQD [%]
0				Arcilla arenosa de color amarillo claro con zonas grises	AP						
1	1				SPT	6	6	7	13		
1.45											
2	2				SPT	6	7	9	16		
2.45											
3	3				SPT	16	25	55	80		
3.45											



Profundidad		N de campo (golpes/pie)	γh (kN/m3)	σt (kpa)	μ (kpa)	σ´v (kpa)	Rs	K	K*Log(Rs)	Cn	N1	N1 (45)	Φ (°)	τ(kpa)	N1 (60)	E (KPa)	C´(Kpa)	ϕ (°)	E (KPa)
Inicial	Final																		
1	1.45	13	18.55	24.12	0	24.12	0.238	1.41	-0.879	1.88	24.4	24.4	35.49	17.19	15.6	6229	19.70	28.6	6235
2	2.45	16	18.55	42.67	0	42.67	0.421	1.41	-0.530	1.53	24.5	24.5	35.50	30.43	15.6	6241			
3	3.45	80	18.55	61.22	0	61.22	0.604	1.41	-0.309	1.31	104.7	104.7	52.06	78.52	66.7	26695			



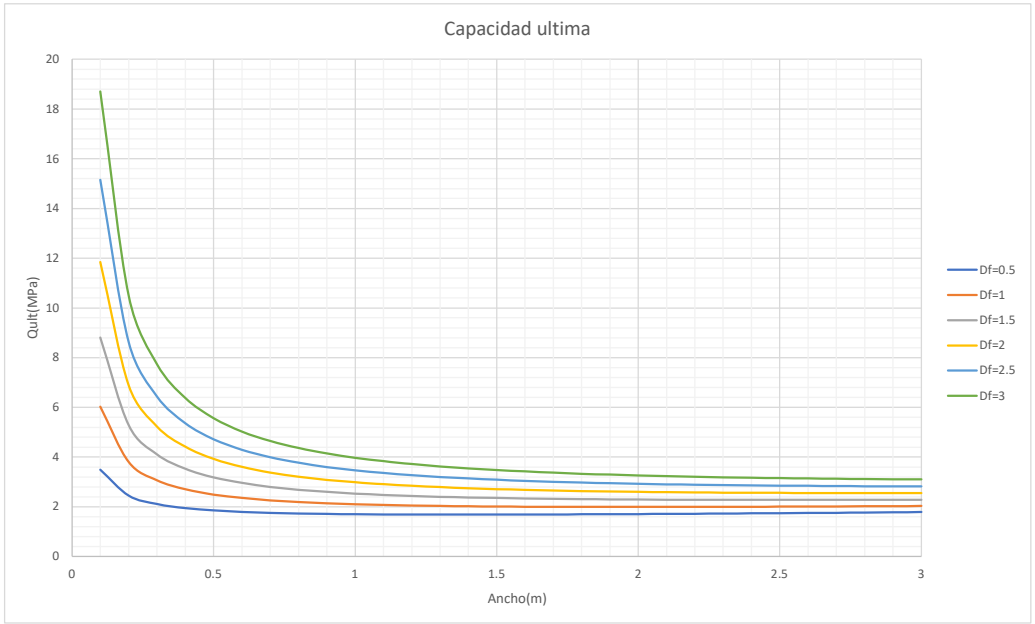
Carga ultima (Mpa)						
Ancho B(m)	**Profundidad Df(m)**					
	0.5	**1**	**1.5**	**2**	**2.5**	**3**
0.5	1.855	2.494	3.185	3.926	4.720	5.564
1	1.701	2.104	2.533	2.987	3.467	3.973
1.5	1.687	2.012	2.353	2.711	3.087	3.480
2	1.709	1.994	2.291	2.602	2.925	3.261
2.5	1.744	2.005	2.277	2.559	2.851	3.153
3	1.787	2.032	2.286	2.549	2.820	3.100

Carga ultima (ton/m2)						
Ancho B(m)	**Profundidad Df(m)**					
	0.5	**1**	**1.5**	**2**	**2.5**	**3**
0.5	189.093	254.237	324.621	400.247	481.113	567.220
1	173.396	214.467	258.158	304.469	353.401	404.953
1.5	172.001	205.047	239.841	276.381	314.668	354.702
2	174.182	203.216	233.560	265.214	298.179	332.454
2.5	177.793	204.419	232.094	260.817	290.588	321.408
3	182.119	207.140	233.036	259.804	287.447	315.962

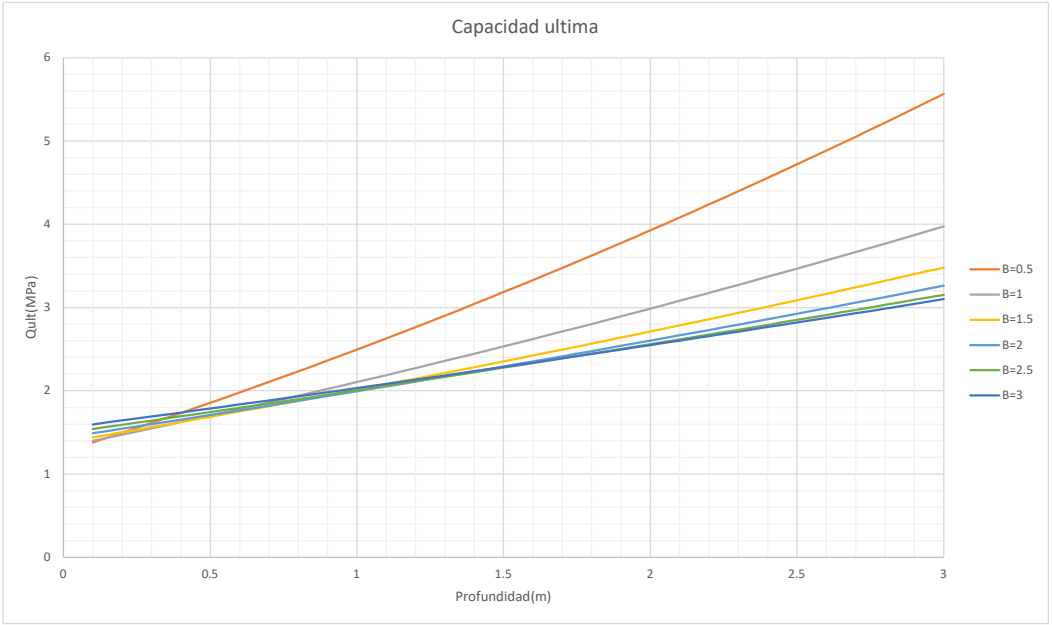
Carga admisible (Mpa)						
Ancho B(m)	**Profundidad Df(m)**					
	0.5	**1**	**1.5**	**2**	**2.5**	**3**
0.5	0.618	0.831	1.062	1.309	1.573	1.855
1	0.567	0.701	0.844	0.996	1.156	1.324
1.5	0.562	0.671	0.784	0.904	1.029	1.160
2	0.570	0.665	0.764	0.867	0.975	1.087
2.5	0.581	0.668	0.759	0.853	0.950	1.051
3	0.596	0.677	0.762	0.850	0.940	1.033

Carga admisible (ton/m2)						
Ancho B(m)	**Profundidad Df(m)**					
	0.5	**1**	**1.5**	**2**	**2.5**	**3**
0.5	63.031	84.746	108.207	133.416	160.371	189.073
1	57.799	71.489	86.053	101.490	117.800	134.984
1.5	57.334	68.349	79.947	92.127	104.889	118.234
2	58.061	67.739	77.853	88.405	99.393	110.818
2.5	59.264	68.140	77.365	86.939	96.863	107.136
3	60.706	69.047	77.679	86.601	95.816	105.321

B/Df(m)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	1.1	1.2	1.3	1.4
0.1	1.6558656	2.09983526	2.55408751	3.01862235	3.49343978	3.97853979	4.47392239	4.97958758	5.49553535	6.02176572	6.55827867	7.10507421	7.66215234	8.22951305
0.2	1.46698995	1.70564919	1.94944972	2.19839155	2.45247467	2.71169909	2.9760648	3.2455718	3.5202201	3.80000969	4.08494057	4.37501275	4.67022622	4.97058099
0.3	1.41156038	1.58178282	1.75543278	1.93251027	2.11301529	2.29694784	2.48430792	2.67509552	2.86931066	3.06695333	3.26802352	3.47252125	3.6804465	3.89179929
0.4	1.38949234	1.52549637	1.66407104	1.80521637	1.94893234	2.09521895	2.24407622	2.39550413	2.54950268	2.70607189	2.86521174	3.02692224	3.19120338	3.35805517
0.5	1.3807689	1.49624189	1.61377139	1.73335742	1.85499995	1.97869901	2.10445459	2.23226668	2.36213529	2.49406041	2.62804206	2.76408022	2.9021749	3.0423261
0.6	1.37871777	1.4805034	1.58400279	1.68921594	1.79614286	1.90478354	2.01513799	2.1272062	2.24098818	2.35648392	2.47369343	2.5926167	2.71325374	2.83560454
0.7	1.38047939	1.47248832	1.5659662	1.66091302	1.75732879	1.85521349	1.95456713	2.05538972	2.15768124	2.26144171	2.36667112	2.47336947	2.58153676	2.69117299
0.8	1.38462397	1.46930039	1.55526214	1.64250921	1.7310416	1.82085932	1.91196236	2.00435072	2.09802441	2.19298342	2.28922775	2.38675741	2.48557239	2.5856727
0.9	1.39035719	1.46933054	1.54944641	1.63070479	1.71310567	1.79664907	1.88133497	1.96716338	2.05413431	2.14224774	2.23150369	2.32190214	2.4134431	2.50612657
1	1.39720246	1.47161336	1.54705253	1.62351994	1.70101562	1.77953956	1.85909176	1.93967221	2.02128092	2.1039179	2.18758313	2.27227662	2.35799837	2.44474837
1.1	1.4048565	1.47553449	1.54714725	1.6196948	1.69317713	1.76759423	1.84294612	1.91923279	1.99645424	2.07461047	2.15370148	2.23372728	2.31468785	2.3965832
1.2	1.41311711	1.48068433	1.54910844	1.61838942	1.68852729	1.75952204	1.83137367	1.90408219	1.97764759	2.05206987	2.12734903	2.20348507	2.280478	2.35832781
1.3	1.42184432	1.48677935	1.55250536	1.61902233	1.68633027	1.75442918	1.82331906	1.89299991	1.96347172	2.0347345	2.10678825	2.17963297	2.25326866	2.32769532
1.4	1.43093813	1.49361701	1.55703036	1.62117818	1.68606047	1.75167723	1.81802846	1.88511416	1.95293433	2.02148897	2.09077809	2.16080167	2.23155972	2.30305225
1.5	1.44032524	1.50104878	1.56245783	1.62455238	1.68733244	1.750798	1.81494907	1.87978564	1.94530773	2.01151531	2.07840841	2.14598701	2.21425111	2.28320072
1.6	1.44995064	1.50896326	1.56861854	1.62891649	1.68985709	1.75144036	1.81366629	1.87653488	1.94004613	2.00420004	2.06899662	2.13443586	2.20051776	2.26724232
1.7	1.45977228	1.51727527	1.57538311	1.63409581	1.69341337	1.75333579	1.81386306	1.8749952	1.93673219	1.99907404	2.06202075	2.12557231	2.18972874	2.25449002
1.8	1.46975747	1.52591855	1.58265089	1.63995449	1.69782934	1.75627545	1.81529281	1.87488143	1.9350413	1.99577242	2.0570748	2.11894844	2.18139333	2.24440947
1.9	1.47988036	1.5348408	1.59034243	1.64638525	1.70296926	1.76009446	1.81776084	1.87596842	1.93471718	1.99400713	2.05383827	2.1142106	2.17512412	2.23657882
2	1.49012032	1.54400018	1.59839417	1.65330229	1.70872453	1.76466091	1.82111142	1.87807605	1.93555482	1.99354771	2.05205474	2.11107589	2.17061117	2.23066059
2.1	1.50046061	1.5533628	1.60675464	1.66063612	1.71500726	1.76986803	1.82521846	1.88105853	1.93738825	1.99420762	2.05151664	2.1093153	2.16760361	2.22638156
2.2	1.51088755	1.56290095	1.61538175	1.66832993	1.7217455	1.77562846	1.82997882	1.88479656	1.94008169	1.99583422	2.05205413	2.10874144	2.16589613	2.22351822
2.3	1.52138985	1.57259175	1.62424071	1.67633675	1.72887985	1.78187003	1.83530727	1.88919158	1.94352296	1.99830141	2.05352693	2.10919952	2.16531918	2.2218859
2.4	1.53195807	1.58241609	1.63330255	1.68461746	1.7363608	1.78853258	1.84113281	1.89416147	1.94761858	2.00150413	2.05581812	2.11056055	2.16573142	2.22133074
2.5	1.54258432	1.59235797	1.64254293	1.69313919	1.74414675	1.79556561	1.84739578	1.89963725	1.95229003	2.00535411	2.05882949	2.11271618	2.16701417	2.22172346
2.6	1.55326189	1.60240382	1.65194123	1.70187413	1.75220251	1.80292637	1.85404572	1.90556055	1.95747086	2.00977666	2.06247795	2.11557472	2.16906697	2.22295471
2.7	1.56398509	1.61254208	1.66147992	1.71079859	1.76049809	1.81057844	1.86103962	1.91188163	1.96310449	2.01470818	2.0666927	2.11905807	2.17180426	2.2249313
2.8	1.57474902	1.62276286	1.67114395	1.71989226	1.76900782	1.81849061	1.86834063	1.91855789	1.96914238	2.02009411	2.07141308	2.12309928	2.17515272	2.22757339
2.9	1.58554947	1.63305762	1.68092035	1.72913765	1.77770953	1.82663597	1.87591699	1.92555258	1.97554274	2.02588747	2.07658677	2.12764065	2.1790491	2.23081212
3	1.59638278	1.64341896	1.69079789	1.73851958	1.78658402	1.83499121	1.88374115	1.93283385	1.9822693	2.0320475	2.08216845	2.13263216	2.18343862	2.23458784

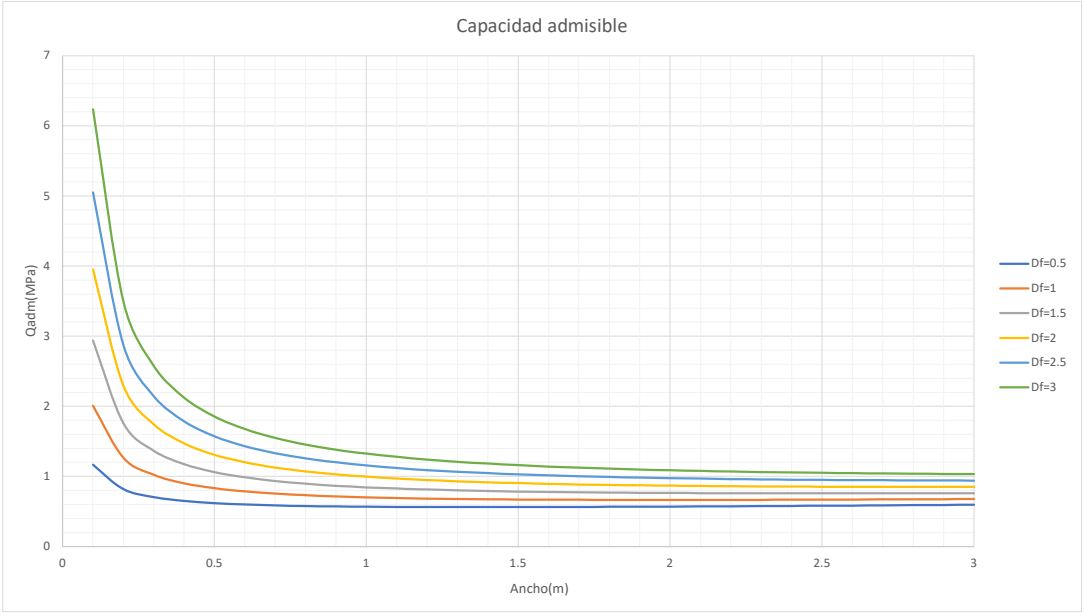


1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3
8.80715636	9.39508225	9.99329073	10.6017818	11.2205554	11.8496117	12.4889505	13.1385719	13.7984759	14.4686625	15.1491317	15.8398835	16.5409178	17.2522348	17.9738343	18.7057164
5.27607705	5.5867144	5.90249305	6.22341299	6.54947423	6.88067676	7.21702058	7.5585057	7.90513211	8.25689982	8.61380882	8.97585911	9.3430507	9.71538358	10.0928578	10.4754732
4.1065796	4.32478744	4.54642281	4.77148571	4.99997614	5.2318941	5.46723959	5.70601261	5.94821315	6.19384123	6.44289684	6.69537997	6.95129063	7.21062883	7.47339455	7.7395878
3.52747761	3.6994707	3.87403443	4.05116881	4.23087384	4.41314951	4.59799583	4.7854128	4.97540041	5.16795867	5.36308758	5.56078714	5.76105734	5.96389819	6.16930969	6.37729183
3.18453381	3.32879804	3.47511879	3.62349606	3.77392984	3.92642015	4.08096697	4.2375703	4.39623016	4.55694653	4.71971942	4.88454883	5.05143476	5.2203772	5.39137616	5.56443164
2.9596691	3.08544743	3.21293953	3.34214538	3.47306501	3.6056984	3.74004555	3.87610647	4.01388115	4.1533696	4.29457181	4.43748778	4.58211752	4.72846103	4.8765183	5.02628933
2.80227816	2.91485227	3.02889533	3.14440732	3.26138826	3.37983814	3.49975696	3.62114472	3.74400142	3.86832706	3.99412165	4.12138517	4.25011764	4.38031905	4.51198939	4.64512868
2.68705832	2.78972928	2.89368555	2.99892715	3.10545407	3.21326632	3.32236389	3.43274678	3.54441499	3.65736853	3.7716074	3.88713158	4.00394109	4.12203593	4.24141608	4.36208156
2.59995256	2.69492105	2.79103205	2.88828556	2.98668158	3.08622012	3.18690116	3.28872471	3.39169077	3.49579934	3.60105042	3.70744401	3.81498011	3.92365872	4.03347984	4.14444347
2.53252664	2.62133316	2.71116795	2.80203099	2.89392229	2.98684185	3.08078967	3.17576575	3.27177008	3.36880268	3.46686353	3.56595264	3.66607002	3.76721565	3.86938953	3.97259168
2.47941334	2.56317825	2.64787795	2.73351242	2.82008168	2.90758572	2.99602454	3.08539814	3.17570652	3.26694968	3.35912762	3.45224034	3.54628784	3.64127013	3.73718719	3.83403904
2.4370345	2.51659807	2.59701853	2.67829587	2.76043009	2.84342119	2.92726918	3.01197404	3.09753579	3.18395442	3.27122994	3.35936234	3.44835162	3.53819778	3.62890082	3.72046075
2.40291294	2.47892153	2.55572109	2.63331162	2.71169312	2.79086559	2.87082902	2.95158342	3.03312879	3.11546513	3.19859244	3.28251071	3.36721996	3.45272017	3.53901135	3.6260935
2.37527924	2.44824071	2.52193665	2.59636705	2.67153193	2.74743128	2.8240651	2.90143338	2.97953614	3.05837337	3.13794507	3.21825125	3.29929189	3.381067	3.46357658	3.54682064
2.35283584	2.42315646	2.49416259	2.56585422	2.63823136	2.71129401	2.78504216	2.85947582	2.93459498	3.01039965	3.08688982	3.1640655	3.24192669	3.32047338	3.39970558	3.47962329
2.33460954	2.40261943	2.47127197	2.54056718	2.61050505	2.68108558	2.75230877	2.82417463	2.89668315	2.96983432	3.04362816	3.11806467	3.19314383	3.26886566	3.34523014	3.42223729
2.31985616	2.38582716	2.45240301	2.51958373	2.5873693	2.65575973	2.72475502	2.79435517	2.86456017	2.93537004	3.00678476	3.07880434	3.15142877	3.22465807	3.29849222	3.37293123
2.30799687	2.37215553	2.43688544	2.5021866	2.56805902	2.6345027	2.70151763	2.76910381	2.83726125	2.90598994	2.97528989	3.04516109	3.11560355	3.18661727	3.25820223	3.33035846
2.29857472	2.3611118	2.42419008	2.48780954	2.55197019	2.61667203	2.68191506	2.74769928	2.81402468	2.88089128	2.94829906	3.01624803	3.0847382	3.15376955	3.22334209	3.29345581
2.29122413	2.3523018	2.4138936	2.47599953	2.53861959	2.60175378	2.6654021	2.72956454	2.79424112	2.85943183	2.92513666	2.99135563	3.05808872	3.12533595	3.1930973	3.26137278
2.28564916	2.34540641	2.40565331	2.46638985	2.52761604	2.58933188	2.65153737	2.7142325	2.77741728	2.8410917	2.90525578	2.9699095	3.03505286	3.10068588	3.16680854	3.23342085
2.28160769	2.34016456	2.39918882	2.45868046	2.5186395	2.57906593	2.63995975	2.70132095	2.76314955	2.82544554	2.88820892	2.95143969	3.01513785	3.0793034	3.14393634	3.20903667
2.2788997	2.33636056	2.39426849	2.4526235	2.51142557	2.57067471	2.63037092	2.6905142	2.75110454	2.81214196	2.87362644	2.935558	2.99793662	3.06076232	3.12403508	3.18775491
2.27735849	2.33381469	2.39069932	2.4480124	2.50575392	2.56392388	2.62252228	2.68154912	2.74100441	2.80088813	2.8612003	2.9219409	2.98310995	3.04470744	3.10673337	3.16918774
2.27684406	2.33237596	2.38831916	2.44467367	2.50143948	2.55861659	2.61620501	2.67420473	2.73261576	2.79143809	2.85067172	2.91031666	2.97037289	3.03084044	3.09171928	3.15300943
2.27723793	2.33191663	2.38699082	2.44246049	2.49832565	2.55458629	2.61124242	2.66829403	2.72574112	2.7835837	2.84182176	2.90045531	2.95948434	3.01890885	3.07872885	3.13894433
2.27843917	2.33232788	2.38659743	2.44124781	2.49627903	2.55169108	2.60748398	2.6636577	2.72021227	2.77714767	2.83446391	2.89216098	2.9502389	3.00869764	3.06753723	3.12675765
2.28036129	2.33351643	2.38703881	2.44092842	2.49518527	2.54980935	2.60480067	2.66015922	2.71588501	2.77197804	2.8284383	2.88526579	2.94246052	3.00002248	3.05795168	3.11624812
2.28292971	2.33540188	2.38822862	2.44140992	2.4949458	2.54883626	2.60308128	2.65768088	2.71263505	2.76794379	2.8236071	2.87962499	2.93599744	2.99272447	3.04980607	3.10724225
2.2860798	2.33791452	2.390092	2.44261222	2.4954752	2.54868093	2.60222942	2.65612066	2.71035465	2.76493139	2.81985089	2.87511313	2.93071814	2.98666589	3.0429564	3.09958966

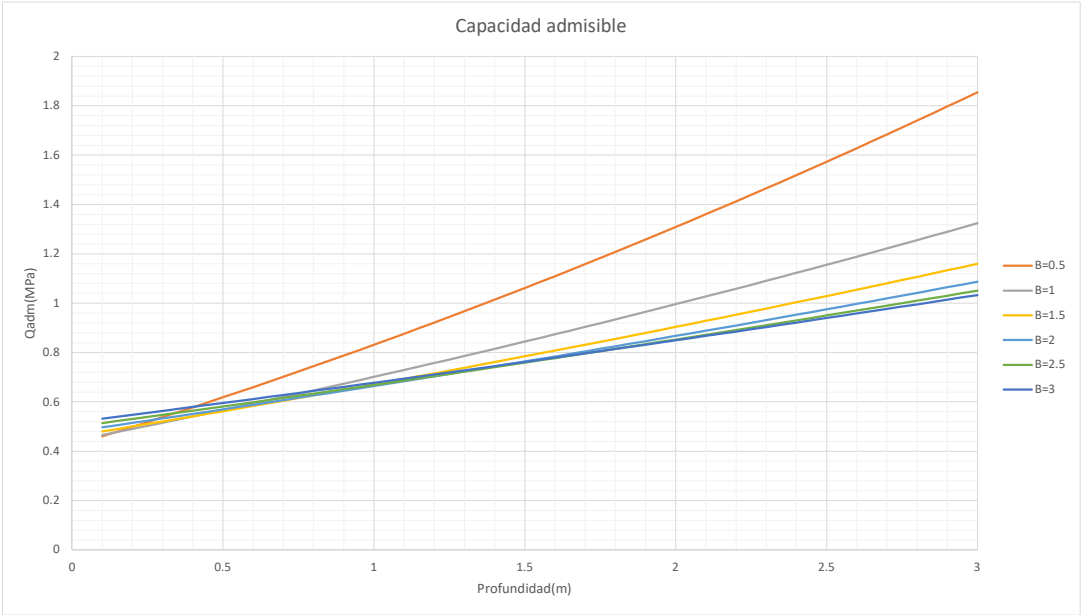


B/Df(m)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	1.1	1.2	1.3	1.4
0.1	0.551955201	0.699945088	0.851362504	1.00620745	1.164479925	1.32617993	1.491307463	1.659862526	1.831845118	2.00725524	2.18609289	2.36835807	2.554050779	2.743171018
0.2	0.48899665	0.56854973	0.649816575	0.732797184	0.817491557	0.903899696	0.992021599	1.081857267	1.173406699	1.266669896	1.361646857	1.458337584	1.556742074	1.65686033
0.3	0.470520128	0.527260939	0.585144259	0.64417009	0.70433843	0.765649279	0.828102639	0.891698508	0.956436887	1.022317776	1.089341175	1.157507083	1.226815501	1.297266429
0.4	0.463164113	0.50849879	0.554690348	0.601738789	0.649644112	0.698406317	0.748025405	0.798501375	0.849834228	0.902023962	0.955070579	1.008974079	1.06373446	1.119351724
0.5	0.460256301	0.498747297	0.537923798	0.577785805	0.618333318	0.659566337	0.701484862	0.744088892	0.787378429	0.831353471	0.876014019	0.921360073	0.967391633	1.014108699
0.6	0.459572591	0.493501132	0.528000929	0.56307198	0.598714287	0.634927848	0.671712664	0.709068735	0.74699606	0.785494641	0.824564476	0.864205567	0.904417912	0.945201512
0.7	0.460159795	0.490829441	0.521988734	0.553637675	0.585776262	0.618404496	0.651522377	0.685129905	0.719227081	0.753813903	0.788890372	0.824456489	0.860512252	0.897057663
0.8	0.461541322	0.489766796	0.518420712	0.547503068	0.577013866	0.606953105	0.637320785	0.668116907	0.699341469	0.730994473	0.763075917	0.795585803	0.82852413	0.861890899
0.9	0.463452396	0.489776848	0.516482137	0.543568262	0.571035223	0.598883022	0.627111657	0.655721128	0.684711436	0.714082581	0.743834562	0.773967379	0.804481034	0.835375525
1	0.465734154	0.490537788	0.515684175	0.541173315	0.567005208	0.593179853	0.619697252	0.646557404	0.673760308	0.701305965	0.729194376	0.757425539	0.785999455	0.814916124
1.1	0.4682855	0.491844829	0.515715751	0.539898266	0.564392375	0.589198078	0.614315374	0.639744264	0.665484747	0.691536824	0.717900495	0.744575759	0.771562616	0.798861068
1.2	0.471039037	0.493561445	0.516369479	0.539463141	0.56284243	0.586507347	0.610457891	0.634694063	0.659215862	0.684023289	0.709116343	0.734495024	0.760159333	0.786109269
1.3	0.473948106	0.495593118	0.517501786	0.539674111	0.562110091	0.584809728	0.60777302	0.630999969	0.654490574	0.678244834	0.702262751	0.726544324	0.751089554	0.775898439
1.4	0.476979378	0.497872337	0.51901012	0.540392727	0.562020156	0.58389241	0.606009487	0.628371387	0.650978111	0.673829658	0.696926029	0.720267224	0.743853242	0.767684083
1.5	0.480108413	0.500349593	0.520819275	0.541517459	0.562444145	0.583599333	0.604983023	0.626595215	0.648435909	0.670505104	0.692802802	0.715329002	0.738083703	0.761066907
1.6	0.48331688	0.502987753	0.522872847	0.542972162	0.563285697	0.583813453	0.604555429	0.625511626	0.646682043	0.668066681	0.68966554	0.711478619	0.733505919	0.755747439
1.7	0.486590762	0.505758423	0.525127704	0.544698604	0.564471124	0.584445263	0.604621022	0.624998399	0.645577397	0.666358013	0.687340249	0.708524104	0.729909579	0.751496673
1.8	0.489919156	0.508639518	0.527550298	0.546651497	0.565943114	0.585425149	0.605097603	0.624960475	0.645013765	0.665257474	0.685691601	0.706316146	0.727131109	0.748136491
1.9	0.493293455	0.511613602	0.530114145	0.548795084	0.56765642	0.586698152	0.60592028	0.625322805	0.644905726	0.664669043	0.684612757	0.704736866	0.725041372	0.745526275
2	0.496706773	0.514666726	0.532798056	0.551100762	0.569574845	0.588220304	0.607037139	0.626025351	0.64518494	0.664515905	0.684018246	0.703691964	0.723537058	0.743553529
2.1	0.500153537	0.5177876	0.53558488	0.553545375	0.571669085	0.589956012	0.608406154	0.627019511	0.645796085	0.664735874	0.683838879	0.703105099	0.722534535	0.742127187
2.2	0.503629184	0.520966985	0.538460582	0.556109976	0.573915167	0.591876154	0.609992939	0.62826552	0.646693898	0.665278073	0.684018044	0.702913812	0.721965377	0.741172739
2.3	0.507129949	0.524197249	0.541413571	0.558778916	0.576293284	0.593956676	0.61176909	0.629730527	0.647840987	0.666100471	0.684508977	0.703066506	0.721773059	0.740628634
2.4	0.510652691	0.527472031	0.544434185	0.561539152	0.578786933	0.596177527	0.613710936	0.631387158	0.649206194	0.667168043	0.685272707	0.703520183	0.721910474	0.740443579
2.5	0.514194774	0.530785991	0.547514309	0.564379728	0.581382249	0.598521871	0.615798594	0.633212418	0.650763343	0.668451369	0.686276497	0.704238726	0.722338056	0.740574487
2.6	0.517753964	0.534134607	0.550647077	0.567291375	0.584067502	0.600975456	0.618015239	0.635186849	0.652490288	0.669925555	0.687492649	0.705191572	0.723022323	0.740984902
2.7	0.521328362	0.537514028	0.553826639	0.570266196	0.586832698	0.603526146	0.620346539	0.637293878	0.654368162	0.671569392	0.688897567	0.706352688	0.723934755	0.741643767
2.8	0.524916339	0.540920955	0.557047982	0.573297422	0.589669273	0.606163536	0.62278021	0.639519297	0.656380795	0.673364705	0.690471027	0.70769976	0.725050905	0.742524462
2.9	0.528516489	0.544352541	0.560306784	0.576379217	0.592569842	0.608878657	0.625305662	0.641850859	0.658514246	0.675295823	0.692195591	0.70921355	0.7263497	0.74360404
3	0.532127595	0.547806321	0.563599298	0.579506526	0.595528006	0.611663736	0.627913717	0.644277949	0.660756432	0.677349166	0.694056152	0.710877388	0.727812875	0.744862613

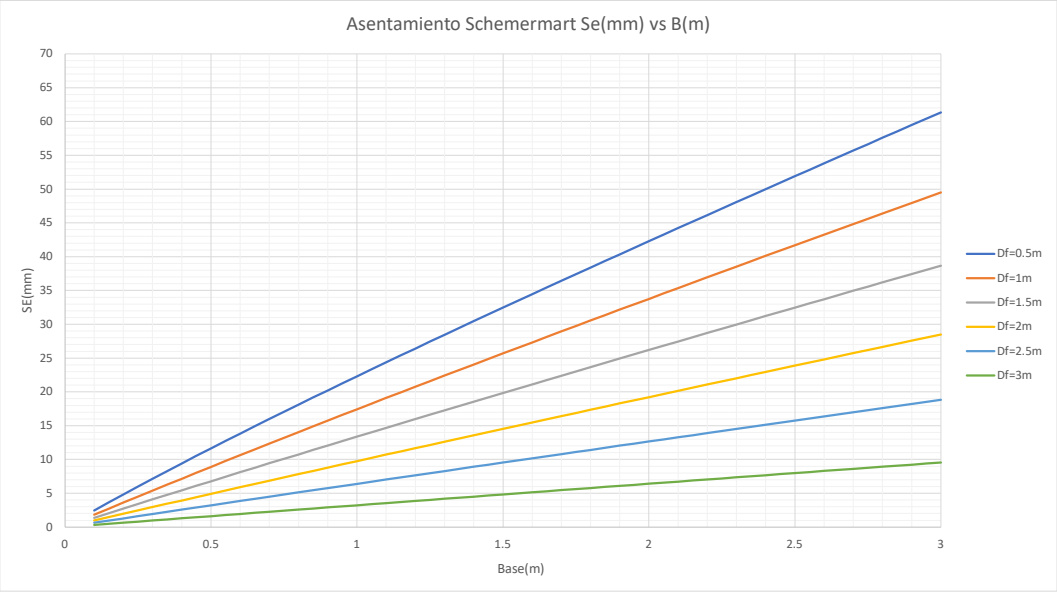
Base



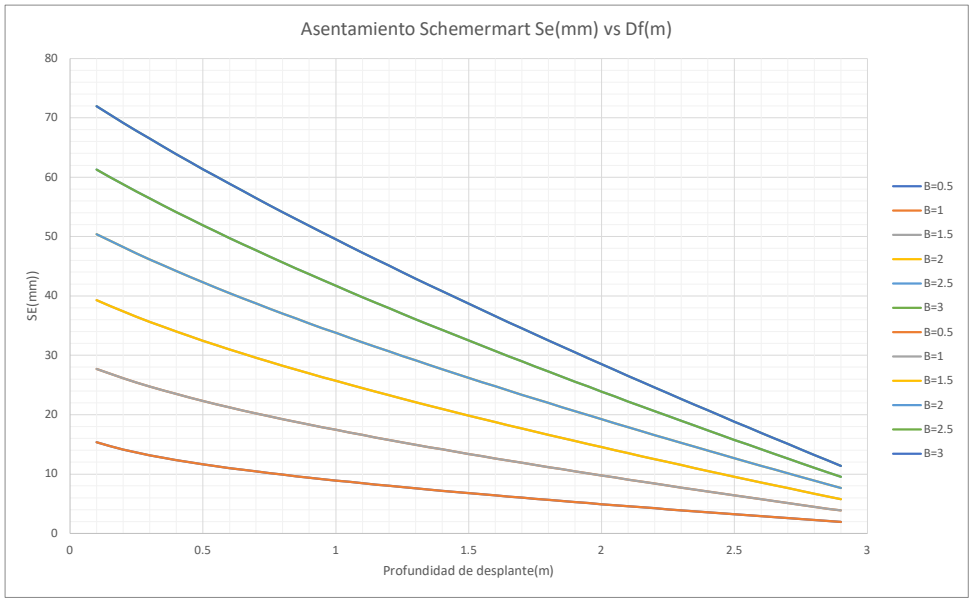
1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3
2.935718786	3.131694082	3.331096909	3.533927264	3.740185149	3.949870563	4.162983506	4.379523979	4.599491981	4.822887512	5.049710572	5.279961162	5.513639281	5.750744929	5.991278106	6.235238813
1.75869235	1.862238135	1.967497684	2.074470998	2.183158077	2.29355892	2.405673528	2.5195019	2.635044038	2.752299939	2.871269606	2.991953037	3.114350233	3.238461193	3.364285918	3.491824407
1.368859866	1.441595814	1.515474271	1.590495238	1.666658714	1.7439647	1.822413197	1.902004202	1.982737718	2.064613743	2.147632278	2.231793323	2.317096878	2.403542942	2.491131516	2.5798626
1.175825871	1.233156899	1.29134481	1.350389603	1.410291279	1.471049837	1.532665277	1.5951376	1.658466804	1.722652892	1.787695861	1.853595713	1.920352447	1.987966063	2.056436562	2.125763943
1.06151127	1.109599348	1.158372931	1.20783202	1.257976615	1.308806716	1.360322322	1.412523435	1.465410053	1.518982177	1.573239807	1.628182943	1.683811585	1.740125733	1.797125386	1.854810546
0.986556367	1.028482477	1.070979842	1.114048462	1.157688336	1.201899466	1.24668185	1.292035489	1.337960383	1.384456532	1.431523936	1.479162594	1.527372508	1.576153676	1.6255061	1.675429778
0.93409272	0.971617425	1.009631776	1.048135775	1.087129421	1.126612713	1.166585653	1.20704824	1.248000474	1.289442355	1.331373882	1.373795057	1.416705879	1.460106348	1.503996464	1.548376227
0.895686108	0.929909758	0.96456185	0.999642383	1.035151357	1.071088772	1.107454629	1.144248926	1.181471665	1.219122845	1.257202465	1.295710528	1.334647031	1.374011975	1.413805361	1.454027188
0.866650852	0.898307016	0.930344017	0.962761854	0.995560528	1.028740039	1.062300386	1.096241569	1.130563589	1.165266446	1.200350139	1.235814669	1.271660036	1.307886239	1.344493279	1.381481155
0.844175546	0.873777721	0.903722649	0.93401033	0.964640763	0.99561395	1.02692989	1.058588582	1.090590028	1.122934226	1.155621177	1.188650881	1.222023338	1.255738549	1.289796511	1.324197227
0.826471112	0.854392751	0.882625983	0.911170808	0.940027227	0.96919524	0.998674846	1.028466046	1.058568839	1.088983226	1.119709207	1.150746781	1.182095948	1.213756709	1.245729064	1.278013012
0.812344833	0.838866024	0.865672843	0.892765289	0.920143363	0.947807063	0.975756392	1.003991348	1.032511931	1.061318142	1.09040998	1.119787445	1.149450538	1.179399259	1.209633607	1.240153582
0.80097098	0.826307178	0.851907031	0.877770541	0.903897707	0.930288528	0.956943006	0.98386114	1.01104293	1.038488377	1.066197479	1.094170237	1.122406652	1.150906723	1.179670449	1.208697832
0.791759748	0.816080237	0.840645549	0.865455684	0.890510643	0.915810426	0.941355032	0.967144462	0.993178715	1.019457791	1.045981692	1.072750415	1.099763962	1.127022333	1.154525527	1.182273545
0.784278612	0.80771882	0.831387529	0.855284741	0.879410454	0.903764669	0.928347386	0.953158606	0.978198327	1.00346655	1.028963275	1.054688502	1.080642231	1.106824461	1.133235194	1.159874429
0.77820318	0.800873142	0.823757324	0.846855727	0.87016835	0.893695194	0.917436258	0.941391543	0.965561049	0.989944775	1.014542722	1.039354889	1.064381277	1.089621885	1.115076714	1.140745764
0.773285386	0.795275719	0.817467671	0.839861243	0.862456434	0.885253244	0.908251673	0.931451722	0.954853391	0.978456678	1.002261585	1.026268112	1.050476258	1.074886023	1.099497407	1.124310411
0.769332291	0.790718509	0.812295146	0.834062201	0.856019674	0.878167565	0.900505875	0.923034603	0.945753749	0.968663314	0.991763297	1.015053698	1.038534518	1.062205755	1.086067412	1.110119486
0.766191573	0.787037268	0.808063359	0.829269846	0.85065673	0.87222401	0.893971686	0.915899759	0.938008227	0.960297092	0.982766354	1.005416011	1.028246065	1.051256515	1.074447362	1.097818605
0.763741376	0.7841006	0.8046312	0.825333177	0.84620653	0.867251259	0.888467365	0.909854848	0.931413707	0.953143942	0.975045554	0.997118543	1.019362907	1.041778649	1.064365766	1.087124261
0.761883055	0.781802138	0.801884437	0.822129951	0.842538681	0.863110627	0.883845789	0.904744166	0.925805759	0.947030568	0.968418592	0.989969832	1.011684288	1.033561959	1.055602846	1.077806949
0.760535898	0.780054853	0.799729606	0.819560155	0.8395465	0.859688643	0.879986582	0.900440318	0.921049851	0.941815181	0.962736307	0.983813231	1.005045951	1.026434468	1.047978781	1.069678892
0.759633232	0.778786854	0.798089498	0.817541166	0.837141856	0.856891569	0.876790306	0.896838065	0.917034848	0.937380653	0.957875482	0.978519333	0.999312208	1.020254105	1.041345026	1.062584969
0.759119497	0.777938229	0.796899774	0.816004133	0.835251306	0.854641293	0.874174093	0.893849708	0.913668136	0.933629377	0.953733432	0.973980301	0.994369984	1.014902481	1.035577791	1.056395915
0.758948019	0.777458653	0.796106387	0.814891223	0.83381316	0.852872198	0.872068338	0.891401578	0.91087192	0.930479363	0.950223907	0.970105552	0.990124298	1.010280146	1.030573094	1.051003144
0.759079309	0.777305544	0.795663607	0.814153498	0.832775217	0.851528764	0.870414139	0.889431342	0.908580374	0.927861233	0.94727392	0.966818436	0.986494779	1.006302951	1.026242951	1.046314778
0.759479724	0.777442627	0.795532476	0.81374927	0.832093009	0.850563695	0.869161325	0.887885901	0.906737423	0.92571589	0.944821303	0.964053662	0.983412965	1.002899215	1.02251241	1.04225255
0.760120431	0.777838812	0.795679604	0.813642808	0.831728424	0.849936451	0.86826689	0.886719741	0.905295004	0.923992679	0.942812765	0.961755263	0.980820173	1.000007495	1.019317228	1.038749373
0.760976571	0.778467293	0.796076205	0.813803308	0.831648602	0.849612086	0.867693761	0.885893626	0.904211683	0.92264793	0.941202367	0.959874995	0.978665814	0.997574824	1.016602024	1.035747415
0.762026602	0.779304842	0.796697333	0.814204074	0.831825067	0.849560311	0.867409806	0.885373552	0.903451549	0.921643796	0.939950295	0.958371045	0.976906046	0.995555297	1.0143188	1.033196554



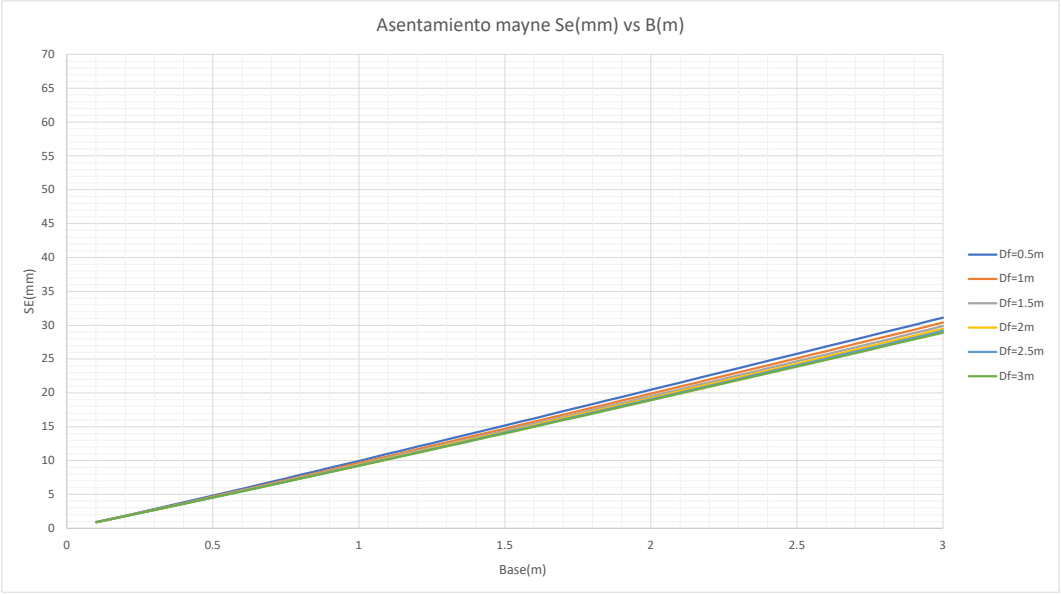
Profundidad de desplante(m) / Base zapata(m)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6
0.1	3.73957056	3.19349107	2.86980785	2.63730856	2.45292165	2.29772036	2.16188448	2.03973179	1.9277094	1.82346276	1.7253592	1.63222478	1.5431899	1.45759425	1.37492583	1.29478042
0.2	6.96094944	6.13598444	5.58858399	5.17308426	4.83283671	4.5405299	4.28112476	4.04554905	3.82795208	3.6243628	3.43197481	3.24873868	3.07311665	2.90392832	2.74024985	2.58134605
0.3	9.91097723	8.91136371	8.19522331	7.62859884	7.1526375	6.73680908	6.3634514	6.02152278	5.70370709	5.40493206	5.1215511	4.85086339	4.59081839	4.33982621	4.09663177	3.86022883
0.4	12.6925568	11.567327	10.7152996	10.0190823	9.42208826	8.89316357	8.41351825	7.97103662	7.55749681	7.16708915	6.79557164	6.43976178	6.09721689	5.7660254	5.44466617	5.1319111
0.5	15.358496	14.1335365	13.1664978	12.355799	11.6487539	11.0148882	10.4351539	9.89693183	9.39147472	8.91249472	8.45533548	8.01646211	7.59313415	7.18318842	6.78489066	6.39683149
0.6	17.9395846	16.6296837	15.5615439	14.6473066	13.8386099	13.1062896	12.431544	11.8016163	11.2074934	10.6425953	10.1019861	9.58187781	9.07930614	8.59191255	8.11779283	7.65539001
0.7	20.4554055	19.0695087	17.909896	16.9002557	15.9964558	15.1709158	14.405367	13.6871476	13.0071574	12.3586582	11.7365353	11.1368238	10.5563943	9.99273799	9.44381624	8.90795238
0.8	22.9192258	21.4629829	20.218773	19.1199146	18.1262034	17.2117238	16.358895	15.5552974	14.7918656	14.0617997	13.359882	12.6820299	12.024995	11.3861549	10.7633655	10.1548538
0.9	25.3404761	23.8175762	22.4938095	21.310527	20.2310816	19.2312029	18.2940717	17.4076015	16.5628441	15.7530079	14.9728289	14.2181523	13.4856479	12.7726093	12.0768106	11.3964022
1	27.7261173	26.1390333	24.7394884	23.4755606	22.3137865	21.2314678	20.2125727	19.2453998	18.3211738	17.4331615	16.576095	15.7457832	14.938843	14.152508	13.3844909	12.6328812
1.1	30.0814458	28.4318699	26.9594352	25.6178859	24.3765919	23.2143303	22.1158518	21.069868	20.0678122	19.1030452	18.1703272	17.2654584	16.385026	15.5262234	14.6867179	13.8645524
1.2	32.4105938	30.6997031	29.1566242	27.7399053	26.4214332	25.181354	24.0051789	22.8820431	21.8036113	20.7633625	19.7561094	18.7776644	17.824604	16.894097	15.983779	15.0916576
1.3	34.7168532	32.9454768	31.3335265	29.8436503	28.449971	27.1338974	25.8816692	24.6828447	23.5293322	22.4147467	21.3339703	20.2828444	19.2579493	18.2564424	17.275939	16.3144211
1.4	37.0028933	35.1716212	33.492218	31.930854	30.4636412	29.0731488	27.7463074	26.4730913	25.2456582	24.0577697	22.9043902	21.7814029	20.6854036	19.6135489	18.563443	17.5330506
1.5	39.2709122	37.3801666	35.6344599	34.003007	32.4636934	31.0001528	29.5999675	28.2535154	26.9532043	25.6929495	24.4678067	23.2737103	22.107281	20.9656834	19.8465181	18.7477396
1.6	41.5227436	39.5728284	37.76176	36.061401	34.4512223	32.9158332	31.4434284	30.0247743	28.6525265	27.320757	26.0246195	24.7601066	23.5238712	22.3130927	21.125375	19.958668
1.7	43.7599355	41.7510695	39.8754191	38.1071625	36.4271917	34.8210106	33.2773873	31.7874605	30.3441286	28.9416215	27.5751947	26.2409043	24.9354414	23.6560058	22.4002099	21.1660037
1.8	45.9838078	43.9161486	41.9765681	40.1412806	38.3924554	36.7164173	35.1024709	33.5421099	32.0284689	30.5559353	29.1198683	27.7163918	26.3422392	24.9946352	23.6712051	22.3699037
1.9	48.1954963	46.0691568	44.0661963	42.1646279	40.3477728	38.6027096	36.9192445	35.2892087	33.7059655	32.1640578	30.6589497	29.1868353	27.7444938	26.3291785	24.9385312	23.5705146
2	50.3959865	48.211047	46.1451745	44.1779788	42.2938227	40.480478	38.7282196	37.0291991	35.3770006	33.7663192	32.1927242	30.6524815	29.1424184	27.6598198	26.2023471	24.7679739
2.1	52.5861395	50.3426568	48.2142736	46.1820236	44.2312143	42.3502557	40.5298608	38.762485	37.0419246	35.3630236	33.7214555	32.1135588	30.5362111	28.986731	27.4628018	25.9624106
2.2	54.766713	52.4647261	50.2741791	48.1773804	46.1604963	44.2125257	42.3245912	40.4894358	38.7010596	36.9544514	35.2453876	33.5702798	31.9260568	30.3100727	28.7200348	27.1539457
2.3	56.9383775	54.5779129	52.3255041	50.164605	48.0821651	46.0677273	44.1127973	42.2103906	40.3547025	38.5408621	36.7647472	35.0228422	33.3121279	31.6299953	29.9741771	28.3426931
2.4	59.1017296	56.6828047	54.3687986	52.144199	49.9966709	47.9162609	45.8948331	43.9256611	42.003127	40.1224959	38.2797448	36.4714303	34.6945856	32.9466396	31.2253516	29.5287602
2.5	61.257303	58.7799284	56.4045587	54.1166167	51.9044235	49.7584924	47.6710236	45.6355348	43.6465868	41.6995761	39.7905765	37.9162162	36.0735809	34.2601378	32.4736742	30.712248
2.6	63.4055772	60.8697591	58.4332328	56.082271	53.805797	51.5947576	49.441668	47.3402772	45.2853167	43.2723099	41.2974252	39.3573609	37.4492554	35.5706143	33.7192536	31.893252
2.7	65.5469849	62.952726	60.4552284	58.0415383	55.7011339	53.4253649	51.2070423	49.040134	46.9195349	44.8408907	42.8004616	40.7950153	38.8217418	36.878186	34.9621928	33.0718622
2.8	67.6819181	65.0292191	62.4709165	59.9947629	57.5907487	55.2505986	52.9674016	50.7353333	48.5494445	46.4054987	44.2998456	42.2293206	40.1911651	38.182963	36.2025886	34.2481641
2.9	69.8107331	67.0995935	64.480636	61.9422605	59.4749305	57.0707209	54.7229823	52.4260869	50.1752346	47.9663026	45.795727	43.6604096	41.5576428	39.4850493	37.4405329	35.4222382
3	71.933755	69.1641737	66.4846976	63.8843211	61.3539462	58.8859749	56.4740039	54.1125921	51.797082	49.5234599	47.2882462	45.0884073	42.9212857	40.7845428	38.6761122	36.5941612



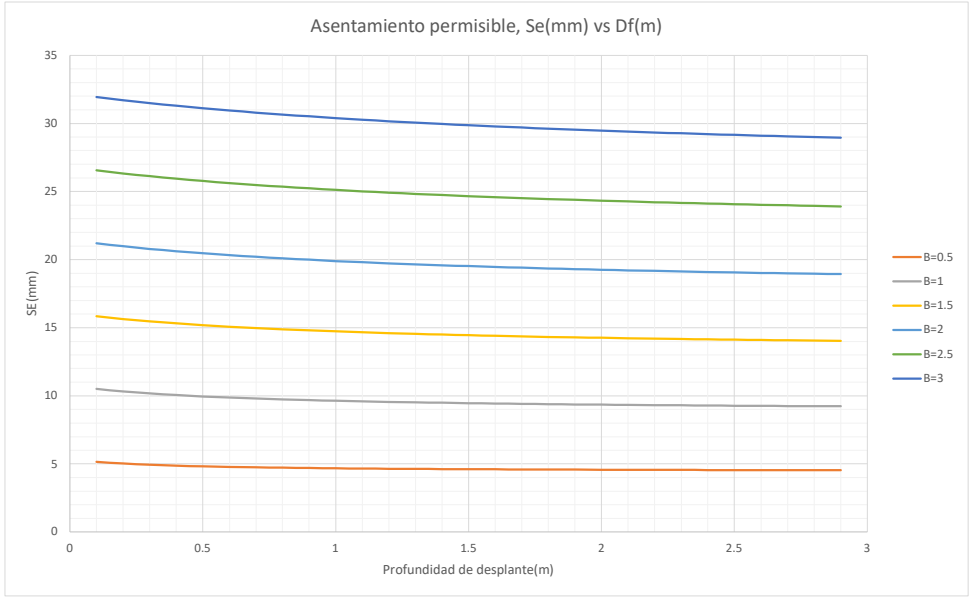
1.7	1.8	1.9	2	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3
1.21683391	1.14082294	1.06653092	0.99377791	0.92241306	0.85230887	0.78335683	0.71546406	0.64855061	0.58254742	0.51739461	0.45304016	0.3894388	0.3265512
2.42662334	2.27559641	2.127864	1.98309116	1.84099586	1.70133885	1.56391582	1.42855135	1.29509407	1.16341285	1.03339382	0.90493781	0.77795846	0.6523806
3.62979963	3.4046717	3.18428627	2.96817475	2.75594099	2.54724775	2.34180611	2.13936727	1.93971599	1.74266542	1.54805293	1.35573671	1.16559303	0.97751409
4.826756	4.52837064	4.23606183	3.94924575	3.66742701	3.39018238	3.11714819	2.8480104	2.58249668	2.32037012	2.0614241	1.80547817	1.55237471	1.30197619
6.01785192	5.64698876	5.28343419	4.92650512	4.57561976	4.2302795	3.89005462	3.5545731	3.22351156	2.89658813	2.5735565	2.25420126	1.93833399	1.62579016
7.20341674	6.76079802	6.32662837	5.90013917	5.48067353	5.06766673	4.66063075	4.25914202	3.86283156	3.47137709	3.08449656	2.7019429	2.32349979	1.9489781
8.38375301	7.87004929	7.36585268	6.87032098	6.38273208	5.90246334	5.42897528	4.96179854	4.50052343	4.0447914	3.59428818	3.1487381	2.70789951	2.271561
9.5591392	8.97497438	8.40130029	7.83721159	7.28192958	6.73478094	6.19518081	5.66261921	5.13665009	4.61688242	4.10297289	3.59462001	3.09155919	2.59355881
10.7298322	10.0757879	9.43315071	8.8009611	8.17839143	7.56472411	6.95933431	6.36167607	5.77127092	5.1876987	4.61059003	4.03962009	3.47450357	2.91499052
11.8960695	11.1726891	10.461571	9.7617096	9.072235	8.39239098	7.72151762	7.05903705	6.40444198	5.7572862	5.11717688	4.48376821	3.85675617	3.23587423
13.0580711	12.2658628	11.4867167	10.719588	9.96357029	9.21787377	8.48180776	7.75476624	7.03621628	6.32568843	5.62276883	4.92709278	4.23833938	3.55622718
14.2160409	13.3554814	12.5087334	11.674719	10.8525005	10.0412592	9.24027735	8.44892417	7.666644	6.89294665	6.12739946	5.36962078	4.61927454	3.87606581
15.3701686	14.4417053	13.5277569	12.6272174	11.7391227	10.8626289	9.99699493	9.14156809	8.29577265	7.45910001	6.63110071	5.81137792	4.99958195	4.19540582
16.5206307	15.5246846	14.5439144	13.5771911	12.6235281	11.68206	10.7520252	9.83275216	8.9236473	8.02418569	7.13390295	6.25238868	5.37928103	4.5142622
17.667592	16.6045593	15.5573252	14.5247415	13.5058027	12.4996251	11.5054295	10.5225277	9.5503107	8.58823903	7.63583508	6.6926764	5.75839026	4.83264927
18.8112062	17.6814609	16.5681012	15.4699639	14.3860275	13.3153928	12.2572657	11.2109434	10.1758035	9.15129364	8.13692465	7.13226333	6.13692734	5.15058074
19.951617	18.7555123	17.5763479	16.4129481	15.264279	14.1294281	13.0075887	11.8980455	10.8001642	9.71338153	8.6371979	7.57117073	6.51490915	5.46806973
21.0889593	19.8268292	18.5821641	17.3537789	16.1406294	14.9417925	13.7564505	12.5838778	11.4234296	10.2745332	9.1366799	8.00941889	6.89235187	5.78512878
22.2233592	20.8955202	19.5856432	18.2925363	17.0151473	15.7525443	14.5039007	13.268482	12.0456347	10.8347777	9.63539454	8.44702723	7.26927095	6.10176992
23.3549355	21.9616876	20.5868732	19.2292959	17.8878972	16.5617387	15.2499862	13.9518978	12.6668127	11.3941427	10.1333647	8.8840143	7.6456812	6.41800469
24.4837998	23.0254278	21.5859374	20.1641292	18.7589407	17.3694281	15.9947516	14.634163	13.2869955	11.9526548	10.6306121	9.32039786	8.02159683	6.73384415
25.6100569	24.0868317	22.5829141	21.0971039	19.6283358	18.1756624	16.7382393	15.3153136	13.9062133	12.5103393	11.1271578	9.75619493	8.39703142	7.04929891
26.7338059	25.1459851	23.5778777	22.0282841	20.4961379	18.980489	17.48049	15.995384	14.5244952	13.0672203	11.6230217	10.1914218	8.77199803	7.36437917
27.8551403	26.2029693	24.5708987	22.9577309	21.3623994	19.783953	18.221542	16.6744069	15.1418687	13.623321	12.118223	10.6260941	9.14650919	7.67909472
28.9741481	27.257861	25.5620438	23.885502	22.2271703	20.5860973	18.9614322	17.3524135	15.7583603	14.1786635	12.61278	11.0602269	9.52057692	7.99345497
30.0909129	28.310733	26.5513763	24.8116523	23.0904981	21.3869629	19.7001956	18.0294339	16.3739952	14.733269	13.1067103	11.4938344	9.89421279	8.30746897
31.2055135	29.3616543	27.5389564	25.7362342	23.9524281	22.1865888	20.4378658	18.7054966	16.9887978	15.2871579	13.6000308	11.9269307	10.2674279	8.62114543
32.3180248	30.4106904	28.5248411	26.6592975	24.8130034	22.9850123	21.1744748	19.380629	17.6027913	15.8403497	14.0927577	12.3595288	10.6402329	8.93449274
33.4285176	31.4579034	29.509085	27.5808894	25.6722652	23.782269	21.9100533	20.0548572	18.2159977	16.3928631	14.5849065	12.7916416	11.0126381	9.24751898
34.5370595	32.5033526	30.4917397	28.5010552	26.5302528	24.5783929	22.6446305	20.7282063	18.8284386	16.944716	15.0764923	13.2232814	11.3846535	9.56023191



Profundidad de desplante(m) / Base zapata(m)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	1.1	1.2	1.3	1.4
0.1	0.96452778	0.93598899	0.92285478	0.91530337	0.91039914	0.90695772	0.90440957	0.90244684	0.90088859	0.89962145	0.89857082	0.89768558	0.89692952	0.89627629
0.2	1.99305209	1.92899678	1.89398837	1.87192094	1.85673832	1.8456533	1.83720429	1.83055094	1.8251758	1.82074279	1.81702419	1.81386016	1.81113526	1.80876401
0.3	3.04201645	2.94962502	2.89335426	2.85548553	2.82826049	2.80774467	2.79173006	2.77888173	2.76834514	2.75954787	2.7520921	2.7456927	2.74014002	2.73527645
0.4	4.09998571	3.98565067	3.91059963	3.85755463	3.81807448	3.78754578	3.76323414	3.74341595	3.72695081	3.71305415	3.70116844	3.69088665	3.68190462	3.67399055
0.5	5.16262818	5.03107217	4.93983252	4.8728388	4.82155989	4.78104687	4.74823141	4.72111003	4.698319	4.67889788	4.66215071	4.64756081	4.63473659	4.62337581
0.6	6.2279337	6.08259407	5.97745113	5.89785492	5.83550333	5.78534	5.74410935	5.70962045	5.68034474	5.65518326	5.63332567	5.61416133	5.59722133	5.58213967
0.7	7.29484025	7.13825613	7.02113047	6.93021721	6.8576025	6.79826694	6.74887311	6.70711554	6.67135045	6.64037426	6.61328548	6.58939554	6.56816941	6.54918508
0.8	8.36273551	8.19682158	8.06930522	7.96823934	7.88616742	7.81819491	7.76097593	7.71214566	7.66998533	7.63321569	7.60086498	7.57218176	7.54657582	7.52357716
0.9	9.4312455	9.25747533	9.12088665	9.01069923	8.91993301	8.84386918	8.77920312	8.72355156	8.67515238	8.63267462	8.59509424	8.56161045	8.53158804	8.50451664
1	10.5001341	10.3196633	10.1750986	10.0566938	9.9579374	9.87431334	9.80259105	9.74039846	9.68595459	9.6378962	9.59516215	9.55691405	9.52248077	9.4913187
1.1	11.5692512	11.3830011	11.2313777	11.1055458	10.9994405	10.9087601	10.8303691	10.7619277	10.7016546	10.64817	10.6003881	10.557443	10.5186357	10.4833956
1.2	12.6385036	12.4472199	12.2893108	12.1567424	12.043868	11.9466025	11.8619176	11.7875206	11.7216443	11.662904	11.6101999	11.562647	11.5195253	11.480243
1.3	13.707838	13.5121321	13.3485933	13.2098931	13.0907722	12.9873581	12.8967364	12.8166717	12.7454207	12.6816041	12.6241159	12.5720594	12.5246994	12.4814277
1.4	14.777231	14.5776099	14.4090019	14.2647008	14.1398036	14.0306432	13.9344217	13.8489672	13.7725682	13.7038579	13.6417311	13.5852849	13.5337743	13.486579
1.5	15.8466817	15.6435702	15.4703752	15.3209404	15.1906903	15.0761533	14.9746478	14.8840694	14.8027438	14.7293222	14.6627056	14.6019899	14.5464242	14.4953801
1.6	16.9162075	16.7099647	16.5325998	16.3784445	16.2432227	16.1236482	16.0171535	15.9217038	15.8356656	15.7577122	15.6867552	15.6218932	15.5623732	15.5075613
1.7	17.9858408	17.7767729	17.5956011	17.4370914	17.2972419	17.1729407	17.0617314	16.9616491	16.8711035	16.7887934	16.7136441	16.6447601	16.5813892	16.5228951
1.8	19.055627	18.8439967	18.6593356	18.4967971	18.3526305	18.2238876	18.1082188	18.0037288	17.9088718	17.8223744	17.743178	17.6703959	17.6032789	17.5411906
1.9	20.1256223	19.9116567	19.7237852	19.5575088	19.4093063	19.2763829	19.1564915	19.0478051	18.9488232	18.8583014	18.7751995	18.6986413	18.627883	18.5622896
2	21.195893	20.9797892	20.7889537	20.6191995	20.4672162	20.330352	20.2064578	20.0937734	19.9908432	19.8964532	19.8095829	19.7293682	19.6550723	19.5860635
2.1	22.2665139	22.0484441	21.8548629	21.6818645	21.5263319	21.3857472	21.2580542	21.1415575	21.0348464	20.9367375	20.846231	20.7624762	20.6847448	20.6124095
2.2	23.3375676	23.1176831	22.9215503	22.745518	22.5866469	22.4425441	22.3112417	22.1911067	22.0807726	21.979087	21.8850714	21.7978895	21.7168224	21.6412485
2.3	24.4091441	24.1875778	23.9890668	23.8101905	23.648173	23.5007382	23.3660022	23.242392	23.1285841	23.0234571	22.9260542	22.8355543	22.7512487	22.6725225
2.4	25.4813396	25.2582092	25.0574751	24.8759264	24.710938	24.560343	24.4223365	24.2954035	24.1782625	24.0698226	23.969149	23.8754363	23.7879865	23.7061923
2.5	26.5542562	26.329666	26.126848	25.9427826	25.7749839	25.6213868	25.4802617	25.3501486	25.2298071	25.1181762	25.0143433	24.9175187	24.8270162	24.7422361
2.6	27.6280013	27.4020441	27.1972676	27.0108269	26.8403649	26.6839119	26.539809	26.4066495	26.2832324	26.1685262	26.0616401	25.9618008	25.8683336	25.7806474
2.7	28.7026871	28.4754455	28.2688235	28.0801363	27.907146	27.747972	27.6010227	27.4649419	27.3385668	27.2208947	27.1110567	27.0082956	26.9119487	26.8214337
2.8	29.7784298	29.5499778	29.3416125	29.1507962	28.9754014	28.8136314	28.6639578	28.5250728	28.3958506	28.2753165	28.1626229	28.0570288	27.9578839	27.8646149
2.9	30.8553497	30.6257533	30.4157372	30.2228989	30.0452139	29.8809634	29.7286794	29.5871	29.4551349	29.331837	29.2163794	29.1080375	29.0061731	28.9102221
3	31.93357	31.7028885	31.4913055	31.2965434	31.116673	30.9500493	30.7952608	30.6510899	30.5164803	30.3905115	30.2723772	30.1613686	30.0568599	29.9582965



1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3
0.89570625	0.89520445	0.89475933	0.89436181	0.89400464	0.89368196	0.89338902	0.89312188	0.89287729	0.89265249	0.89244518	0.8922534	0.89207546	0.89190992	0.89175553	0.89161119
1.80668175	1.80483868	1.80319584	1.80172227	1.80039309	1.79918807	1.7980906	1.79708688	1.7961654	1.79531645	1.79453179	1.79380437	1.79312817	1.79249795	1.79190918	1.7913579
2.73098119	2.72716013	2.72373886	2.72065774	2.71786846	2.71533142	2.71301389	2.71088856	2.70893248	2.70712619	2.70545313	2.70389909	2.70245179	2.70110061	2.69983628	2.69865069
3.66696465	3.66068536	3.65503967	3.64993629	3.64530066	3.64107129	3.63719702	3.63363492	3.63034874	3.62730759	3.62448508	3.62185842	3.61940793	3.61711645	3.614969	3.61295241
4.61324148	4.60414517	4.59593518	4.58848798	4.58170198	4.57549287	4.56979009	4.56453412	4.55967444	4.55516786	4.55097723	4.54707047	4.54341966	4.54000047	4.53679151	4.53377398
5.56862644	5.55644908	5.54541883	5.53538089	5.52620711	5.51779052	5.51004108	5.50288249	5.49624966	5.49008673	5.48434545	5.478984	5.47396588	5.46925915	5.46483568	5.46067066
6.53210522	6.51665693	6.50261709	6.48980147	6.47805665	6.4672538	6.45728397	6.44805438	6.43948554	6.43150895	6.42406526	6.41710279	6.41057633	6.40444618	6.3986773	6.39323867
7.50280684	7.48395598	7.46677025	7.45103836	7.43658331	7.42325572	7.41092862	7.39949344	7.38885675	7.37893774	7.36966615	7.36098058	7.3528272	7.34515852	7.33793259	7.33111213
8.47998155	8.45764228	8.43721667	8.41846892	8.40120045	8.38524283	8.37045224	8.35670519	8.343895	8.33192906	8.32072656	8.3102167	8.30033717	8.29103292	8.28225512	8.27396031
9.46298281	9.43710531	9.41337958	9.39154794	9.37139228	9.35272674	9.33539197	9.31925054	9.30418333	9.29008656	9.2768694	9.26445201	9.25276393	9.24174275	9.23133296	9.22148507
10.4512526	10.4218154	10.3947563	10.3697982	10.3467056	10.3252769	10.3053385	10.2867401	10.2693511	10.2530572	10.2377581	10.2233655	10.209801	10.1969952	10.1848861	10.1734185
11.4443091	11.4113131	11.3809087	11.3528023	11.3267427	11.3025143	11.2799305	11.2588294	11.2390697	11.2205274	11.2030932	11.1866709	11.1711747	11.1565285	11.1426642	11.1295208
12.441737	12.4052003	12.371456	12.3401959	12.3111553	12.284106	12.2588499	12.2352145	12.2130486	12.1922192	12.1726091	12.1541141	12.136642	12.1201099	12.1044442	12.0895784
13.4431786	13.403133	13.3660677	13.331662	13.2996395	13.2697609	13.2418178	13.2156281	13.1910318	13.1678878	13.146071	13.1254706	13.1059876	13.0875334	13.0700286	13.0534019
14.4483271	14.4048147	14.3644579	14.3269254	14.2919307	14.2592248	14.2285903	14.1998365	14.1727953	14.1473182	14.1232732	14.1005429	14.0790224	14.0586175	14.0392438	14.0208249
15.4569202	15.4099913	15.3663809	15.3257489	15.2878003	15.2522778	15.2189559	15.1876363	15.1581438	15.1303231	15.1040358	15.0791587	15.0555811	15.033204	15.0119378	14.9917019
16.4687357	16.4184463	16.3716264	16.327929	16.2870518	16.2487303	16.2127321	16.1788521	16.1469087	16.1167405	16.0882035	16.0611689	16.035521	16.0111559	15.9879797	15.9659073
17.483586	17.4299966	17.3800165	17.3332931	17.2895181	17.2484209	17.2097631	17.1733338	17.1389457	17.1064319	17.0756432	17.046446	17.0187198	16.9923563	16.9672573	16.9433342
18.5013156	18.4444896	18.3914021	18.3416961	18.2950584	18.2512134	18.2099176	18.1709549	18.1341331	18.0992803	18.0662428	18.0348824	18.0050745	17.9767066	17.9496769	17.9238927
19.5217968	19.4617996	19.4056602	19.353018	19.3035562	19.256995	19.2130865	19.1716102	19.1323696	19.0951886	19.0599093	19.0263892	18.9945002	18.9641259	18.9351609	18.9075094
20.5449273	20.4818257	20.4226914	20.3671619	20.3149171	20.265674	20.2191812	20.1752145	20.1335734	20.0940782	20.0565673	20.0208946	19.9869284	19.954549	19.9236478	19.8941257
21.5706278	21.5044888	21.442418	21.3840512	21.3290665	21.2771782	21.228132	21.1817004	21.13768	21.0958875	21.0561581	21.0183427	20.9823062	20.947926	20.9150904	20.8836977
22.5988395	22.5297302	22.4647815	22.4036288	22.3459486	22.2914533	22.2398863	22.1910177	22.1446411	22.1005706	22.0586384	22.0186926	21.9805952	21.9442209	21.9094553	21.8761941
23.6295221	23.5575091	23.4897414	23.4258543	23.3655239	23.3084612	23.2544077	23.2031314	23.1544237	23.1080963	23.0639789	23.021917	22.9817703	22.9434108	22.9067218	22.8715965
24.6626523	24.5878013	24.517273	24.4507036	24.3877688	24.3281788	24.2716739	24.2180206	24.1670083	24.1184467	24.0721633	24.0280015	23.9858187	23.9454847	23.9068807	23.8698976
25.698222	25.6205976	25.5473667	25.4781665	25.4126732	25.3505967	25.2916765	25.2356776	25.1823882	25.1316163	25.0831875	25.0369433	24.9927392	24.9504431	24.909934	24.8711011
26.7362366	26.6559022	26.5800257	26.5082461	26.4402402	26.3757181	26.3144187	26.2561066	26.2005685	26.1476111	26.0970585	26.0487507	26.0025414	25.9582966	25.9158938	25.8752203
27.7767143	27.6937318	27.6152657	27.5409571	27.4704841	27.4035573	27.3399155	27.2793226	27.2215647	27.1664474	27.1137936	27.0634418	27.0152442	26.9690655	26.9247814	26.8822778
28.8196841	28.7341136	28.6531128	28.5763251	28.5034301	28.4341392	28.3681914	28.3053506	28.2454022	28.1881511	28.1334191	28.0810437	28.0308757	27.9827786	27.9366267	27.8923044
29.865185	29.7770853	29.6936033	29.6143853	29.5391126	29.4674978	29.3992805	29.3342246	29.2721152	29.2127567	29.1559701	29.101592	29.0494722	28.999473	28.9514674	28.9053387



ANEXO 5

Grupo Artinco S.A.S.
PBX: (604) 2668100
Cra 43ª No 1 Sur – 31 Oficina 205
Edificio BBVA el Poblado P.H.
Medellín - Colombia

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2024-2568807

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que DANIEL ALEJANDRO BRAVO HERNANDEZ, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 1020478303, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 011037-0553284 ANT desde el 28 de Enero de 2021, otorgado(a) mediante Resolución Nacional R2021055143.

2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.

3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**

4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.

5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los catorce (14) días del mes de Febrero del año dos mil veinticuatro (2024).

Rubén Dario Ochoa Arbeláez

Firmal del titular (*)

(*)Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado
El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.
Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Microsite/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.

Código de Verificación: e40ec31486c94

PERSONERÍA JURÍDICA RESOLUCIÓN No. 75 DE JUNIO DE 1960 DEL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA

En atención a que

DANIEL ALEJANDRO BRAVO HERNANDEZ

Con cédula de ciudadanía 1020478303

Ha cumplido con todos los requisitos exigidos por los reglamentos académicos de la Institución, le confiere el título de

ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES

Para constancia se firma en Medellín el día 30 de junio del año 2023 y se refrenda con el sello respectivo

RECTORA

SECRETARIA GENERAL

Registro: Libro: 66 Folio: 48 Número: 18

MATRICULA PROFESIONAL

011037-0553284 ANT

R2021055143



INGENIERIA CIVIL

DANIEL ALEJANDRO
BRAVO HERNANDEZ
ID: 1020478303

UNIVERSIDAD EAFIT

REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería