ESTUDIO DE SUELOS.



ELABORADO POR:

ANDRÉS FELIPE ZULUAGA ORTEGÓN.
Geólogo, Universidad de Caldas.
Especialista en Geotecnia, Universidad de Caldas.
CPG-3094

Proyecto:
CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS.
CARRERA 5 CON CALLE 35 NORTE. SECTOR EL PENSIL.

ANSERMA, CALDAS.
OCTUBRE DE 2021.

TABLA DE CONTENIDO

1. FORMALIDADES..... 6
1.1 INTRODUCCIÓN 6
1.2. OBJETIVOS 7
1.3 ALCANCES DE LA PROSPECCIÓN GEOTECNICA. 8
1.4 INFORMACIÓN DEL SITIO. 8
1.5 METODOLOGIA..... 10
2. CARACTERISTICAS DEL PROYECTO. 11
2.1 ESTRUCTURA. 11
3. INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO. 15
3.1 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE SONDEOS Y PROFUNDIDAD MÍNIMA. ... 15
3.2 MUESTRAS. 16
3.3. ENSAYOS DE LABORATORIO..... 16
3.4 ENSAYOS IN-SITU. 17
3.5 PLANO DE LOCALIZACIÓN DE LAS PERFORACIONES. 19
4. SUBSUELO. 21
4.1 ESTRATIGRAFÍA Y PERFILES ESTRATIGRAFICOS. 21
4.2 NIVEL FREÁTICO. 28
4.3 CONDICIONES ESPECIALES. 28
4.4 CARACTERISTICAS GEOTECNICAS DE LOS MATERIALES. 29
4.4.2 Límite líquido. 30
4.4.2 Peso Unitario del Suelo. 30
4.4.3 Índice de Plasticidad..... 30
4.4.4 Angulo de Fricción. 30
4.4.5 Cohesión. 30
4.5 ANÁLISIS GEOTECNICO Y MEJORAMIENTO DEL SUELO. 30
5. CARACTERIZACIÓN SÍSMICA. 31
5.1 ZONA DE AMENAZA SISMICA Y PERFIL DEL SUELO (A_a, A_v, A_e y A_d). 31
6. MODELO GEOTÉCNICO. 35
6.1 ESTRATIFICACIÓN ELEGIDA PARA EL DISEÑO (Estratigrafía de la columna generalizada). 35
6.2 PROFUNDIDAD DE DESPLANTE. 36
6.3 POSICIÓN DEL NIVEL FREÁTICO. 36

7. CIMENTACIÓN..... 36
7.1 TIPO Y DIMENSIONES..... 36
8. CONTROL DE AGUAS..... 36
8.1 SUPERFICIAL..... 36
8.2 SUBSUPERFICIAL. 37
8.3 ABATIMIENTO..... 37
8.4. CAPACIDAD DE INFILTRACIÓN..... 37
9. MEMORIAS DE CÁLCULO..... 40
9.1 CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO. 40
9.2 CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS. 44
10. LIMITACIONES DEL ESTUDIO. 49
11. COMENTARIOS FINALES Y RECOMENDACIONES. 50
12. BIBLIOGRAFÍA..... 51
13. REGISTRO FOTOGRÁFICO. 52
14. CERTIFICADOS PROFESIONALES. 53

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización del municipio de Anserma..... 9
Figura 2. Localización del área de estudio..... 10
Figura 3. Mapa geológico-estructural de la zona de estudio..... 13
Figura 4. Ubicación de las perforaciones. 20
Figura 5. Perforación # 1, Columna generalizada..... 23
Figura 6. Perforación # 2, Columna generalizada..... 23
Figura 7. Perforación # 3, Columna generalizada..... 24
Figura 8. Perforación # 4, Columna generalizada..... 24
Figura 9. Perforación # 5, Columna generalizada..... 25
Figura 10. Perforación # 6, Columna generalizada. 25
Figura 11. Perforación # 7, Columna generalizada. 26
Figura 12. Perforación # 8, Columna generalizada. 26
Figura 13. Perforación # 9, Columna generalizada. 27
Figura 14. Perforación # 10, Columna generalizada. 27
Figura 15. Coeficiente de amplificación Fa del suelo para la zona de períodos cortos del espectro. 34
Figura 16. Coeficiente de amplificación Fv del suelo para la zona de períodos intermedios del espectro..... 35
Figura 17. Perfil de humedad en el proceso de infiltración..... 38
Figura 18. Curvas de infiltración, según textura del suelo..... 39

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de Köppen. 14
Tabla 2. Clasificación de las unidades de construcción por categoría. 15
Tabla 3. Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción. Categoría de la unidad de construcción. 15
Tabla 4. Clasificación de suelos expansivos. 28
Tabla 5. Valor de Aa, Av, Ae y Ad para Anserma, Caldas. 32
Tabla 6. Clasificación del perfil del suelo. 33
Tabla 7. Valores del coeficiente Fa, para la zona de periodos cortos del espectro. 33
Tabla 8. Valores del coeficiente Fv, para la zona de períodos intermedios del espectro. . 34
Tabla 9. Factores de corrección por forma. 41
Tabla 10. Factores de corrección por inclinación de la cimentación. 41
Tabla 11. Factor de corrección por localización del nivel freático. 41
Tabla 12. Factor de corrección por profundidad de desplante 41
Tabla 13. Factores de capacidad de carga, forma, profundidad e inclinación de Meyerhof. 42
Tabla 14. Cálculo de capacidad de carga del suelo para cimentaciones superficiales. 43
Tabla 15. Valores de lf según Fox. 45
Tabla 16. Cálculo de asentamientos elásticos en el centro de la cimentación 48
Tabla 17. Cálculo de asentamientos elásticos en la esquina de la cimentación. 48

LISTA DE IMÁGENES.

Imagen 1. Muestras alteradas e inalteradas. 16
Imagen 2. Muestra inalterada tomada en tubo shelby. 18
Imagen 3. Muestra alterada tomada con barreno elicoidal. 19

ANEXOS.

ANEXO A. ENSAYOS DE LABORATORIO.

ADVERTENCIAS.

Para la realización de este trabajo, se consideró la literatura disponible y especializada por autores reconocidos; pero, la concepción del trabajo desde el ámbito geológico-geotécnico, la aplicabilidad al medio local y la interpretación geológica, constituyen una propiedad intelectual por parte del profesional(es) que realizo dicho informe. Los resultados, interpretaciones, conclusiones y recomendaciones, solo serán aplicables para el terreno y la obra individual que se analiza. No es conveniente, ni permitido, usar estos datos para terrenos o estructuras vecinos. Por tal motivo, el uso adecuado de esta información y de las conclusiones aquí consignadas, acompañadas del seguimiento de las normas y códigos de construcción, permitirá llevar las obras a una buena finalización.

1. FORMALIDADES.

1.1 INTRODUCCIÓN

El estudio se desarrolla en el Municipio de Anserma, Caldas, específicamente en el sector El Pensil; en este informe se revisarán y analizarán las condiciones geológicas del área de estudio y con base a la problemática se plantearán las soluciones adecuadas para la zona; los criterios que permiten definir los posibles diseños están basados en el conocimiento que se ha obtenido acerca de los problemas geológicos y geotécnicos de la zona y teniendo en cuenta las características geomecánicas de los suelos. El estudio contiene aspectos generales del Municipio de Anserma y puntuales del sector referente a la geología, geomorfología, hidrogeología, usos de suelo, infraestructura y aspectos geotécnicos que permitan entregar conclusiones verídicas acerca de la problemática de la zona y con base en esto recomendar cuales serían las obras más beneficiosas para la realización de la obra que se planea ejecutar.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general.

- Analizar geológica y geotécnicamente el predio ubicado en la carrera 5 con calle 35 norte, ubicado en el municipio de Anserma, Caldas. Caracterizar cada uno de los materiales que componen el subsuelo para determinar la capacidad portante de dichos materiales y determinar la cimentación más adecuada para las viviendas.

1.2.2. Objetivos Específicos.

- Identificar las zonas más vulnerables por saturación de aguas.
- Proponer y determinar la manera más adecuada para la disposición del material en este sector.
- Determinar los parámetros que más pueden ayudar a identificar los problemas que afectaron y afectan la zona de estudio.
- Dar soluciones a todos los problemas que se pueden encontrar a medida que se realice dicho estudio.
- Definir las áreas de mayor susceptibilidad en la zona de estudio.
- Recomendar soluciones geotécnicas adecuadas para resolver problemas de inestabilidad.
- Determinar que parámetros se deben tener en cuenta al momento de realizar este tipo de obras.

1.3 ALCANCES DE LA PROSPECCIÓN GEOTECNICA.

En el municipio de Anserma, Caldas, específicamente en el sector de El Pensil, está ubicado el predio, en la cual se planean construir 20 viviendas de 2 niveles cada una, con un área aproximada de 100m^2; dichas edificaciones están catalogadas como categoría baja según la norma NSR-10. A continuación, se describen los alcances de este estudio:

- Obtener información sobre las condiciones estratigráficas del sitio.
- Determinar las propiedades mecánicas de los suelos (resistencia, compresibilidad, etc.).
- Establecer la profundidad de los niveles freáticos, en caso de encontrarlos.
- Utilizar la información anterior para determinar el tipo de cimentación apropiada y las características de la misma (profundidad, capacidad portante, etc.).
- Determinar el comportamiento del sistema suelo-estructura (asentamientos, problemas potenciales) y los métodos constructivos más adecuados para la obra que se va a realizar.

1.4 INFORMACIÓN DEL SITIO.

El predio que se planea intervenir, tiene un área aproximada de 3000m^2, y se planean construir 20 viviendas de 2 niveles cada una; el área está ubicada en el municipio de Anserma, Caldas, (Figuras 1 y 2). Estas obras entran en la categoría baja de la norma NSR-10 debido a que comprende entre 1 y 3 niveles. Es importante señalar, que la vida útil y la estabilidad de las estructuras de esta construcción dependerán de acatar las recomendaciones que se consignarán en este informe.

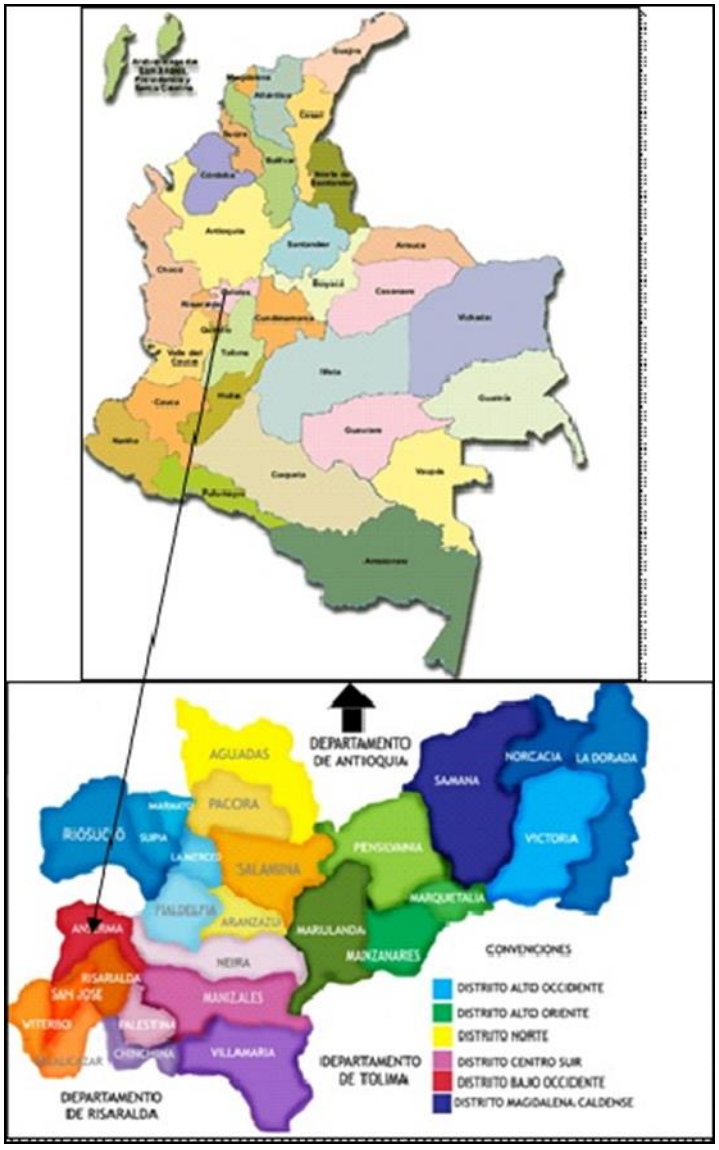


Figura 1. Localización del municipio de Anserma.
(Fuente: Gobernación de Caldas).



Figura 2. Localización del área de estudio.
(Fuente: Google Earth).

1.5 METODOLOGIA.

1.5.1. Recopilación bibliográfica.

Se procedió a realizar la búsqueda de bibliografía, que permitiera obtener la información necesaria para la interpretación y el análisis de los materiales que corresponden geotécnicamente a la zona de estudio y a proyectos similares desarrollados en el Municipio de Anserma, Departamento de Caldas.

1.5.2. Trabajo de campo.

Se realizaron las visitas de campo, en las cuales se determinaron los puntos estratégicos para la realización de las perforaciones y toma de muestras de los suelos y las rocas del sector, para tener una mejor certeza de la composición litológica de la zona de estudio. Estas se analizarán en el laboratorio obteniendo las propiedades y así poder calcular las capacidades de carga, lo cual nos permitirá determinar adecuadamente las estructuras en este lote.

1.5.3. Trabajo de oficina.

Revisar minuciosamente tanto la información recopilada bibliográficamente como en campo, lo cual nos permita elaborar correctamente los informes con sus respectivos análisis y recomendaciones.

2. CARACTERISTICAS DEL PROYECTO.

2.1 ESTRUCTURA.

2.1.1 Tipo de cargas.

En el municipio de Anserma, Caldas, se planean construir 20 viviendas de 2 niveles cada una, con un área aproximada de 100m^2. Al realizar la prospección geotécnica, se observó que el predio tiene una pendiente natural que no afecta la estabilidad de la obra

2.1.2 Topografía.

La topografía local donde se planea realizar la construcción, se caracteriza por presentar una pendiente natural. La temperatura en el sector donde se desarrollará el proyecto, oscila entre los 18°C y 20°C.

2.1.3 Entorno geológico.

A continuación, se describe la geología regional y local del área de estudio (Figura 3):

2.1.3.1 Geología Local.

2.1.3.1.1 Gabro de anserma (kga).

Al este de la Ultramafita de Puente Umbría y cerca de la población de Anserma, aflora un cuerpo de gabro de forma tabular que se extiende 18 km en sentido norte – sur y 2 km en sentido este - oeste. Cuerpos menores se encuentran al oriente de Viterbo asociados con peridotitas serpentinizadas. El contacto oriental es fallado con rocas volcánicas de la Formación Barroso; al occidente el contacto con esta misma unidad parece ser fallado, aunque las relaciones de campo no son claras en los escasos afloramientos donde es posible observarlo y el resto aparece cubierto por sedimentitas del Neógeno (Formación Combia). Buenos afloramientos se observan en las carreteras Anserma – Viterbo, Asia – Risaralda, Anserma – Río Opiramá y en las quebradas Cauyá y La Bendecida.

Es una roca de color gris oscuro a negro o verde oscuro, masiva, de grano medio a fino. La textura es holocristalina hipidiomórfica, rara vez en mosaico y varía en composición entre lherzolita, troctolita, gabronorita olivínica y gabro y está compuesta por plagioclasa cálcica, clinopiroxeno, olivino, ortopiroxeno y anfíbol como producto de uralitización de piroxenos.

2.1.3.1.2. Cenizas y flujos de escombros (Qfl).

Las arenas y flujos se caracterizan por el color pardo – amarillo y por su poca consolidación presenta una meteorización que origina canales verticales, por tener niveles conglomeráticos ricos en fragmentos de rocas volcánicas de composición andesítica. Cuando se depositan sobre el miembro volcano – sedimentario, lo hacen rellenando los ejes de los sinclinales y en este caso la estratificación está inclinada hacia el contacto.
Los flujos de escombros se caracterizan por presentar bloques, preferencialmente de composición andesítica, hasta de 1 m de diámetro, con una selección mala y espesores que alcanzan hasta 20 m. Lateralmente, las cenizas y flujos de escombros muestran contactos erosionales con los sedimentos del miembro volcano – sedimentario y con la cubierta cuaternaria. En el mapa se muestran sólo algunos de los flujos ya que muchos de ellos por su extensión no son cartografiables. Por sus relaciones estratigráficas con la Formación Irra – Tres Puertas y su bajo grado de consolidación, estas unidades han sido asignadas al Cuaternario.

2.1.3.1.3. Depósitos aluviales recientes (Qal).

Bajo esta denominación se agrupan los sedimentos de relleno de los ríos Cauca, Risaralda, Chinchiná, Mapa, Guacaica y de algunos de los tributarios; además, incluyen algunos depósitos coluviales. Las terrazas y aluviones se caracterizan por su topografía plana; los depósitos asociados con el río Cauca, en la desembocadura del río Chinchiná y quebrada Llano Grande, son de grande extensión y están constituidos por gravas, arenas y limo.

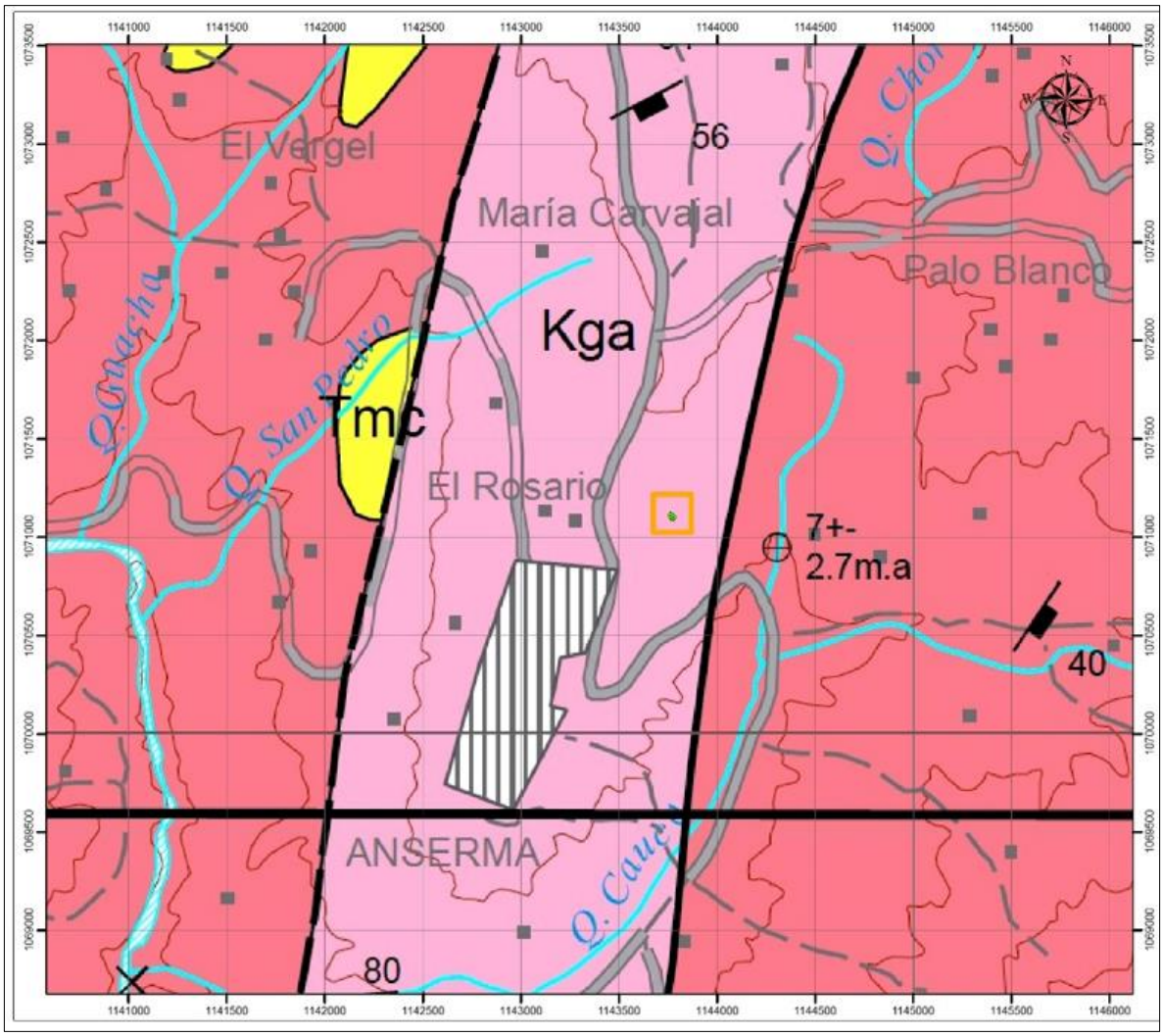


Figura 3. Mapa geológico-estructural de la zona de estudio.
(Fuente: Plancha 205 Chinchiná, Ingeominas 2011).

2.1.4 Climatología local.

El clima en el Municipio de Anserma es mayormente tropical. La precipitación es significativa, con precipitaciones incluso durante el mes más seco. Esta ubicación está

clasificada como “Cs” por Köppen y Geiger, (Tabla 1). La temperatura promedio es de 18.8°C. La precipitación es de 2125 mm al año. (Tabla 1).

Clima	Denominación	Características
Af	Clima de selva tropical lluviosa	Precipitación mayor a 600 mm en el mes más seco.
Aw	Clima de sabana tropical	Al menos un mes con precipitación menor a 600 mm.
Am	Clima monzónico	Precipitación menor a 600 mm en el mes más seco.
BS	Clima de estepa	Clima árido continental.
BW	Clima desértico	Precipitación anual inferior a 400 mm.
Cf	Clima templado húmedo sin estación seca	Precipitación mayor a 300 mm en el mes más seco.
Cs	Clima templado con verano seco	La precipitación del mes más seco del verano es inferior a 300 mm y la del mes más lluvioso del invierno tres veces superior.
Cw	Clima templado con estación invernal seca	El mes más húmedo del verano es diez veces superior al más seco del invierno.
Df	Clima boreal de nieves y bosque con inviernos húmedos	No hay estación seca.
Dw	Clima boreal de nieves y bosque con inviernos secos	Con una estación seca en invierno.
ET	Clima de tundra	Temperatura media del mes más cálido es inferior a 10 °C y superior a 0 °C.
EF	Clima de hielos perpetuos	La temperatura media del mes más cálido es inferior a 0 °C.

Tabla 1. Clasificación de Köppen.
(Fuente: *CLIMATE-DATA.ORG).*

2.1.5 Geomorfología regional.

En este sector del departamento de Caldas, el paisaje está controlado fundamentalmente por tres factores: litología, estructuras y clima. Las rocas volcánicas (diabasas y basaltos), que cubren cerca del 50% del área, conforman terrenos de topografía moderada a abrupta con pendientes fuertes, suavizadas cuando el grado de meteorización de la roca es intenso. Al occidente del área, la presencia de rocas sedimentarias blandas facilita el socavamiento de los ríos y forma cañones profundos y estrechos con pendientes fuertes. Las características climáticas de la región han ayudado a una meteorización intensa, redondeando las partes altas de las colinas. En la parte oriental, las rocas metamórficas y ultramáficas forman paisajes de pendientes moderadas a fuertes, algunas veces de colinas redondeadas donde la acción de los agentes externos ayudada por la estructura de la roca, ha producido un alto grado de alteración. (Tomado de plancha 205 de Chinchiná, Ingeominas 2011).

2.1.6 Generalidades del proyecto.

En el municipio de Anserma, Caldas, específicamente en el sector de El Pensil, en la carrera 5 con calle 35 norte está ubicado el predio, en el cual se planean construir 20 viviendas de 2 niveles cada una, con un área aproximada de 100m^2.

3. INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO.

3.1 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE SONDEOS Y PROFUNDIDAD MÍNIMA.

Para realizar una adecuada exploración del terreno, se deben tener en cuenta las consideraciones que hace la norma NSR-10 en el título H “Estudios Geotécnicos”, más específicamente en el capítulo H.3. En la zona de estudio**,** las estructuras que se planean construir constan entre 1 y 3 niveles, por lo tanto, este tipo de edificaciones se clasifican como **“NIVEL BAJO”** (Tabla 2).

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

Tabla 2. Clasificación de las unidades de construcción por categoría.
(Fuente: Título H, Norma NSR-10).

Por tal motivo, basándonos en esta información y apegándonos a la norma NSR-10 (Tabla 3), se realizaron 3 sondeos a 6m cada uno, cumpliendo con las exigencias técnicas de la norma NSR-10.

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

Tabla 3. Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción. Categoría de la unidad de construcción.
(Fuente: Título H, Norma NSR-10).

Durante la visita se realizó una inspección visual del área a estudiar y se observaron los puntos más favorables estratégicamente en donde se realizarían los sondeos y que estuvieran ubicados dentro de la proyección del proyecto, con el fin de obtener una concepción general de las características estratigráficas y principales parámetros de los suelos de la zona de estudio.

3.2 MUESTRAS.

Para cada una de las perforaciones se tomaron muestras alteradas e inalteradas de la siguiente manera (Imagen 1):



Imagen 1. Muestras alteradas e inalteradas.
(Fuente: Autor)

- Muestras alteradas cada metro empacadas en bolsas plásticas ziploc.
- Muestras inalteradas en tubos tipo shelby de 30 cm cada metro y selladas con papel tipo vinipel.

3.3. ENSAYOS DE LABORATORIO.

Al ejecutar las perforaciones se tomaron muestras de naturaleza alterada e inalterada, consideradas representativas dentro del perfil natural del terreno. Las muestras recuperadas se seleccionaron algunas para ser sometidas en el laboratorio a los ensayos principales de acuerdo a las necesidades del estudio y a las características de los suelos. Entre otros, se ejecutaron los siguientes ensayos:

- **Clasificación:**
  - ✓ Límites de Atterberg.
  - ✓ Granulometría.

- **Propiedades físicas:**
  - ✓ Humedad Natural.
  - ✓ Peso Unitario (Húmedo y seco).

- **Propiedades mecánicas:**
  - ✓ Resistencia al corte no drenado.
  - ✓ Compresión Inconfinada.

Los demás parámetros geotécnicos serán obtenidos mediante correlaciones propuestas en la literatura para los suelos de la región. En el anexo A se encuentran consignados todos los resultados de laboratorio.

3.4 ENSAYOS IN-SITU.

Se tomaron muestras inalteradas con tubo Shelby (Imagen 2) y muestra alterada con barreno elicoidal (Imagen 3)**.**



Imagen 2. Muestra inalterada tomada en tubo shelby.
(Fuente: Autor).



Imagen 3. Muestra alterada tomada con barreno elicoidal.
(Fuente: Autor).

3.5 PLANO DE LOCALIZACIÓN DE LAS PERFORACIONES.

Se procedió a realizar las 10 perforaciones, en el predio que se planea intervenir y de esta manera, obtener datos y muestras verídicos acerca de los suelos que componen la zona de interés (Figura 4).



Figura 4. Ubicación de las perforaciones.
(Fuente: Google Earth).

4. SUBSUELO.

4.1 ESTRATIGRAFÍA Y PERFILES ESTRATIGRAFICOS.

Una vez realizada la prospección Geotécnica en diferentes sectores de la zona de estudio se puede determinar claramente un perfil característico, el cual se describe de la superficie hacia abajo de la siguiente manera:

Las perforaciones varían desde superficie hasta la base de la siguiente manera:

- **Perforación 1:** De 0m hasta 0.5m, capa vegetal; de 0.5m a 2m material limoarcilloso de tonalidad amarillento, con humedad media y plasticidad baja, con ceniza volcánica muy fina (lapilli) y vetas de óxidos de tonalidad gris rojizo; de 2m a 6m material arcilloso, típico de un suelo residual maduro, de color rojo con plasticidad alta y humedad media, con trazas de saprolito de roca. (Ver figura 5).

- **Perforación 2:** De 0m hasta 1.5m, material arcilloso de color amarillo con plasticidad alta y humedad media; de 1.5m a 6m material arcilloso, típico de un suelo residual maduro, de color gris amarillento con plasticidad alta y humedad media, con trazas de saprolito de roca. (Ver figura 6).

- **Perforación 3:** De 0m hasta 1.5m, material arcilloso de color amarillo con plasticidad alta y humedad media; de 1.5m a 6m material arcilloso, típico de un suelo residual maduro, de color gris amarillento con plasticidad alta y humedad media, con trazas de saprolito de roca. (Ver figura 7).

- **Perforación 4:** De 0m hasta 1m, material arcilloso de color amarillo con plasticidad alta y humedad media; de 1m a 6m material arcilloso, típico de un suelo residual maduro, de color gris amarillento con plasticidad alta y humedad media, con trazas de saprolito de roca. (Ver figura 8).

- **Perforación 5:** De 0m hasta 0.7m, capa vegetal; de 0.7m a 5m material arcilloso de tonalidad amarillo claro, con humedad media y plasticidad alta, con ceniza volcánica muy fina (lapilli); de 5m a 6m material arcilloso, típico de un suelo residual maduro, de color rojo con plasticidad alta y humedad media, con trazas de saprolito de roca. (Ver figura 9).

- **Perforación 6:** De 0m hasta 0.6m, capa vegetal; de 0.6m a 1.6m material limoarcilloso de tonalidad amarillento, con humedad media y plasticidad baja, con

ceniza volcánica muy fina (lapilli); de 1.6m a 6m material arcilloso, típico de un suelo residual maduro, de color rojo con plasticidad alta y humedad media, con trazas de saprolito de roca. (Ver figura 10).

- **Perforación 7:** De 0m hasta 4.2m, material arcilloso de color amarillo con plasticidad alta y humedad media; de 4.2m a 6m material arcilloso, típico de un suelo residual maduro, de color gris amarillento con plasticidad alta y humedad media, con trazas de saprolito de roca. (Ver figura 11).

- **Perforación 8:** De 0m hasta 2.6m, material arcilloso de color amarillo con plasticidad alta y humedad media; de 2.6m a 6m material arcilloso, típico de un suelo residual maduro, de color gris amarillento con plasticidad alta y humedad media, con trazas de saprolito de roca. (Ver figura 12).

- **Perforación 9:** De 0m hasta 2m, material arcilloso de color amarillo con plasticidad alta y humedad media; de 2m a 6m material arcilloso, típico de un suelo residual maduro, de color gris amarillento con plasticidad alta y humedad media, con trazas de saprolito de roca. (Ver figura 13).

- **Perforación 10:** De 0m hasta 2.5m, material arcilloso de color amarillo con plasticidad alta y humedad media; de 2.5m a 6m material arcilloso, típico de un suelo residual maduro, de color gris amarillento con plasticidad alta y humedad media, con trazas de saprolito de roca. (Ver figura 14).



ANDRÉS FELIPE ZULUAGA ORTEGÓN
GEÓLOGO, ESPECIALISTA EN GEOTECNIA. T.P: CPG-3094
Calle 71 # 4-71, Casa 46, Portal de la Florida, Villamaría - Caldas

Obra:	**CONSTRUCCIÓN EDIFICACIÓN**
Localización:	**Anserma, Caldas**
Fecha:	**5/10/2021**
Sondeo No.	**1**

Perfil de suelo

Profundidad	Humedad	Litología	% Tamizado Malla			LL	LP	IP		SPT (cm)			Clasificación	Descripción
(m)	(%)		10	40	200	(%)	(%)	(%)	NIVEL FREÁTICO	15	15	15	SUCS	
0,00														
0,50	NA				NA	NL	NP	NP					OL	capa vegetal
1,00														
1,50														material limoarcilloso de tonalidad amarillento, con humedad media y plasticidad baja, con ceniza volcánica muy fina (lapilli) y vetas de óxidos de tonalidad gris rojizo
2,00	NA				NA	NL	NP	NP					ML	
2,50														
3,00														
3,50														material arcilloso, típico de un suelo residual maduro, de color rojo con plasticidad alta y humedad media, con trazas de saprolito de roca
4,00														
4,50														
5,00														
5,50														
6,00	NA				26,5	NL	16	NP						

Figura 5. Perforación # 1, Columna generalizada.
(Fuente: Autor).



ANDRÉS FELIPE ZULUAGA ORTEGÓN
GEÓLOGO, ESPECIALISTA EN GEOTECNIA. T.P: CPG-3094
Calle 71 # 4-71, Casa 46, Portal de la Florida, Villamaría - Caldas

Obra:	**CONSTRUCCIÓN EDIFICACIÓN**
Localización:	**Anserma, Caldas**
Fecha:	**5/10/2021**
Sondeo No.	**2**

Perfil de suelo

Profundidad	Humedad	Litología	% Tamizado Malla			LL	LP	IP		SPT (cm)			Clasificación	Descripción
(m)	(%)		10	40	200	(%)	(%)	(%)	NIVEL FREÁTICO	15	15	15	SUCS	
0,00														
0,50														material arcilloso de color amarillo con plasticidad alta y humedad media
1,00														
1,50	NA				NA	NL	NP	NP					CL	
2,00														
2,50														
3,00														
3,50														material arcilloso, típico de un suelo residual maduro, de color gris amarillento con plasticidad alta y humedad media, con trazas de saprolito de roca
4,00														
4,50														
5,00														
5,50														
6,00	NA				34,8	NL	NP	NP					CL	

Figura 6. Perforación # 2, Columna generalizada.
(Fuente: Autor).



ANDRÉS FELIPE ZULUAGA ORTEGÓN
GEÓLOGO, ESPECIALISTA EN GEOTECNIA. T.P: CPG-3094
Calle 71 # 4-71, Casa 46, Portal de la Florida, Villamaría - Caldas

Obra:	**CONSTRUCCIÓN EDIFICACIÓN**
Localización:	**Anserma, Caldas**
Fecha:	**5/10/2021**
Sondeo No.	**3**

Perfil de suelo

Profundidad	Humedad	Litología	% Tamizado Malla			LL	LP	IP		SPT (cm)			Clasificación	Descripción
(m)	(%)		10	40	200	(%)	(%)	(%)	NIVEL FREÁTICO	15	15	15	SUCS	
0,00														material arcilloso de color amarillo con plasticidad alta y humedad media
0,50														
1,00														
1,50	NA				NA	NL	NP	NP					CL	
2,00														material arcilloso, típico de un suelo residual maduro, de color gris amarillento con plasticidad alta y humedad media, con trazas de saprolito de roca
2,50														
3,00														
3,50														
4,00														
4,50														
5,00														
5,50														
6,00	21.9				62.94	NL	NP	NP					CL	

Figura 7. Perforación # 3, Columna generalizada.
(Fuente: Autor)



ANDRÉS FELIPE ZULUAGA ORTEGÓN
GEÓLOGO, ESPECIALISTA EN GEOTECNIA. T.P: CPG-3094
Calle 71 # 4-71, Casa 46, Portal de la Florida, Villamaría - Caldas

Obra:	**CONSTRUCCIÓN EDIFICACIÓN**
Localización:	**Anserma, Caldas**
Fecha:	**5/10/2021**
Sondeo No.	**4**

Perfil de suelo

Profundidad	Humedad	Litología	% Tamizado Malla			LL	LP	IP		SPT (cm)			Clasificación	Descripción
(m)	(%)		10	40	200	(%)	(%)	(%)	NIVEL FREÁTICO	15	15	15	SUCS	
0,00														material arcilloso de color amarillo con plasticidad alta y humedad media
0,50														
1,00	NA				NA	NL	NP	NP					CL	
1,50														material arcilloso, típico de un suelo residual maduro, de color gris amarillento con plasticidad alta y humedad media, con trazas de saprolito de roca
2,00														
2,50														
3,00														
3,50														
4,00														
4,50														
5,00														
5,50														
6,00	62.2				79.46	46.6	36	11					CL	

Figura 8. Perforación # 4, Columna generalizada.
(Fuente: Autor)



ANDRÉS FELIPE ZULUAGA ORTEGÓN
GEÓLOGO, ESPECIALISTA EN GEOTECNIA. T.P: CPG-3094
Calle 71 # 4-71, Casa 46, Portal de la Florida, Villamaría - Caldas

Obra:	**CONSTRUCCIÓN EDIFICACIÓN**
Localización:	**Anserma, Caldas**
Fecha:	**5/10/2021**
Sondeo No.	**5**

Perfil de suelo

Profundidad	Humedad	Litología	% Tamizado Malla			LL	LP	IP		SPT (cm)			Clasificación	Descripción
(m)	(%)		10	40	200	(%)	(%)	(%)	NIVEL FREÁTICO	15	15	15	SUCS	
0,00														capa vegetal
0,7	NA				NA	NL	NP	NP					OL	
1,00														material arcilloso de tonalidad amarillo claro, con humedad media y plasticidad alta, con ceniza volcánica muy fina (lapilli)
1,50														
2,00														
2,50														
3,00														
3,50														
4,00														
4,50														
5,00	32,3				76.19	57	47	10					CL	
5,50														material arcilloso, típico de un suelo residual maduro, de color rojo con plasticidad alta y humedad media, con trazas de saprolito de roca
6,00	NA				NA	NL	NP	NP					CL	

Figura 9. Perforación # 5, Columna generalizada.
(Fuente: Autor)



ANDRÉS FELIPE ZULUAGA ORTEGÓN
GEÓLOGO, ESPECIALISTA EN GEOTECNIA. T.P: CPG-3094
Calle 71 # 4-71, Casa 46, Portal de la Florida, Villamaría - Caldas

Obra:	**CONSTRUCCIÓN EDIFICACIÓN**
Localización:	**Anserma, Caldas**
Fecha:	**5/10/2021**
Sondeo No.	**6**

Perfil de suelo

Profundidad	Humedad	Litología	% Tamizado Malla			LL	LP	IP		SPT (cm)			Clasificación	Descripción
(m)	(%)		10	40	200	(%)	(%)	(%)	NIVEL FREÁTICO	15	15	15	SUCS	
0,00														capa vegetal
0,6	NA				NA	NL	NP	NP					OL	
1,00														material limoarcilloso de tonalidad amarillento, con humedad media y plasticidad baja, con ceniza volcánica muy fina (lapilli)
1,6	NA				NA	NL	NP	NP					ML	
2,00														material arcilloso, típico de un suelo residual maduro, de color rojo con plasticidad alta y humedad media, con trazas de saprolito de roca.
2,50														
3,00														
3,50														
4,00														
4,50														
5,00														
5,50														
6,00	39,9				NA	NL	NP	NP					CL	

Figura 10. Perforación # 6, Columna generalizada.
(Fuente: Autor)



ANDRÉS FELIPE ZULUAGA ORTEGÓN
GEÓLOGO, ESPECIALISTA EN GEOTECNIA. T.P: CPG-3094
Calle 71 # 4-71, Casa 46, Portal de la Florida, Villamaría - Caldas

Obra:	**CONSTRUCCIÓN EDIFICACIÓN**
Localización:	**Anserma, Caldas**
Fecha:	**5/10/2021**
Sondeo No.	**7**

Perfil de suelo

Profundidad	Humedad	Litología	% Tamizado Malla			LL	LP	IP		SPT (cm)			Clasificación	Descripción
(m)	(%)		10	40	200	(%)	(%)	(%)	NIVEL FREÁTICO	15	15	15	SUCS	
0,00														material arcilloso de color amarillo con plasticidad alta y humedad media
0,50														
1,00														
1,50														
2,00														
2,50														
3,00														
3,50														
4,2	NA				NA	NL	NP	NP					CL	
4,50														material arcilloso, típico de un suelo residual maduro, de color gris amarillento con plasticidad alta y humedad media, con trazas de saprolito de roca
5,00														
5,50														
6,00	57				NA	NL	NP	NP					CL	

Figura 11. Perforación # 7, Columna generalizada.
(Fuente: Autor)



ANDRÉS FELIPE ZULUAGA ORTEGÓN
GEÓLOGO, ESPECIALISTA EN GEOTECNIA. T.P: CPG-3094
Calle 71 # 4-71, Casa 46, Portal de la Florida, Villamaría - Caldas

Obra:	**CONSTRUCCIÓN EDIFICACIÓN**
Localización:	**Anserma, Caldas**
Fecha:	**5/10/2021**
Sondeo No.	**8**

Perfil de suelo

Profundidad	Humedad	Litología	% Tamizado Malla			LL	LP	IP		SPT (cm)			Clasificación	Descripción
(m)	(%)		10	40	200	(%)	(%)	(%)	NIVEL FREÁTICO	15	15	15	SUCS	
0,00														material arcilloso de color amarillo con plasticidad alta y humedad media
0,50														
1,00														
1,50														
2,00														
2,6	NA				NA	NL	NP	NP					CL	
3,00														material arcilloso, típico de un suelo residual maduro, de color gris amarillento con plasticidad alta y humedad media, con trazas de saprolito de roca
3,50														
4,00														
4,50														
5,00														
5,50														
6,00	37.5				48,1	29.2	22	7					CL	

Figura 12. Perforación # 8, Columna generalizada.
(Fuente: Autor)



ANDRÉS FELIPE ZULUAGA ORTEGÓN
GEÓLOGO, ESPECIALISTA EN GEOTECNIA. T.P: CPG-3094
Calle 71 # 4-71, Casa 46, Portal de la Florida, Villamaría - Caldas

Obra:	**CONSTRUCCIÓN EDIFICACIÓN**
Localización:	**Anserma, Caldas**
Fecha:	**5/10/2021**
Sondeo No.	**9**

Perfil de suelo

Profundidad	Humedad	Litología	% Tamizado Malla			LL	LP	IP		SPT (cm)			Clasificación	Descripción
(m)	(%)		10	40	200	(%)	(%)	(%)	NIVEL FREÁTICO	15	15	15	SUCS	
0,00														material arcilloso de color amarillo con plasticidad alta y humedad media
0,50														
1,00														
1,50														
2,00	NA				NA	NL	NP	NP					CL	
2,50														material arcilloso, típico de un suelo residual maduro, de color gris amarillento con plasticidad alta y humedad media, con trazas de saprolito de roca
3,00														
3,50														
4,00														
4,50														
5,00														
5,50														
6,00	61,6				63,1	NL	NP	NP					CL	

Figura 13. Perforación # 9, Columna generalizada.
(Fuente: Autor)



ANDRÉS FELIPE ZULUAGA ORTEGÓN
GEÓLOGO, ESPECIALISTA EN GEOTECNIA. T.P: CPG-3094
Calle 71 # 4-71, Casa 46, Portal de la Florida, Villamaría - Caldas

Obra:	**CONSTRUCCIÓN EDIFICACIÓN**
Localización:	**Anserma, Caldas**
Fecha:	**5/10/2021**
Sondeo No.	**10**

Perfil de suelo

Profundidad	Humedad	Litología	% Tamizado Malla			LL	LP	IP		SPT (cm)			Clasificación	Descripción
(m)	(%)		10	40	200	(%)	(%)	(%)	NIVEL FREÁTICO	15	15	15	SUCS	
0,00														material arcilloso de color amarillo con plasticidad alta y humedad media
0,50														
1,00														
1,50														
2,00														
2,50	31.2				NA	NL	NP	NP					CL	
3,00														material arcilloso, típico de un suelo residual maduro, de color gris amarillento con plasticidad alta y humedad media, con trazas de saprolito de roca
3,50														
4,00														
4,50														
5,00														
5,50														
6,00	58,1				NA	32	24	8					CL	

Figura 14. Perforación # 10, Columna generalizada.
(Fuente: Autor)

4.2 NIVEL FREÁTICO.

En lo relacionado con el NAF (Nivel de Aguas Freáticas), no se detectó en ninguna de las perforaciones.

4.3 CONDICIONES ESPECIALES.

4.3.1 Expansividad.

Muchas arcillas plásticas se expanden considerablemente, cuando se agrega agua y luego con la pérdida de esta. Las cimentaciones construidas sobre este tipo de materiales están sometidas a grandes fuerzas de levantamiento causadas por la expansión. Estas fuerzas provocan levantamiento, agrietamiento, y ruptura de la cimentación, y de los miembros de las losas, directamente apoyadas en el terreno. Según esto, observando los resultados de laboratorio (Anexo A), las arcillas encontradas en campo se clasificarán con nivel de expansión medio según el índice de plasticidad (IP). En la tabla 4, se reproducen los criterios de laboratorio más aceptados para el reconocimiento de los suelos expansivos basados principalmente en el índice de plasticidad (IP). Por lo tanto, si revisamos el Anexo A (Ensayos de laboratorio), podemos corroborar que estos suelos al estar dentro de la categoría “condiciones especiales”, presentan niveles de expansión bajos, pero a pesar de esto, se deben tener en cuenta las recomendaciones de este informe acerca del mejoramiento del suelo.

Tabla H.9.1-1
Clasificación de suelos expansivos

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

Tabla 4. Clasificación de suelos expansivos.
(Fuente: Norma NSR-10).

4.3.2 Dispersividad.

De acuerdo a lo observado en campo y la composición del perfil de suelos las capas NO corresponden a suelos dispersivos.

4.3.3 Colapsabilidad.

Según las pruebas de resistencia y análisis geológico visto en campo el perfil no es susceptible a colapsos.

4.3.4 Licuación.

La licuación corresponde a una condición en que un suelo experimenta deformación permanente y sin resistencia residual bajo la acción de esfuerzos residuales bajos, fenómeno que es debido al desarrollo de altas presiones de poros que conllevan a una reducción extrema de los esfuerzos efectivos de confinamiento, situación que se da por la aplicación de esfuerzos cíclicos o estáticos. Es bien conocido que la causa fundamental de licuación en suelos no cohesivos y saturados durante la ocurrencia de un sismo, se da por el exceso de presión de poros resultante de la aplicación de esfuerzos de corte cíclicos que producen los movimientos de terreno cuando en estos ocurre la propagación de ondas de corte (Sismos o voladuras). Por tal motivo, según las recomendaciones mencionadas en la Norma NSR-10, en su título H-7.4.4 acerca del reconocimiento de los suelos susceptibles a licuación en campo, los niveles arenosos encontrados en las perforaciones no son susceptibles a licuación por las siguientes características:

- Las arenas encontradas no estaban sueltas ni con baja densidad, generalmente estas características son típicas de zonas cercanas a ríos o playas.
- Los materiales presentaban una gradación media a alta, por tal motivo no son susceptibles a licuación.
- A pesar que los materiales presentan aporte volcánico, no se detectaron minerales micáceos, los cuales al encontrarse en materiales arenosos pueden asociarse a procesos de licuación.

4.3.5. Vegetación.

De acuerdo con el entorno del sitio del proyecto no se presentan condiciones adversas por efecto de vegetación o raíces de antiguos árboles. Sin embargo, durante las excavaciones se debe verificar en toda el área de influencia de la edificación que no deben quedar restos de material vegetal u orgánico debajo de las áreas de cimentación.

4.4 CARACTERISTICAS GEOTECNICAS DE LOS MATERIALES.

A continuación, se mencionan cuáles fueron los valores promedio que se utilizaron para los cálculos, apoyados en los ensayos de laboratorio:

4.4.2 Límite líquido.

La variación de este límite para las muestras ensayadas presenta valores entre 29.2% y 46.6% para los depósitos de suelo del área (Ver resultados de laboratorio), por tal motivo se debe tener en cuenta que se trata de suelos con una saturación media.

4.4.2 Peso Unitario del Suelo.

El valor promedio es de 1.81 ton/m^3 para pesos unitarios en lo que tiene que ver con los depósitos de suelo. (Ver resultados de laboratorio).

4.4.3 Índice de Plasticidad.

Presenta valores entre 6.9% y 10.6% en los depósitos naturales (Ver resultados de laboratorio). Estos valores nos indican que la plasticidad de los materiales es baja.

4.4.4 Angulo de Fricción.

El valor que se tomará para este ángulo será de 23.3°.

4.4.5 Cohesión.

El valor obtenido a partir del ensayo de Corte directo da un valor aproximado de 2.6 ton/m^2 para los análisis de las cargas.

4.5 ANÁLISIS GEOTECNICO Y MEJORAMIENTO DEL SUELO.

En este ítem se analizan las propiedades físicas y mecánicas de los suelos del lugar específico donde se planea realizar la edificación, y de esta manera establecer el tipo de cimentación más apropiada y las consideraciones a tener en cuenta para un buen comportamiento de las estructuras. En la zona de estudio, se planean construir 20 viviendas de 2 niveles cada una, con un área aproximada de 100m^2, ubicadas en la carrera 5 con calle 35 norte, sector El Pensil. Al momento de realizar la prospección geotécnica se observó que el terreno está ubicado en una zona con una pendiente natural, que no afecta la estabilidad del sector. Durante el trabajo de campo y la realización de las perforaciones en este predio, se observaron materiales limoarenosos y arcillosos con presencia de ceniza volcánica y saprolito de roca.

5. CARACTERIZACIÓN SÍSMICA.

5.1 ZONA DE AMENAZA SISMICA Y PERFIL DEL SUELO (A_a, A_v, A_e y A_d).

El departamento de Caldas, en la mayoría de los municipios que lo componen, presenta una condición de amenaza sísmica Alta, por fuentes posibles como fallas geológicas de origen regional y local. Enfocándonos específicamente, en el municipio de ANSERMA, Caldas, realizando un análisis de microzonificación tectónica, regionalmente se puede encontrar la Falla Cauca-Romeral y la Falla Silvia Pijao, y locamente el área de estudio se encuentra afectada principalmente por la Falla Chipre (Ver figura 3). Por tal motivo, de acuerdo a los efectos locales descritos en la norma NSR10, reglamento colombiano de construcciones sismo resistente, el perfil del suelo en la zona de estudio, se tiene de acuerdo a las siguientes tablas: Si tomamos los valores de Aa (aceleración horizontal pico efectivo), Av (velocidad horizontal pico efectiva), Ae (aceleración pico efectiva reducida para diseño con seguridad limitada) y Ad (aceleración pico efectiva en el umbral de daño), para el municipio de Anserma y veredas aledañas, se tiene una zona de amenaza sísmica Alta (Tabla 5).

Departamento de Caldas						
Municipio	Código Municipio	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica	A_e	A_d
Manizales	17001	0.25	0.25	Alta	0.20	0.10
Aguadas	17013	0.25	0.25	Alta	0.20	0.10
Anserma	17042	0.25	0.30	Alta	0.20	0.10
Aranzazu	17050	0.25	0.25	Alta	0.19	0.09
Belalcázar	17088	0.25	0.30	Alta	0.20	0.10
Chinchiná	17174	0.25	0.25	Alta	0.20	0.10
Filadelfia	17272	0.25	0.25	Alta	0.20	0.10
La Dorada	17380	0.15	0.20	Intermedia	0.11	0.06
La Merced	17388	0.25	0.25	Alta	0.21	0.10
Manzanares	17433	0.20	0.20	Intermedia	0.20	0.10
Marmato	17442	0.25	0.25	Alta	0.20	0.10
Marquetalia	17444	0.20	0.20	Intermedia	0.17	0.08
Marulanda	17446	0.20	0.25	Alta	0.18	0.09
Neira	17486	0.25	0.25	Alta	0.19	0.10
Norcasia	17495	0.15	0.20	Intermedia	0.15	0.07
Pácora	17513	0.25	0.25	Alta	0.20	0.10
Palestina	17524	0.25	0.25	Alta	0.20	0.10
Pensilvania	17541	0.20	0.20	Intermedia	0.18	0.09
Riosucio	17614	0.25	0.30	Alta	0.20	0.10
Risaralda	17616	0.25	0.30	Alta	0.20	0.10
Salamina	17653	0.25	0.25	Alta	0.18	0.09
Samaná	17662	0.20	0.20	Intermedia	0.19	0.09
San José	17665	0.25	0.30	Alta	0.20	0.10
Supía	17777	0.15	0.30	Alta	0.20	0.10
Victoria	17867	0.25	0.20	Alta	0.13	0.06
Villamaría	17873	0.25	0.25	Alta	0.18	0.09
Viterbo	17877	0.25	0.30	Alta	0.23	0.10

Tabla 5. Valor de Aa, Av, Ae y Ad para Anserma, Caldas.
(Fuente: Norma NSR-10).

A_a= 0.25.
A_v= 0.30.
A_e= 0.20
A_d= 0.10

Debido a que a 6 metros de profundidad se encontró un saprolito de roca con un límite inferior de roca meteorizada de la misma formación con valores de resistencia al corte no drenado superiores a 75 Kpa, por lo cual la resistencia al corte no drenado promedio para la definición del perfil es de 77 Kpa teniendo en cuenta la del saprolito y el valor de 67 Kpa de los 2 primeros metros, por lo cual en la tabla 6 permite establecer que los suelos de la zona de estudio se ajustan a un suelo con perfil tipo D.

Para la clasificación de los perfiles de suelos se tiene la tabla 6:

Tabla A.2.4-1
Clasificación de los perfiles de suelo

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

Tabla 6. Clasificación del perfil del suelo.
(Fuente: Norma NSR-10).

Por lo tanto, el Coeficiente de amplificación Fa (Tabla 7 y Figura 15) del suelo para la zona de períodos cortos del espectro es de:

Fa= 1.3

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_a \leq 0.1$	$A_a = 0.2$	$A_a = 0.3$	$A_a = 0.4$	$A_a \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

Tabla 7. Valores del coeficiente Fa, para la zona de periodos cortos del espectro.
(Fuente: Norma NSR-10).

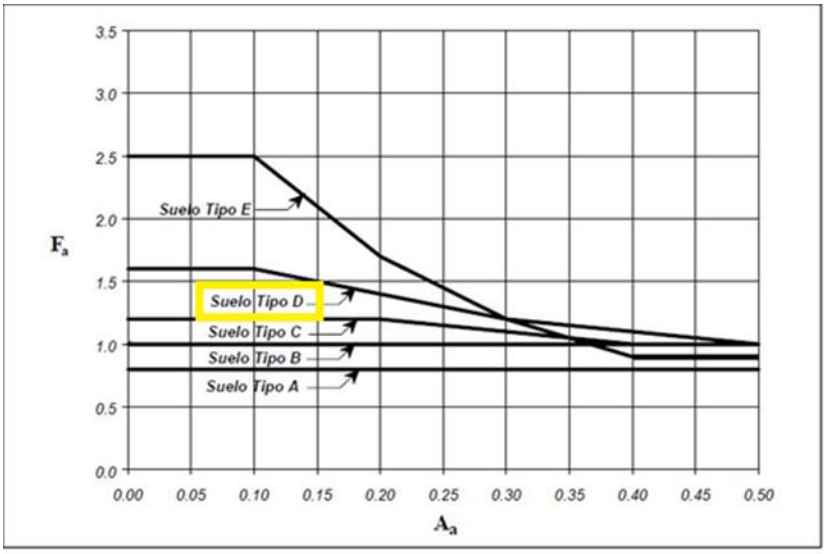


Figura 15. Coeficiente de amplificación Fa del suelo para la zona de períodos cortos del espectro. (Fuente: Norma NSR-10).

El Coeficiente de amplificación Fv (Tabla 8 y Figura 16) del suelo para la zona de períodos intermedios del espectro es de:

Fv= 1.8

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_V \leq 0.1$	$A_V = 0.2$	$A_V = 0.3$	$A_V = 0.4$	$A_V \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

Tabla 8. Valores del coeficiente Fv, para la zona de períodos intermedios del espectro. (Fuente: Norma NSR-10).

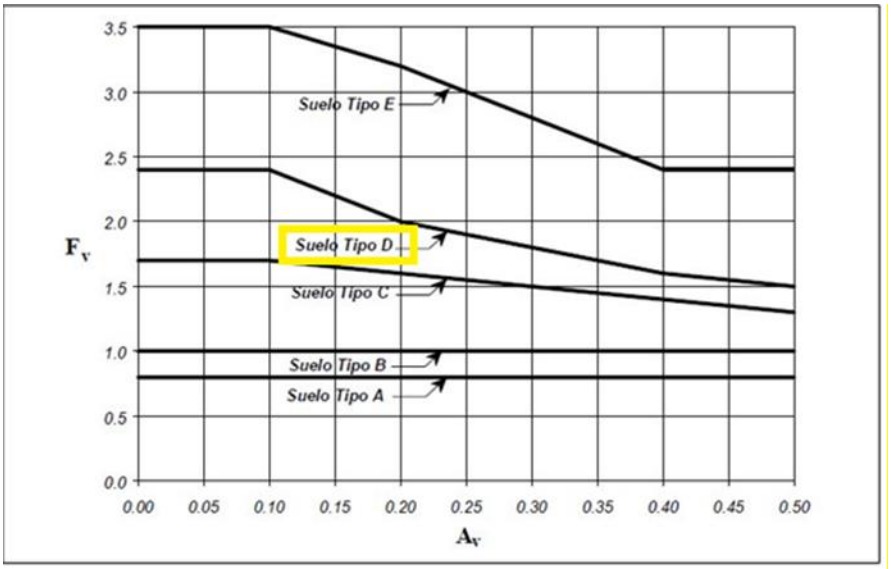


Figura 16. Coeficiente de amplificación Fv del suelo para la zona de períodos intermedios del espectro. (Fuente: Norma NSR-10).

De acuerdo a la ocupación de la estructura a construir el grupo de uso es I "Estructuras de ocupación normal" de acuerdo como lo describe el numeral A.2.5.2. NSR -10 por lo cual el coeficiente de importancia es 1, por lo tanto:

K_{ST} = 0.8*Aa*Fa*Coeficiente de importancia = 0.8*0.25*1.3*1 = 0.26.

6. MODELO GEOTÉCNICO.

6.1 ESTRATIFICACIÓN ELEGIDA PARA EL DISEÑO (Estratigrafía de la columna generalizada).

Basados en los datos obtenidos en las 10 perforaciones y el análisis de los materiales en las columnas generalizadas, se pudo determinar que, entre la superficie y la máxima profundidad explorada, el subsuelo presenta estratos de limoarcillas y arcillas con ceniza volcánica, con humedad baja y hacia la base de la columna, se presentan materiales arcillosos con humedad media y plasticidad media, con trazas de saprolito de roca.

6.2 PROFUNDIDAD DE DESPLANTE.

Para determinar la profundidad de desplante, se tuvieron en cuenta factores relativos a la litología encontrada en las perforaciones de campo y en los análisis de laboratorio como (propiedades mecánicas, condiciones hidráulicas, resistencia, compresibilidad). Por ende, se determinó que la transmisión de cargas de la construcción al subsuelo, se puede realizar a través de zapatas cuadradas de 1.5m x 1.5m, con un nivel de desplante de 2m y así garantizar su interacción como grupo.

6.3 POSICIÓN DEL NIVEL FREÁTICO.

Durante el período de la exploración de campo el Nivel de Aguas Freáticas (N.A.F.) no se detectó en ninguna de las perforaciones.

7. CIMENTACIÓN.

7.1 TIPO Y DIMENSIONES.

Para la selección del tipo de cimentación se tuvieron en cuenta factores relativos a las estructuras (cargas que transmite al suelo, materiales que la constituyen, etc.), al subsuelo (propiedades mecánicas, condiciones hidráulicas, resistencia, compresibilidad, etc.) y factores económicos que deben balancear el costo de la cimentación en comparación con la importancia y el costo mismo de la obra. Considerando lo anterior, se determinó que la transmisión de cargas de la construcción al subsuelo, se puede realizar a través de zapatas cuadradas de 1.5m x 1.5m.

8. CONTROL DE AGUAS.

8.1 SUPERFICIAL.

En la zona del proyecto no existe ningún tipo de problemática con relación a las aguas superficiales, al momento de iniciar los trabajos de construcción de las edificaciones, se deberán realizar manejos adecuados de estas fuentes hídricas conduciéndolas y depositándolas a una red de alcantarillado, también se deben realizar drenajes perimetrales a los bloques que se vayan a construir y de esta manera darle un buen manejo en términos de captación, conducción y disposición a estas aguas lluvias, y así evitar problemas por estancamiento o mal manejo de aguas. La construcción de las estructuras debe avanzar en forma coordinada con las de drenaje del proyecto, tales como alcantarillas, desagües o descoles de cunetas y la construcción de filtros o subdrenajes. El contratista deberá garantizar el adecuado manejo de aguas superficiales y de infiltración antes y durante la ejecución de cualquier excavación superficial o área de excavación o relleno; así como en

las zonas de depósito temporal de estériles y en general, de todas aquellas áreas de la obra donde se puedan generar cauces de escorrentía y de aguas superficiales en épocas de lluvia que arrastren material sedimentable, y así evitar que éste sea dispuesto en cuerpos de agua, en alcantarillas o en sumideros. Para ello, deberá construir, operar, y mantener limpios canales, tuberías, zanjas, pozos y cualquier otro medio de drenaje o equipo necesario para desviar o remover el agua de estas áreas de la obra.

8.2 SUBSUPERFICIAL.

En la zona de estudio no se encontraron niveles freáticos, pero es aconsejable construir drenajes que sean conducidos al alcantarillado principal lo que permitirá evacuar las aguas de filtración que lleguen al terreno y así evitar filtraciones que generen saturación del terreno.

8.3 ABATIMIENTO.

Con relación a este tema, se deben monitorear los niveles máximos y mínimos del agua durante la vida útil de un proyecto, debido a que el nivel de las aguas varía con las estaciones; además, la cimentación recomendada en este informe es de tipo profundo, por lo cual estos niveles de abatimiento en caso de existir no afectarían la realización del proyecto.

8.4. CAPACIDAD DE INFILTRACIÓN.

8.4.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE INFILTRACIÓN.

La infiltración se define como el proceso por el cual el agua penetra por la superficie del suelo y llega hasta sus capas inferiores. (Figura 17). Muchos factores del suelo afectan el control de la infiltración, así como también gobiernan el movimiento del agua dentro del mismo y su distribución durante y después de la infiltración. (Vélez et al, 2002).

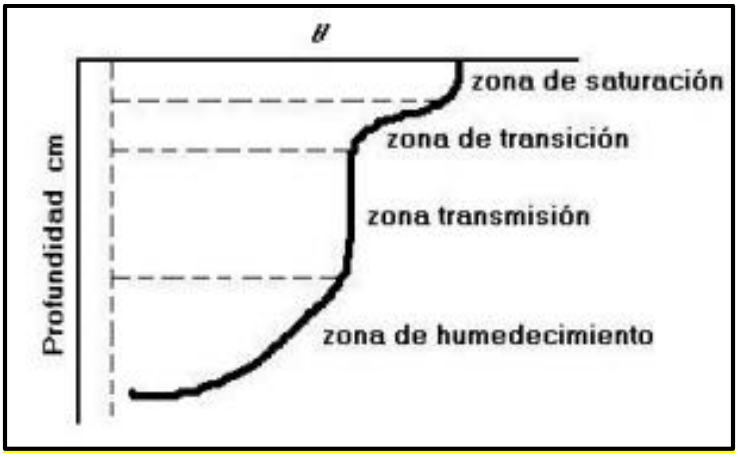


Figura 17. Perfil de humedad en el proceso de infiltración. (Tomado de Manual de Hidrología, Rafael Heras).

Si se aplica agua a determinada superficie de suelo, a una velocidad que se incrementa en forma uniforme, tarde o temprano se llega a un punto en que la velocidad de aporte comienza a exceder la capacidad del suelo para absorber agua y, el exceso se acumula sobre la superficie, o escurre si las condiciones de pendiente lo permiten. La capacidad de infiltración conocida también como "infiltrabilidad del suelo" es el flujo que el perfil del suelo puede absorber a través de su superficie, cuando es mantenido en contacto con el agua a la presión atmosférica. Mientras la velocidad de aporte de agua a la superficie del suelo sea menor que la infiltrabilidad, el agua se infiltra tan rápidamente como es aportada y la velocidad de aporte determina la velocidad de infiltración (o sea, el proceso es controlado por el flujo). Sin embargo, una vez que la velocidad de aporte excede la infiltrabilidad del suelo es ésta última la que determina la velocidad real de infiltración; de ese modo el proceso es controlado por las características del perfil (Gurovich, 1985). En este contexto, la infiltración acumulada, es la integración en el tiempo de la velocidad de infiltración, con una dependencia curvilínea del tiempo y una pendiente que decrece gradualmente. La infiltrabilidad del suelo y su variación en el tiempo dependen del contenido de agua inicial y de la succión, así como de la textura, estructura y uniformidad (o secuencia de los estratos) del perfil del suelo. Kiastiakov, en 1962, fue el primero que propuso el uso de una ecuación empírica, para la velocidad de infiltración expresada normalmente en unidades de longitud por unidad de tiempo (Oficina del Regante, 1985), a saber:

$$I = K \times Tn \qquad -1 < n < 0 \quad (1)$$

Donde:

I = Velocidad de infiltración instantánea
T = Tiempo en minutos.
K = Constante que representa la velocidad de infiltración para t = 1.
n = Pendiente de la curva de velocidad de infiltración con respecto al tiempo.

La infiltración acumulada, se obtiene integrando (1):

$$D = \int_0^t I \ dt \quad (2)$$

Donde, D es la infiltración acumulada o lámina de agua acumulada (L) Por otra parte, la relación matemática que existe entre la velocidad de infiltración y el tiempo está representada por una función exponencial inversa. Así también, cada cambio en las características del suelo provocará instantáneamente un comportamiento singular del proceso de infiltración, que obviamente se verá reflejado en una gráfica de estas variables. De esta manera, es posible visualizar una familia de curvas de infiltración para cada tipo de suelo. Ver figura 18.

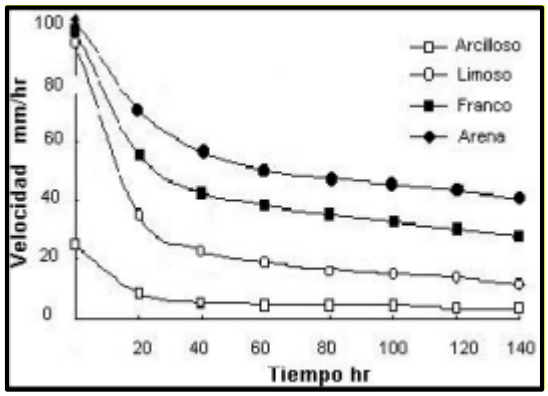


Figura 18. Curvas de infiltración, según textura del suelo. (Tomado de Manual de Hidrología, Rafael Heras).

De acuerdo a lo anterior y teniendo en cuenta los estratos encontrados en las perforaciones donde predominaron los estratos arcillo-limosos y arcillosos se concluye que la capacidad de infiltración del suelo es baja teniendo valores de velocidad de infiltración máximos de 22 mm/hr en el estrato superficial y decreciendo en profundidad de acuerdo a la figura 18.

9. MEMORIAS DE CÁLCULO.

A continuación, se describen todas las Tablas de cálculo sustentadas en los ensayos de laboratorio, en el conocimiento obtenido durante la prospección geotécnica y en la literatura disponible para este tipo de estudios.

9.1 CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO.

Las ecuaciones de capacidad de carga ultima presentadas en este informe, son únicamente para cimentaciones continuas, cuadradas y circulares. Estas no se aplican al caso de cimentaciones rectangulares (0<B/L<1). Además, las ecuaciones no toman en cuenta la resistencia cortante a lo largo de la superficie de falla en el suelo arriba del nivel de desplante de la cimentación. Además, la carga sobre la cimentación puede estar inclinada. Para tomar en cuenta todas estas deficiencias, Meyerhof (1963), sugirió la siguiente forma de ecuación general de capacidad de carga (BRAJA M. DAS; Principios de ingeniería de cimentaciones. 5ta Edición, pág 137):

$$q_u = c' N_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + q N_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + 0.5 \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

Dónde:

c' = Cohesión del suelo.
q = Esfuerzo efectivo al nivel de desplante de la cimentación.
γ = Peso específico del suelo.
B = Ancho de la cimentación.
$F_{cs} F_{qs} F_{\gamma s}$ = Factores de forma.
$F_{cd} F_{qd} F_{\gamma d}$ = Factores de profundidad.
$F_{ci} F_{qi} F_{\gamma i}$ = Factores por inclinación de la carga.
$N_c N_q N_\gamma$ = Factores de capacidad de carga.
Df = Nivel de desplante de la cimentación.
F = Factor de seguridad.

Los coeficientes se obtienen de las siguientes tablas (9, 10, 11, 12 y 13):

Factor	Friction Angle	Cohesion Term (s_c)	Unit Weight Term (s_γ)	Surcharge Term (s_q)
Shape Factors, s_c, s_γ, s_q	$\phi = 0$	$1+\left(\frac{B_f}{5L_f}\right)$	1.0	1.0
	$\phi > 0$	$1+\left(\frac{B_f}{L_f}\right)\left(\frac{N_q}{N_c}\right)$	$1-0.4\left(\frac{B_f}{L_f}\right)$	$1+\left(\frac{B_f}{L_f}\tan\phi\right)$

Tabla 9. Factores de corrección por forma.
(Fuente: AASHTO, 2004).

Factor	Friction Angle	Cohesion Term (c)	Unit Weight Term (γ)	Surcharge Term (q)
		b_c	b_γ	b_q
Base Inclination Factors, b_c, b_γ, b_q	$\phi = 0$	$1-\left(\frac{\alpha}{147.3}\right)$	1.0	1.0
	$\phi > 0$	$b_q-\left(\frac{1-b_q}{N_c\tan\phi}\right)$	$(1\text{-}0.017\alpha\tan\phi)^2$	$(1\text{-}0.017\alpha\tan\phi)^2$
ϕ = friction angle, degrees; α = footing inclination from horizontal, upward +, degrees				

Tabla 10. Factores de corrección por inclinación de la cimentación.
(Fuente: Hansen and Inan, 1970; AASHTO, 2004).

D_w	$C_{w\gamma}$	C_{wq}
0	0.5	0.5
D_f	0.5	1.0
$> 1.5B_f + D_f$	1.0	1.0
Note: For intermediate positions of the ground water table, interpolate between the values shown above.		

Tabla 11. Factor de corrección por localización del nivel freático.
(Fuente: AASHTO, 2004).

Friction Angle, ϕ (degrees)	D_f/B_f	d_q
32	1	1.20
	2	1.30
	4	1.35
	8	1.40
37	1	1.20
	2	1.25
	4	1.30
	8	1.35
42	1	1.15
	2	1.20
	4	1.25
	8	1.30
Note: The depth correction factor should be used only when the soils above the footing bearing elevation are as competent as the soils beneath the footing level; otherwise, the depth correction factor should be taken as 1.0.		

Tabla 12. Factor de corrección por profundidad de desplante.
(Fuente: Hansen and Inan, 1970; AASHTO, 2004).

ϕ'	N_c	N_q	N_γ	ϕ'	N_c	N_q	N_γ
0	5.14	1.00	0.00	26	22.25	11.85	12.54
1	5.38	1.09	0.07	27	23.94	13.20	14.47
2	5.63	1.20	0.15	28	25.80	14.72	16.72
3	5.90	1.31	0.24	29	27.86	16.44	19.34
4	6.19	1.43	0.34	30	30.14	18.40	22.40
5	6.49	1.57	0.45	31	32.67	20.63	25.99
6	6.81	1.72	0.57	32	35.49	23.18	30.22
7	7.16	1.88	0.71	33	38.64	26.09	35.19
8	7.53	2.06	0.86	34	42.16	29.44	41.06
9	7.92	2.25	1.03	35	46.12	33.30	48.03
10	8.35	2.47	1.22	36	50.59	37.75	56.31
11	8.80	2.71	1.44	37	55.63	42.92	66.19
12	9.28	2.97	1.69	38	61.35	48.93	78.03
13	9.81	3.26	1.97	39	67.87	55.96	92.25
14	10.37	3.59	2.29	40	75.31	64.20	109.41
15	10.98	3.94	2.65	41	83.86	73.90	130.22
16	11.63	4.34	3.06	42	93.71	85.38	155.55
17	12.34	4.77	3.53	43	105.11	99.02	186.54
18	13.10	5.26	4.07	44	118.37	115.31	224.64
19	13.93	5.80	4.68	45	133.88	134.88	271.76
20	14.83	6.40	5.39	46	152.10	158.51	330.35
21	15.82	7.07	6.20	47	173.64	187.21	403.67
22	16.88	7.82	7.13	48	199.26	222.31	496.01
23	18.05	8.66	8.20	49	229.93	265.51	613.16
24	19.32	9.60	9.44	50	266.89	319.07	762.89
25	20.72	10.66	10.88				

Tabla 13. Factores de capacidad de carga, forma, profundidad e inclinación de Meyerhof. (Fuente: BRAJA M. DAS; Principios de ingeniería de cimentaciones. 5ta Edición).

A continuación (Tabla 14), se observan las tablas de cálculo para zapatas:

Punto No	Dimensiones					C (T/m2)	Φ	Nf (m)	FS	ϒq (T/m3)	ϒf (T/m3)	α	Sc	Sγ	Sq	bc	bγ	bq	Nc	Nq	Nγ	Cwγ	Cwq	qult (T/m2)	qadm (T/m2)
	Df(m)	B(m)	L(m)	Bf(m)	Lf(m)																				
1	1,00	1,5	1,5	0,99	0,99	2,60	23	0	3	1,81	1,81	0,00	1,49	0,60	1,43	0,99	1,00	0,99	18,3	8,9	8,5	0,50	0,50	84,0	28,0
2	1,50	1,5	1,5	0,99	0,99	2,60	23	0	3	1,81	1,81	0,00	1,49	0,60	1,43	0,99	1,00	0,99	18,3	8,9	8,5	0,50	0,50	89,7	29,9
3	2,00	1,5	1,5	0,99	0,99	2,60	23	0	3	1,81	1,81	0,00	1,49	0,60	1,43	0,99	1,00	0,99	18,3	8,9	8,5	0,50	0,50	95,4	31,8
4	2,50	1,5	1,5	0,99	0,99	2,60	23	0	3	1,81	1,81	0,00	1,49	0,60	1,43	0,99	1,00	0,99	18,3	8,9	8,5	0,50	0,50	101,2	33,7

Tabla 14. Cálculo de capacidad de carga del suelo para cimentaciones superficiales.
(Fuente: Autor).

9.2 CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS.

9.2.1. Asentamientos Elásticos.

Teóricamente, si la cimentación es perfectamente flexible el asentamiento puede expresarse como:

$$S_e = q_o(\infty * B') \frac{1 - \mu_s^2}{E_s} I_s I_f$$

Donde:

Se: Asentamiento elástico.
H: Espesor del estrato de suelo.
Es: Módulo de elasticidad promedio del suelo bajo la cimentación.
qo: presión neta aplicada sobre la cimentación.
µs: Relación de Poisson del suelo.
B´: B/2 para el centro de la cimentación.
B para la esquina de la cimentación.

$$I_s = \text{factor de forma (Steinbrenner, 1934)}$$

$$= F_1 + \frac{1 - 2\mu_s}{1 - \mu_s} F_2$$

$$F_1 = \frac{1}{\pi}(A_0 + A_1)$$

$$F_2 = \frac{n'}{2\pi} \tan^{-1} A_2$$

$$A_0 = m' \ln \frac{\left(1 + \sqrt{m'^2 + 1}\right)\sqrt{m'^2 + n'^2}}{m'\left(1 + \sqrt{m'^2 + n'^2 + 1}\right)}$$

$$A_1 = \ln \frac{\left(m' + \sqrt{m'^2 + 1}\right)\sqrt{1 + n'^2}}{m' + \sqrt{m'^2 + n'^2 + 1}}$$

$$A_2 = \frac{m'}{n'\sqrt{m'^2 + n'^2 + 1}}$$

$$I_f = \text{factor de profundidad (Fox, 1948)} = f\left(\frac{D_f}{B}\ \mu_s, \text{y}\ \frac{L}{B}\right)$$

D_f/B	L/B 1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	5.0
Relación de Poisson = 0.00 = μ_s							
0.05	0.950	0.954	0.957	0.959	0.961	0.963	0.973
0.10	0.904	0.911	0.917	0.922	0.925	0.928	0.948
0.20	0.825	0.838	0.847	0.855	0.862	0.867	0.903
0.40	0.710	0.727	0.740	0.752	0.761	0.769	0.827
0.60	0.635	0.652	0.666	0.678	0.689	0.698	0.769
0.80	0.585	0.600	0.614	0.626	0.637	0.646	0.723
1.00	0.549	0.563	0.576	0.587	0.598	0.607	0.686
2.00	0.468	0.476	0.484	0.492	0.499	0.506	0.577
Relación de Poisson = 0.10 = μ_s							
0.05	0.958	0.962	0.965	0.967	0.968	0.970	0.978
0.10	0.919	0.926	0.930	0.934	0.938	0.940	0.957
0.20	0.848	0.859	0.868	0.875	0.881	0.886	0.917
0.40	0.739	0.755	0.768	0.779	0.788	0.795	0.848
0.60	0.665	0.682	0.696	0.708	0.718	0.727	0.793
0.80	0.615	0.630	0.644	0.656	0.667	0.676	0.749
1.00	0.579	0.593	0.606	0.618	0.628	0.637	0.714
2.00	0.496	0.505	0.513	0.521	0.528	0.535	0.606
Relación de Poisson = 0.30 = μ_s							
0.05	0.979	0.981	0.982	0.983	0.984	0.985	0.990
0.10	0.954	0.958	0.962	0.964	0.966	0.968	0.977
0.20	0.902	0.911	0.917	0.923	0.927	0.930	0.951
0.40	0.808	0.823	0.834	0.843	0.851	0.857	0.899
0.60	0.738	0.754	0.767	0.778	0.788	0.796	0.852
0.80	0.687	0.703	0.716	0.728	0.738	0.747	0.813
1.00	0.650	0.665	0.678	0.689	0.700	0.709	0.780
2.00	0.562	0.571	0.580	0.588	0.596	0.603	0.675
Relación de Poisson = 0.40 = μ_s							
0.05	0.989	0.990	0.991	0.992	0.992	0.993	0.995
0.10	0.973	0.976	0.978	0.980	0.981	0.982	0.988
0.20	0.932	0.940	0.945	0.949	0.952	0.955	0.970
0.40	0.848	0.862	0.872	0.881	0.887	0.893	0.927
0.60	0.779	0.795	0.808	0.819	0.828	0.836	0.886
0.80	0.727	0.743	0.757	0.769	0.779	0.788	0.849
1.00	0.689	0.704	0.718	0.730	0.740	0.749	0.818
2.00	0.596	0.606	0.615	0.624	0.632	0.640	0.714
Relación de Poisson = 0.50 = μ_s							
0.05	0.997	0.997	0.998	0.998	0.998	0.998	0.999
0.10	0.988	0.990	0.991	0.992	0.993	0.993	0.996
0.20	0.960	0.966	0.969	0.972	0.974	0.976	0.985
0.40	0.886	0.899	0.908	0.916	0.922	0.926	0.953
0.60	0.818	0.834	0.847	0.857	0.866	0.873	0.917
0.80	0.764	0.781	0.795	0.807	0.817	0.826	0.883
1.00	0.723	0.740	0.754	0.766	0.777	0.786	0.852
2.00	0.622	0.633	0.643	0.653	0.662	0.670	0.747

Tabla 15. Valores de If según Fox.
(Fuente: Principios de ingeniería de cimentaciones, Braja M. Das).

α: factor que depende de la posición de la cimentación donde el asentamiento está siendo calculado.

Para calcular el asentamiento en el centro de la cimentación se usa:

α = 4 $m' = \frac{L}{B}$ $n' = \frac{H}{\left(\frac{B}{2}\right)}$

Para calcular el asentamiento en la esquina de la cimentación:

α =
1 $m' = \frac{L}{B}$ $n' = \frac{H}{B}$

De acuerdo a las expresiones anteriores se tiene:

9.2.2. Cálculo De Asentamiento En El Centro De La Cimentación.

$$\alpha = 4$$

$$m' = \frac{L}{B} = \frac{1}{1} = 1.0$$

$$n' = \frac{H}{\left(\frac{B}{2}\right)} = \frac{2}{\left(\frac{1}{2}\right)} = 4$$

$$A_0 = 1 * \ln \frac{\left(1 + \sqrt{1^2 + 1}\right) * \sqrt{1^2 + 4^2}}{1 * \left(1 + \sqrt{1^2 + 4^2 + 1}\right)} = 0.106$$

$$A_1 = ln * \frac{\left(1 + \sqrt{1^2 + 1}\right) * \sqrt{1 + 4^2}}{1 + \left(\sqrt{1^2 + 4^2 + 1}\right)} = 0.614$$

$$A_2 = \frac{1}{4 * \sqrt{1^2 + 4^2 + 1}} = 0.059$$

$$F_1 = \frac{1}{\pi} * (0.106 + 0.614) = 0.228$$

$$F_2 = \frac{4}{2 * \pi} * tan^{-1}(0.059) = 2.147$$

$$I_s = 0.228 + \left[\frac{1 - 2 * 0.4}{1 - 0.4} * 2.147\right] = 0.943$$

$$S_e = 4\,{}^{T}/_{m^2}\,(4 * 0.5\,m)\frac{1 - 0.4^2}{258\,{}^{T}/_{m^2}} * 0.943 * 0.596\,{}^{cm}/_{m} = 0.026$$

9.2.3. Cálculo de Asentamiento en la Esquina de la Cimentación

$$\alpha = 1$$

$$m' = \frac{L}{B} = \frac{1}{1} = 1$$

$$n' = \frac{H}{(\mathrm{B})} = \frac{2}{(1)} = 2$$

$$A_0 = 1 * \ln \frac{\left(1 + \sqrt{1^2 + 1}\right) * \sqrt{1^2 + 2^2}}{1 * \left(1 + \sqrt{1^2 + 2^2 + 1}\right)} = 0.447$$

$$A_1 = ln * \frac{\left(1 + \sqrt{1^2 + 1}\right) * \sqrt{1 + 2^2}}{1 + \left(\sqrt{1^2 + 2^2 + 1}\right)} = 0.447$$

$$A_2 = \frac{1}{2 * \sqrt{1^2 + 2^2 + 1}} = 0.204$$

$$F_1 = \frac{1}{\pi} * (0.447 + 0.447) = 0.284$$

$$F_2 = \frac{2}{2 * \pi} * tan^{-1}(0.204) = 3.666$$

$$I_s = 0.284 + \left[\frac{1 - 2 * 0.4}{1 - 0.4} * 3.666\right] = 1.5$$

$$S_e = 4\,{}^{T}/_{m^2}\,(1 * 1m)\frac{1 - 0.4^2}{258\,{}^{T}/_{m^2}} * 1.5\ * 0.596\,{}^{cm}/_{m} = 0.011 \text{ cm}$$

Los asentamientos en zapatas para los diferentes niveles de carga serán (Tablas 16 y 17):

Punto No	Df	B(m)	L (m)	m'	n'	Ao	A1	A2	F1	F2	Is	If	S (m)	qo (T/m2)
1	1,0	1,5	1,5	1,0	7	0,734	0,734	0,022	0,467	0,023	0,475	0,779	0,011	3,27
2	1,5	1,5	1,5	1,0	6	0,718	0,718	0,027	0,457	0,026	0,466	0,689	0,023	8,40
3	2,0	1,5	1,5	1,0	5	0,698	0,698	0,034	0,444	0,029	0,454	0,689	0,017	6,29
4	2,5	1,5	1,5	1,0	5	0,673	0,673	0,044	0,429	0,033	0,440	0,689	0,011	4,31

Tabla 16. Cálculo de asentamientos elásticos en el centro de la cimentación.
(Fuente: Autor).

Punto No	Df	B(m)	L (m)	m'	n'	Ao	A1	A2	F1	F2	Is	If	S (m)	qo (T/m2)
1	1,0	1,5	1,5	1,0	3,3	0,598	0,598	0,083	0,381	0,044	0,395	0,779	0,004	3,27
2	1,5	1,5	1,5	1,0	3,0	0,570	0,570	0,101	0,363	0,048	0,379	0,689	0,010	8,40
3	2,0	1,5	1,5	1,0	2,7	0,537	0,537	0,124	0,342	0,052	0,359	0,689	0,007	6,29
4	2,5	1,5	1,5	1,0	2,3	0,497	0,497	0,157	0,316	0,058	0,336	0,689	0,004	4,31

Tabla 17. Cálculo de asentamientos elásticos en la esquina de la cimentación.
(Fuente: Autor).

10. LIMITACIONES DEL ESTUDIO.

Las recomendaciones consignadas en este informe se basan en la investigación ejecutada por los profesionales que intervinieron en la prospección geotécnica, acorde con la aplicación de los conocimientos geológico-geotécnicos, con la práctica común de la ingeniería de suelos y con la cobertura suficiente para definir las condiciones del subsuelo en el área del proyecto. Sin embargo, si se presentan condiciones no contempladas en este informe, como por ejemplo variación en el proyecto o diferencias en el subsuelo, se nos deberá comunicar oportunamente para establecer los ajustes y cambios necesarios a las recomendaciones formuladas.

11. COMENTARIOS FINALES Y RECOMENDACIONES.

- En los sondeos realizados no se encontró nivel freático.

- El lote estudiado, se caracteriza principalmente por presentar limoarcillas con presencia de ceniza volcánica hacia la parte superior de la columna estratigráfica y arcillas con humedad media y plasticidad media, con trazas de saprolito de roca hacia la parte inferior de la columna estratigráfica.

- Se determinó que la transmisión de cargas de la construcción al subsuelo, se puede realizar a través de un sistema de zapatas cuadradas de 1.5m x 1.5m de diámetro, con un nivel de desplante de 2m.

- El perfil del suelo corresponde a D.

- Los parámetros dinámicos necesarios para el diseño de las fundaciones deben ser los contemplados en la Norma Sismo Resistente que tiene que ver con las zonas de riesgo sísmico alto.

- En el momento de iniciar la construcción de las estructuras sumado a los movimientos de tierras, se debe iniciar la operación rápidamente para minimizar la exposición de los terrenos a los agentes naturales como lluvia, humedad, altas temperaturas, etc, y de esta manera evitar alteraciones y problemas de inestabilidad en dichos terrenos.

- Los escombros que se generen por las demoliciones de las construcciones existentes, incluidos los cimientos u otros tipos de estructuras, se deberán retirar del área de influencia del proyecto.

- Deben inspeccionarse de manera detallada los lotes vecinos, para evitar que las excavaciones, afecten elementos de infraestructura como sótanos, tanques, alcantarillados, etc.

- El profesional geotecnista garante del presente estudio, no se hace responsable por cualquier tipo de daño y/o sanción derivados de modificaciones efectuadas al proyecto sin la respectiva consulta.

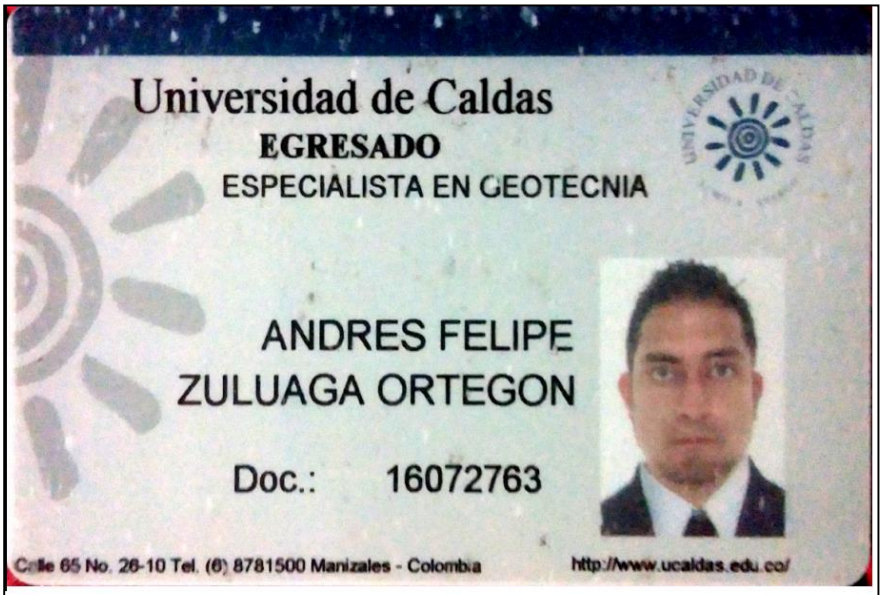
12. BIBLIOGRAFÍA.

- *GONZÁLEZ DE VALLEJO, Luis I. INGENIERÍA GEOLÓGICA, Universidad Complutense de Madrid, (2002).*
- *TERZAGHI, Karl Von, MECÁNICA DE SUELOS EN LA INGENIERÍA GEOTÉCNICA, 1943.*
- *Resoluciones 200, 201, 210, construcción de terraplenes, MANUAL DE ESPECIFICACIONES TECNICAS, INVIAS 2007.*
- *Plan de gestión ambiental regional para Caldas, Corpocaldas 2001 – 2006.*
- *Unidades Geomorfológicas del territorio colombiano. República de Colombia ministerio del medio ambiente. Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales, IDEAM Santa Fe de Bogotá, D. C.*
- *CLIMATE-DATA.ORG.*
- *REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO-RESISTENTE (NSR-10). Bogota, Colombia. Enero de 2010.*
- *Principios de ingeniería de cimentaciones. Quinta. s.l: Thomson, 2006.*
- *DELGADO V., MANUEL. 2005. Ingeniería de Fundaciones. Tercera reimpresión. Bogotá: s.n., 2005.*
- *Instituto Nacional de Vías. Manual de Estabilidad de taludes. Santafé de Bogotá, D.C. 1998. Pág. 340.*
- *Instituto Tecnológico Geominero de España. Manual de Ingeniería de Taludes. 1991. Madrid España. Pág. 456.*
- *RODRÍGUEZ, E., R., W., 2003, Las Arcillas Activas en argentina diagnóstico y remediación, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional de Buenos Aires, p. 1-58.*
- *JOSEPH E. BOWELS. Manual de laboratorio de suelos en ingeniería. Mc Graw Hill.*
- *BRAJA M. DAS. Principios de ingeniería de cimentaciones. 5ta Edición.*
- *RAFAEL HERAS. Manual de hidrología. Centro de estudios hidrográficos. Madrid 1970.*
- *Plancha 206 del Nevado del Ruiz, Ingeominas 2001.*
- *Memoria Explicativa 206 del Nevado del Ruiz, Ingeominas 2001.*

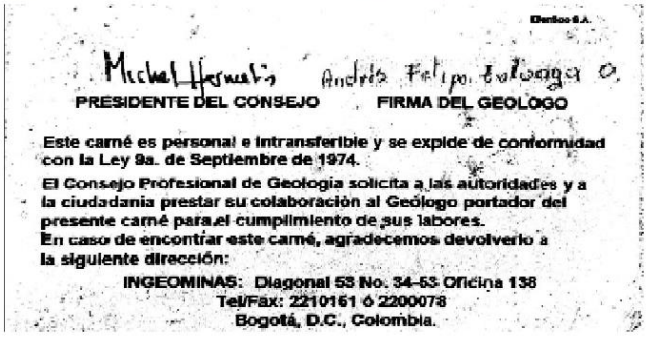
13. REGISTRO FOTOGRÁFICO.



14. CERTIFICADOS PROFESIONALES.







En nombre de la República de Colombia
y por autorización del Ministerio de Educación Nacional

La Universidad de Caldas

en atención a que

ANDRES FELIPE ZULUAGA ORTEGON

C.C. No. 16072763 de MANIZALES

ha cumplido los requisitos que los estatutos exigen, le confiere el título de

ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

y le expide el presente diploma. En testimonio de ello,
se refrenda con las firmas y registro respectivos

Rector

Secretario General

Manizales, 31 de julio de 2015

Oficina de Registro Académico Folio 344/109 del libro Nº 5

Nº 34888

En nombre de la República de Colombia
y por autorización del Ministerio de Educación Nacional

Promoción Bicentenario de la Independencia de Colombia 1810 - 2010

La Universidad de Caldas

en atención a que

Andrés Felipe Zuluaga Ortegón

C.C. No. 16072763 de MANIZALES

ha cumplido los requisitos que los estatutos exigen, le confiere el título de

GEÓLOGO

y le expide el presente diploma. En testimonio de ello,
se refrenda con las firmas y registro respectivos

Rector

Secretario General

Manizales, 13 de Diciembre de 2010

Oficina de Registro Académico Folio 166/644 del libro Nº 5

Nº 23946

THOMAS GREG & SONS

ANEXOS.

ANEXO A. ENSAYOS DE LABORATORIO.

GEOTRANSVIAL S.A.S.
Nit. 900376530-0
Calle 4a3 #19a - 47 B. Alcazares
Manizales (Caldas)

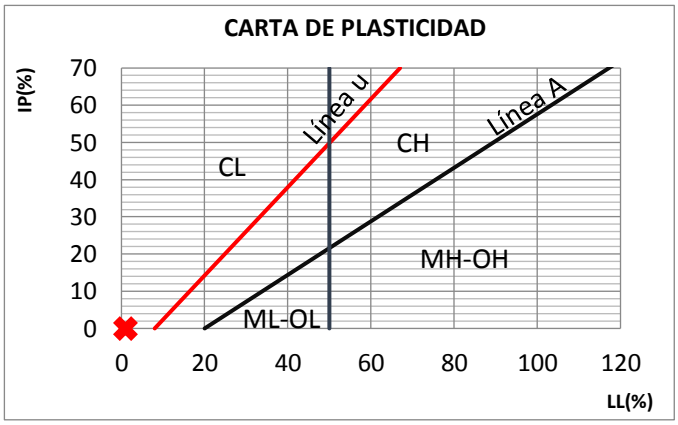
GEOTRANSVIAL S.A.S.
Soluciones Ingenieriles

DETERMINACIÓN LIMITES LIQUIDO Y PLASTICO INV E 125 - 13, INV E 126 -13

OBRA:	CONSTRUCCIÓN EDIFICACIÓN
LOCALIZACIÓN:	GUAYACANES, ANSERMA (CALDAS)
DIRIGIDO A :	FELIPE ZULUAGA
FECHA :	OCTUBRE DE 2021
SONDEO No :	1
PROFUNDIDAD:	3,00 metros

	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
DETERMINACIÓN Nº	1	2	3	1	2
NÚMERO DE GOLPES	0	0	0	N/A	N/A
PESO RECIPIENTE +SUELO HÚMEDO (gr	0,00	0,00	0,00	13,03	13,07
PESO RECIPIENTE +SUELO SECO (gr)	0,00	0,00	0,00	11,83	12,02
PESO RECIPIENTE (gr)	4,54	5,06	4,97	4,72	5,19
CONTENIDO DE AGUA (%)	0,00	0,00	0,00	16,88	15,37





LÍMITE LÍQUIDO:	NL
LÍMITE PLÁSTICO:	16,1
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	NIP
INDICE DE FLUJO (Fw)	N/A
INDICE DE TENACIDAD(Tw)	N/A
INDICE DE COMPRESIBILIDAD (Cc)	N/A

ING. CRISTIAN CAMILO DELGADO
MP. 01111-10567 CPITVC

GEOTRANSVIAL S.A.S.
Nit. 900376530-0
Calle 4a3 #19a - 47 B. Alcazares
Manizales (Caldas)

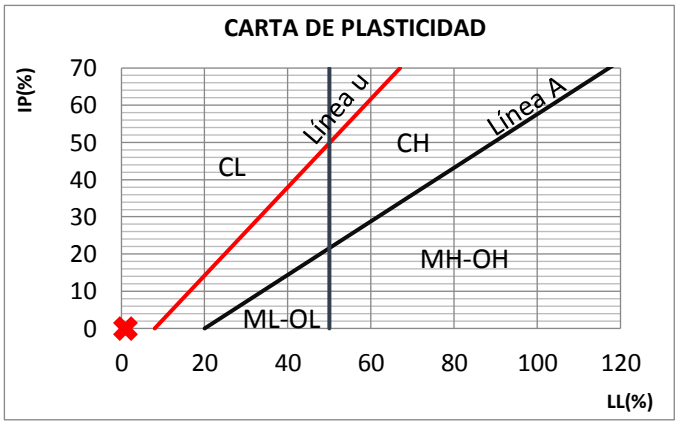
GEOTRANSVIAL S.A.S.
Soluciones Ingenieriles

DETERMINACIÓN LIMITES LIQUIDO Y PLASTICO INV E 125 - 13, INV E 126 -13

OBRA:	CONSTRUCCIÓN EDIFICACIÓN
LOCALIZACIÓN:	GUAYACANES, ANSERMA (CALDAS)
DIRIGIDO A :	FELIPE ZULUAGA
FECHA :	OCTUBRE DE 2021
SONDEO No :	2
PROFUNDIDAD:	5,50 metros

	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
DETERMINACIÓN Nº	1	2	3	1	2
NÚMERO DE GOLPES	0	0	0	N/A	N/A
PESO RECIPIENTE +SUELO HÚMEDO (gr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PESO RECIPIENTE +SUELO SECO (gr)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PESO RECIPIENTE (gr)	5,82	5,69	5,80	5,31	5,30
CONTENIDO DE AGUA (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00





LÍMITE LÍQUIDO:	NL
LÍMITE PLÁSTICO:	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	NIP
INDICE DE FLUJO (Fw)	N/A
INDICE DE TENACIDAD(Tw)	N/A
INDICE DE COMPRESIBILIDAD (Cc)	N/A

ING. CRISTIAN CAMILO DELGADO
MP. 01111-10567 CPITVC

GEOTRANSVIAL S.A.S.
Nit. 900376530-0
Calle 4a3 # 19a-47 B. Alcazares
Manizales (Caldas)

GEOTRANSVIAL S.A.S.
Soluciones Ingenieriles

ANALISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO INV - E 123 - 13

OBRA:	**CONSTRUCCIÓN EDIFICACIÓN**
LOCALIZACIÓN:	**GUAYACANES, ANSERMA (CALDAS)**
DIRIGIDO A :	**FELIPE ZULUAGA**
FECHA:	**OCTUBRE DE 2021**
SONDEO	**1**
PROFUNDIDAD	**2,00 metros**

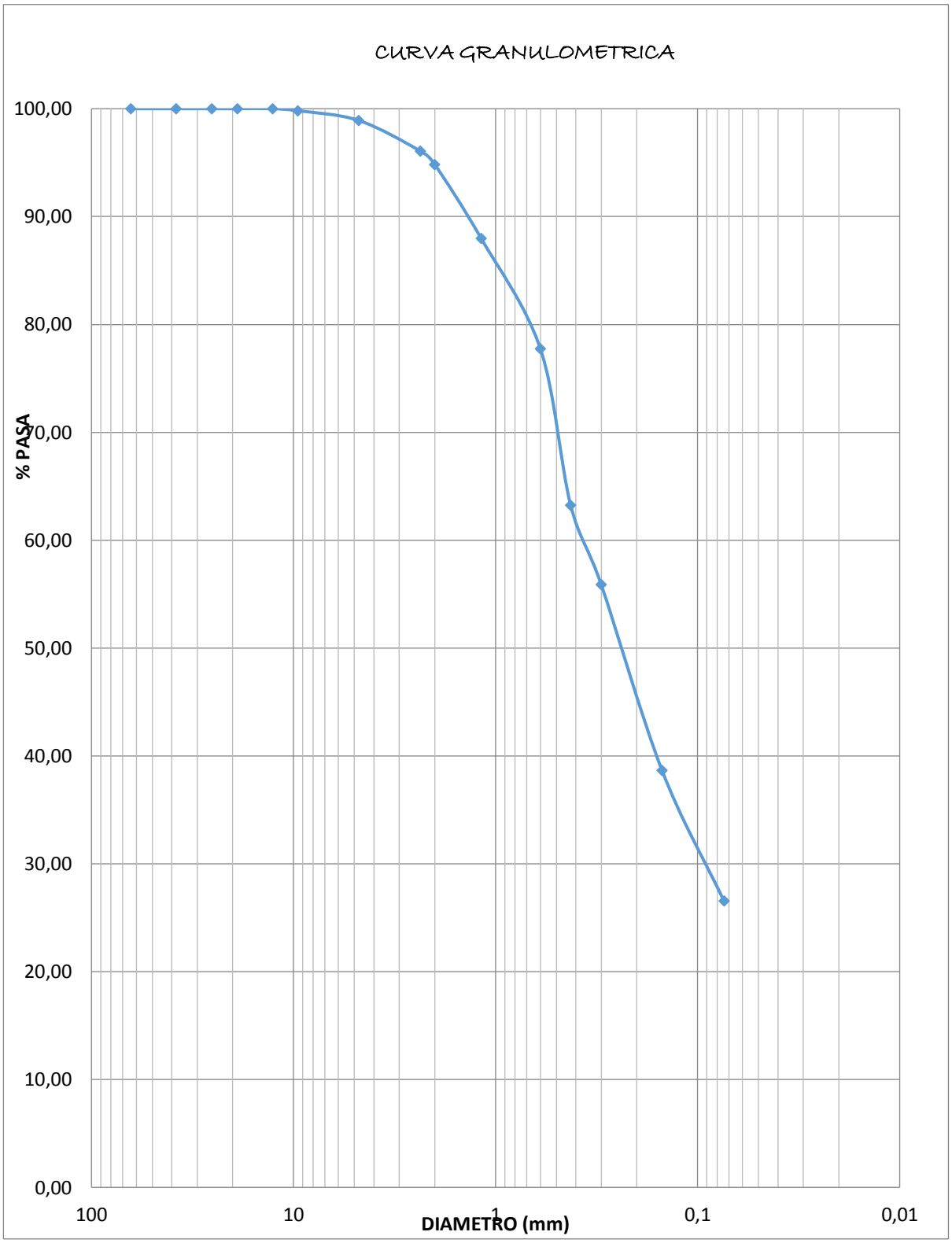
ANTES DE LAVADO	
PESO PLATÓN (gr)	143,10
PESO PLATÓN + MUEST (gr)	523,75
PESO MUESTRA (gr)	380,65

DESPUÉS DE LAVADO (gr)	
PESO PLATÓN (gr)	143,1
PESO PLATÓN + MUESTRA (gr)	422,75
PESO MUESTRA SECA (gr)	279,65
PASA TAMIZ Nº 200 (%)	26,53

ANÁLISIS POR TAMIZADO						
TAMIZ Nº	DIÁMETRO	%RETENIDO	%RETENIDO	%QUE PASA	PESO RETENIDO	PESO CORR
	(mm)		ACUMULADO		(gr)	(gr)
2 1/2"	64	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
1 1/2"	38,1	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
1"	25,40	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
1/2"	12,70	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
3/8"	9,51	0,19	0,19	99,81	0,71	0,71
4	4,76	0,90	1,09	98,91	3,42	3,42
8	2,36	2,84	3,92	96,08	10,80	10,80
10	2,00	1,25	5,18	94,82	4,77	4,77
16	1,180	6,83	12,01	87,99	26,01	26,01
30	0,600	10,25	22,26	77,74	39,03	39,03
40	0,425	14,50	36,76	63,24	55,19	55,19
50	0,300	7,36	44,12	55,88	28,02	28,02
100	0,150	17,23	61,35	38,65	65,58	65,58
200	0,074	12,11	73,47	26,53	46,11	46,11
FONDO		26,53	87,89	12,11	101,00	101,00
ERROR (gr)		0,01		∑	380,64	380,65
ERROR (%)		0,00			Cu	5,74
					Cc	0,72

GEOTRANSVIAL S.A.S.
Nit. 900376530-0
Calle 4a3 # 19a-47 B. Alcazares
Manizales (Caldas)

GEOTRANSVIAL S.A.S.
Soluciones Ingenieriles



ING. CRISTIAN CAMILO DELGADO
MP. 01111-10567 CPITV

GEOTRANSVIAL S.A.S.
Nit. 900376530-0
Calle 4a3 # 19a-47 B. Alcazares
Manizales (Caldas)

GEOTRANSVIAL S.A.S.
Soluciones Ingenieriles

ANALISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO INV - E 123 - 13

OBRA:	**CONSTRUCCIÓN EDIFICACIÓN**
LOCALIZACIÓN:	**GUAYACANES, ANSERMA (CALDAS)**
DIRIGIDO A :	**FELIPE ZULUAGA**
FECHA:	**OCTUBRE DE 2021**
SONDEO	**2**
PROFUNDIDAD	**3,00 metros**

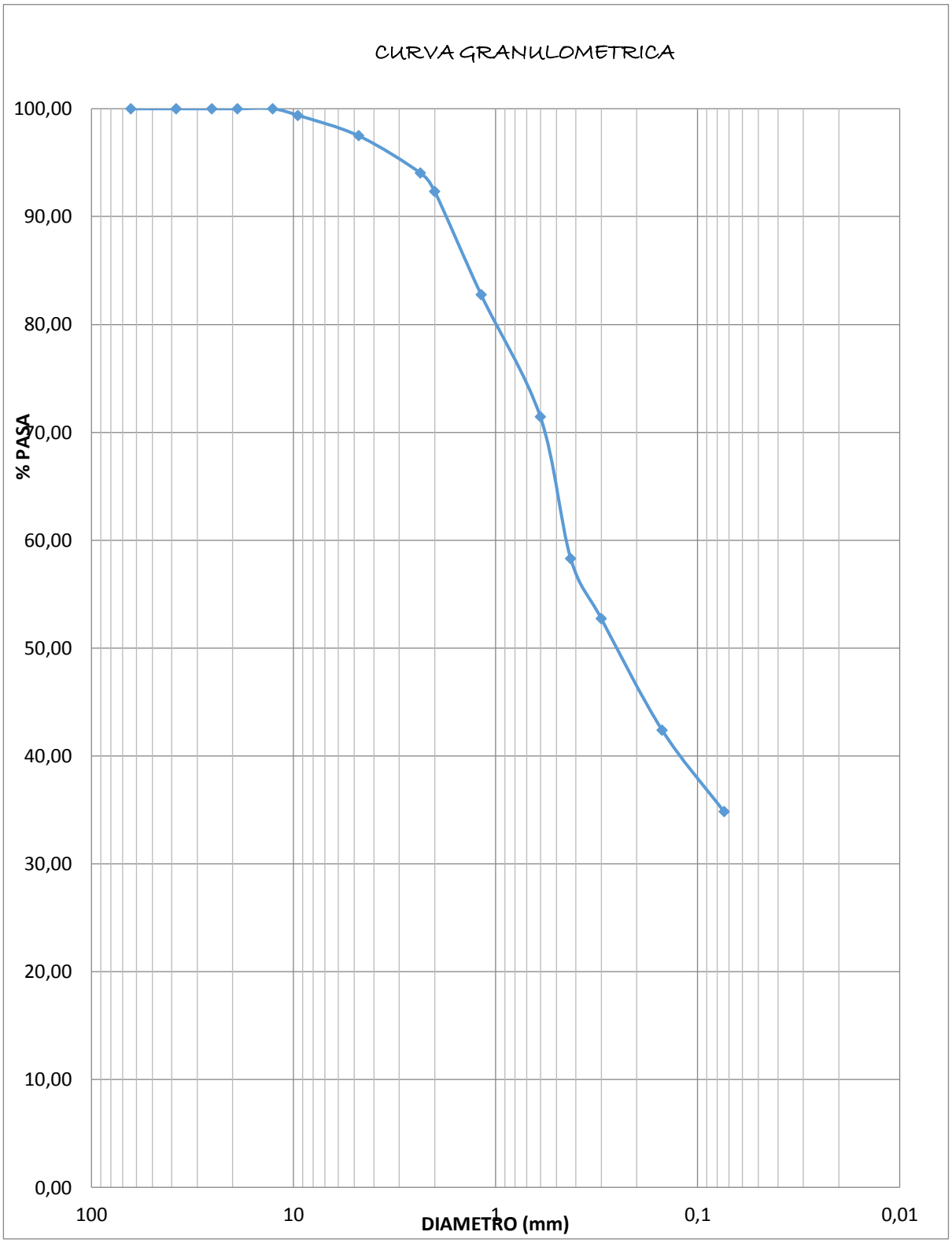
ANTES DE LAVADO	
PESO PLATÓN (gr)	144,41
PESO PLATÓN + MUEST (gr)	494,94
PESO MUESTRA (gr)	350,53

DESPUÉS DE LAVADO (gr)	
PESO PLATÓN (gr)	144,41
PESO PLATÓN + MUESTRA (gr)	372,86
PESO MUESTRA SECA (gr)	228,45
PASA TAMIZ Nº 200 (%)	34,83

ANÁLISIS POR TAMIZADO

TAMIZ Nº	DIÁMETRO (mm)	%RETENIDO	%RETENIDO ACUMULADO	%QUE PASA	PESO RETENIDO (gr)	PESO CORR (gr)
2 1/2"	64	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
1 1/2"	38,1	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
1"	25,40	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
1/2"	12,70	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
3/8"	9,51	0,61	0,61	99,39	2,15	2,15
4	4,76	1,90	2,51	97,49	6,66	6,66
8	2,36	3,43	5,95	94,05	12,04	12,04
10	2,00	1,74	7,69	92,31	6,09	6,09
16	1,180	9,55	17,23	82,77	33,46	33,46
30	0,600	11,35	28,58	71,42	39,77	39,77
40	0,425	13,11	41,69	58,31	45,96	45,96
50	0,300	5,58	47,27	52,73	19,56	19,55
100	0,150	10,33	57,60	42,40	36,21	36,21
200	0,074	7,58	65,17	34,83	26,56	26,56
FONDO		34,83	92,42	7,58	122,08	122,08
ERROR (gr)		0,00		∑	350,54	350,53
ERROR (%)		0,00			Cu	8,11
					Cc	0,12

GEOTRANSVIAL S.A.S.
Nit. 900376530-0
Calle 4a3 # 19a-47 B. Alcazares
Manizales (Caldas)



ING. CRISTIAN CAMILO DELGADO
MP. 01111-10567 CPITV

GEOTRANSVIAL S.A.S.
Nit. 900376530-0
Calle 4a3 # 19a - 47 Alcazares
Manizales (Caldas)

ENSAYO DE HUMEDAD INV E - 122 - 13

OBRA:	**CONSTRUCCIÓN EDIFICACIÓN**
LOCALIZACIÓN:	**GUAYACANES, ANSERMA (CALDAS)**
DIRIGIDO A :	**FELIPE ZULUAGA**
FECHA :	**OCTUBRE DE 2021**

Sondeo No	Profundidad (m)	W Cáp.	W Cáp. + MH	W Cáp. + MS	HUMEDAD
3	2,00	4,57	77,18	64,12	21,9

ING. CRISTIAN CAMILO DELGADO
MP. 01111-10567 CPITV

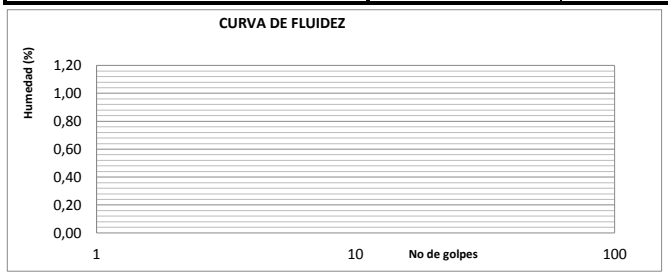
GEOTRANSVIAL S.A.S.
Nit. 900376530-0
Calle 4a3 #19a - 47 B. Alcazares
Manizales (Caldas)

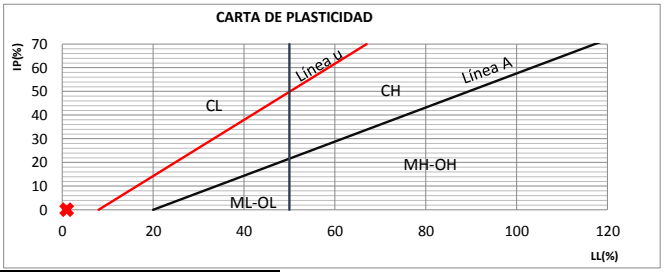
GEOTRANSVIAL S.A.S.
Soluciones Ingenieriles

DETERMINACIÓN LIMITES LIQUIDO Y PLASTICO INV E 125 - 13, INV E 126 -13 Y ANALISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO INV - E 123 - 13

OBRA:	CONSTRUCCIÓN EDIFICACIÓN
LOCALIZACIÓN:	GUAYACANES, ANSERMA (CALDAS)
DIRIGIDO A :	FELIPE ZULUAGA
FECHA :	OCTUBRE DE 2021
SONDEO No :	3
PROFUNDIDAD:	2,00 METROS

	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
DETERMINACIÓN Nº	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**
NÚMERO DE GOLPES	**0**	**0**	**0**	**N/A**	**N/A**
PESO RECIPIENTE +SUELO HÚMEDO (gr)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PESO RECIPIENTE +SUELO SECO (gr)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PESO RECIPIENTE (gr)	5,23	4,68	5,15	4,46	5,27
CONTENIDO DE AGUA (%)	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**

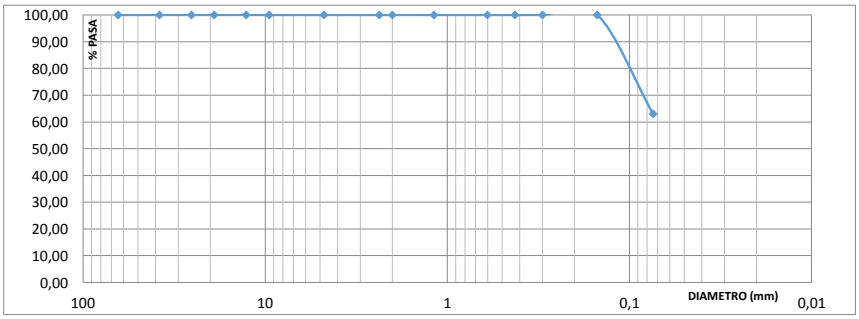




LÍMITE LÍQUIDO:	**NL**
LÍMITE PLÁSTICO:	**NP**
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	**NIP**
INDICE DE FLUJO (Fw)	**N/A**
INDICE DE TENACIDAD(Tw)	**N/A**
INDICE DE COMPRESIBILIDAD (Cc)	**N/A**

ANTES DE LAVADO		DESPUÉS DE LAVADO (gr)	
PESO PLATÓN (gr)	**144,50**	**PESO PLATÓN + MUESTRA (gr)**	**261,30**
PESO PLATÓN + MUESTRA (gr)	**459,70**	**PESO MUESTRA SECA (gr)**	**116,80**
PESO MUESTRA (gr)	**315,20**	**PASA TAMIZ Nº 200 (%)**	**62,94**

ANÁLISIS POR TAMIZADO						
TAMIZ Nº	**DIÁMETRO (mm)**	**%RETENIDO**	**%RETENIDO ACUMULADO**	**%QUE PASA**	**PESO RETENIDO (gr)**	**PESO CORREGIDO (gr)**
2 1/2"	**64**	**0,00**	**0,00**	**100,00**	**0,00**	**0,00**
1 1/2"	**38,1**	**0,00**	**0,00**	**100,00**	**0,00**	**0,00**
1"	**25,40**	**0,00**	**0,00**	**100,00**	**0,00**	**0,00**
3/4"	**19,00**	**0,00**	**0,00**	**100,00**	**0,00**	**0,00**
1/2"	**12,70**	**0,00**	**0,00**	**100,00**	**0,00**	**0,00**
3/8"	**9,51**	**0,00**	**0,00**	**100,00**	**0,00**	**0,00**
4	**4,76**	**0,00**	**0,00**	**100,00**	**0,00**	**0,00**
8	**2,36**	**0,00**	**0,00**	**100,00**	**0,00**	**0,00**
10	**2,00**	**0,00**	**0,00**	**100,00**	**0,00**	**0,00**
16	**1,180**	**0,00**	**0,00**	**100,00**	**0,00**	**0,00**
30	**0,600**	**0,00**	**0,00**	**100,00**	**0,00**	**0,00**
40	**0,425**	**0,00**	**0,00**	**100,00**	**0,00**	**0,00**
50	**0,300**	**0,00**	**0,00**	**100,00**	**0,00**	**0,00**
100	**0,150**	**0,00**	**0,00**	**100,00**	**0,00**	**0,00**
200	**0,074**	**37,06**	**37,06**	**62,94**	**116,80**	**116,80**
FONDO		**62,94**	**62,94**	**37,06**	**198,40**	**198,40**
ERROR (gr)		**0,00**		**Σ**	**315,20**	**315,20**
ERROR (%)		**0,00**			**Cu**	1
					Cc	1



TIPO DE SUELO CLASIFICACIÓN SUCS	**ML**

ING. CRISTIAN CAMILO DELGADO
MP. 01111-10567 CPITVC

GEOTRANSVIAL S.A.S.
Nit. 900376530-0
Calle 4a3 # 19a - 47 Alcazares
Manizales (Caldas)

ENSAYO DE HUMEDAD INV E - 122 - 13

OBRA:	**CONSTRUCCIÓN EDIFICACIÓN**
LOCALIZACIÓN:	**GUAYACANES, ANSERMA - CALDAS**
DIRIGIDO A :	**FELIPE ZULUAGA**
FECHA :	**OCTUBRE DE 2021**

Sondeo No	Profundidad (m)	W Cáp.	W Cáp. + MH	W Cáp. + MS	HUMEDAD
5	4,00	63,74	42,42	73,12	32,3

ING. CRISTIAN CAMILO DELGADO
MP. 01111-10567 CPITV

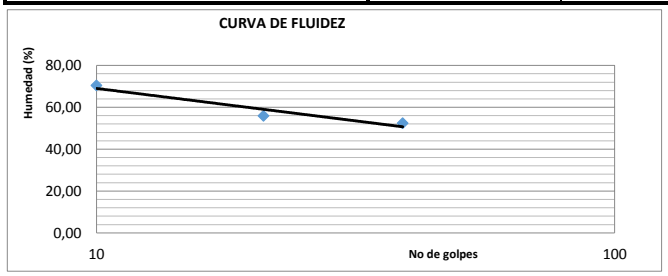
GEOTRANSVIAL S.A.S.
Nit. 900376530-0
Calle 4a3 #19a - 47 B. Alcazares
Manizales (Caldas)

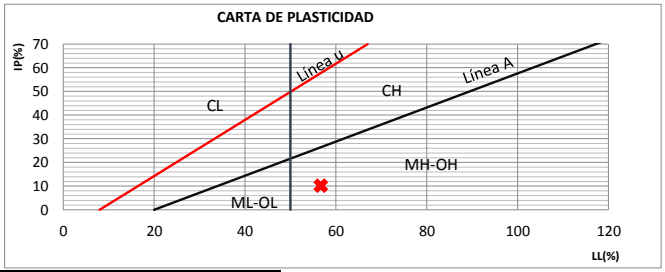
GEOTRANSVIAL S.A.S.
Soluciones Ingenieriles

DETERMINACIÓN LIMITES LIQUIDO Y PLASTICO INV E 125 - 13, INV E 126 -13 Y ANALISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO INV - E 123 - 13

OBRA:	CONSTRUCCIÓN EDIFICACIÓN
LOCALIZACIÓN:	GUAYACANES, ANSERMA - CALDAS
DIRIGIDO A :	FELIPE ZULUAGA
FECHA :	OCTUBRE DE 2021
SONDEO No :	5
PROFUNDIDAD:	3,00 METROS

	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
DETERMINACIÓN Nº	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**
NÚMERO DE GOLPES	**39**	**21**	**10**	**N/A**	**N/A**
PESO RECIPIENTE +SUELO HÚMEDO (gr)	40,01	40,01	40,01	13,18	13,22
PESO RECIPIENTE +SUELO SECO (gr)	28,00	27,26	25,35	10,65	10,61
PESO RECIPIENTE (gr)	5,07	4,47	4,53	5,21	5,01
CONTENIDO DE AGUA (%)	**52,38**	**55,95**	**70,41**	**46,51**	**46,61**

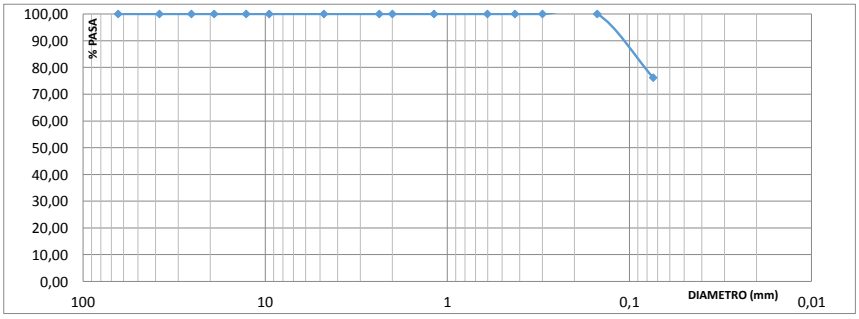




LÍMITE LÍQUIDO:	**56,7**
LÍMITE PLÁSTICO:	**46,6**
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	**10,1**
INDICE DE FLUJO (Fw)	**-31**
INDICE DE TENACIDAD(Tw)	**0,3**
INDICE DE COMPRESIBILIDAD (Cc)	**0,42**

ANTES DE LAVADO		DESPUÉS DE LAVADO (gr)	
PESO PLATÓN (gr)	**143,00**	**PESO PLATÓN + MUESTRA (gr)**	**240,80**
PESO PLATÓN + MUESTRA (gr)	**553,80**	**PESO MUESTRA SECA (gr)**	**97,80**
PESO MUESTRA (gr)	**410,80**	**PASA TAMIZ Nº 200 (%)**	**76,19**

ANÁLISIS POR TAMIZADO						
TAMIZ Nº	**DIÁMETRO (mm)**	**%RETENIDO**	**%RETENIDO ACUMULADO**	**%QUE PASA**	**PESO RETENIDO (gr)**	**PESO CORREGIDO (gr)**
2 1/2"	**64**	**0,00**	**0,00**	**100,00**	**0,00**	**0,00**
1 1/2"	**38,1**	**0,00**	**0,00**	**100,00**	**0,00**	**0,00**
1"	**25,40**	**0,00**	**0,00**	**100,00**	**0,00**	**0,00**
3/4"	**19,00**	**0,00**	**0,00**	**100,00**	**0,00**	**0,00**
1/2"	**12,70**	**0,00**	**0,00**	**100,00**	**0,00**	**0,00**
3/8"	**9,51**	**0,00**	**0,00**	**100,00**	**0,00**	**0,00**
4	**4,76**	**0,00**	**0,00**	**100,00**	**0,00**	**0,00**
8	**2,36**	**0,00**	**0,00**	**100,00**	**0,00**	**0,00**
10	**2,00**	**0,00**	**0,00**	**100,00**	**0,00**	**0,00**
16	**1,180**	**0,00**	**0,00**	**100,00**	**0,00**	**0,00**
30	**0,600**	**0,00**	**0,00**	**100,00**	**0,00**	**0,00**
40	**0,425**	**0,00**	**0,00**	**100,00**	**0,00**	**0,00**
50	**0,300**	**0,00**	**0,00**	**100,00**	**0,00**	**0,00**
100	**0,150**	**0,00**	**0,00**	**100,00**	**0,00**	**0,00**
200	**0,074**	**23,81**	**23,81**	**76,19**	**97,80**	**97,80**
FONDO		**76,19**	**76,19**	**23,81**	**313,00**	**313,00**
ERROR (gr)		**0,00**		**Σ**	**410,80**	**410,80**
ERROR (%)		**0,00**			**Cu**	1
					Cc	1



TIPO DE SUELO CLASIFICACIÓN SUCS	**MH**

ING. CRISTIAN CAMILO DELGADO
MP. 01111-10567 CPITVC

GEOTRANSVIAL S.A.S.
Nit. 900376530-0
Calle 4a3 # 19a - 47 Alcazares
Manizales (Caldas)

ENSAYO DE HUMEDAD INV E - 122 - 13

OBRA:	**CONSTRUCCIÓN EDIFICACIÓN**
LOCALIZACIÓN:	**GUAYACANES, ANSERMA (CALDAS)**
DIRIGIDO A :	**FELIPE ZULUAGA**
FECHA :	**OCTUBRE DE 2021**

Sondeo No	Profundidad (m)	W Cáp.	W Cáp. + MH	W Cáp. + MS	HUMEDAD
6	6,00	8,14	102,91	75,90	39,9
7	6,00	8,24	83,82	56,39	57,0

ING. CRISTIAN CAMILO DELGADO
MP. 01111-10567 CPITV

GEOTRANSVIAL S.A.S.
Nit. 900376530-0
Calle 4a3 # 19a - 47 Alcazares
Manizales (Caldas)

ENSAYO DE HUMEDAD INV E - 122 - 13

OBRA:	**CONSTRUCCIÓN EDIFICACIÓN**
LOCALIZACIÓN:	**GUAYACANES - ANSERMA (CALDAS)**
DIRIGIDO A :	**FELIPE ZULUAGA**
FECHA :	**OCTUBRE DE 2021**

Sondeo No	Profundidad (m)	W Cáp.	W Cáp. + MH	W Cáp. + MS	HUMEDAD
9	4,50	8,30	92,43	60,36	61,6

ING. CRISTIAN CAMILO DELGADO
MP. 01111-10567 CPITV

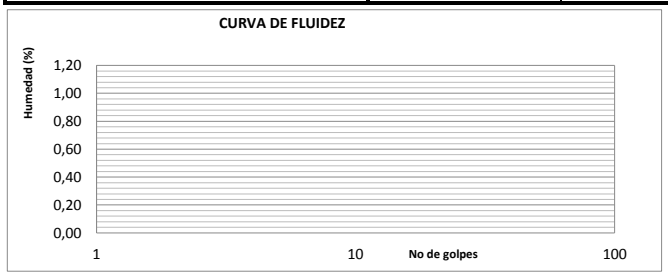
GEOTRANSVIAL S.A.S.
Nit. 900376530-0
Calle 4a3 #19a - 47 B. Alcazares
Manizales (Caldas)

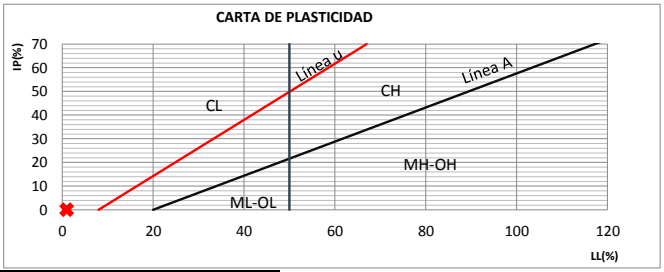
GEOTRANSVIAL S.A.S.
Soluciones Ingenieriles

DETERMINACIÓN LIMITES LIQUIDO Y PLASTICO INV E 125 - 13, INV E 126 -13 Y ANALISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO INV - E 123 - 13

OBRA:	CONSTRUCCIÓN EDIFICACIÓN
LOCALIZACIÓN:	GUAYACANES - ANSERMA (CALDAS)
DIRIGIDO A :	FELIPE ZULUAGA
FECHA :	OCTUBRE DE 2021
SONDEO No :	9
PROFUNDIDAD:	4,50 METROS

	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
DETERMINACIÓN Nº	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**
NÚMERO DE GOLPES	**0**	**0**	**0**	**N/A**	**N/A**
PESO RECIPIENTE +SUELO HÚMEDO (gr)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PESO RECIPIENTE +SUELO SECO (gr)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PESO RECIPIENTE (gr)	8,30	8,17	8,10	7,79	8,06
CONTENIDO DE AGUA (%)	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**

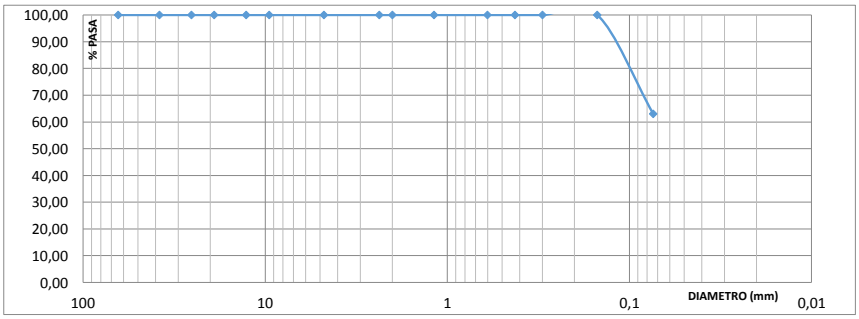




LÍMITE LÍQUIDO:	**NL**
LÍMITE PLÁSTICO:	**NP**
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	**NIP**
INDICE DE FLUJO (Fw)	**N/A**
INDICE DE TENACIDAD(Tw)	**N/A**
INDICE DE COMPRESIBILIDAD (Cc)	**N/A**

ANTES DE LAVADO		DESPUÉS DE LAVADO (gr)	
PESO PLATÓN (gr)	**102,56**	**PESO PLATÓN + MUESTRA (gr)**	**126,28**
PESO PLATÓN + MUESTRA (gr)	**166,77**	**PESO MUESTRA SECA (gr)**	**23,72**
PESO MUESTRA (gr)	**64,21**	**PASA TAMIZ Nº 200 (%)**	**63,06**

ANÁLISIS POR TAMIZADO						
TAMIZ Nº	**DIÁMETRO (mm)**	**%RETENIDO**	**%RETENIDO ACUMULADO**	**%QUE PASA**	**PESO RETENIDO (gr)**	**PESO CORREGIDO (gr)**
2 1/2"	**64**	**0,00**	**0,00**	**100,00**	**0,00**	**0,00**
1 1/2"	**38,1**	**0,00**	**0,00**	**100,00**	**0,00**	**0,00**
1"	**25,40**	**0,00**	**0,00**	**100,00**	**0,00**	**0,00**
3/4"	**19,00**	**0,00**	**0,00**	**100,00**	**0,00**	**0,00**
1/2"	**12,70**	**0,00**	**0,00**	**100,00**	**0,00**	**0,00**
3/8"	**9,51**	**0,00**	**0,00**	**100,00**	**0,00**	**0,00**
4	**4,76**	**0,00**	**0,00**	**100,00**	**0,00**	**0,00**
8	**2,36**	**0,00**	**0,00**	**100,00**	**0,00**	**0,00**
10	**2,00**	**0,00**	**0,00**	**100,00**	**0,00**	**0,00**
16	**1,180**	**0,00**	**0,00**	**100,00**	**0,00**	**0,00**
30	**0,600**	**0,00**	**0,00**	**100,00**	**0,00**	**0,00**
40	**0,425**	**0,00**	**0,00**	**100,00**	**0,00**	**0,00**
50	**0,300**	**0,00**	**0,00**	**100,00**	**0,00**	**0,00**
100	**0,150**	**0,00**	**0,00**	**100,00**	**0,00**	**0,00**
200	**0,074**	**36,94**	**36,94**	**63,06**	**23,72**	**23,72**
FONDO		**63,06**	**63,06**	**36,94**	**40,49**	**40,49**
ERROR (gr)		**0,00**		**∑**	**64,21**	**64,21**
ERROR (%)		**0,00**			**Cu**	1
					Cc	1



TIPO DE SUELO CLASIFICACIÓN SUCS	**ML**

ING. CRISTIAN CAMILO DELGADO
MP. 01111-10567 CPITVC

GEOTRANSVIAL S.A.S.
Nit. 900376530-0
Calle 4a3 # 19a-47 B. Alcazares
Manizales (Caldas)

ENSAYO DE HUMEDAD INV E - 122 - 13

OBRA:	**CONSTRUCCIÓN EDIFICACIÓN**
LOCALIZACIÓN:	**GUAYACANES - ANSERMA, CALDAS**
DIRIGIDO A :	**FELIPE ZULUAGA**
FECHA :	**OCTUBRE DE 2021**

PROF. (m)	Sondeo	W Cáp.	W Cáp. + MH	W Cáp. + MS	HUMEDAD
1,00	10	5,21	98,97	76,93	30,7
2,00		5,28	78,62	61,18	31,2
3,00		5,25	97,23	70,03	42,0
4,00		5,30	79,29	53,50	53,5
5,00		4,68	71,69	47,07	58,1
6,00		4,53	76,88	60,07	30,3

ING. CRISTIAN CAMILO DELGADO
MP. 01111-10567 CPITV

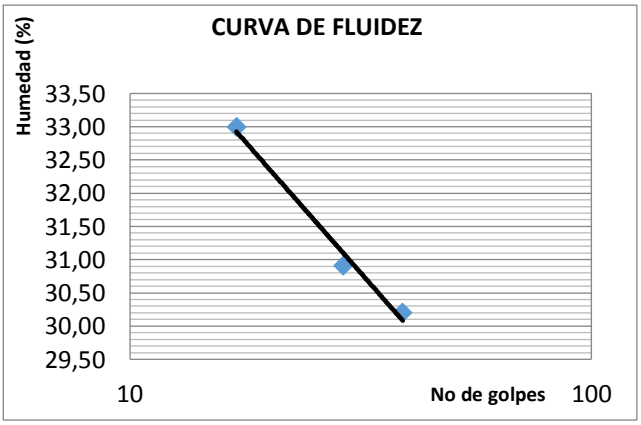
GEOTRANSVIAL S.A.S.
Nit. 900376530-0
Calle 4a3 #19a - 47 B. Alcazares
Manizales (Caldas)

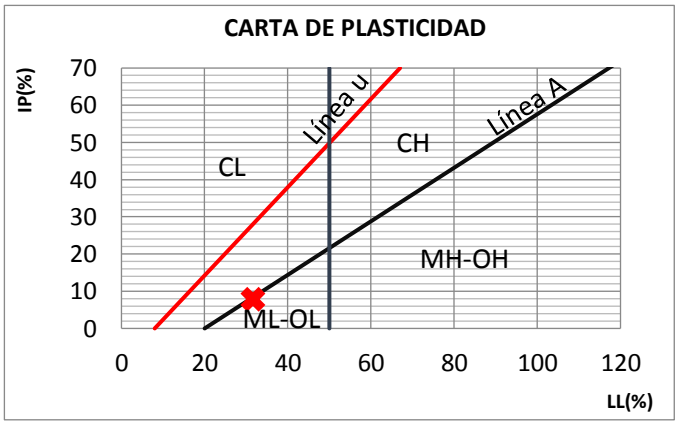
GEOTRANSVIAL S.A.S.
Soluciones Ingenieriles

DETERMINACIÓN LIMITES LIQUIDO Y PLASTICO INV E 125 - 13, INV E 126 -13

OBRA:	CONSTRUCCIÓN EDIFICACIÓN
LOCALIZACIÓN:	GUAYACANES, ANSERMA, CALDAS
DIRIGIDO A :	FELIPE ZULUAGA
FECHA :	OCTUBRE DE 2021
SONDEO No :	10
PROFUNDIDAD:	3 metros

	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
DETERMINACIÓN Nº	1	2	3	1	2
NÚMERO DE GOLPES	39	29	17	N/A	N/A
PESO RECIPIENTE +SUELO HÚMEDO (gr	40,06	40,04	40,05	13,22	13,24
PESO RECIPIENTE +SUELO SECO (gr)	31,95	31,80	31,30	11,57	11,57
PESO RECIPIENTE (gr)	5,10	5,14	4,78	4,62	4,52
CONTENIDO DE AGUA (%)	30,20	30,91	32,99	23,74	23,69





LÍMITE LÍQUIDO:	31,6
LÍMITE PLÁSTICO:	23,7
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	7,9
INDICE DE FLUJO (Fw)	-7,9
INDICE DE TENACIDAD(Tw)	1
INDICE DE COMPRESIBILIDAD (Cc)	0,19

ING. CRISTIAN CAMILO DELGADO
MP. 01111-10567 CPITVC

GEOTRANSVIAL S.A.S.
Nit. 900376530-0
Calle 4a3 # 19a - 47 Alcazares
Manizales (Caldas)

ENSAYO DE HUMEDAD INV E - 122 - 13

OBRA:	**CONSTRUCCIÓN EDIFICACIÓN**
LOCALIZACIÓN:	**GUAYACANES - ANSERMA (CALDAS)**
DIRIGIDO A :	**FELIPE ZULUAGA**
FECHA :	**OCTUBRE DE 2021**

Sondeo No	Profundidad (m)	W Cáp.	W Cáp. + MH	W Cáp. + MS	HUMEDAD
4	3,40	8,21	94,44	61,38	62,2
8	4,00	5,78	113,33	84,02	37,5

ING. CRISTIAN CAMILO DELGADO
MP. 01111-10567 CPITV

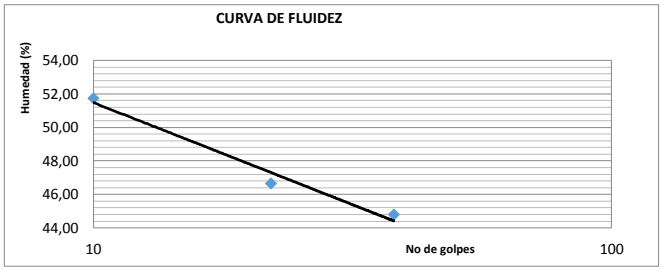
GEOTRANSVIAL S.A.S.
Nit. 900376530-0
Calle 4a3 #19a - 47 B. Alcazares
Manizales (Caldas)

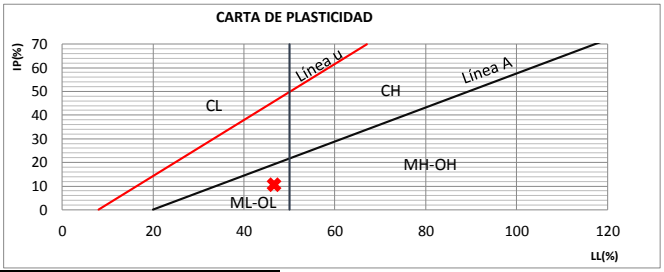
GEOTRANSVIAL S.A.S.
Soluciones Ingenieriles

DETERMINACIÓN LIMITES LIQUIDO Y PLASTICO INV E 125 - 13, INV E 126 -13 Y ANALISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO INV - E 123 - 13

OBRA:	CONSTRUCCIÓN EDIFICACIÓN
LOCALIZACIÓN:	GUAYACANES - ANSERMA (CALDAS)
DIRIGIDO A :	FELIPE ZULUAGA
FECHA :	OCTUBRE DE 2021
SONDEO No:	4
PROFUNDIDAD:	4,30 METROS

	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
DETERMINACIÓN Nº	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**
NÚMERO DE GOLPES	**38**	**22**	**10**	**N/A**	**N/A**
PESO RECIPIENTE +SUELO HÚMEDO (gr)	23,03	27,71	25,14	16,55	15,39
PESO RECIPIENTE +SUELO SECO (gr)	17,47	20,39	18,17	13,54	12,83
PESO RECIPIENTE (gr)	5,06	4,70	4,70	5,27	5,64
CONTENIDO DE AGUA (%)	**44,80**	**46,65**	**51,74**	**36,40**	**35,61**



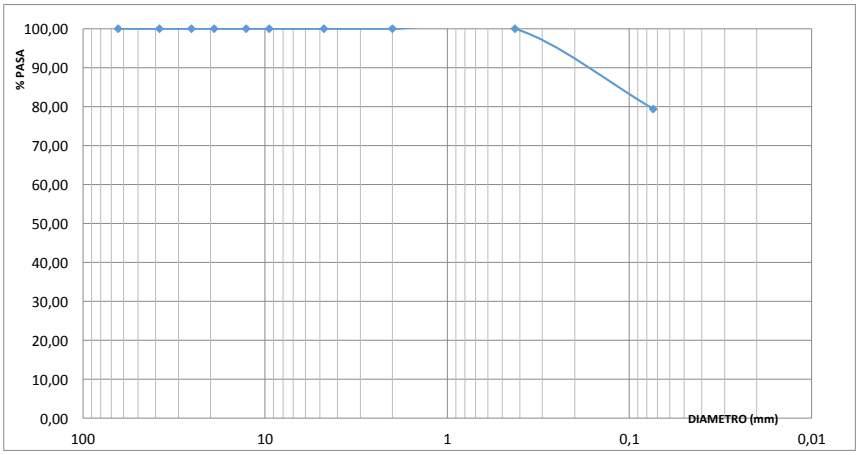


LÍMITE LÍQUIDO:	**46,6**
LÍMITE PLÁSTICO:	**36,0**
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	**10,6**
INDICE DE FLUJO (Fw)	**-12,2**
INDICE DE TENACIDAD(Tw)	**0,9**
INDICE DE COMPRESIBILIDAD (Cc)	**0,33**

ANTES DE LAVADO		DESPUÉS DE LAVADO (gr)	
PESO PLATÓN (gr)	**186,67**	**PESO PLATÓN + MUESTRA (gr)**	**231,38**
PESO PLATÓN + MUESTRA (gr)	**404,32**	**PESO MUESTRA SECA (gr)**	**44,71**
PESO MUESTRA (gr)	**217,65**	**PASA TAMIZ Nº 200 (%)**	**79,46**

ANÁLISIS POR TAMIZADO

TAMIZ Nº	DIÁMETRO (mm)	%RETENIDO	%RETENIDO ACUMULADO	%QUE PASA	PESO RETENIDO (gr)	PESO CORREGIDO (gr)
2 1/2"	**64**	**0,00**	**0,00**	**100,00**	**0,00**	**0,00**
1 1/2"	**38,1**	**0,00**	**0,00**	**100,00**	**0,00**	**0,00**
1"	**25,40**	**0,00**	**0,00**	**100,00**	**0,00**	**0,00**
3/4"	**19,00**	**0,00**	**0,00**	**100,00**	**0,00**	**0,00**
1/2"	**12,70**	**0,00**	**0,00**	**100,00**	**0,00**	**0,00**
3/8"	**9,51**	**0,00**	**0,00**	**100,00**	**0,00**	**0,00**
4	**4,76**	**0,00**	**0,00**	**100,00**	**0,00**	**0,00**
10	**2,00**	**0,00**	**0,00**	**100,00**	**0,00**	**0,00**
40	**0,425**	**0,00**	**0,00**	**100,00**	**0,00**	**0,00**
200	**0,074**	**20,54**	**20,54**	**79,46**	**44,71**	**44,71**
FONDO		**79,46**	**100,00**	**0,00**	**172,94**	**172,94**
ERROR (gr)		**0,00**		**Σ**	**217,65**	**217,65**
ERROR (%)		**0,00**				



TIPO DE SUELO CLASIFICACIÓN SUCS	**ML**

ING. CRISTIAN CAMILO DELGADO
MP. 01111-10567 CPITVC

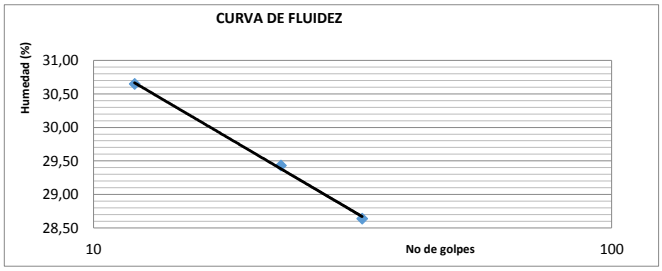
GEOTRANSVIAL S.A.S.
Nit. 900376530-0
Calle 4a3 #19a - 47 B. Alcazares
Manizales (Caldas)

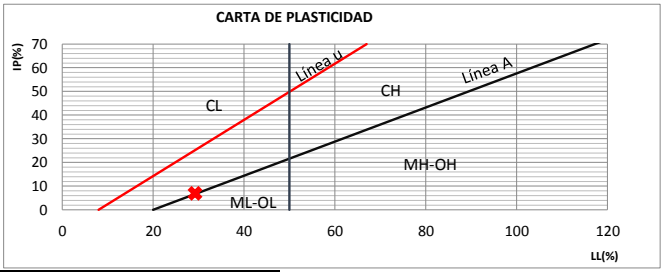
GEOTRANSVIAL S.A.S.
Soluciones Ingenieriles

DETERMINACIÓN LIMITES LIQUIDO Y PLASTICO INV E 125 - 13, INV E 126 -13 Y ANALISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO INV - E 123 - 13

OBRA:	CONSTRUCCIÓN EDIFICACIÓN
LOCALIZACIÓN:	GUAYACANES - ANSERMA (CALDAS)
DIRIGIDO A :	FELIPE ZULUAGA
FECHA :	OCTUBRE DE 2021
SONDEO No:	8
PROFUNDIDAD:	4,00 METROS

	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
DETERMINACIÓN Nº	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**
NÚMERO DE GOLPES	**33**	**23**	**12**	**N/A**	**N/A**
PESO RECIPIENTE +SUELO HÚMEDO (gr)	32,66	32,23	34,06	16,57	16,25
PESO RECIPIENTE +SUELO SECO (gr)	26,54	26,02	27,25	14,48	14,25
PESO RECIPIENTE (gr)	5,17	4,92	5,03	5,13	5,26
CONTENIDO DE AGUA (%)	**28,64**	**29,43**	**30,65**	**22,35**	**22,25**



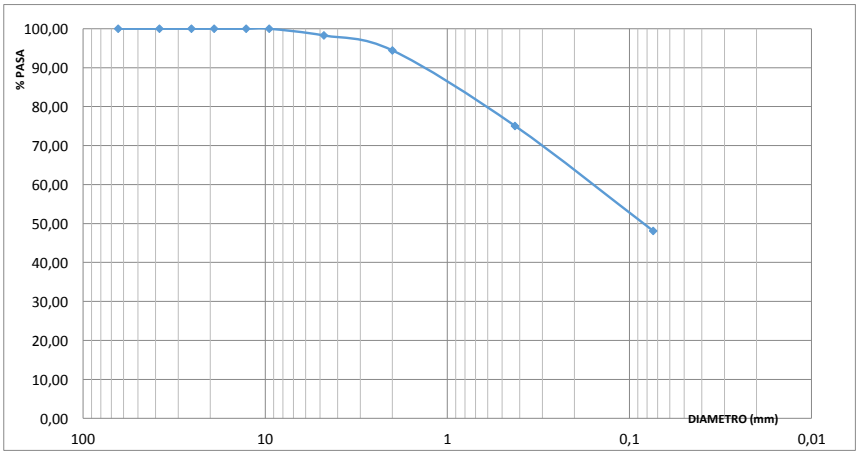


LÍMITE LÍQUIDO:	**29,2**
LÍMITE PLÁSTICO:	**22,3**
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	**6,9**
INDICE DE FLUJO (Fw)	**-4,5**
INDICE DE TENACIDAD(Tw)	**1,5**
INDICE DE COMPRESIBILIDAD (Cc)	**0,17**

ANTES DE LAVADO		DESPUÉS DE LAVADO (gr)	
PESO PLATÓN (gr)	**140,06**	**PESO PLATÓN + MUESTRA (gr)**	**263,90**
PESO PLATÓN + MUESTRA (gr)	**378,57**	**PESO MUESTRA SECA (gr)**	**123,84**
PESO MUESTRA (gr)	**238,51**	**PASA TAMIZ Nº 200 (%)**	**48,08**

ANÁLISIS POR TAMIZADO

TAMIZ Nº	DIÁMETRO (mm)	%RETENIDO	%RETENIDO ACUMULADO	%QUE PASA	PESO RETENIDO (gr)	PESO CORREGIDO (gr)
2 1/2"	**64**	**0,00**	**0,00**	**100,00**	**0,00**	**0,00**
1 1/2"	**38,1**	**0,00**	**0,00**	**100,00**	**0,00**	**0,00**
1"	**25,40**	**0,00**	**0,00**	**100,00**	**0,00**	**0,00**
3/4"	**19,00**	**0,00**	**0,00**	**100,00**	**0,00**	**0,00**
1/2"	**12,70**	**0,00**	**0,00**	**100,00**	**0,00**	**0,00**
3/8"	**9,51**	**0,00**	**0,00**	**100,00**	**0,00**	**0,00**
4	**4,76**	**1,72**	**1,72**	**98,28**	**4,10**	**4,10**
10	**2,00**	**3,84**	**5,56**	**94,44**	**9,16**	**9,17**
40	**0,425**	**19,36**	**24,93**	**75,07**	**46,15**	**46,19**
200	**0,074**	**26,96**	**51,88**	**48,12**	**64,24**	**64,29**
FONDO		**48,12**	**100,00**	**0,00**	**114,67**	**114,76**
ERROR (gr)		**0,19**		**Σ**	**238,32**	**238,51**
ERROR (%)		**0,08**				



TIPO DE SUELO CLASIFICACIÓN SUCS	**CL-ML**

ING. CRISTIAN CAMILO DELGADO
MP. 01111-10567 CPITVC

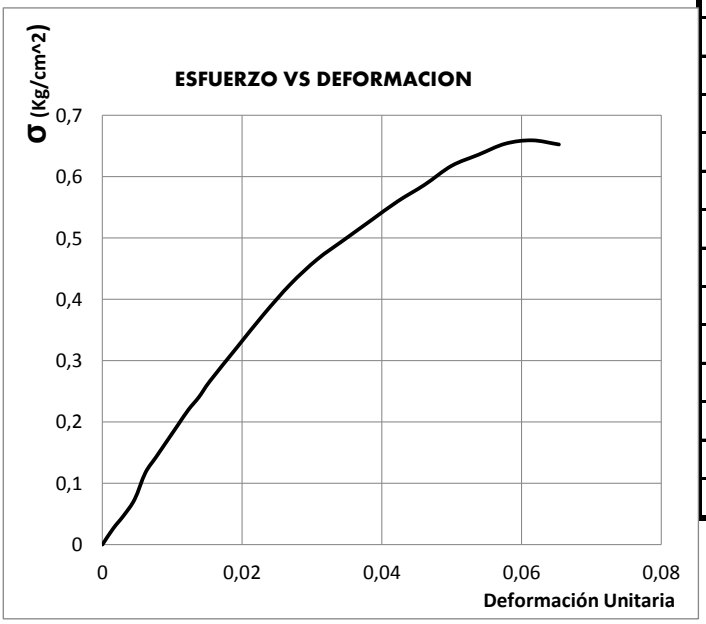
GEOTRANSVIAL S.A.S.
Nit. 900376530-0
Calle 4a3 # 19a-47 B. Alcazares
Manizales (Caldas)

COMPRESION INCONFINADA INV E 152 - 13

OBRA:	**CONSTRUCCIÓN EDIFICACIÓN**
LOCALIZACIÓN:	**GUAYACANES - ANSERMA (CALDAS)**
DIRIGIDO A :	**FELIPE ZULUAGA**
FECHA :	**OCTUBRE DE 2021**
SONDEO No :	**1**
PROFUNDIDAD :	**2,00 metros**

Humedad Natural	
Wcapsula	4,60
Wcap+MH	61,94
Wcap+MS	41,32
Humedad (%)	**56,15**
PESO UNITARIO	
Peso(gr)	**486,5**
Diametro(cm)	**5,46**
Altura(cm)	**13,0**
Area (cm^2)	**23,37**
Volumen (cm^3)	**303,83**
y húm (gr/cm^3)	**1,60**
y seco (gr/cm^3)	**1,03**
Su (Kg/cm^2)	**0,33**
Su (T/m^2)	**3,30**
Es (Kg/cm2)	**17,41**

Penetrometro de bolsillo	
Su (Kg/cm^2)	**0**
Su (T/m^2)	**0,00**



Deformación (cm)	Deformación Unitaria	Area Corregida (cm2)	CARGA (N)	σ (kg/cm^2)
0	0	0	0	0
0,020	0,002	23,41	6	0,026
0,040	0,003	23,44	11	0,048
0,060	0,005	23,48	17	0,074
0,080	0,006	23,52	27	0,117
0,100	0,008	23,55	33	0,143
0,120	0,009	23,59	39	0,169
0,140	0,011	23,63	45	0,194
0,160	0,012	23,66	51	0,220
0,180	0,014	23,70	56	0,241
0,200	0,015	23,74	62	0,266
0,250	0,019	23,83	75	0,321
0,300	0,023	23,92	88	0,375
0,350	0,027	24,02	100	0,425
0,400	0,031	24,11	110	0,465
0,450	0,035	24,21	118	0,497
0,500	0,038	24,31	126	0,529
0,550	0,042	24,40	134	0,560
0,600	0,046	24,50	141	0,587
0,650	0,050	24,60	149	0,618
0,700	0,054	24,70	154	0,636
0,750	0,058	24,80	159	0,654
0,800	0,062	24,90	161	0,659
0,850	0,065	25,01	160	0,653
0,900	0,069	25,11	0	0,000
0,950	0,073	25,21	0	0,000
1,000	0,077	25,32	0	0,000
1,050	0,081	25,42	0	0,000

ING. CRISTIAN CAMILO DELGADO
MP. 01111-10567 CPITVC

GEOTRANSVIAL S.A.S.
Nit. 900376530-0
Calle 4a3 # 19a-47 B. Alcazares
Manizales (Caldas)

GEOTRANSVIAL S.A.S.
Soluciones Ingenieriles

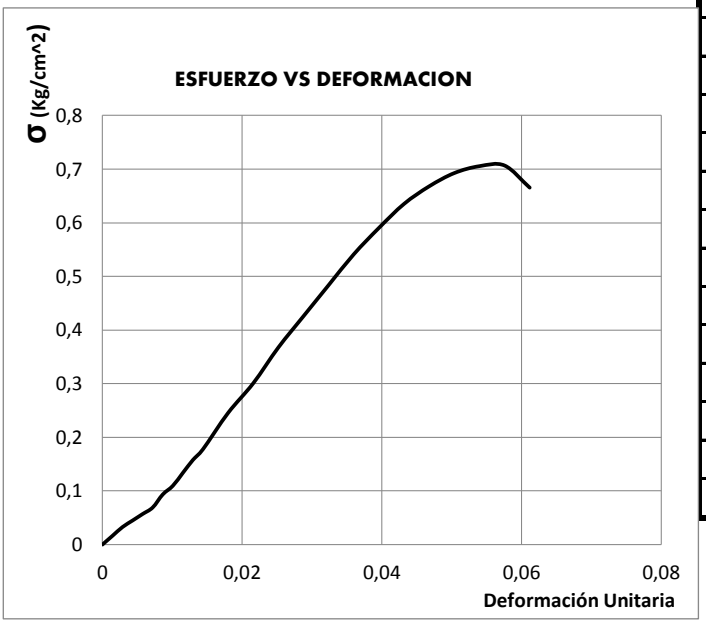
COMPRESION INCONFINADA INV E 152 - 13

OBRA:	**CONSTRUCCIÓN EDIFICACIÓN**
LOCALIZACIÓN:	**GUAYACANES - ANSERMA (CALDAS)**
DIRIGIDO A :	**FELIPE ZULUAGA**
FECHA :	**OCTUBRE DE 2021**
SONDEO No :	**3**
PROFUNDIDAD :	**1,60 metros**

Humedad Natural	
Wcapsula	5,73
Wcap+MH	77,08
Wcap+MS	60,39
Humedad (%)	**30,53**
PESO UNITARIO	
Peso(gr)	**596,07**
Diametro(cm)	**5,63**
Altura(cm)	**13,9**
Area (cm^2)	**24,89**
Volumen (cm^3)	**345,79**
y húm (gr/cm^3)	**1,72**
y seco (gr/cm^3)	**1,32**
Su (Kg/cm^2)	**0,35**
Su (T/m^2)	**3,53**
Es (Kg/cm2)	**12,17**

Penetrometro de bolsillo	
Su (Kg/cm^2)	**0**
Su (T/m^2)	**0,00**

Deformación (cm)	**Deformación Unitaria**	**Area Corregida (cm2)**	**CARGA (N)**	**σ (kg/cm^2)**
0	0	0	0	0
0,020	0,001	24,93	4	0,016
0,040	0,003	24,97	8	0,033
0,060	0,004	25,00	11	0,045
0,080	0,006	25,04	14	0,057
0,100	0,007	25,08	17	0,069
0,120	0,009	25,11	23	0,093
0,140	0,010	25,15	27	0,110
0,160	0,012	25,18	33	0,134
0,180	0,013	25,22	39	0,158
0,200	0,014	25,26	44	0,178
0,250	0,018	25,35	61	0,245
0,300	0,022	25,44	75	0,301
0,350	0,025	25,54	92	0,367
0,400	0,029	25,63	107	0,426
0,450	0,032	25,73	122	0,484
0,500	0,036	25,82	137	0,541
0,550	0,040	25,92	150	0,590
0,600	0,043	26,02	162	0,635
0,650	0,047	26,12	171	0,668
0,700	0,050	26,22	178	0,693
0,750	0,054	26,32	182	0,705
0,800	0,058	26,42	183	0,707
0,850	0,061	26,52	173	0,665
0,900	0,065	26,62	0	0,000
0,950	0,068	26,72	0	0,000
1,000	0,072	26,83	0	0,000
1,050	0,076	26,93	0	0,000



ING. CRISTIAN CAMILO DELGADO

MP. 01111-10567 CPITVC

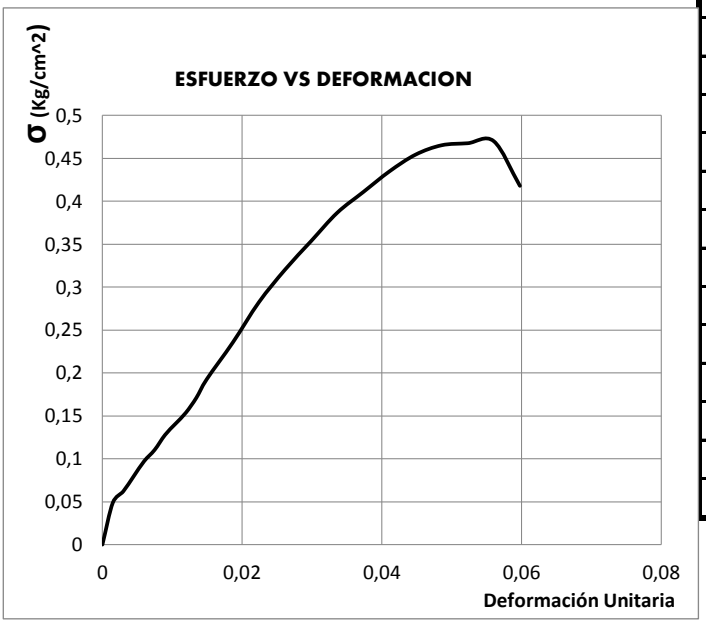
GEOTRANSVIAL S.A.S.
Nit. 900376530-0
Calle 4a3 # 19a-47 B. Alcazares
Manizales (Caldas)

COMPRESION INCONFINADA INV E 152 - 13

OBRA:	**CONSTRUCCIÓN EDIFICACIÓN**
LOCALIZACIÓN:	**GUAYACANES - ANSERMA (CALDAS)**
DIRIGIDO A :	**FELIPE ZULUAGA**
FECHA :	**OCTUBRE DE 2021**
SONDEO No :	**5**
PROFUNDIDAD :	**4,00 metros**

Humedad Natural	
Wcapsula	5,29
Wcap+MH	63,85
Wcap+MS	40,99
Humedad (%)	**64,03**
PESO UNITARIO	
Peso(gr)	**540,27**
Diametro(cm)	**5,41**
Altura(cm)	**13,4**
Area (cm^2)	**22,94**
Volumen (cm^3)	**307,00**
y húm (gr/cm^3)	**1,76**
y seco (gr/cm^3)	**1,07**
Su (Kg/cm^2)	**0,23**
Su (T/m^2)	**2,35**
Es (Kg/cm2)	**12,71**

Penetrometro de bolsillo	
Su (Kg/cm^2)	**0**
Su (T/m^2)	**0,00**



Deformación (cm)	Deformación Unitaria	Area Corregida (cm2)	CARGA (N)	σ (kg/cm^2)
0	0	0	0	0
0,020	0,001	22,98	11	0,049
0,040	0,003	23,01	14	0,062
0,060	0,004	23,05	18	0,080
0,080	0,006	23,08	22	0,097
0,100	0,007	23,12	25	0,110
0,120	0,009	23,15	29	0,128
0,140	0,010	23,19	32	0,141
0,160	0,012	23,22	35	0,154
0,180	0,013	23,26	39	0,171
0,200	0,015	23,29	44	0,193
0,250	0,019	23,38	54	0,236
0,300	0,022	23,47	65	0,282
0,350	0,026	23,56	74	0,320
0,400	0,030	23,65	82	0,354
0,450	0,034	23,74	90	0,387
0,500	0,037	23,84	96	0,411
0,550	0,041	23,93	102	0,435
0,600	0,045	24,02	107	0,454
0,650	0,049	24,12	110	0,465
0,700	0,052	24,21	111	0,468
0,750	0,056	24,31	112	0,470
0,800	0,060	24,40	100	0,418
0,850	0,064	24,50	0	0,000
0,900	0,067	24,60	0	0,000
0,950	0,071	24,70	0	0,000
1,000	0,075	24,80	0	0,000
1,050	0,078	24,90	0	0,000

ING. CRISTIAN CAMILO DELGADO

MP. 01111-10567 CPITVC

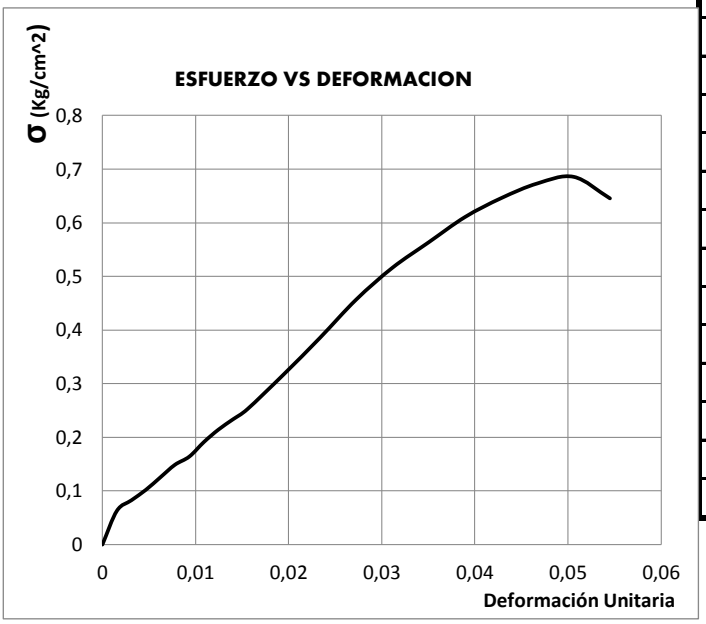
GEOTRANSVIAL S.A.S.
Nit. 900376530-0
Calle 4a3 # 19a-47 B. Alcazares
Manizales (Caldas)

COMPRESION INCONFINADA INV E 152 - 13

OBRA:	**CONSTRUCCIÓN EDIFICACIÓN**
LOCALIZACIÓN:	**GUAYACANES - ANSERMA (CALDAS)**
DIRIGIDO A :	**FELIPE ZULUAGA**
FECHA :	**OCTUBRE DE 2021**
SONDEO No :	**6**
PROFUNDIDAD :	**3,00 metros**

Humedad Natural	
Wcapsula	5,13
Wcap+MH	61,11
Wcap+MS	41,44
Humedad (%)	**54,17**
PESO UNITARIO	
Peso(gr)	**523,33**
Diametro(cm)	**5,74**
Altura(cm)	**12,8**
Area (cm^2)	**25,85**
Volumen (cm^3)	**331,91**
y húm (gr/cm^3)	**1,58**
y seco (gr/cm^3)	**1,02**
Su (Kg/cm^2)	**0,34**
Su (T/m^2)	**3,43**
Es (Kg/cm2)	**16,65**

Penetrometro de bolsillo	
Su (Kg/cm^2)	**0**
Su (T/m^2)	**0,00**



Deformación (cm)	**Deformación Unitaria**	**Area Corregida (cm2)**	**CARGA (N)**	**σ (kg/cm^2)**
0	0	0	0	0
0,020	0,002	25,89	16	0,063
0,040	0,003	25,93	21	0,083
0,060	0,005	25,97	26	0,102
0,080	0,006	26,01	32	0,125
0,100	0,008	26,05	38	0,149
0,120	0,009	26,09	42	0,164
0,140	0,011	26,13	49	0,191
0,160	0,012	26,18	55	0,214
0,180	0,014	26,22	60	0,233
0,200	0,016	26,26	65	0,252
0,250	0,019	26,36	82	0,317
0,300	0,023	26,47	100	0,385
0,350	0,027	26,57	119	0,457
0,400	0,031	26,68	135	0,516
0,450	0,035	26,79	148	0,564
0,500	0,039	26,90	161	0,611
0,550	0,043	27,01	171	0,646
0,600	0,047	27,12	179	0,673
0,650	0,051	27,23	183	0,686
0,700	0,055	27,34	173	0,645
0,750	0,058	27,45	0	0,000
0,800	0,062	27,57	0	0,000
0,850	0,066	27,68	0	0,000
0,900	0,070	27,80	0	0,000
0,950	0,074	27,92	0	0,000
1,000	0,078	28,03	0	0,000
1,050	0,082	28,15	0	0,000

ING. CRISTIAN CAMILO DELGADO

MP. 01111-10567 CPITVC

GEOTRANSVIAL S.A.S.
Nit. 900376530-0
Calle 4a3 # 19a-47 B. Alcazares
Manizales (Caldas)

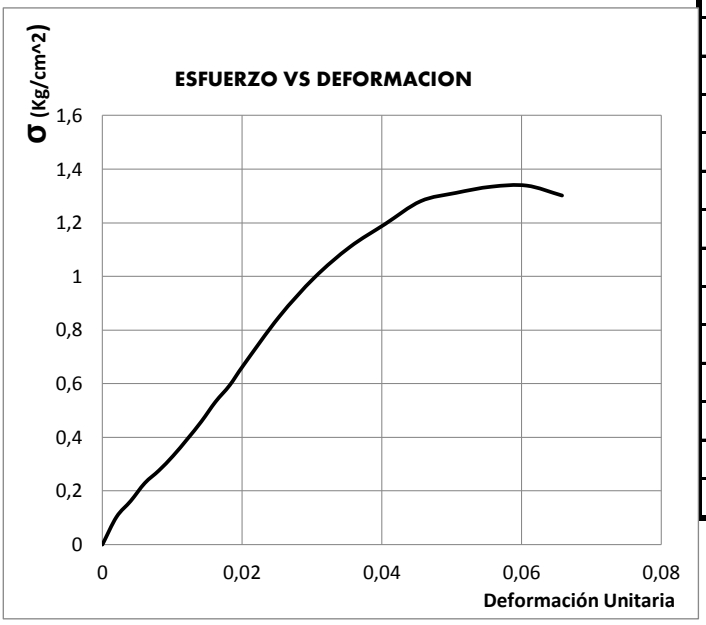
GEOTRANSVIAL S.A.S.
Soluciones Ingenieriles

COMPRESION INCONFINADA INV E 152 - 13

OBRA:	**CONSTRUCCIÓN EDIFICACIÓN**
LOCALIZACIÓN:	**GUAYACANES - ANSERMA (CALDAS)**
DIRIGIDO A :	**FELIPE ZULUAGA**
FECHA :	**OCTUBRE DE 2021**
SONDEO No :	**9**
PROFUNDIDAD :	**2,40 metros**

Humedad Natural	
Wcapsula	5,35
Wcap+MH	56,20
Wcap+MS	38,31
Humedad (%)	**54,28**
PESO UNITARIO	
Peso(gr)	**397,39**
Diametro(cm)	**5,71**
Altura(cm)	**9,9**
Area (cm^2)	**25,63**
Volumen (cm^3)	**253,02**
y húm (gr/cm^3)	**1,57**
y seco (gr/cm^3)	**1,02**
Su (Kg/cm^2)	**0,67**
Su (T/m^2)	**6,69**
Es (Kg/cm2)	**32,58**

Penetrometro de bolsillo	
Su (Kg/cm^2)	**0**
Su (T/m^2)	**0,00**



Deformación (cm)	Deformación Unitaria	Area Corregida (cm2)	CARGA (N)	σ (kg/cm^2)
0	0	0	0	0
0,020	0,002	25,68	26	0,103
0,040	0,004	25,73	41	0,163
0,060	0,006	25,78	58	0,229
0,080	0,008	25,83	70	0,276
0,100	0,010	25,89	84	0,331
0,120	0,012	25,94	100	0,393
0,140	0,014	25,99	117	0,459
0,160	0,016	26,05	136	0,533
0,180	0,018	26,10	152	0,594
0,200	0,020	26,15	172	0,671
0,250	0,025	26,29	219	0,850
0,300	0,030	26,43	258	0,996
0,350	0,035	26,57	289	1,110
0,400	0,041	26,71	313	1,195
0,450	0,046	26,85	337	1,280
0,500	0,051	26,99	347	1,311
0,550	0,056	27,14	355	1,334
0,600	0,061	27,28	358	1,338
0,650	0,066	27,43	350	1,301
0,700	0,071	27,58	0	0,000
0,750	0,076	27,73	0	0,000
0,800	0,081	27,88	0	0,000
0,850	0,086	28,04	0	0,000
0,900	0,091	28,20	0	0,000
0,950	0,096	28,35	0	0,000
1,000	0,101	28,51	0	0,000
1,050	0,106	28,67	0	0,000

ING. CRISTIAN CAMILO DELGADO

MP. 01111-10567 CPITVC

GEOTRANSVIAL S.A.S.
Nit. 900376530-0
Calle 4a3 # 19a-47 B. Alcazares
Manizales (Caldas)

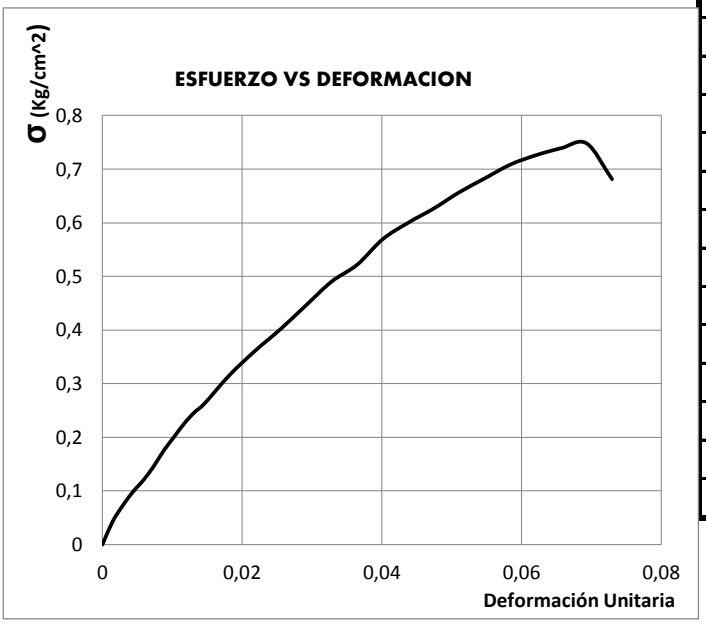
COMPRESION INCONFINADA INV E 152 - 13

OBRA:	**CONSTRUCCIÓN EDIFICACIÓN**
LOCALIZACIÓN:	**GUAYACANES - ANSERMA (CALDAS)**
DIRIGIDO A :	**FELIPE ZULUAGA**
FECHA :	**OCTUBRE DE 2021**
SONDEO No :	**10**
PROFUNDIDAD :	**4,60 metros**

Humedad Natural	
Wcapsula	5,80
Wcap+MH	70,72
Wcap+MS	45,34
Humedad (%)	**64,19**
PESO UNITARIO	
Peso(gr)	**523,42**
Diametro(cm)	**5,50**
Altura(cm)	**13,7**
Area (cm^2)	**23,73**
Volumen (cm^3)	**325,16**
y húm (gr/cm^3)	**1,61**
y seco (gr/cm^3)	**0,98**
Su (Kg/cm^2)	**0,37**
Su (T/m^2)	**3,74**
Es (Kg/cm2)	**18,73**

Penetrometro de bolsillo	
Su (Kg/cm^2)	**0**
Su (T/m^2)	**0,00**

Deformación (cm)	Deformación Unitaria	Area Corregida (cm2)	CARGA (N)	σ (kg/cm^2)
0	0	0	0	0
0,020	0,001	23,77	10	0,043
0,040	0,003	23,80	17	0,073
0,060	0,004	23,84	23	0,098
0,080	0,006	23,87	28	0,120
0,100	0,007	23,91	34	0,145
0,120	0,009	23,94	41	0,175
0,140	0,010	23,98	47	0,200
0,160	0,012	24,01	53	0,225
0,180	0,013	24,05	58	0,246
0,200	0,015	24,08	62	0,263
0,250	0,018	24,17	75	0,316
0,300	0,022	24,26	86	0,362
0,350	0,026	24,35	96	0,402
0,400	0,029	24,45	107	0,446
0,450	0,033	24,54	118	0,490
0,500	0,036	24,63	126	0,522
0,550	0,040	24,72	138	0,569
0,600	0,044	24,82	146	0,600
0,650	0,047	24,91	153	0,626
0,700	0,051	25,01	161	0,657
0,750	0,055	25,11	168	0,683
0,800	0,058	25,20	175	0,708
0,850	0,062	25,30	180	0,726
0,900	0,066	25,40	184	0,739
0,950	0,069	25,50	187	0,748
1,000	0,073	25,60	171	0,681
1,050	0,077	25,70	0	0,000



ING. CRISTIAN CAMILO DELGADO

MP. 01111-10567 CPITVC

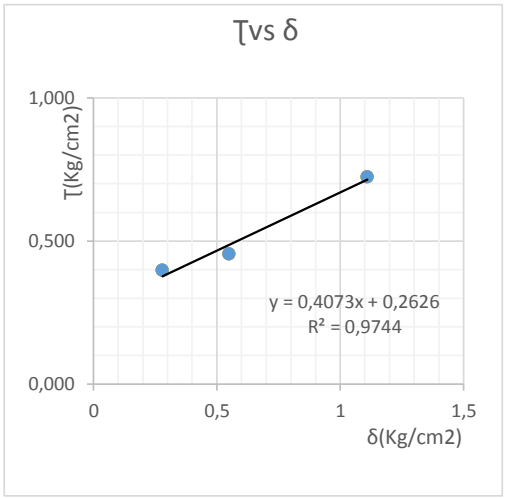
GEOTRANSVIAL S.A.S.
Nit. 900376530-0
Calle 4a3 # 19a-47 B. Alcazares
Manizales (Caldas)

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

OBRA:	**CONSTRUCCIÓN EDIFICACIÓN**
LOCALIZACIÓN:	**GUAYACANES - ANSERMA (CALDAS)**
DIRIGIDO A :	**FELIPE ZULUAGA**
FECHA :	**OCTUBRE DE 2021**
SONDEO No :	**2**
PROFUNDIDAD :	**2,40 METROS**
CONDICIÓN:	**NO CONSOLIDADO NO DRENADO**

CARACTERISTICAS							
Probeta	1	2	3	Volumen solidos (cm3)	19,02	15,53	17,35
Diametro (cm)	5,04	5,04	5,04	Altura solidos (cm)	0,952	0,778	0,869
Altura inicial (cm)	1,963	1,980	1,936	Relación de vacios inicial	1,06	1,54	1,23
Altura final (cm)	1,963	1,980	1,936	Relación de vacios final	1,06	1,54	1,23
Peso muestra antes (gr)	70,57	68,27	64,39	Grado de saturación inicial (%)	103,4	115,4	89,4
Peso muestra despues (gr)	70,57	68,27	64,39	Grado de saturación final (%)	103,4	115,4	89,4
Area (cm2)	19,97	19,97	19,97	Coeficiente de consolidación cm2/s	0,0006	0,0006	0,0006
Volumen (cm3)	39,2	39,54	38,66	HUMEDAD NATURAL			
Humedad natural (%)	42,01	42,01	42,01	W capsula	5,59		
Peso unitario (gr/cm3)	1,80	1,73	1,67	W capsula + MH	75,63		
Peso unitario seco (gr/cm3)	1,27	1,22	1,18	W capsula + MS	54,91		
Gravedad especifica	2,613	2,613	2,613	HUMEDAD (%)	42,01		

DATOS PROBETAS						
PROBETA No 1			PROBETA No 2		PROBETA No 3	
Carga Normal (Kg)		5,5	11		22	
Esfuerzo normal (kg/cm2)		0,28	0,55		1,11	
DEFH *10-3 in	Carga (kg)	τ (kg/cm2)	Carga (kg)	τ (kg/cm2)	Carga (kg)	τ (kg/cm2)
10	1,12	0,056	3,16	0,158	6,12	0,306
20	2,14	0,107	4,28	0,214	7,65	0,383
30	2,96	0,148	5,10	0,255	8,87	0,444
40	3,77	0,189	6,02	0,301	10,30	0,516
50	4,59	0,230	6,73	0,337	11,22	0,562
60	5,10	0,255	7,34	0,368	12,85	0,643
70	5,71	0,286	7,95	0,398	13,05	0,653
80	6,22	0,311	8,46	0,424	13,77	0,690
90	6,73	0,337	8,77	0,439	14,38	0,720
100	7,04	0,353	9,08	0,455	14,48	0,725
120	7,55	0,378	9,08	0,455	14,48	0,725
140	7,85	0,393	8,57	0,429	14,17	0,710
160	7,95	0,398	8,26	0,414	13,87	0,695
180	7,34	0,368	7,85	0,393	13,36	0,669
200	6,73	0,337	7,65	0,383	13,05	0,653
250	5,81	0,291	7,14	0,358	12,24	0,613
300	5,00	0,250	6,83	0,342	11,73	0,587



Cohesión (kg/cm2)	0,26
Angulo de fricción	23,3
Ka	0,43
Ko	0,60

ING. CRISTIAN CAMILO DELGADO
MP. 01111-10567 CPITVC

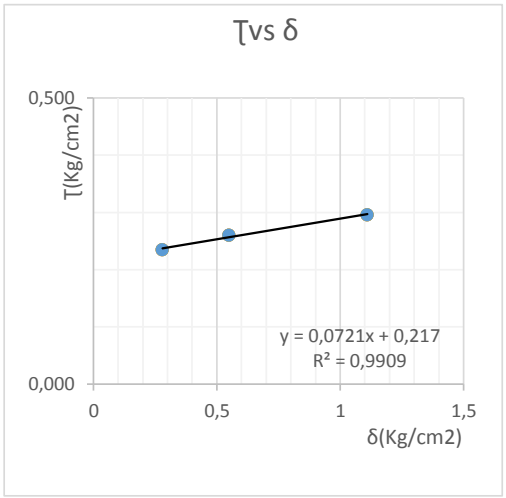
GEOTRANSVIAL S.A.S.
Nit. 900376530-0
Calle 4a3 # 19a-47 B. Alcazares
Manizales (Caldas)

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

OBRA:	**CONSTRUCCIÓN EDIFICACIÓN**
LOCALIZACIÓN:	**GUAYACANES - ANSERMA (CALDAS)**
DIRIGIDO A :	**FELIPE ZULUAGA**
FECHA :	**OCTUBRE DE 2021**
SONDEO No :	**7**
PROFUNDIDAD :	**3,20 METROS**
CONDICIÓN:	**NO CONSOLIDADO NO DRENADO**

CARACTERISTICAS							
Probeta	1	2	3	Volumen solidos (cm3)	19,48	16,44	18,86
Diametro (cm)	5,04	5,04	5,04	Altura solidos (cm)	0,975	0,823	0,944
Altura inicial (cm)	1,943	1,973	1,893	Relación de vacios inicial	0,99	1,40	1,01
Altura final (cm)	1,943	1,973	1,893	Relación de vacios final	0,99	1,4	1,01
Peso muestra antes (gr)	70,65	75,33	68,41	Grado de saturación inicial (%)	102,2	141,0	100,9
Peso muestra despues (gr)	70,65	75,33	68,41	Grado de saturación final (%)	102,2	141,0	100,9
Area (cm2)	19,97	19,97	19,97	Coeficiente de consolidación cm2/s	0,0006	0,0006	0,0005
Volumen (cm3)	38,8	39,4	37,8	HUMEDAD NATURAL			
Humedad natural (%)	38,8	38,8	38,8	W capsula	5,29		
Peso unitario (gr/cm3)	1,82	1,91	1,81	W capsula + MH	75,59		
Peso unitario seco (gr/cm3)	1,31	1,38	1,30	W capsula + MS	55,94		
Gravedad especifica	2,613	2,613	2,613	HUMEDAD (%)	38,80		

DATOS PROBETAS						
PROBETA No 1			PROBETA No 2		PROBETA No 3	
Carga Normal (Kg)		5,5	11		22	
Esfuerzo normal (kg/cm2)		0,28	0,55		1,11	
DEFH *10-3 in	Carga (kg)	τ (kg/cm2)	Carga (kg)	τ (kg/cm2)	Carga (kg)	τ (kg/cm2)
10	1,84	0,092	1,73	0,087	2,45	0,123
20	2,24	0,112	2,14	0,107	3,16	0,158
30	2,55	0,128	2,86	0,143	3,77	0,189
40	2,86	0,143	3,16	0,158	4,28	0,214
50	3,06	0,153	3,37	0,169	4,69	0,235
60	3,26	0,163	3,77	0,189	5,00	0,250
70	3,47	0,174	4,08	0,204	5,20	0,260
80	3,57	0,179	4,49	0,225	5,40	0,270
90	3,77	0,189	4,69	0,235	5,51	0,276
100	3,87	0,194	4,89	0,245	5,61	0,281
120	4,08	0,204	5,10	0,255	5,71	0,286
140	4,28	0,214	5,20	0,260	5,81	0,291
160	4,38	0,219	5,10	0,255	5,81	0,291
180	4,49	0,225	5,00	0,250	5,91	0,296
200	4,49	0,225	4,89	0,245	5,81	0,291
250	4,69	0,235	4,89	0,245	5,61	0,281
300	4,59	0,230	4,38	0,219	5,51	0,276



Cohesión (kg/cm2)	0,22
Angulo de fricción	4,1
Ka	0,87
Ko	0,93

ING. CRISTIAN CAMILO DELGADO
MP. 01111-10567 CPITVC