

Análisis de Alternativas para la Mitigación del Talud Ubicado el Sector de la Fonda Paisa
(PR 84+700 AL PR 84+780)

Cristian Eduardo Rey Palacios

Trabajo de aplicación presentado como requisito para optar al título de Magister en Geotecnia

Director

Luz Marina Torrado Gómez

Magister en Geotecnia

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Maestría en Geotecnia

Bucaramanga

2020

*A mis padres por ser los que guían mi camino,
brindándome todo su amor, apoyo durante esta
grandiosa etapa y a Dios porque todo lo
hace posible.*

Agradecimientos

A mi directora, la ingeniera Luz Marina Torrado por su apoyo, colaboración, aporte para este trabajo de grado y por enseñarme a querer este lindo mundo de la Geotecnia desde el pregrado.

A INGEAS SAS y al ingeniero José Alberto Rondón por el apoyo y colaboración facilitándome información necesaria para desarrollar este proyecto.

A todos los profesores y compañeros de la maestría por sus palabras, enseñanzas, las risas que no faltaron en cada una de las clases y muy especialmente a Katheryn, gran amiga y socia por su aprecio, compañía y colaboración.

A Geotecnología en cabeza del Dr. Jaime Suarez por la oportunidad de pertenecer a su magnífica empresa, sus enseñanzas y el amor hacía la geotecnia.

A la ingeniera Hebenly Celis por su incansable colaboración y apoyo ante todas las inquietudes que le planteaba durante este tiempo de aprendizaje.

A la ingeniera geóloga Martha Mancera por su valioso aporte, palabras y enseñanzas a lo largo de este proyecto.

Al ingeniero Julián Contreras por su continuo apoyo y enseñanzas ante las inquietudes con respecto a la modelación geotécnica del problema aquí presentado.

Contenido

	Pág.
Introducción	14
1. Marco Teórico.....	16
2. Descripción de la Zona de Estudio	21
2.1 Descripción General.....	21
2.2 Características Ambientales.....	22
2.2.1 Temperatura.	22
2.2.2 Precipitación.	22
2.2.3 Hidrografía y Vegetación.....	22
2.3 Ubicación Local	23
3. Geología.....	26
3.1 Geología Regional	26
3.1.1 Estratigrafía Regional.	26
3.1.1.1 Formación Girón (Jg).....	27
3.1.1.2 Depósitos de Ladera (Ql).....	27
3.1.1.3 Depósitos de Derrubio (Qd).....	28
3.1.2 Geomorfología Regional.....	28

3.1.3 Geología Estructural Regional.....	30
3.1.3.1 Sistema de fallas Bucaramanga - Santa Marta.....	30
3.1.3.2 Falla de Ruitoque.....	31
3.1.3.3 Falla de Florida.....	31
3.2 Geología Local.....	31
3.2.1 Estratigrafía Local.....	31
3.2.1.1 Formación Girón (Jg).....	31
3.2.1.2 Depósitos de Ladera (Ql).....	32
3.2.1.3 Depósitos de Derrubio (Qd).....	33
3.2.2 Geomorfología local.....	35
3.2.3 Geología estructural local.....	38
3.3 Hidrogeología.....	39
4. Reconocimiento de Campo y Topografía.....	41
5. Investigación Geotécnica.....	42
5.1 Resultados de Ensayos en Campo.....	43
5.2 Resultados de Ensayos de Laboratorio.....	44
6. Cálculo de Factores de Seguridad.....	46
6.1 Métodos de Análisis.....	46
6.2 Geometría y Estratigrafía.....	47
6.3 Propiedades de los Suelos.....	47

6.4 Cálculo del Coeficiente Seudoestático.....	47
6.5 Análisis de Estabilidad.....	50
6.5.1 Condición Inicial Estática.....	51
6.5.2 Condición Inicial Dinámica.....	53
6.6 Alternativas Planteadas.....	54
6.6.1 Alternativa 1.....	54
6.6.1.1 Descripción de la alternativa 1.....	58
6.6.2 Alternativa 2.....	64
6.6.2.1 Descripción de la alternativa 2.....	68
7. Conclusiones.....	77
Referencias Bibliográficas.....	79
Apéndices.....	80

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Tipo de Movimientos en Masa.....	16
Figura 2. Tipologías de superficie de fallas.....	19
Figura 3. Factores de seguridad según fuerzas y momentos.....	20
Figura 4. Localización general del área de estudio.....	21
Figura 5. Localización específica del área de estudio.....	23
Figura 6. Deslizamiento del talud en estudio.....	24
Figura 7. Deslizamiento del talud en estudio.....	25
Figura 8. Localización específica del área de estudio.....	25
Figura 9. Mapa geológico regional.	28
Figura 10. Geomorfología regional donde se enmarca la zona en estudio.	29
Figura 11. Vista de los materiales aflorantes de la Formación Girón.....	32
Figura 12. Vista del depósito de ladera y materiales deslizados.....	33
Figura 13. Acumulaciones del material deslizado y desplazado de la ladera.	34
Figura 14. Mapa geológico local.	34
Figura 15. Perfiles geológicos locales.	35
Figura 16. Mapa de pendientes.	36
Figura 17. Geoformas locales.	37
Figura 18. Mapa geomorfológico local.....	38
Figura 19. Mapa Hidrogeológico.....	40

Figura 20. Reconocimiento inicial del talud aéreamente.....	42
Figura 21. Localización de los sondeos.....	43
Figura 22. Mapa de valores de Aa.....	49
Figura 23. Análisis de estabilidad en C.E – Método de Bishop simplificado.....	51
Figura 24. Análisis de estabilidad en C.E– Método de Spencer.....	51
Figura 25. Análisis de estabilidad en C.E – Método de Morgenstern-Price.....	52
Figura 26. Análisis de estabilidad en C.D – Método de Bishop simplificado.....	53
Figura 27. Análisis de estabilidad en C.D – Método de Spencer.....	53
Figura 28. Análisis de estabilidad en C.D – Método de Morgenstern-Price.....	54
Figura 29. Análisis de estabilidad en C.E – Método de Bishop simplificado.....	55
Figura 30. Análisis de estabilidad en C.E – Método de Spencer.....	55
Figura 31. Análisis de estabilidad en C.E – Método de Morgenstern-Price.....	56
Figura 32. Análisis de estabilidad en C.D – Método de Bishop simplificado.....	56
Figura 33. Análisis de estabilidad en C.D – Método de Spencer.....	57
Figura 34. Análisis de estabilidad en C.D – Método de Morgenstern-Price.....	57
Figura 35. Planta de obras alternativa 1.....	58
Figura 36. Detalle de subdrenes horizontales.....	59
Figura 37. Perfilado del talud.....	60
Figura 38. Detalle de subdrenes horizontales.....	61
Figura 39. Corte A-A' Subdrenes.....	61
Figura 40. Detalle de subdrenes horizontales.....	62
Figura 41. Esquema de torrentera.....	63
Figura 42. Análisis de estabilidad en C.E – Método de Bishop simplificado.....	65

Figura 43. Análisis de estabilidad en C.E – Método de Spencer	65
Figura 44. Análisis de estabilidad en C.E – Método de Morgenstern-Price	66
Figura 45. Análisis de estabilidad en C.D – Método de Bishop simplificado	66
Figura 46. Análisis de estabilidad en C.D – Método de Spencer	67
Figura 47. Análisis de estabilidad en C.D – Método de Morgenstern-Price	67
Figura 48. Planta de obras alternativa 2	68
Figura 49. Perfilado del talud.....	69
Figura 50. MacMatR1	71
Figura 51. Barra GEWI 28 Plus.....	71
Figura 52. Detalle de subdrenes horizontales	72
Figura 53. Corte A-A' Subdrenes	73
Figura 54. Detalle de subdrenes horizontales	74
Figura 55. Esquema de torrentera	74

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Listado de algunos métodos de remediación	18
Tabla 2. Información del nivel freático en los sondeos	43
Tabla 3. Información del ensayo SPT.....	44
Tabla 4. Información de los ensayos de clasificación.....	44
Tabla 5. Información de los ensayos de peso unitario	45
Tabla 6. Información de los ensayos de corte directo.....	45
Tabla 7. Parámetros empleados en el modelamiento.....	47
Tabla 8. Tabla para análisis seudoestático de taludes.....	48
Tabla 9. Valores del coeficiente Fa.....	48
Tabla 10. Valores de factores de seguridad básicos mínimos	50
Tabla 11. Valores de factores de seguridad estáticos iniciales	52
Tabla 12. Valores de factores de seguridad dinámicos iniciales	54
Tabla 13. Resumen de factores de seguridad alternativa 1	58
Tabla 14. Cantidades y presupuesto de obra alternativa 1	64
Tabla 15. Valores de factores de seguridad dinámicos alternativa 2.....	68
Tabla 16. Cantidades y presupuesto de obra alternativa 2.....	76

Lista de Apéndices

	Pág.
Apéndice A. Topografía.....	80
Apéndice B. Informe de Resultados Ensayos de Laboratorio	82
Apéndice C. Especificaciones Técnicas	111
Apéndice D. Cálculo de Obras de Alternativas Planteadas	144

Resumen

Título: Análisis de Alternativas para la Mitigación del Talud Ubicado el Sector de la Fonda Paisa (PR 84+700 AL PR 84+780).*

Autor: Cristian Eduardo Rey Palacios**

Palabras Claves: Talud, Deslizamientos, Coluvión, Slide 6.0.

Descripción:

El talud ubicado en el sector de la Fonda Paisa vía Floridablanca – Piedecuesta presenta problemas de inestabilidad a causa del periodo de lluvias además de la geomorfología del sitio, causando desprendimiento de materiales a la vía y afectando la movilidad del sector.

Para prevenir la amenaza a la seguridad de los transeúntes, surge la necesidad de ejecutar una investigación geotécnica de sitio para evaluar el deslizamiento producido con el fin de proponer alternativas de solución para la estabilización y/o mitigación del talud en estudio.

Para este proyecto de aplicación se realizó un estudio el cual incluye el levantamiento topográfico y la caracterización geológica y geotécnica de la zona inestable donde se realizaron ensayos de campo y de laboratorio para la obtención de parámetros, los cuales permiten la conceptualización y modelamiento del talud para determinar los factores de seguridad empleando el software de elementos finitos SLIDE 6.0 del paquete de software de ROCSIENCE.

Finalmente se plantearon y estudiaron dos alternativas para la estabilización del talud teniendo en cuenta aspectos técnicos y económicos de estas propuestas para su evaluación para lo cual se realizaron actividades como la cantidad y presupuesto de cada una de las soluciones y especificaciones técnicas de los ítems para cada una de ellas.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Luz Marina Torrado Gómez. Magister en Geotecnia.

Abstract

Title: Analysis of Alternatives for Mitigation of Talud Located in the Sector of La Fonda Paisa (PR 84 + 700 TO PR 84 + 780).*

Author: Cristian Eduardo Rey Palacios**

Keywords: Slope, Slides, Colluvium, Slide 6.0.

Description:

The slope located in La Fonda Paisa on the road between Floridablanca – Piedecuesta presents problems of instability due to the rainy season in addition to the geomorphology of the site causing the materials to fall off the road and affecting the mobility of the sector.

To prevent the threat to the safety of passersby, there is a need to carry out a site geotechnical investigation to evaluate the landslide produced in order to propose alternative solutions for the stabilization and / or mitigation of the slope under study.

For this application project was carried out a study which includes the topographic survey and the geological and geotechnical characterization of the unstable area where field and laboratory tests were implement to obtain parameters which allow the conceptualization and modeling of the slope and determine the safety factors using the SLIDE 6.0 finite element software of the ROCSIENCE software package.

Finally, two alternatives for the slope stabilization were considered and studied considering technical and economic aspects of these proposals for evaluation, for which activities were carried out, such as the quantity and budget of each of the solutions and technical specifications of the items for each of them.

* Bachelor Thesis

** Faculty of Physical Mechanical Engineering. School of Civil Engineering. Director: Luz Marina Torrado Gómez. Master in Geotechnics.

Introducción

El departamento de Santander es altamente susceptible a presentar movimientos en masa debido a su relieve escarpado donde gran parte de su territorio se encuentra ubicado sobre la Cordillera Oriental y el Valle Medio del Magdalena, a los procesos de erosión y meteorización, los recurrentes periodos de intensas lluvias y finalmente por la sobrecarga agropecuaria la cual desencadena la sobreutilización de los suelos presentes siendo el departamento en mención el cuarto en el ranking de departamentos conformados por suelos ya afectado por el ganado y los cultivos según el IGAC.

Ante esta problemática, la correcta exploración e investigación de los suelos permite la implementación de medidas adecuadas y efectivas que prevengan o mitiguen la amenaza de ocurrencia de estos fenómenos brindando seguridad a la población.

El corredor vial que comunica los municiones de Floridablanca y Piedecuesta se ve afectado en el sector de estudio ya que el talud allí presente tiene una zona de inestabilidad debido a que presenta una ladera coluvial que con la erosión y las lluvias presentes generaron deslizamientos y desprendimientos de material hacía la vía haciendo necesaria la intervención proponiendo alternativas de mitigación para prevenir el cierre de la calzada por fenómenos de remoción en masas, accidentes derivados de la problemática, problemas a la comunidad y sobre todo salvaguardar las vidas de los ciudadanos que allí transitan diariamente.

Por tal motivo se determinó la necesidad de realizar una evaluación y un análisis para determinar alternativas que sean viables para dar solución a la inestabilidad que se presenta.

El presente proyecto propone el análisis de estabilización del talud localizado entre los PR 84+700 AL PR 84+780 en el sector conocido como Fonda Paisa al margen derecho de la vía en sentido Floridablanca – Piedecuesta, evaluando dos alternativas de solución desde el punto de vista económico y técnico.

1. Marco Teórico

Los deslizamientos son uno de los procesos geológicos más destructivos que afectan a los humanos, causando miles de muertes y daños en las propiedades (E.E. Brabb, 1989). El 90% de las pérdidas por deslizamientos son evitables si el problema se identifica con anterioridad y se toman medidas de prevención o control (SUAREZ DÍAZ J. , 1998).

Los deslizamientos son movimientos de material por una pendiente bajo la influencia directa de la gravedad. Estos movimientos abarcan cinco modos: caídas o “falls”, derribos o “topples”, deslizamientos o “slides”, extensiones o “spreads” y flujos o “flows”, estos a su vez se subdividen por el tipo de material geológico que compone rocas, derrubios o suelos (USGC, 2019) como se puede observar en la figura 1.

Figura 1.

Tipo de Movimientos en Masa.

Material	Rocas	Derrubios	Suelos
Caída	caída de rocas 	caída de derrubios 	caída de suelos
Vuelco	vuelco de rocas 	vuelco de derrubios 	vuelco de suelos
Deslizamiento	deslizamiento rotacional individual 	deslizamiento rotacional múltiple 	deslizamiento rotacional sucesivo
	deslizamiento de rocas 	deslizamiento de derrubios 	deslizamiento de suelos
Propagación	subtira rocosa estructura sub-horizontal quebrada estructura de inmersión Vista separada deslizamiento de capas quebrada estructura sustratos compuestos	dispersión por cambios volumétricos 	dispersión de suelos
Flujo	flujos de soliflucción (flujos de derrubios periglaciales) 	flujos de derrubios 	flujos de lodos
Complejo	ejemplo combinación de avalanchas de rocas y flujos de derrubios 		ejemplo combinación de deslizamientos planares y rotacionales con flujos de lodos

Nota: Revisa Obras Urbanas #71 pg. 57,2018

Como se menciona anteriormente, el movimiento ocurre cuando las fuerzas que actúan hacia abajo (el peso de la masa de suelo y esencialmente la gravedad) exceden las fuerzas resistentes de los materiales presentes que conforman el talud debido a factores como las lluvias, cambios en el nivel freático, procesos de erosión y meteorización, factores antrópicos entre otros.

Los suelos coluviales o comúnmente conocidos como coluviones, son depósitos de ladera derivados de la descomposición de las rocas teniendo un comportamiento de una masa incoherente de materiales heterogéneos (suelos y rocas) que son depositados en la base de las laderas. (BATES & JACKSON, 1980). En general, estos se encuentran en equilibrio límite, pero la intervención (cortes o excavaciones) suelen ser uno de los detonantes para que empiece la ocurrencia del movimiento.

En este tipo de suelos, en la interfase entre el material de la base y el coluvión se genera corrientes de agua subsuperficiales las cuales son generadoras de la inestabilidad, por tal razón es importante distinguir entre el coluvión seco (friccionante) y el coluvión saturado (arcilloso).

Ahora bien, se han desarrollado un buen número de técnicas para el manejo de las inestabilidades donde las medidas de prevención son las que generalmente son beneficiosas y se acompañan de medidas de control o remediación.

Para la selección de las medidas de remediación convenientes es necesario analizar el talud, primeramente, posteriormente se evalúa el mecanismo de falla y los factores de seguridad empleando los métodos de equilibrio límite para llegar finalmente a la selección y diseño del sistema de control, estabilización o prevención como se observa en la tabla 1. Cada problema y la metodología son específicas y dependen de factores sociales, económicos, técnicos y políticos con gran cantidad de variables en el tiempo y espacio.

Tabla 1.

Listado de algunos métodos de remediación

Sistema de Remediación	Opciones de algunos Métodos Específicos
Prevención de la Amenaza o el Riesgo	Concientización de la comunidad Aviso o alarma. Normas y códigos técnicos
Elusión del problema	Relocalización de la obra Remoción de los materiales inestables Instalación de un puente o un túnel Construir variantes
Reducción de las fuerzas actuantes	Cambio del alineamiento para disminuir alturas Conformación de la superficie del terreno Drenaje de la superficie Drenaje internamente Reducción del peso del material
Incremento de las fuerzas resistentes	Colocación de un contrapeso Construcción de estructuras de contención Colocación de llaves de cortante en la superficie de falla
Aumento de la resistencia del suelo	Subdrenaje Refuerzo Biotecnología Tratamiento químico (inyecciones) Tratamiento térmico Compactación profunda Columnas de piedra

Nota: SUAREZ DÍAZ, J. (1998). Deslizamientos y Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales. Bucaramanga, UIS.

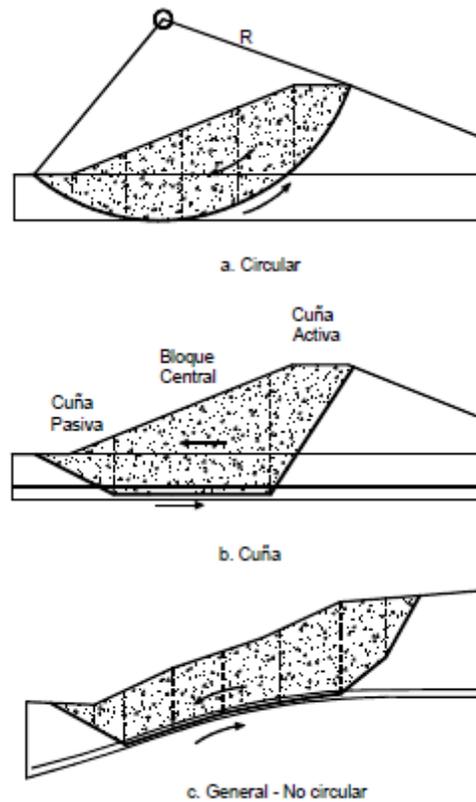
En el análisis de la estabilidad en taludes, el precursor de los cálculos analíticos fue Charles Coulomb quien en el siglo XVIII desarrolló un método mediante cuñas enfocado a la estabilidad de muros. A mediados del siglo XX, el avance en la tecnología y los estudios trajeron métodos analíticos más completos sirviendo de base para los que se emplean actualmente.

Estos métodos recientes datan de 1927 cuando Fellenius propuso en su método denominado sueco, asumiendo fallas circulares y dividiendo el área de falla en tajadas verticales. En 1955 Bishop presentó su método el cual asumía superficies de falla circulares, empleando dovelas y teniendo en cuenta las fuerzas entre estas con una dirección horizontal descartando así las fuerzas

de cortante. Para 1956, Janbú tiene las mismas consideraciones que Bishop, pero la superficie de falla no es necesariamente circular (ver figura 2).

Figura 2.

Tipologías de superficie de fallas.



Nota: U.S. Corps of Engineers, 2003.

En la actualidad, el desarrollo de la tecnología y el estudio riguroso del comportamiento de los suelos y de la estabilidad de taludes ha permitido el desarrollo de métodos más exactos y robustos como son: Spencer, Morgenstern & Price y Sarma, así como los softwares que permiten realizar los cálculos de estabilidad de las metodologías mencionadas manera rápida e ilustrativa.

Un análisis de equilibrio límite permite obtener un factor de seguridad una vez se han determinado propiedades de cortante de los suelos, presiones de poros y otras propiedades de resistencia. Este análisis consiste en determinar si existe suficiente resistencia en los suelos del talud para soportar los esfuerzos que tienden a causar la falla o deslizamiento (SUAREZ DÍAZ J., 1998).

Estos métodos de análisis tienen semejanzas como la comparación de momentos o fuerzas actuantes y resistentes sobre la superficie de falla y varían en el tipo superficie de falla y la forma como actúan las fuerzas internamente como se observa en la figura 3.

Figura 3.

Factores de seguridad según fuerzas y momentos.

$$F.S. = \frac{\sum \text{Resistencias disponibles al cortante}}{\sum \text{Esfuerzos al cortante}}$$

$$F.S. = \frac{\sum \text{Momentos resistentes disponibles}}{\sum \text{Momentos actuantes}}$$

Nota: SUAREZ DÍAZ, J. (1998). Deslizamientos y Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales. Bucaramanga, UIS.

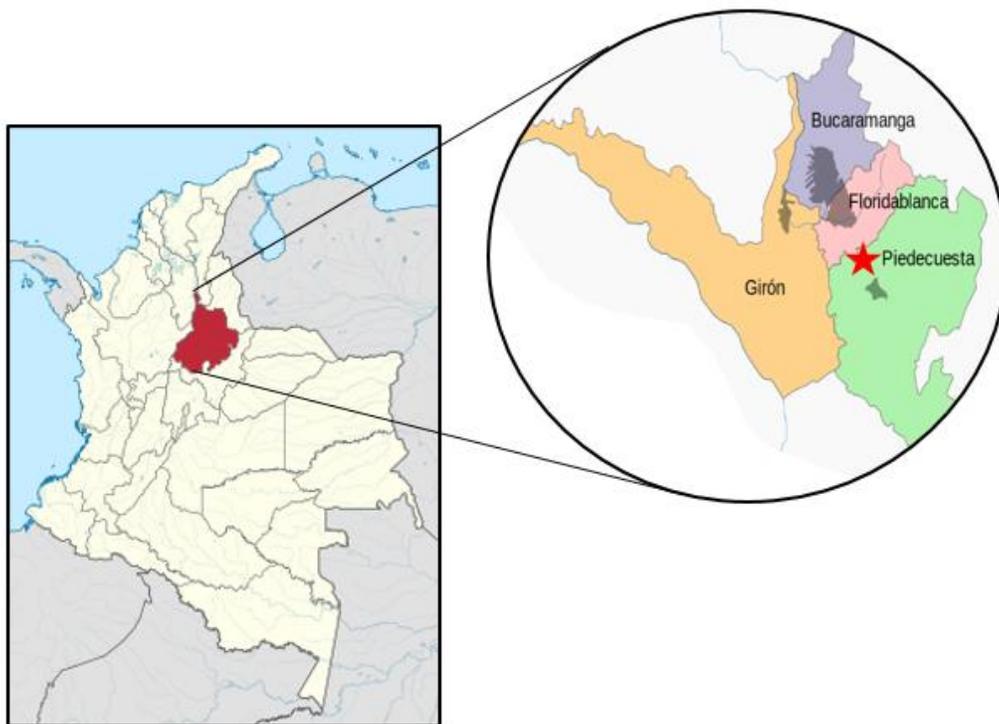
2. Descripción de la Zona de Estudio

A continuación, se realizó una descripción general de la zona de estudio (ver figura 4) teniendo en cuenta características como su ubicación, temperatura, precipitación, hidrografía y vegetación.

2.1 Descripción General

Figura 4.

Localización general del área de estudio



Floridablanca es un municipio colombiano del departamento de Santander con una extensión de aproximadamente 97 km². Este municipio posee terrenos en las tres zonas

geomorfológicas: El macizo de Santander, la zona de mesa de Ruitoque y el valle intermontano. (Floridablanca, 2019)

Por su parte, Piedecuesta también es un municipio del departamento en mención, con una extensión de 344 km². Al encontrarse en la Cordillera Oriental, presenta un sinnúmero de valles, mesetas, montañas y colinas. (Piedecuesta, 2019)

2.2 Características Ambientales

2.2.1 Temperatura. Floridablanca presenta una temperatura que varía de 20 °C a 26 °C con un promedio anual de 23.6 °C. En cuanto a Piedecuesta, la temperatura varía igualmente entre los 20 °C a 26 °C con un promedio anual de 23.3 °C. (IDEAM, 2019)

2.2.2 Precipitación. Floridablanca presenta una precipitación anual promedio de 1.055 mm mientras que Piedecuesta 928 mm aproximadamente. Estos dos municipios presentan un mismo comportamiento, un periodo seco bastante marcado en los primeros tres meses del año, los siguientes cuatro meses se presentan como meses de alta precipitación para finalmente un comportamiento intercalado entre seco y lluvioso entre los meses restantes del año. (IDEAM, 2019).

2.2.3 Hidrografía y Vegetación. En Floridablanca destaca el Cerro de la Judía el cual es un sitio de recarga y donde nacen varias quebradas y el Río frío. En cuanto a la vegetación en este municipio se ubica el Jardín Botánico Eloy Valenzuela y la zona que comprende los barrios

Palmas, Fátima, San Bernardo, Hacienda San Juan y Lagos del Cacique cuentan con árboles de hasta 20 metros destacándose los Ficus y Caracolí y arbustos. (Floridablanca, 2019).

Ahora bien, Piedecuesta también se considera un municipio productor de agua por su ubicación cerca al páramo de Juan Rodríguez comúnmente conocido como Berlín donde nace los ríos de Oro, Hato, Manco, Umpalá y 12 quebradas. Al igual que Floridablanca, Piedecuesta cuenta con árboles de gran tamaño especialmente el Caracolí, arbustos y epifitos. (Piedecuesta, 2019).

2.3 Ubicación Local

Figura 5.

Localización específica del área de estudio.



Nota: Modificado de Google Maps

En la figura 5 se localizó el talud en estudio, se encuentra entre los PR 84+700 al PR 84+780 en la vía que comunica a los municipios de Floridablanca y Piedecuesta en el departamento de Santander.

Históricamente el talud en estudio ha presentado inestabilidad debido a las lluvias las cuales han generado desprendimientos de materiales hacía la vía dando como resultados trabajos de remoción infructuosos y cierres parciales de la calzada.

Las fuentes periodísticas Caracol Radio Bucaramanga y Vanguardia publicaron el 19 de noviembre de 2017 y el 26 de octubre de 2018 respectivamente dos notas periodísticas donde exponen la problemática del sector dejando en evidencia los movimientos en masa sin resolver ya que entre reportajes existe una diferencia cronológica de aproximadamente 11 meses (ver figura 6 y 7).

Figura 6.

Deslizamiento del talud en estudio.



Nota: Caracol Radio Bucaramanga, 2017

Figura 7.

Deslizamiento del talud en estudio.



Nota: Juan Manuel Morales / Vanguardia, 2018

Actualmente, el talud posee una pendiente que oscila entre los 25 a 60 % donde se observa algo de vegetación del tipo arbórea y arbustiva, con movimientos en masa en el margen derecho de la vía con desprendimientos continuos de material derivados de la saturación del suelo, la pendiente del terreno y los suelos coluviales (ver figura 8).

Figura 8.

Localización específica del área de estudio.



Nota: Google Maps

3. Geología

La estratigrafía, litología, discontinuidades y estructuras geológicas juegan un papel determinante para las condiciones de estabilidad de taludes que junto con otros factores como los geométricos, hidrogeológicos y geotécnicos condicionan el tipo de movimiento y las superficies de fallas.

La zona de estudio presenta características específicas en cuanto a sus propiedades y evolución del terreno y sus componentes, la cual ha sido afectada por eventos regionales y locales. A continuación, se hace una descripción del entorno regional y posteriormente del local con el fin de conocer al detalle los suelos y rocas comprometidas en el talud de análisis.

3.1 Geología Regional

De acuerdo a la cartografía regional de la zona (ver figura 9), los materiales y las rocas que conforman el talud ubicado en el sector conocido como Fonda Paisa hacen parte de la formación Girón (Jg) y de depósitos de ladera (Ql); estos junto a un depósito de derrubio (Qd) se detallarán en la geología local.

3.1.1 Estratigrafía Regional. Por relevancia en los materiales involucrados en la zona estudiada no se incluirá formación secundaria de otras unidades geológicas referenciadas en el mapa geológico regional.

3.1.1.1 Formación Girón (Jg). La Formación Girón (Jg) corresponde a un conjunto de rocas de origen sedimentario que conforman el basamento principal de la zona de mesas, incluyendo la depresión tectónica de Bucaramanga; incluye una serie de niveles sedimentarios que se encuentra muy bien representada en afloramientos en la mayor parte del área metropolitana de Bucaramanga; A esta unidad se le atribuyen espesores que varían de acuerdo al autor entre 2.600 y 4.840 metros. Algunos geólogos incluyen en el grupo Girón la Formación Jordán (Jj).

De acuerdo a la descripción del cuadrángulo H-12 de Ingeominas, la Formación Girón (Jg) está compuesta por arenisca conglomerática y conglomerado gris amarillento a pardo rojizo, masivos y lenticulares; limolita pardo rojiza (Ward y otros, 1973). Se presentan grandes afloramientos en la margen izquierda del río de Oro, en el cerro de Palonegro, sobre la vía que comunica con el aeropuerto, donde consta de conglomerados y areniscas, de color amarillo-naranja, alternando con capas de lodolitas rojas violáceas. Las rocas en dicho sector se presentan muy fracturadas y cizalladas debido a la acción del sistema de fallas del Suárez.

La morfología que la formación Girón desarrolla en la zona, corresponde a zonas con escarpes fuertes y ladera empinada dependiendo del buzamiento de los estratos.

3.1.1.2 Depósitos de Ladera (Ql). Los depósitos coluviales (Ql) se conforman por antiguos deslizamiento o desprendimientos de material que generalmente se localizan en la parte baja de escarpes montañosos, representando zonas con topografía generalmente ondulada y de pendientes suaves; su granulometría es irregular, aunque localmente se caracterizan por presentar bloques angulares embebidos en una matriz arcillosa. Se presentan de manera irregular en toda el Área Metropolitana de Bucaramanga.

3.1.1.3 Depósitos de Derrubio (Qd). Estos depósitos referencian los suelos y fragmentos de rocas asociados a deslizamientos y caída de material recientes y no consolidados dispuestos de manera caótica por efecto de la gravedad en laderas inclinadas. Se desarrollan sobre suelos saturados y rocas altamente fracturadas y meteorizadas.

Figura 9.

Mapa geológico regional.



Nota: Mapa Morfotectónico del Sistema de Fallas Bucaramanga, INGEOMINAS 2008

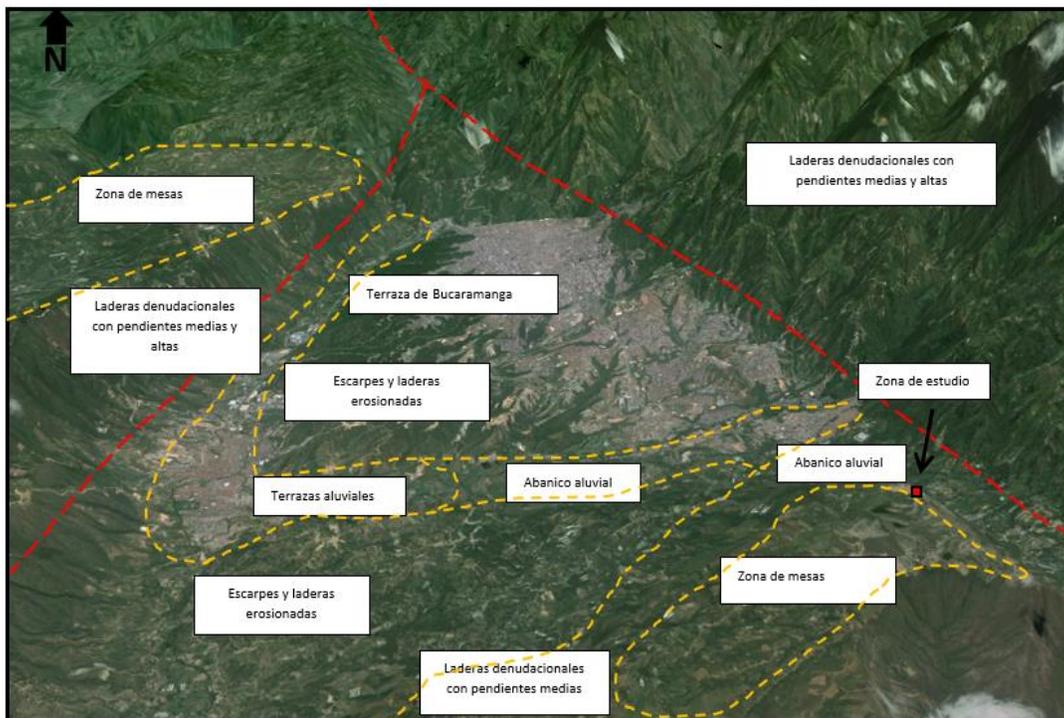
3.1.2 Geomorfología Regional. En los alrededores del área metropolitana de Bucaramanga se destacan variadas geofomas entre las que sobresale el piedemonte con el Macizo de Santander limitado por el sistema de fallas de Bucaramanga y sus fallas satélites donde se

observa una morfología estructural-denudacional ondulada y de relieve bajo, seguida hacia el sur por una zona de valles que han sido el resultado de la depositación coluvio-aluvial de materiales provenientes del macizo, distribuidos en conos de deyección sobre las formaciones rocosas Girón y Jordán.

Las zonas de mesetas están comprendidas por la Mesa de Ruitoque y la mesa de Los Santos al sur y la mesa de Lebrija hacia el occidente. En general es una zona de contrastes topográficos donde sobresalen áreas de alta y media montaña y un modelado de valle intermontano formando valles aluviales y abanicos o conos de deyección, caracterizándose por las bajas pendientes en contraste con las formaciones rocosas como se observa en la figura 10.

Figura 10.

Geomorfología regional donde se enmarca la zona en estudio.



Nota: Modificado de Google Earth

3.1.3 Geología Estructural Regional. Se referencia en cercanías al área de influencia del lote en estudio el trazo principal del Sistema de Fallas de Bucaramanga donde es notorio el cambio de pendiente entre los materiales del Macizo de Santander y los suelos y rocas de las formaciones sedimentarias Jordán y Girón cubiertos por suelos recientes de abanicos y aluviales de cauce. La ocurrencia de esta estructura geológica y sus fallas satélites muestra afectación sobre las Formaciones sedimentarias Girón, Jordán, el Neis de Bucaramanga y la Formación metamórfica Silgará, manifestadas en su estado de fracturamiento y cambios bruscos de buzamiento y consecuente desarrollo de procesos erosivos; sin embargo, en los suelos recientes no muestran rasgos que evidencien afectación por el fallamiento regional. Uno de los rasgos más notorios de la Falla de Bucaramanga al oriente de la zona de estudio son las facetas triangulares desarrolladas sobre las laderas inclinadas del Macizo de Santander.

3.1.3.1 Sistema de fallas Bucaramanga - Santa Marta. Este sistema tiene un trazado que comprende desde el sur del Macizo de Santander hasta la costa Caribe, al Oeste de Santa Marta con una extensión cartografiada de 600 kilómetros aproximadamente. Se han reconocido fallas asociadas al lineamiento principal. La falla Bucaramanga – Santa Marta es una gran falla de rumbo. Se calcula un desplazamiento lateral izquierdo, según el rumbo de 110 kilómetros. Dentro de los rasgos que la caracterizan están el notable alineamiento recto expresado en valles lineados y diferencias litológicas.

En la región de Bucaramanga esta falla delimita las rocas Precámbricas que constituyen El Neis de Bucaramanga con los materiales de las unidades cuaternarias que conforman la Formación de Bucaramanga, abanicos aluviales y unidades rocosas antiguas.

3.1.3.2 Falla de Ruitoque. Corresponde a una falla de tipo normal, desarrollada de manera ortogonal al sistema de Fallas de Bucaramanga, responsable del levantamiento de la Mesa de Ruitoque, afectando la Formación Tambor del Cretáceo y poniéndola en contacto con la Formación Girón del Jurásico.

3.1.3.3 Falla de Florida. Falla inferida que presenta una dirección paralela al Sistema de Fallas de Bucaramanga en sentido NW-SE con leve cambio de dirección; se ha trazado desde la zona de Lagos II aledaña a la autopista Bucaramanga-Piedecuesta hasta el sector norte de las laderas orientales de la Mesa de Ruitoque; esta falla ha sufrido pequeños desplazamientos por eventos tectónicos asociados a fallas ortogonales a la misma, afectando rocas de las formaciones Girón y Tambor.

La presencia de estas fallas locales se evidencia por el fracturamiento de las rocas aflorantes. Sin embargo, aunque las rocas de la Formación Girón se encuentran altamente fracturadas y con cambios en la inclinación de buzamiento, no se evidencia la continuidad de esta falla en los sectores aledaños.

3.2 Geología Local

Sobre el talud en estudio se reconocen suelos coluviales o de ladera (Ql) y suelos de derrubio (Qd) que suprayacen suelos residuales y rocas de la Formación Girón (Jg) (ver figuras 14 y 15).

3.2.1 Estratigrafía Local

3.2.1.1 Formación Girón (Jg). En la zona de estudio se observa saprolito, suelos residuales y niveles interestratificados de areniscas y limolitas altamente fracturadas y meteorizadas. Los

suelos residuales están constituidos por arcillas y limos arenosos de color rojo marrón, marrón naranja, rojo violáceo y naranja rojizo con tonalidades de gris, Los niveles rocosos están representados por estratos de areniscas de variada granulometría y limolitas fracturadas y medianamente meteorizadas (ver figura 11).

Figura 11.

Vista de los materiales aflorantes de la Formación Girón.



Nota: Editado de Google Earth

3.2.1.2 Depósitos de Ladera (QI). Este depósito de ladera o coluvión yace sobre la Formación Girón y constituye una ladera de forma irregular; está compuesto por suelos de origen residual que sufrieron desprendimiento y movimiento en la superficie antigua de las laderas denudacionales-estructurales de la Formación Girón. Están compuestos por arcillas y limos y

fragmentos de roca de tamaño variado compuesto de areniscas y limolitas. Presentan poco espesor y por su posición y características son susceptibles a fenómenos erosivos (figura 12).

Figura 12.

Vista del depósito de ladera y materiales deslizados.



Nota: Modificado de Google Earth

3.2.1.3 Depósitos de Derrubio (Qd). Se referencian en esta unidad los materiales resultantes del desprendimiento y deslizamiento de los suelos de la ladera inclinada constituida por niveles rocosos altamente meteorizados y fracturados de la Formación Girón, suelos residuales y los suelos del suprayacente depósito de ladera constituyendo grandes acumulaciones de material en la parte baja de la ladera y a media ladera de manera irregular e inestable, que usualmente debe ser removido para evitar invasión de espacios y peligro en zonas con intervención antropogénica como en este caso la Autopista Floridablanca-Piedecuesta (figura 13).

Figura 13.

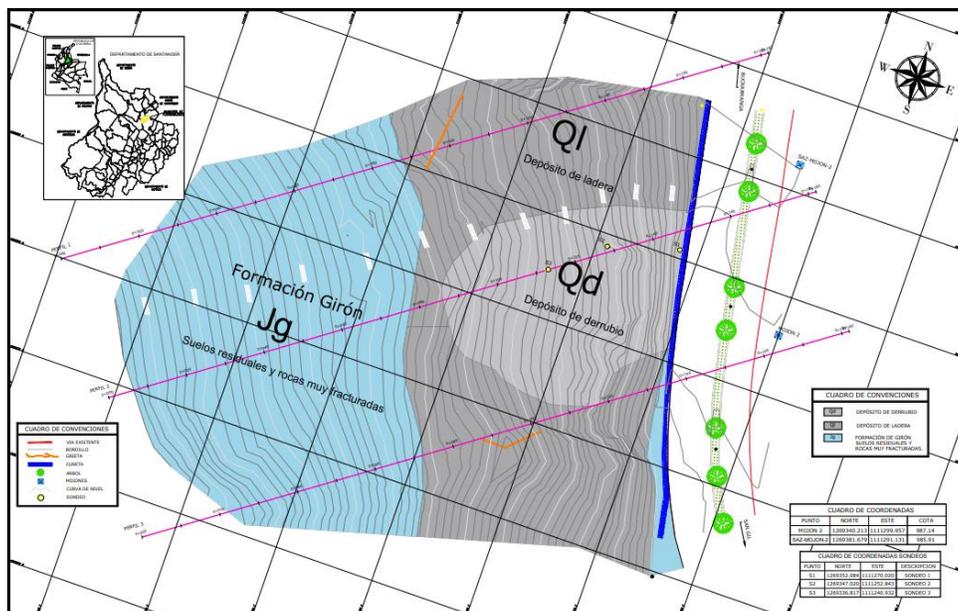
Acumulaciones del material deslizado y desplazado de la ladera.



Nota: Modificado de Google Earth

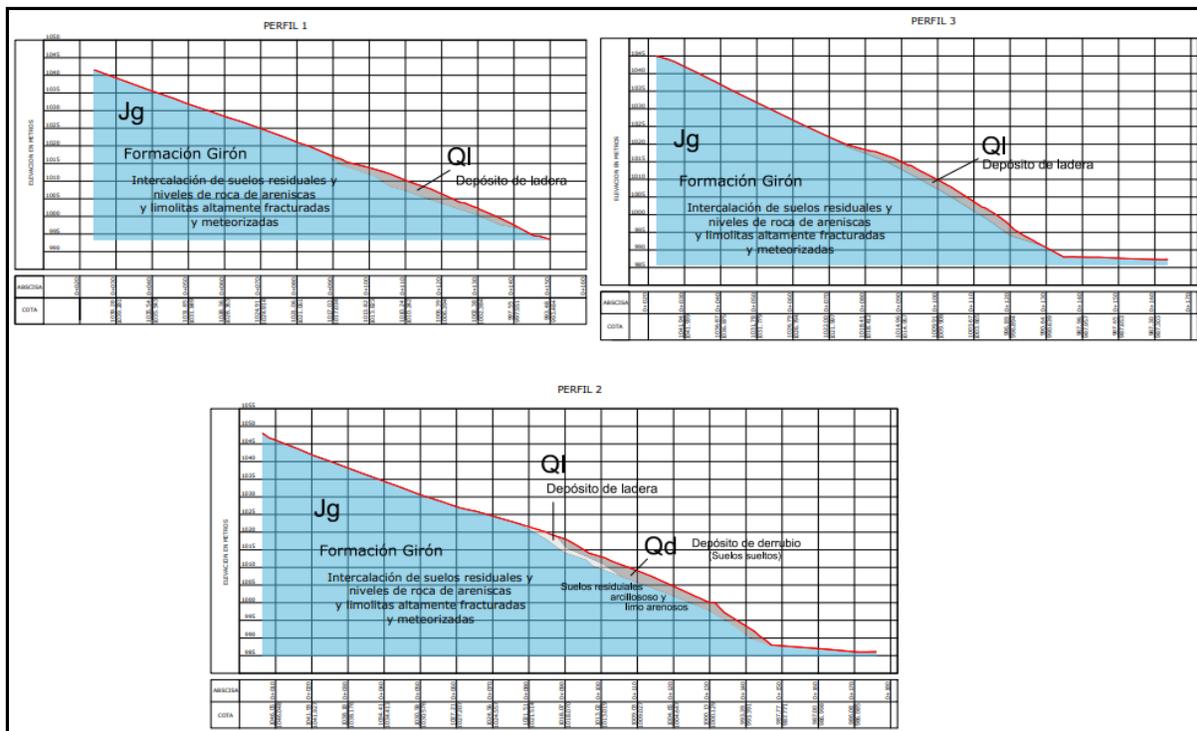
Figura 14.

Mapa geológico local.



Nota: INGEAS SAS, 2018

Figura 15.

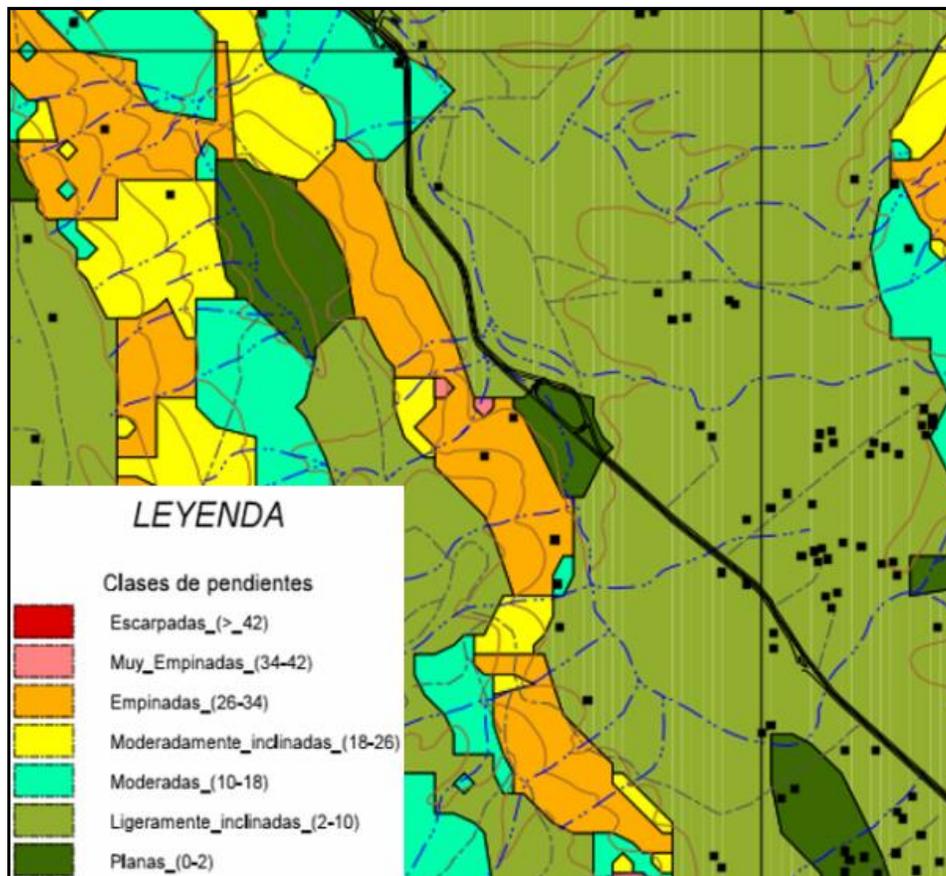
Perfiles geológicos locales.

Nota: INGEAS SAS, 2018

3.2.2 Geomorfología local. El modelamiento de la zona es estudio corresponde a procesos de diferente naturaleza ocurridos a través del tiempo. Son el resultado de la actividad tectónica y procesos de meteorización, acumulación y fenómenos erosivos más recientes.

Se referencia el plano de pendientes de la zona de estudio y sus alrededores donde se pueden observar la variabilidad de la inclinación de los terrenos, que junto con información secundaria y recolectada en campo se definen las geformas presentes localmente (ver figura 16).

Figura 16.

Mapa de pendientes.

Nota: Zonificación Sismogeotécnica indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga, CDMB-INGEOMINAS 2001

Las geoformas reconocidas en la zona de estudio corresponden a ladera denudacionales estructurales sobre los niveles rocosos de la Formación Girón; sobre esta ladera se ha desarrollado otra geoforma de ladera de origen coluvial con pequeñas variaciones en su pendiente, pero mostrando mayor susceptibilidad a desarrollarse fenómenos erosivos (ver figura 17).

Se evidencia la presencia de acumulaciones de material producto de deslizamientos sobre el terreno y desprendimiento de material que involucra los niveles más superficiales de suelos

residuales y rocas fracturadas de la Formación Girón. Estas acumulaciones generaron montículos, grietas, surcos y cárcavas. Adicionalmente a las laderas y geofomas naturales presentes en el área de estudio se debe mencionar la posible afectación a las mismas por la presencia de la obra vial correspondiente a la Autopista Floridablanca-Piedecuesta en el sector bajo del límite oriental del sector estudiado (ver figura 18).

Figura 17.

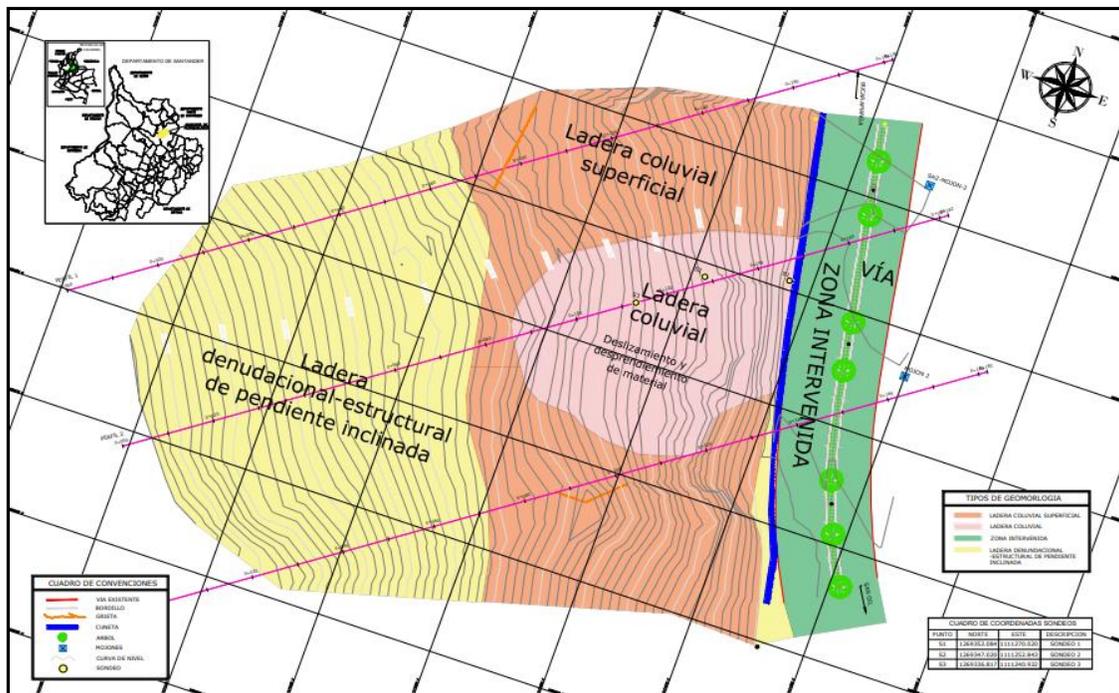
Geoformas locales.



Nota: Modificado de Google Earth

Figura 18.

Mapa geomorfológico local.



Nota: INGEAS SAS, 2018

3.2.3 Geología estructural local. La zona de estudio está localizada sobre una un área montañosa resultante de eventos tectónicos asociados a la actividad del Sistema de Fallas de Bucaramanga, la cual se evidencia por el alto grado de fracturamiento y variaciones relevantes en la estructura plegada donde se reconocen ángulos de buzamientos muy altos; adicionalmente sobre la mesa de Ruitoque se han presentado evidencias de una falla paralela al sistema de Bucaramanga que afecta también las rocas de la Formación Girón en la parte alta de la ladera mostrando niveles de roca altamente fracturadas.

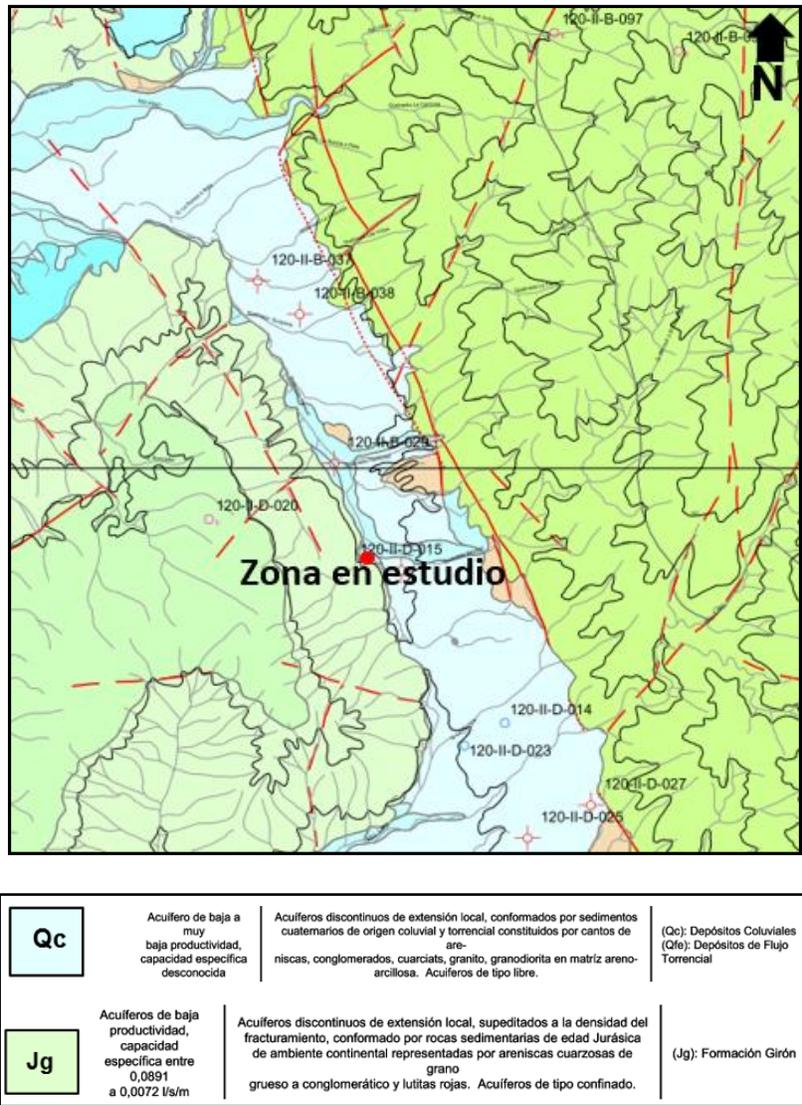
3.3 Hidrogeología

El comportamiento hidrogeológico de los suelos y rocas está asociado a sus características litológicas y granulométricas como a su grado permeabilidad que faciliten el flujo de agua internamente, que junto con la geomorfología le dan un carácter para definir unidades hidrogeológicas.

Se referencia el Mapa Hidrogeológico de la zona y sus alrededores (ver figura 19) donde se ha definido para los depósitos coluviales y para la Formación Girón la presencia de acuíferos de baja productividad. Para los suelos presentes en el área de estudio se pueden agrupar los suelos coluviales arcillosos y areno-arcillosos con presencia de cantos y fragmentos de bloques de roca en una unidad diferenciable a los suelos residuales arcillosos y limo arcillosos de mayor dureza. Los niveles rocosos presentan una permeabilidad secundaria asociada a su alto grado de fracturamiento.

Figura 19.

Mapa Hidrogeológico.



Nota: Mapa Hidrogeológico del Área Metropolitana de Bucaramanga, INGEOMINAS 2002

4. Reconocimiento de Campo y Topografía

El reconocimiento de campo es parte fundamental para la estabilización de un talud, ya que permite conocer lo los procesos que están ocurriendo o pueden ocurrir tanto internamente como superficialmente para poder diagnosticar correctamente su comportamiento. (SUAREZ DÍAZ J. , 1998).

Los factores que se tienen en cuenta en el reconocimiento incluyen: Pendiente y relieve, la litología, el estado de meteorización, la geomorfología, la hidrología e hidrogeología, la vegetación y los factores antrópicos. (SUAREZ DÍAZ J. , 2018).

Ahora bien, la topografía acoge la pendiente y el relieve, aspectos importantes ya que, generalmente al aumentar la pendiente, se aumentan las fuerzas desestabilizantes disminuyendo así el factor de seguridad al deslizamiento, el relieve me indica que tan resistentes y susceptibles a los desprendimientos son los materiales que se encuentran presente en esta zona.

En la zona de estudio se realizó un vuelo con drone para obtener información valiosa del estado del talud (ver figura 20).

El levantamiento topográfico realizado del sitio de estudio permitió la elaboración un plano en planta y 3 perfiles (ver Apéndice A).

Figura 20.

Reconocimiento inicial del talud aéreamente.

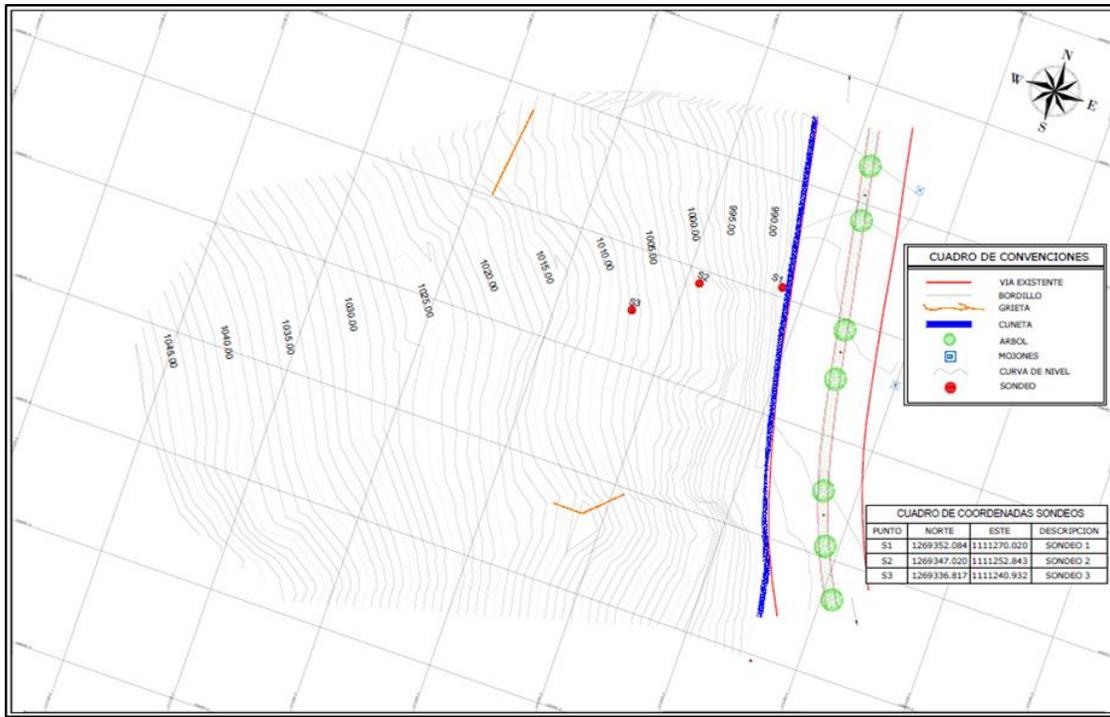


Nota: INGEAS SAS, 2018

5. Investigación Geotécnica

Se realizaron 3 sondeos en el sector de estudio a percusión realizando SPT según la norma INV E-111, la norma INV E-103 para la conservación y transporte de muestras de suelos y finalmente la INV E-102 para la descripción e identificación de suelos. Se tomaron muestras alteradas del terreno para la investigación mediante ensayos de laboratorio. Los sondeos se localizaron en tal forma que permitieron obtener información suficiente para el diseño de las obras proyectadas (ver figura 21).

Figura 21.

Localización de los sondeos.

Nota: modificado de INGEAS SAS, 2018

5.1 Resultados de Ensayos en Campo

Tabla 2.

Información del nivel freático en los sondeos

Sondeo	Profundidad	Nivel Freático
1	6,00 m	No Evidencia
2	7,00 m	2,00 m
3	2,00 m	No Evidencia

Tabla 3.

Información del ensayo SPT

Profundidad [m]	SPT Corregido N Golpes / Pie		
	Sondeo 1	Sondeo 2	Sondeo 3
0,00 – 0,50	2	2	8
0,50 – 1,00	2	2	6
1,00 – 1,50	2	2	22
1,50 – 2,00	2	2	32
2,00 – 2,50	20	5	-
2,50 – 3,00	27	7	-
3,00 – 3,50	28	8	-
3,50 – 4,00	41	8	-
4,00 – 4,50	41	10	-
4,50 – 5,00	45	11	-
5,00 – 5,50	49	22	-
5,50 – 6,00	57	21	-
6,00 – 6,50	-	27	-
6,50 – 7,00	-	46	-

El nivel freático se midió terminada las perforaciones (ver tabla 2).

Teniendo en cuenta los valores de golpes del ensayo SPT (ver tabla 3), se determinó que el N para este estudio es de 18 por lo tanto se clasifica el suelo como tipo de perfil D.

5.2 Resultados de Ensayos de Laboratorio

Las muestras obtenidas se les realizaron unos análisis con los siguientes ensayos, los cuales se pueden observar en las tablas 4, 5 y 6.

Tabla 4.

Información de los ensayos de clasificación

Clasificación de las Muestras – Normas INV E-123, INV E-125 e INV E-126								
Sondeo	Profundidad	W [%]	% Finos	L.L %	L.P %	IP %	S.U.C.S	AASHTO
1	1,00	18,80	91,30	28,00	19,50	8,60	CL	A-4
1	2,00	18,85	91,60	28,00	18,90	9,10	CL	A-4
1	3,00	19,00	91,40	28,90	18,90	10,00	CL	A-4
1	4,00	20,42	56,50	31,70	24,40	7,30	ML	A-4

Clasificación de las Muestras – Normas INV E-123, INV E-125 e INV E-126								
2	3,00	19,69	86,90	33,20	26,10	7,10	ML	A-4
2	4,00	19,73	87,00	34,80	24,70	10,20	ML	A-4
2	5,00	19,69	86,90	36,30	25,10	11,20	ML	A-6
2	7,00	24,54	98,20	33,30	28,00	5,30	ML	A-4
3	2,00	17,30	61,60	42,90	27,50	15,30	ML	A-7-6

Tabla 5.

Información de los ensayos de peso unitario

Peso Unitario – Norma INV E-161		
Muestra	Peso Unitario Húmedo [g/ cm ³]	Peso Unitario Seco [g/ cm ³]
1	1,84	1,64
2	1,85	1,63
3	1,85	1,63
4	1,84	1,62
5	1,84	1,63
6	1,84	1,63
7	1,85	1,63
8	1,84	1,62
9	1,84	1,62
10	1,84	1,63

Tabla 6.

Información de los ensayos de corte directo

Corte Directo CD – Norma INV E-154		
Muestra	Ángulo de Fricción [°]	Cohesión [kN/m ²]
M1	22,4	12,254
M2	22,6	14,683
M3	22,5	16,001
M4	22,4	16,001

Conclusiones de la Investigación Geotécnica

➤ **Nivel Freático:** Apareció a los 2,00 metros de profundidad en uno de los tres sondeos realizados.

➤ **Clasificación de los suelos:** Los suelos fueron clasificados en arcillas inorgánicas de plasticidad media (CL) y limos orgánicos de plasticidad media con arena (ML).

➤ **Peso Unitario:** Los pesos unitarios secos que se obtuvieron oscilan entre 1,62 g/ cm³ a 1,64 g/ cm³ y los húmedos entre 1,84 g/ cm³ y 1,85 g/ cm³

➤ **Ángulo de Fricción:** Se obtuvo un ángulo de fricción que está entre $22,4^\circ$ y $22,5^\circ$ para muestras en bloque inalteradas obtenidas en campo.

➤ **Cohesión:** Las cohesiones obtenidas varían entre $12,254 \text{ kN/m}^2$ a $16,001 \text{ kN/m}^2$.

6. Cálculo de Factores de Seguridad

Para el análisis del modelo geotécnico del talud, se empleó el software SLIDE 6.0 desarrollado por Rocscience. Esta herramienta utiliza métodos de equilibrio límite para el cálculo de la estabilidad.

6.1 Métodos de Análisis

El software SLIDE permite emplear diferentes metodologías para el análisis de los factores de seguridad, para el presente trabajo se aplicarán los siguientes cuatro métodos:

1. Método de Bishop simplificado
2. Método de Spencer
3. Método Morgenstern-Price

Para cada uno de los métodos anteriormente mencionados se presentan los resultados de los factores de seguridad.

6.2 Geometría y Estratigrafía

El modelo geotécnico se trabajó teniendo en cuenta el perfil 2 del plano topográfico (ver figuras 12 y 13). De acuerdo a los sondeos realizados y la inspección de campo se identificaron dos tipos de suelos para los cuales sus propiedades fueron obtenidas en el laboratorio (ver tabla 7).

6.3 Propiedades de los Suelos

Tabla 7.

Parámetros empleados en el modelamiento

Tipo de Suelo	Peso Unitario [kN/m ³]	Ángulo de Fricción [°]	Cohesión [kN/m ²]
Suelos Suelos Coluviales	16,3	22,4	12,0
Suelos Residuales de Formación Girón	18,5	30,0	20,0

Las propiedades empleadas para los suelos sueltos coluviales se obtuvieron a partir de los resultados de ensayos de laboratorio anteriormente mencionados. Así mismo, los parámetros de los suelos residuales de la Formación Girón son tomados de la información secundaria brindada por INGEAS SAS y los utilizados en estudios cercanos a la zona realizados por GEOTECNOLOGIA SAS.

6.4 Cálculo del Coeficiente Seudoestático

La norma sismo resistente de Colombia NSR-10, en el título H capítulo 5.2.5 nos da a conocer la forma de calcular el K_{st} o coeficiente sísmico de diseño para el análisis seudoestático en taludes (ver tabla 8).

Tabla 8.

Tabla para análisis seudoestático de taludes

H.5.2.5 — SISMO DE DISEÑO — Para efectos del análisis y diseño de taludes, se debe emplear la aceleración máxima del terreno, a_{max} obtenida bien sea de un espectro (aceleración del espectro de diseño para período cero) o por medio de análisis de amplificación de onda unidimensionales o bidimensionales, correspondiente a los movimientos sísmicos definidos en el Capítulo A.2, particularmente en los numerales A.2.1, A.2.2, A.2.3, A.2.4 Y A.2.5. En caso de que el sitio objeto de análisis haga parte de un estudio de microzonificación sísmica aprobado, se utilizará la aceleración máxima superficial del terreno establecida en el espectro de diseño respectivo en lugar de lo estipulado en la sección A.2. El coeficiente sísmico de diseño para análisis seudoestático de taludes K_{ST} tiene valor inferior o igual al de a_{max} y se admiten los siguientes valores mínimos de K_{ST}/a_{max} , dependiendo del tipo de material térreo (reforzado o no) y del tipo de análisis.

Tabla H.5.2-1
Valores de K_{ST}/a_{max} Mínimos para Análisis Seudoestático de Taludes

Material	K_{ST}/a_{max} Mínimo	Análisis de Amplificación Mínimo
Suelos, enrocados y macizos rocosos muy fracturados (RQD < 50%)	0.80	Ninguno
Macizos rocosos (RQD > 50%)	1.00	Ninguno
Todos los materiales térreos	0.67	Amplificación de onda unidimensional en dos columnas y promediar
Todos los materiales térreos	0.50	Amplificación de onda bidimensional

Nota: NSR-10

Teniendo en cuenta la tabla 8, se determinó que el valor K_{st}/a_{max} es de 0.67.

Tabla 9.

Valores del coeficiente F_a

A.2.4.5.5 — En la tabla A.2.4-3 se dan los valores del coeficiente F_a que amplifica las ordenadas del espectro en roca para tener en cuenta los efectos de sitio en el rango de períodos cortos del orden de T_0 , como muestra la figura A.2.4-1. Para valores intermedios de A_a se permite interpolar linealmente entre valores del mismo tipo de perfil.

Tabla A.2.4-3
Valores del coeficiente F_a , para la zona de períodos cortos del espectro

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

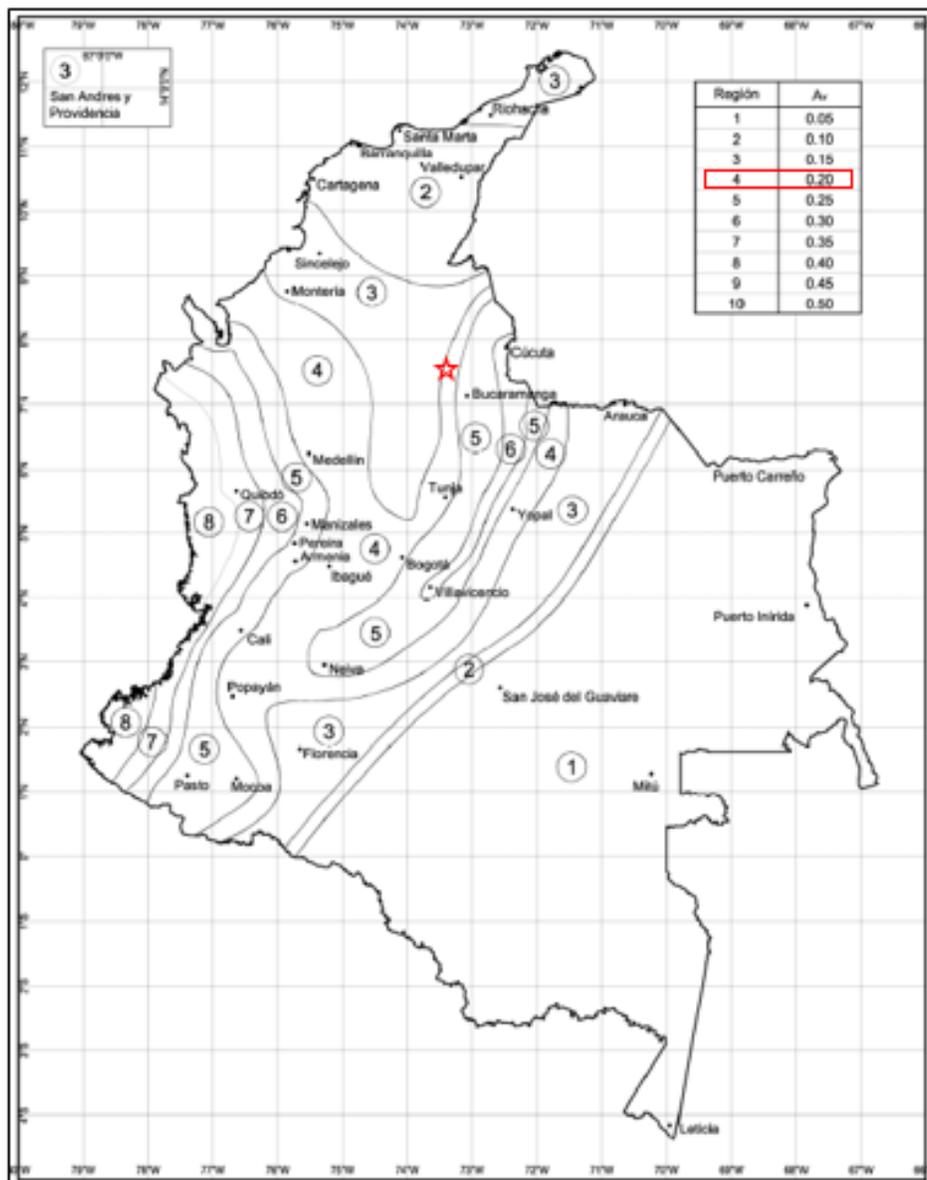
Nota: Para el perfil tipo F debe realizarse una investigación geotécnica particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda de acuerdo con A.2.10.

Nota: NSR-10

Anteriormente se determinó que, para el sitio en estudio, el tipo del perfil del terreno es D. Interpolando linealmente, se obtuvo un valor de 1,3 para el Fa teniendo en cuenta la información de la tabla 9.

Figura 22.

Mapa de valores de Aa.



Nota: NSR-10

Teniendo en cuenta la ubicación del sitio en estudio (ver figura 20), se determinó que el A_a es de 0.25 g.

Para calcular el $a_{m\acute{a}x}$ se empleó la ecuación: $a_{m\acute{a}x} = A_a * F_a * 1$.

Entonces:

$$a_{m\acute{a}x} = 0,25 * 1,3 * 1$$

$$a_{m\acute{a}x} = 0,325 \text{ g.}$$

$$K_{st}/a_{max} = 0,67$$

$$K_{st} = 0,67 * 0,325 \text{ g}$$

$$K_{st} = \mathbf{0,22 \text{ g}}$$

6.5 Análisis de Estabilidad

A continuación, se presentan los modelos de los análisis de estabilidad estáticos y dinámicos en la condición inicial, así como el de las dos alternativas propuestas.

Estos valores obtenidos se contrastarán con respecto a los mencionados en la tabla 10.

Tabla 10.

Valores de factores de seguridad básicos mínimos

Tabla H.2.4-1
Factores de Seguridad Básicos Mínimos Directos

Condición	F_{SBM}		F_{SBUM}	
	Diseño	Construcción	Diseño	Construcción
Carga Muerta + Carga Viva Normal	1.50	1.25	1.80	1.40
Carga Muerta + Carga Viva Máxima	1.25	1.10	1.40	1.15
Carga Muerta + Carga Viva Normal + Sismo de Diseño Seudo estático	1.10	1.00 (*)	No se permite	No se permite
Taludes – Condición Estática y Agua Subterránea Normal	1.50	1.25	1.80	1.40
Taludes – Condición Seudo-estática con Agua Subterránea Normal y Coeficiente Sísmico de Diseño	1.05	1.00 (*)	No se permite	No se permite

Nota: NSR-10

6.5.1 Condición Inicial Estática

Figura 23.

Análisis de estabilidad en C.E – Método de Bishop simplificado.

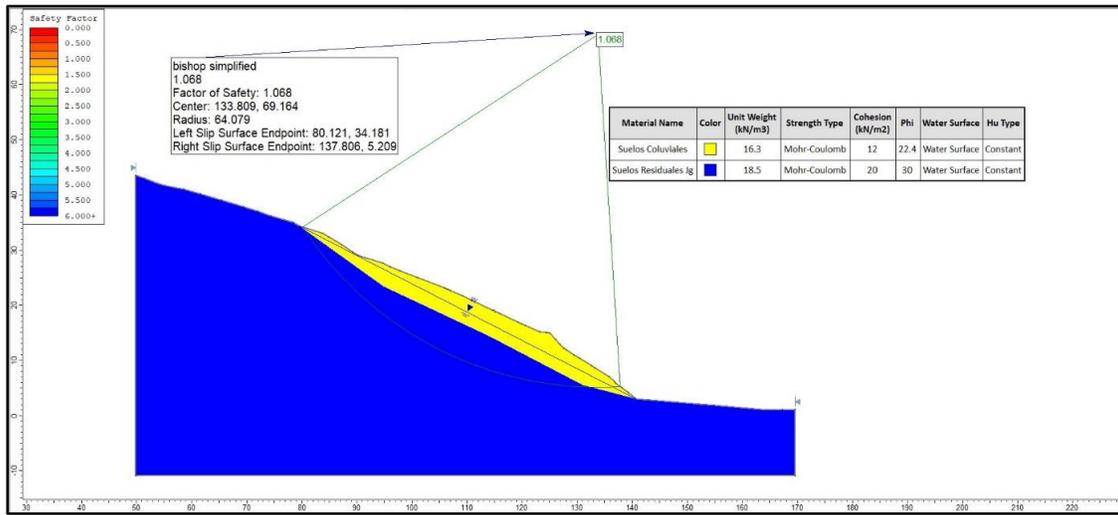


Figura 24.

Análisis de estabilidad en C.E– Método de Spencer

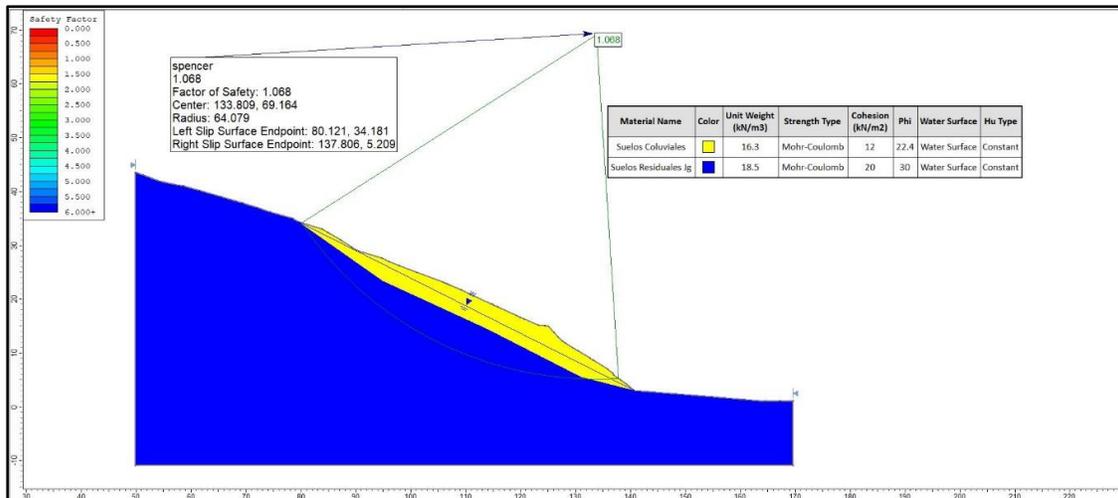


Figura 25.

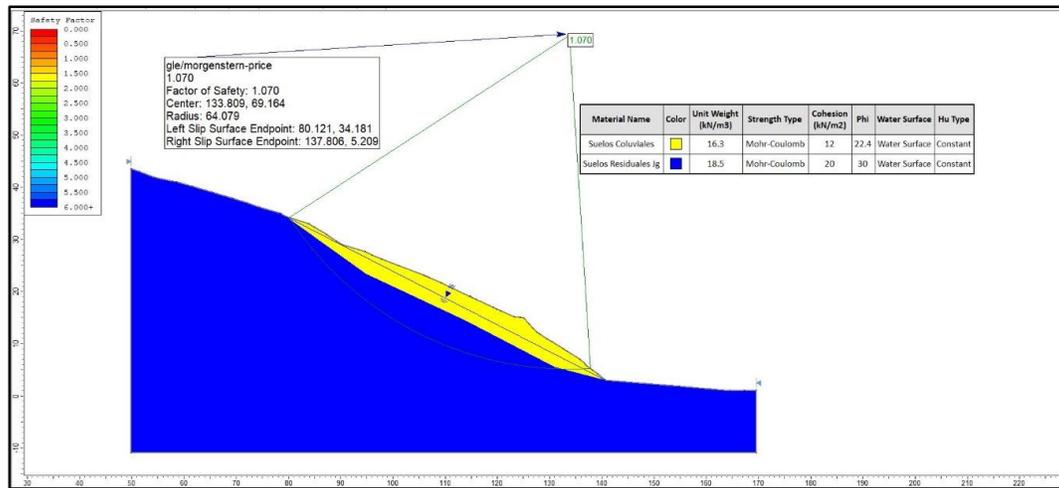
Análisis de estabilidad en C.E – Método de Morgenstern-Price

Tabla 11.

Valores de factores de seguridad estáticos iniciales

Método	F.S Estático Obtenido	F.S Mínimo NSR-10
Bishop Simplificado	1,068	1,500
Spencer	1,068	1,500
Morgenstern-Price	1,070	1,500

6.5.2 Condición Inicial Dinámica

Figura 26.

Análisis de estabilidad en C.D – Método de Bishop simplificado

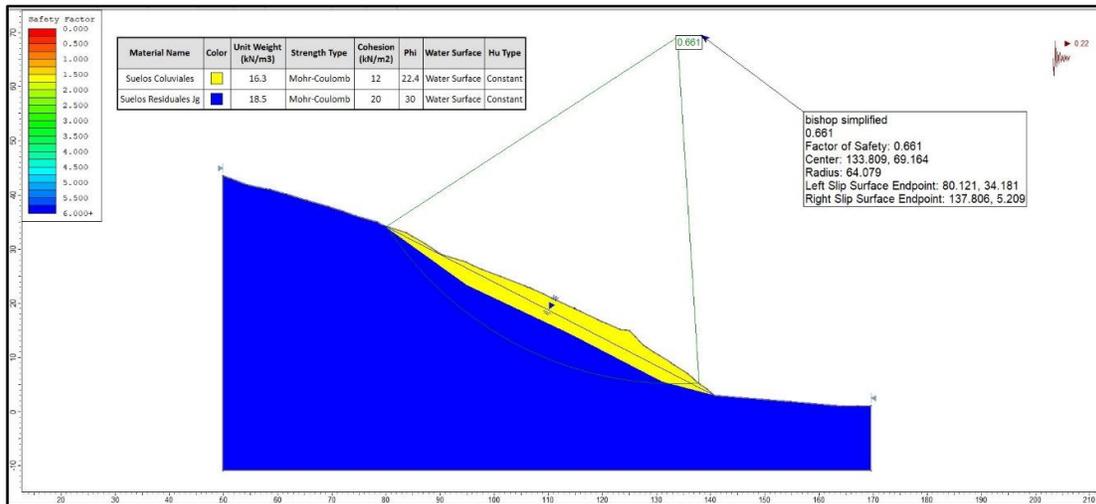


Figura 27.

Análisis de estabilidad en C.D – Método de Spencer

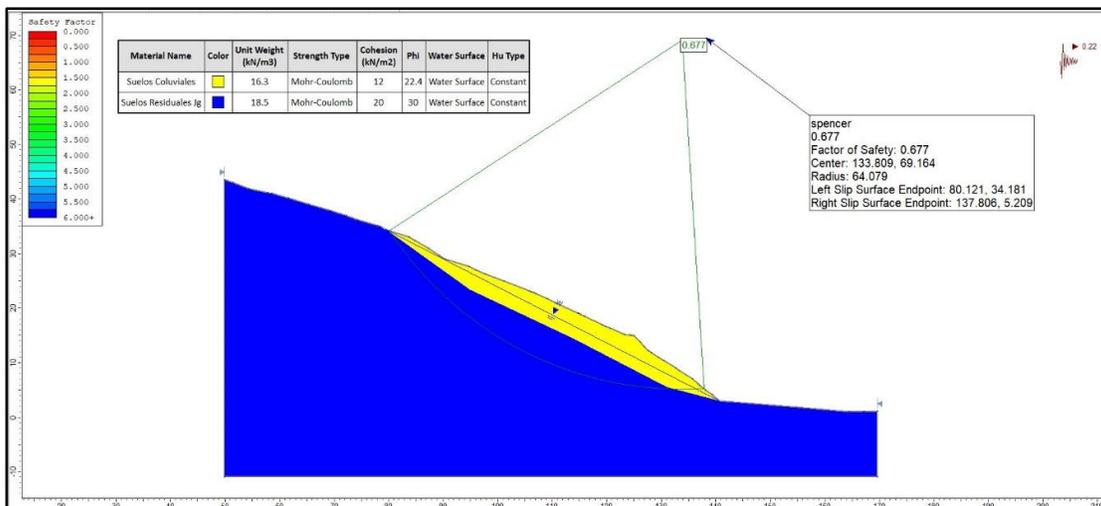


Figura 28.

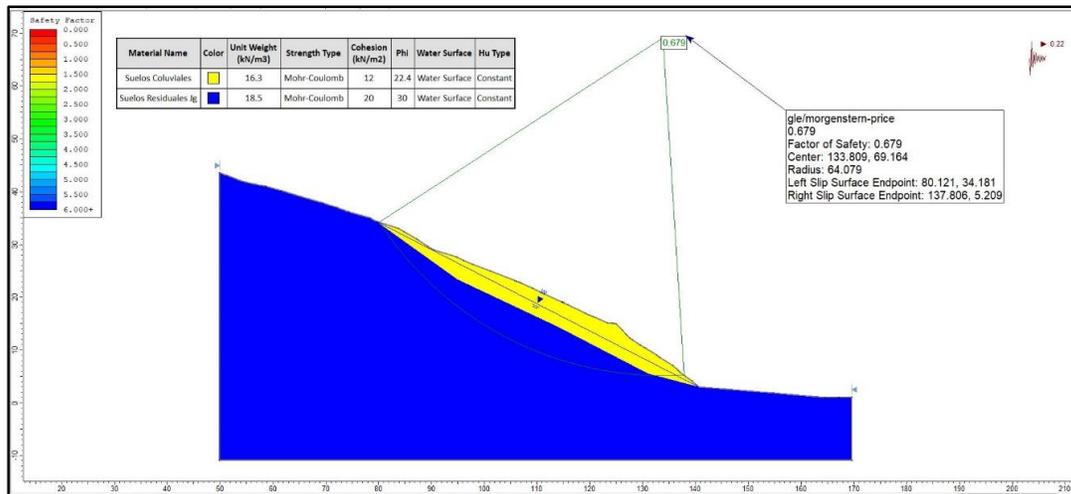
Análisis de estabilidad en C.D – Método de Morgenstern-Price

Tabla 12.

Valores de factores de seguridad dinámicos iniciales

Método	F.S Dinámico Obtenido	F.S Mínimo NSR-10
Bishop Simplificado	0,661	1,050
Spencer	0,677	1,050
Morgenstern-Price	0,679	1,050

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos de las figuras 23 a la 28 y las tablas 11 y 12, se concluyó que el talud no cumple con los factores de seguridad básicos mínimos directos exigidos por la NSR-10 en su tabla H.2.4-1 (ver tabla 10).

6.6 Alternativas Planteadas

6.6.1 Alternativa 1. En la primera alternativa se plantea la construcción de un muro en gaviones en el pie del talud, perfilado del talud, obras de subdrenaje, drenaje e hidrosiembra.

Condición Estática

Figura 29.

Análisis de estabilidad en C.E – Método de Bishop simplificado

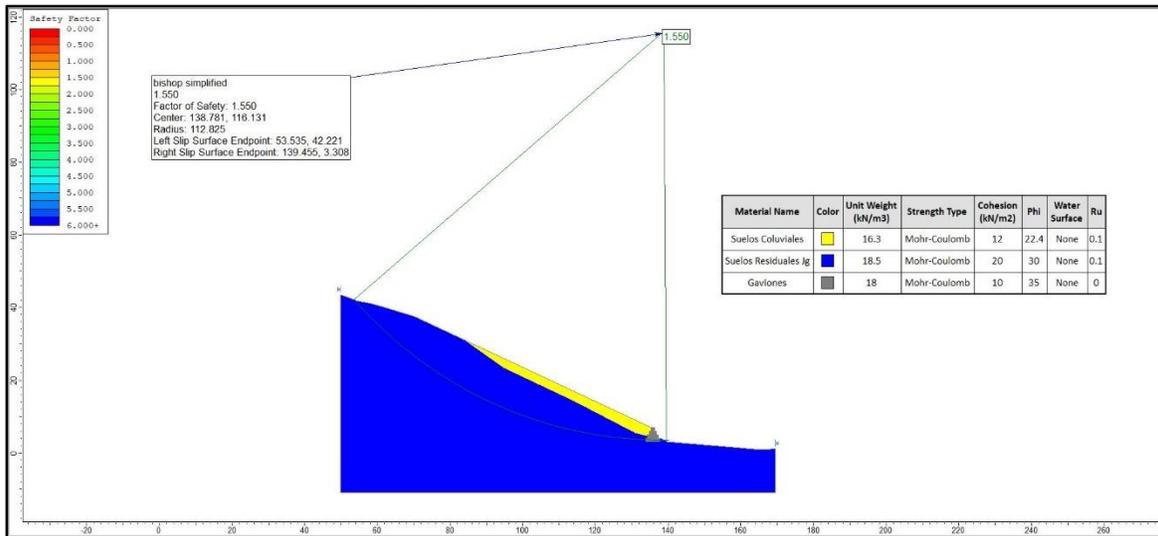


Figura 30.

Análisis de estabilidad en C.E – Método de Spencer

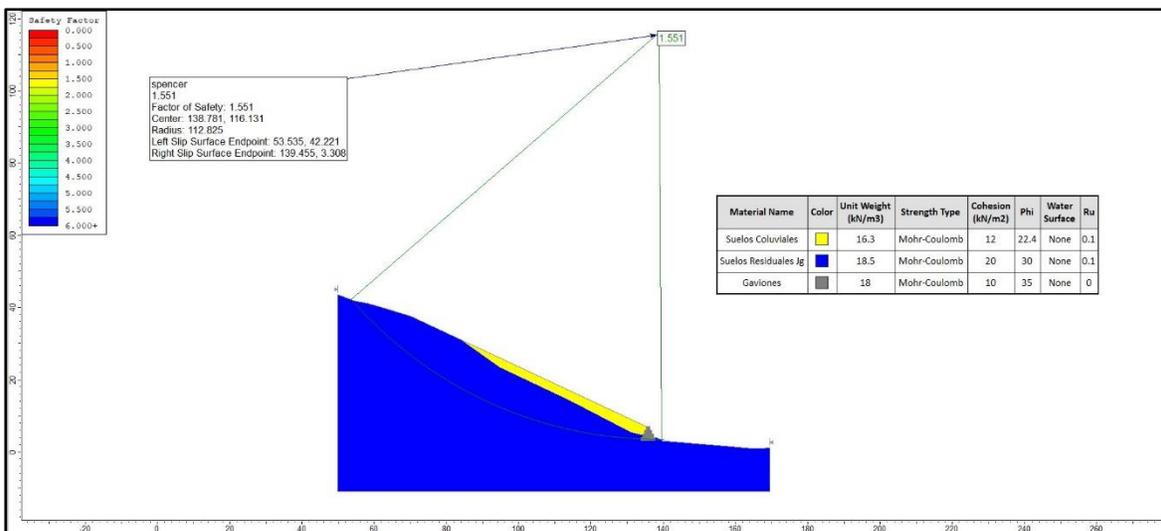
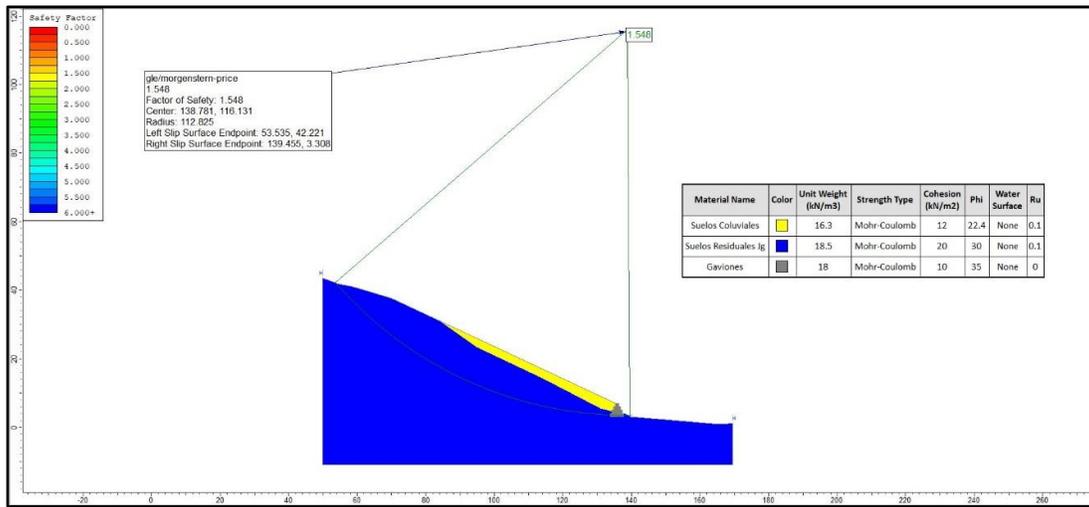


Figura 31.

Análisis de estabilidad en C.E – Método de Morgenstern-Price



Condición Dinámica

Figura 32.

Análisis de estabilidad en C.D – Método de Bishop simplificado

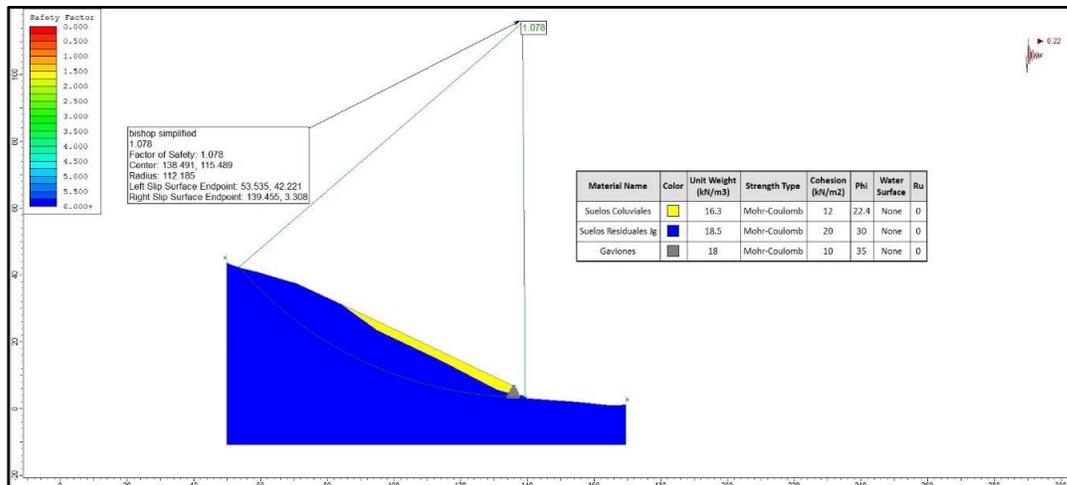


Figura 33.

Análisis de estabilidad en C.D – Método de Spencer

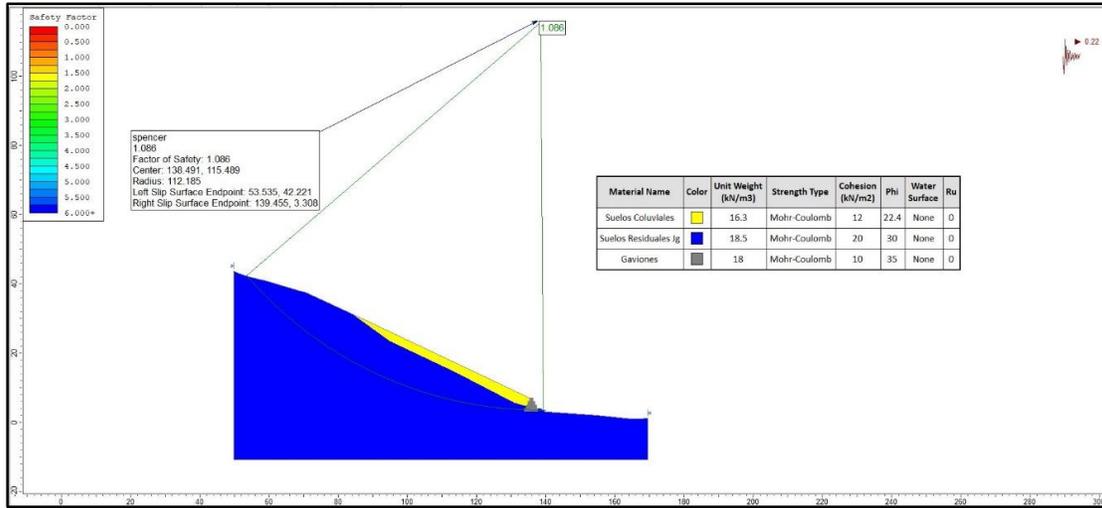


Figura 34.

Análisis de estabilidad en C.D – Método de Morgenstern-Price

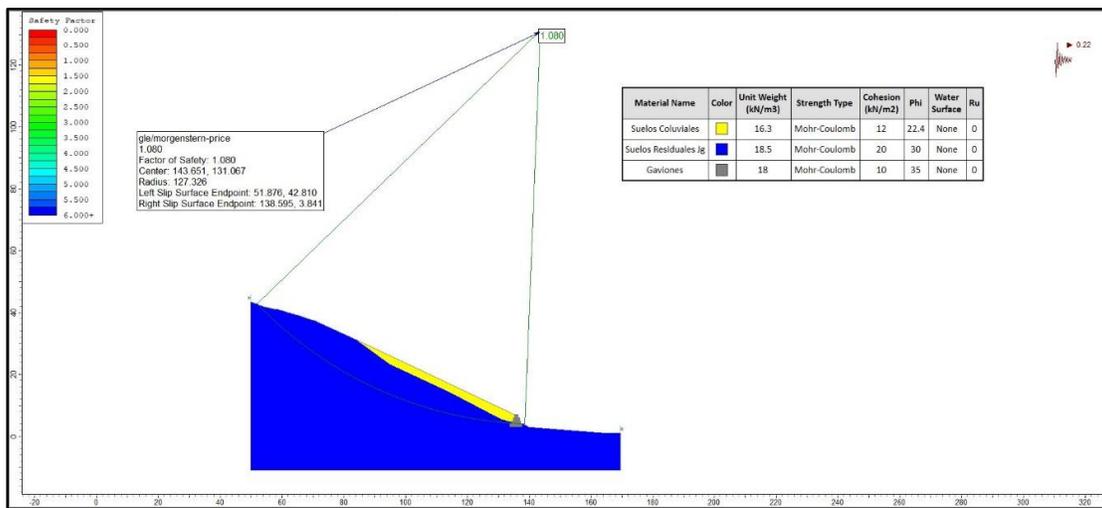


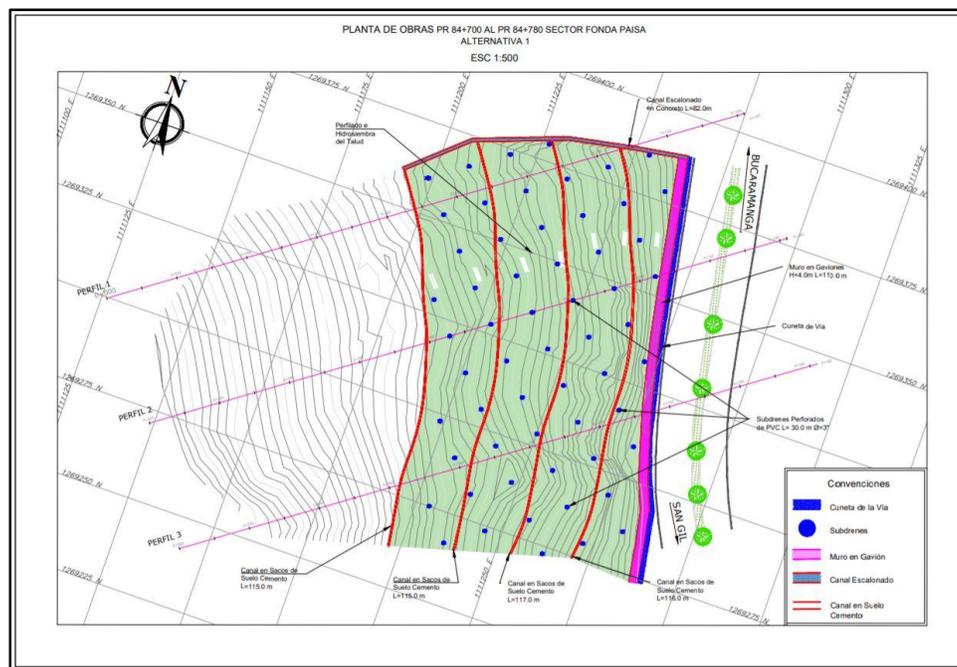
Tabla 13.

Resumen de factores de seguridad alternativa 1

Método	F.S Estático Inicial	F.S Estático Alternativa 1	F.S Dinámico Inicial	F.S Dinámico Alternativa 1
Bishop Simplificado	1,068	1,550	0,661	1,078
Spencer	1,068	1,551	0,677	1,086
Morgenstern-Price	1,070	1,551	0.679	1,080

6.6.1.1 Descripción de la alternativa 1

Figura 35.

Planta de obras alternativa 1

Obras proyectadas:

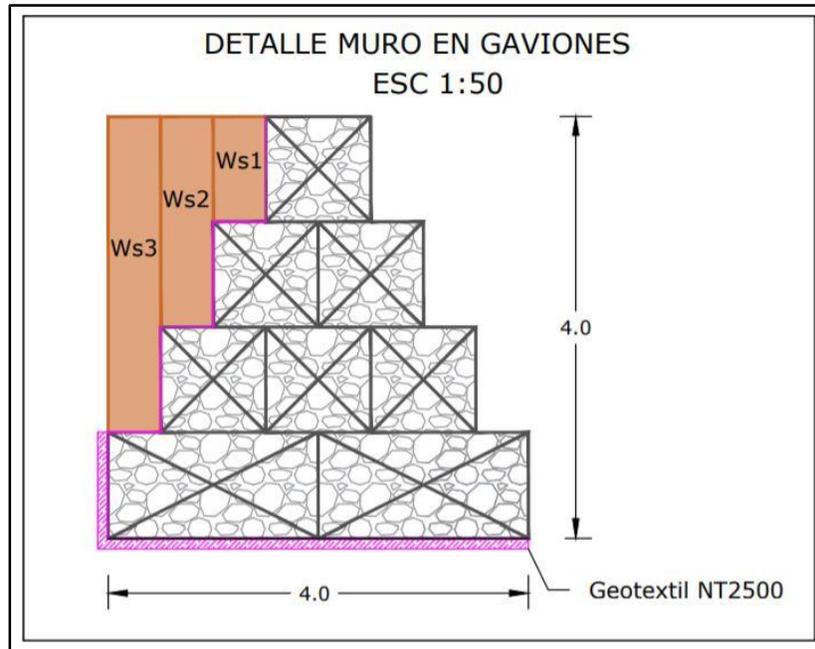
1.- Muros en Gaviones

Se recomienda la construcción de un muro en gaviones de 4.0 metros de altura de y 1,0 metro enterrado en el terreno. La longitud del muro es de aproximadamente 110 metros.

En la base del muro se recomienda emplear un geotextil NT 2500 para evitar la pérdida de finos y áridos por los flujos subsuperficiales (ver figura 36).

Figura 36.

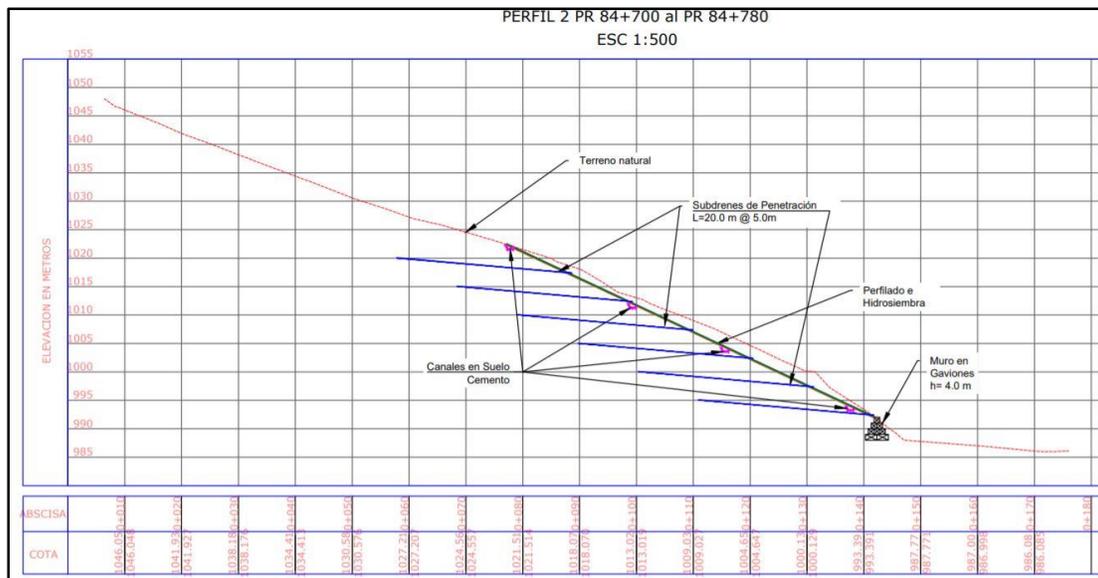
Detalle de subdrenes horizontales



2.- Perfilado del Talud

Se recomienda realizar un perfilado al talud con una inclinación de 25° para así reducir la pendiente además de retirar parte del material susceptible a deslizamientos mejorando así la estabilidad como se observa en la figura 37.

Figura 37.

Perfilado del talud

3.- Subdrenaje

Los subdrenes horizontales o de penetración son recomendados para abatir los niveles freáticos y reducir las presiones de poros presentados en el talud logrando mejorar las condiciones de estabilidad, tanto que es uno de los métodos más efectivos para la estabilización de los deslizamientos.

Se recomienda la construcción de mínimo 58 subdrenes de 20 metros de longitud dispuestos en tres bolillos separados horizontal y verticalmente cada 5 metros, los cuales entregan el flujo a canales superficiales. El subdren está conformado por un tubo de PVC de 2" de diámetro perforado con un tapón del mismo material en uno de sus extremos y recubierto en su longitud con un geotextil Pavco no tejido NT1600 o similar (Norma INVE 674-13). Los drenes tendrán un ángulo de inclinación con la horizontal de 5°.

A estos subdrenes se les instalará una tubería de PVC de 2" de diámetro que actuará como un ducto conductor hasta llegar a los canales de suelo cemento (ver figura 38 y 39).

Figura 38.

Detalle de subdrenes horizontales

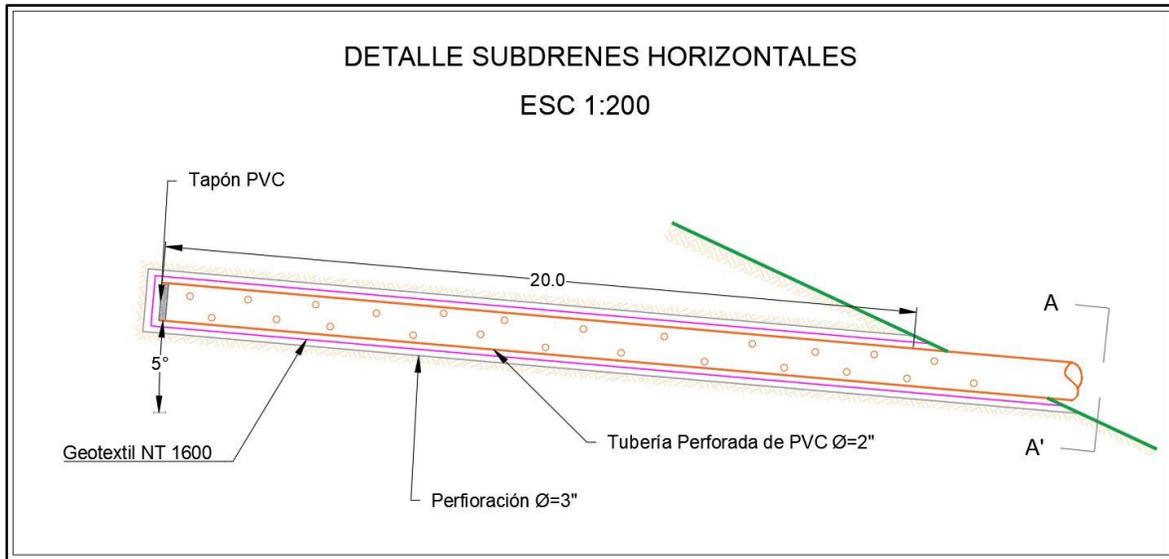
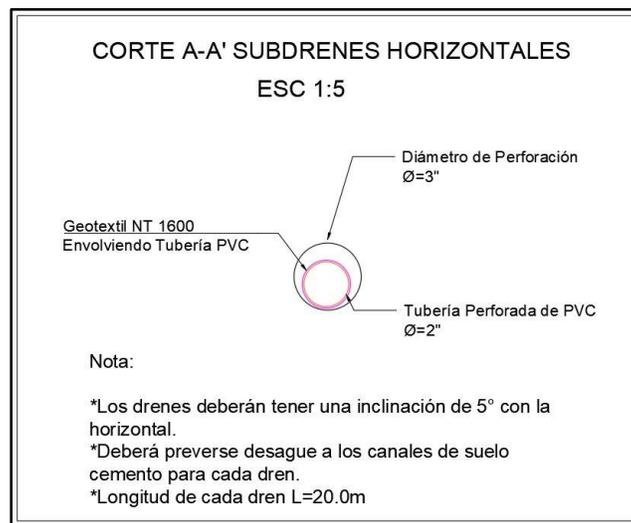


Figura 39.

Corte A-A' Subdrenes



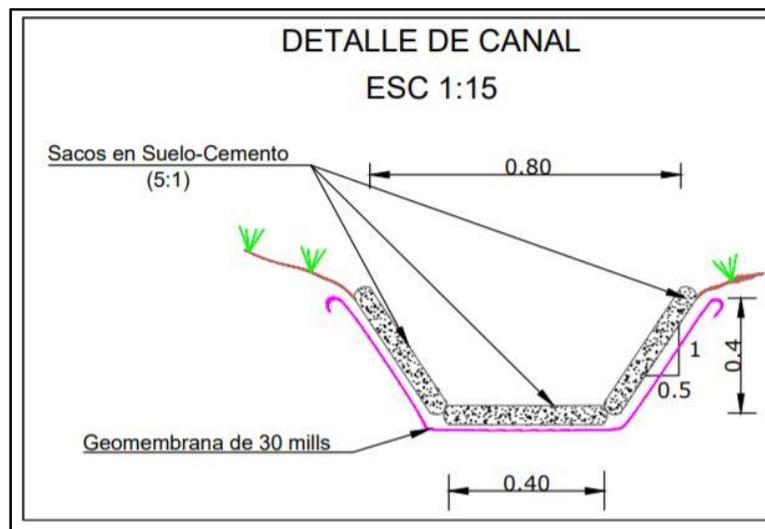
4.- Drenaje superficial

El objetivo de los drenajes superficiales es mejorar la estabilidad evitando la erosión pluvial, reduciendo la infiltración además de interceptar y desviar el agua de escorrentía a un sitio seguro lejos del talud.

Se recomienda la construcción de 4 filas de canales elaborados con suelo cemento con un recubrimiento de una geomembrana para la interceptación y manejo de las aguas de escorrentía y de los subdrenes horizontales. La longitud de los canales planteados es de aproximadamente 460 metros lineales y los detalles se observan en la figura 40.

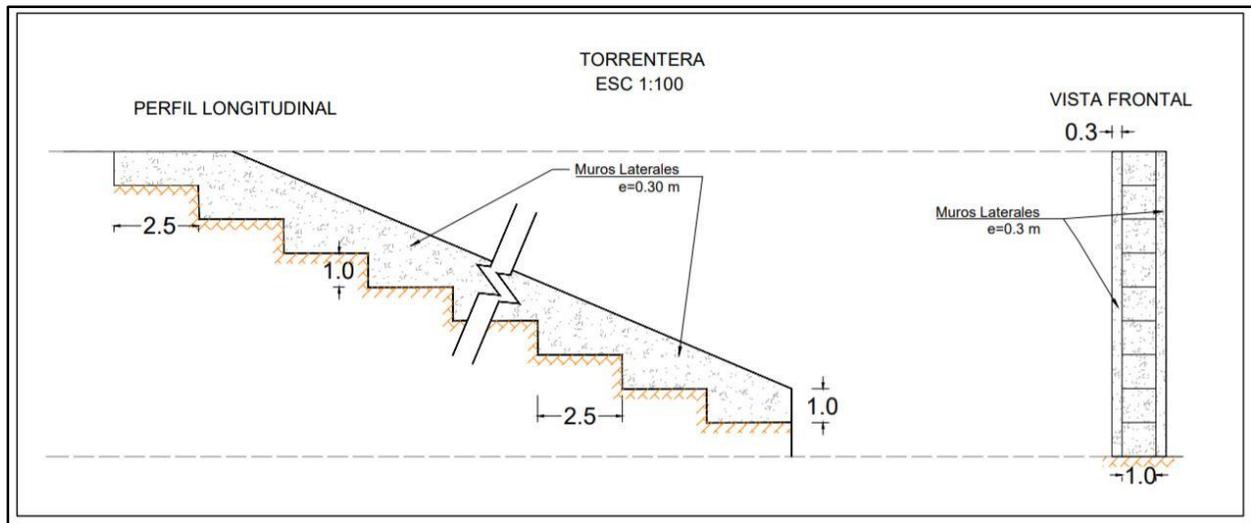
Figura 40.

Detalle de subdrenes horizontales



Además, la construcción de un canal escalonado o torrentera de aproximadamente 30 metros de altura y 70 metros longitud para la interceptación de las aguas proveniente de los drenajes superficiales y transportarla hacia abajo del talud disipando la energía para que la conducción del flujo sea segura (ver figura 41).

Figura 41.

Esquema de torrentera

5.- Hidrosiembra

Se recurrirá al restablecimiento de la capa vegetal mediante la hidrosiembra, la cual tiene como función lograr un óptimo control de la erosión superficial y la estabilidad de los suelos presentes. Este método permite de manera rápida y funcional establecer una cobertura vegetal estable, resistente al lavado y un aspecto amigable desde el punto de vista estético.

La hidrosiembra estará compuesta por una mezcla de agua, semillas de *Brachiarias Decumbem*, polímeros, aglomerantes, fibras de madera y fibras sintéticas que permiten el crecimiento de la vegetación en poco tiempo (aproximadamente 5 a 6 días de germinación y cobertura adecuada entre 20 y 45 días) la cual será aplicada mediante máquinas hidrosebradoras bimotor.

Se recomienda además el uso del geomanto Terratrak TRM15 para brindar protección contra la erosión además de brindar soporte para el establecimiento y crecimiento de la vegetación a emplear. El manto se fijará al terreno con pines de amarres de 3,0 m de longitud.

6.- Costos y cantidades de obra

De acuerdo a las obras planteadas para la alternativa 1, se presenta en la tabla 14 los costos y cantidades de obra para dicha propuesta.

Tabla 14.

Cantidades y presupuesto de obra alternativa 1

CANTIDADES Y PRESUPUESTO DE OBRA ALTERNATIVA 1					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
EXPLANACIONES					
1	Localización y replanteo	GL	1	\$ 25.000.000,00	\$ 25.000.000,00
2	Corte en material común y/o conglomerado	m ³	10000	\$ 12.958,00	\$ 129.580.000,00
3	Transporte de material	m ³ -km	10000	\$ 1.300,00	\$ 13.000.000,00
OBRAS PROYECTADAS					
4	Gavión de Malla de Alambre de Acero entrelazado Clase 4; recubrimiento de aleación Zn-5A1-MM y PVC	m ³	1500	\$ 286.600,00	\$ 429.900.000,00
5	Canal escalonado (Concreto clase D, 21 MPa)	m ³	20	\$ 535.517,00	\$ 10.710.340,00
6	Drenes horizontales tubería perforada 2", incluye geotextil NT1600 (58 drenes de 20 m)	ml	1160	\$ 133.340,00	\$ 154.674.400,00
7	Canal en sacos de suelo cemento	ml	460	\$ 30.500,00	\$ 14.030.000,00
8	Hidrosiembra con brachiarias decumbem	m ²	7800	\$ 12.000,00	\$ 93.600.000,00
SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD					
9	Control de tránsito	GL	1	\$ 6.325.000,00	\$ 6.325.000,00
Costo Directo					\$ 876.819.740,00
AIU (15%)					\$ 131.522.961,00
Valor Costo Directo					\$ 1.008.342.701,00
IVA					\$ 6.576.148,05
Valor Total con IVA					\$ 1.014.918.849,05

6.6.2 Alternativa 2. La segunda alternativa plantea perfilado del talud, colocación de malla MacMatR1 y pernos de fijación tipo GEWI, obras de subdrenaje, drenaje e hidrosiembra.

Condición Estática

Figura 42.

Análisis de estabilidad en C.E – Método de Bishop simplificado

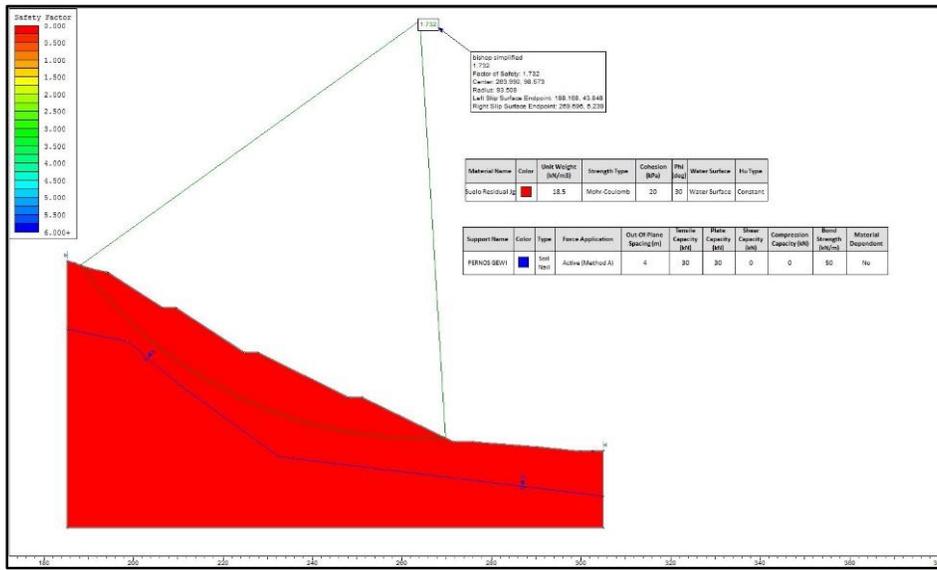


Figura 43.

Análisis de estabilidad en C.E – Método de Spencer

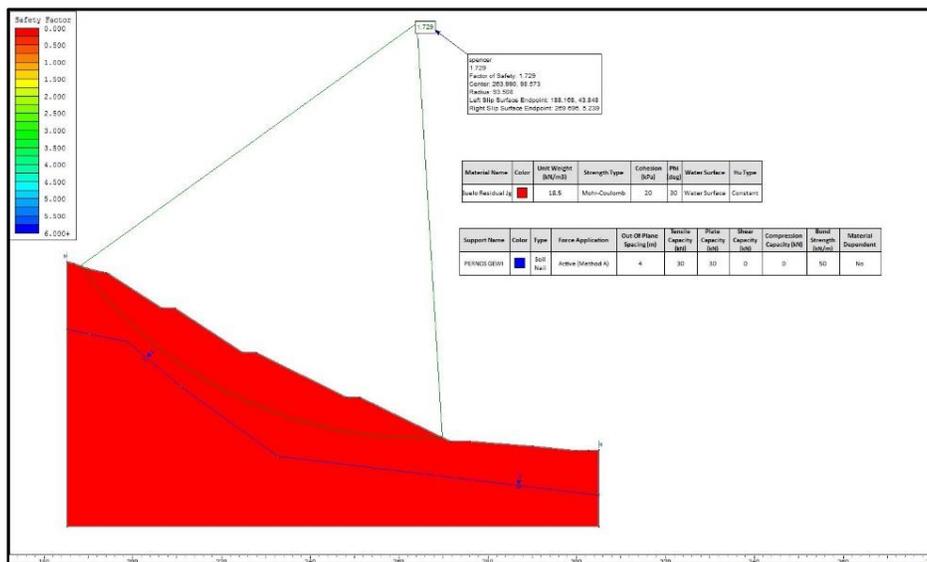
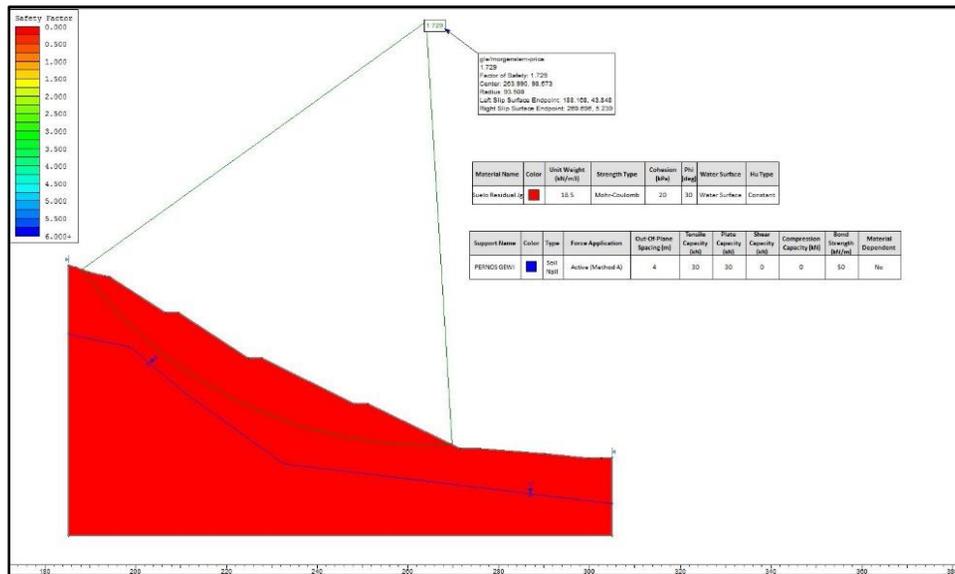


Figura 44.

Análisis de estabilidad en C.E – Método de Morgenstern-Price



Condición Dinámica

Figura 45.

Análisis de estabilidad en C.D – Método de Bishop simplificado

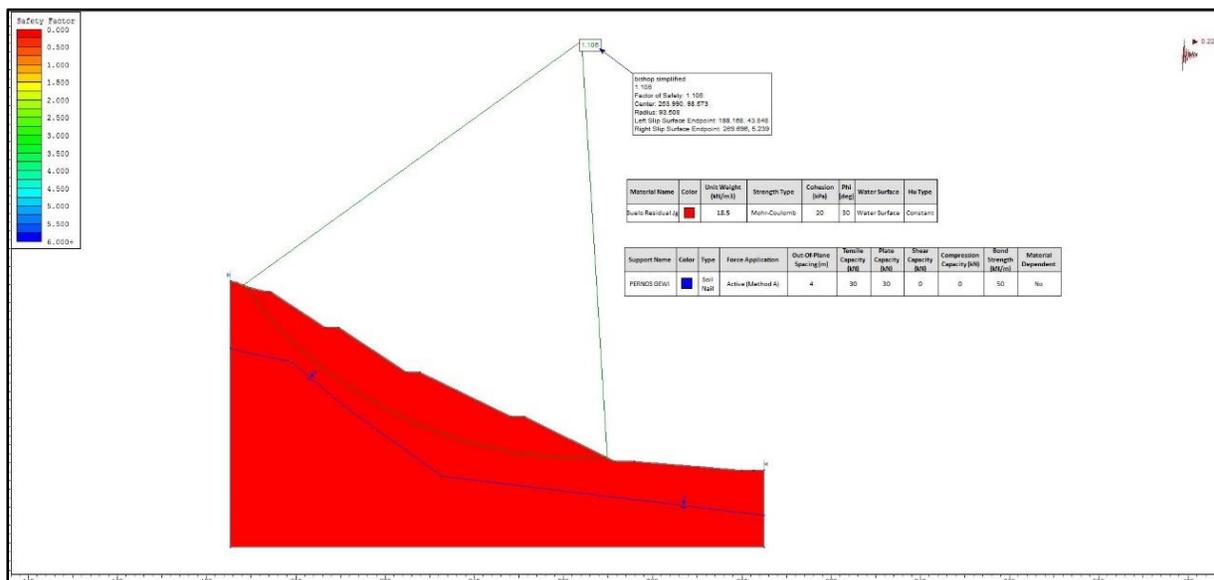


Figura 46.

Análisis de estabilidad en C.D – Método de Spencer

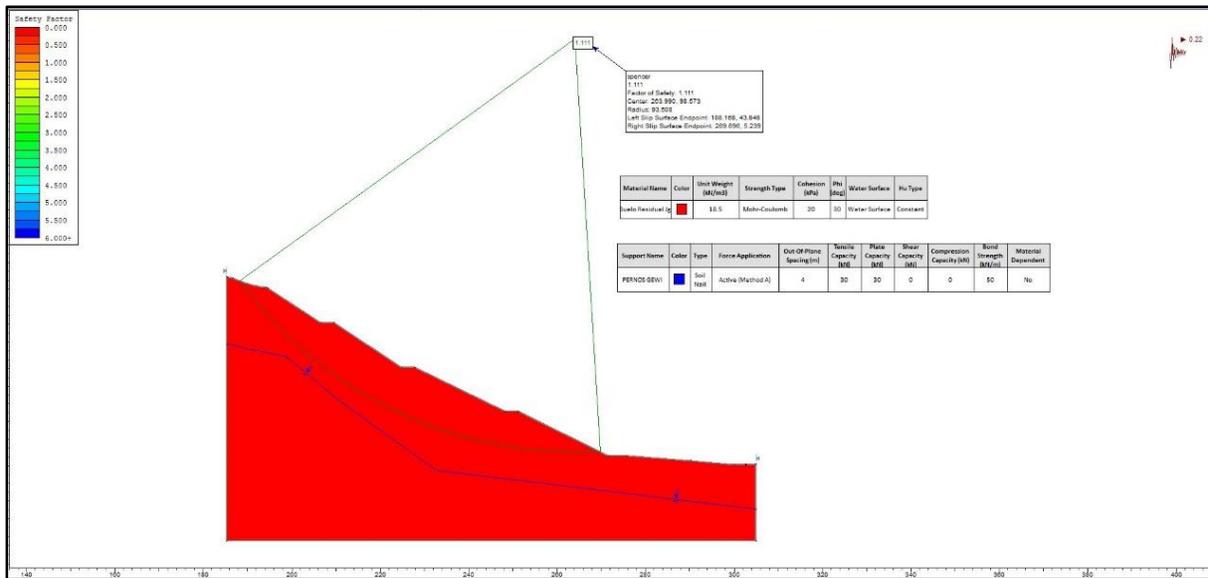


Figura 47.

Análisis de estabilidad en C.D – Método de Morgenstern-Price

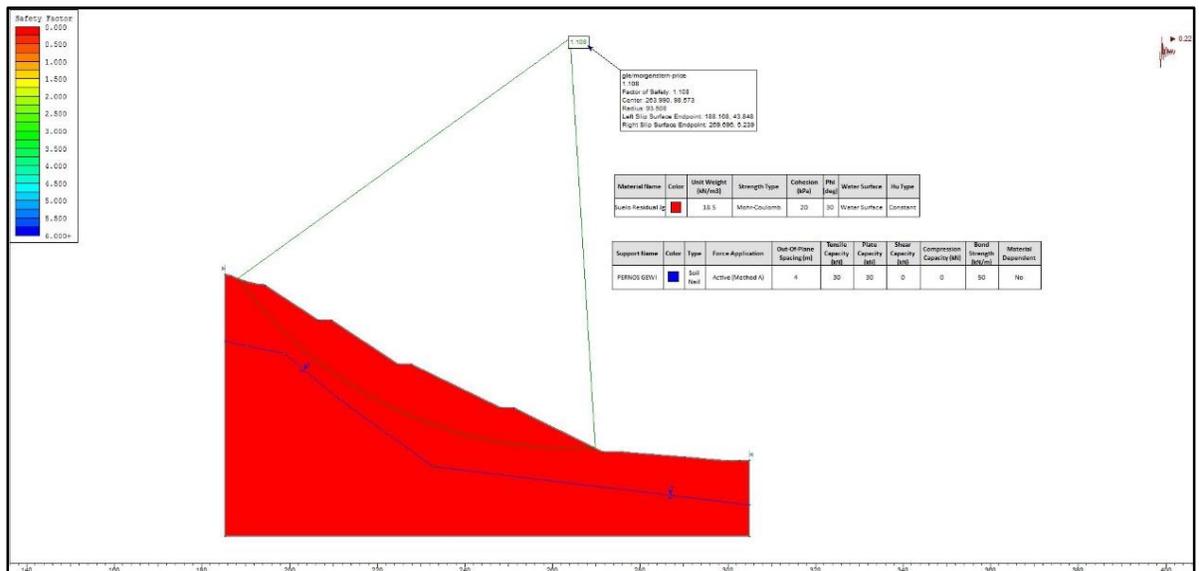


Tabla 15.

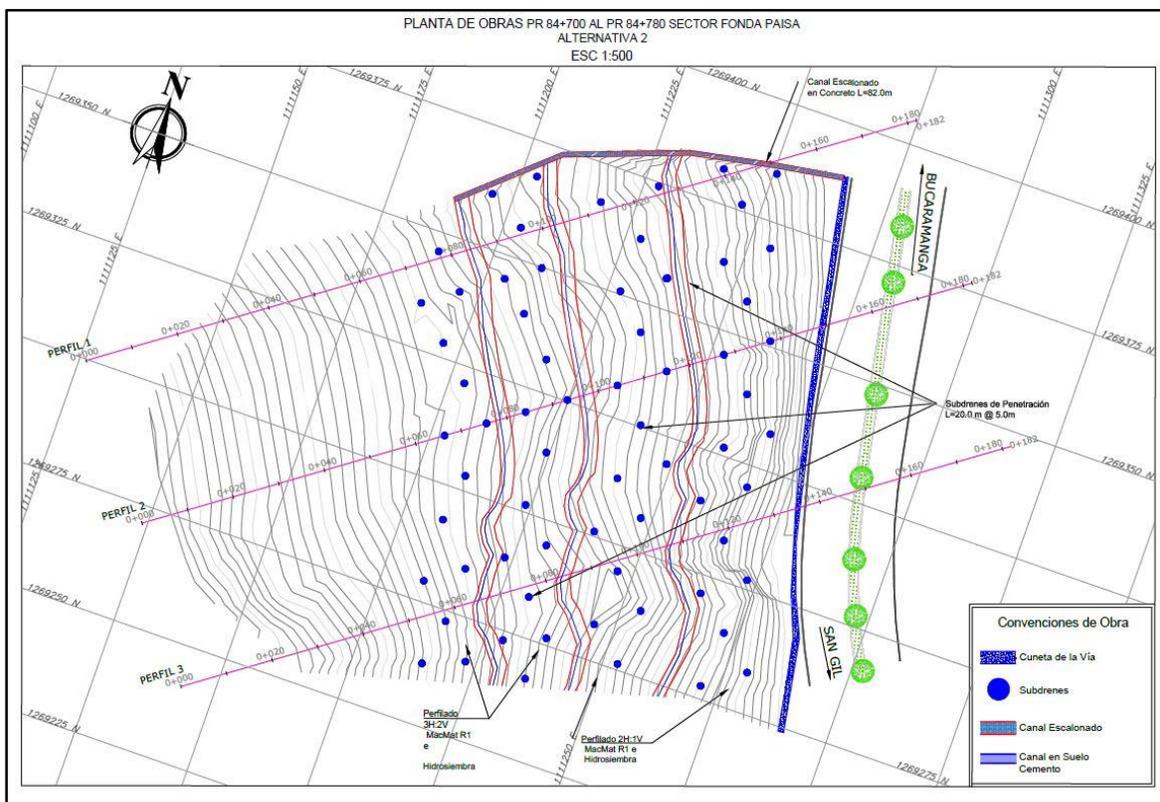
Valores de factores de seguridad dinámicos alternativa 2

Método	F.S Estático Inicial	F.S Estático Alternativa 2	F.S Dinámico Inicial	F.S Dinámico Alternativa 2
Bishop Simplificado	1,068	1,732	0,661	1,106
Spencer	1,068	1,729	0,677	1,111
Morgenstern-Price	1,070	1,729	0.679	1,108

6.6.2.1 Descripción de la alternativa 2

Figura 48.

Planta de obras alternativa 2



Obras proyectadas:

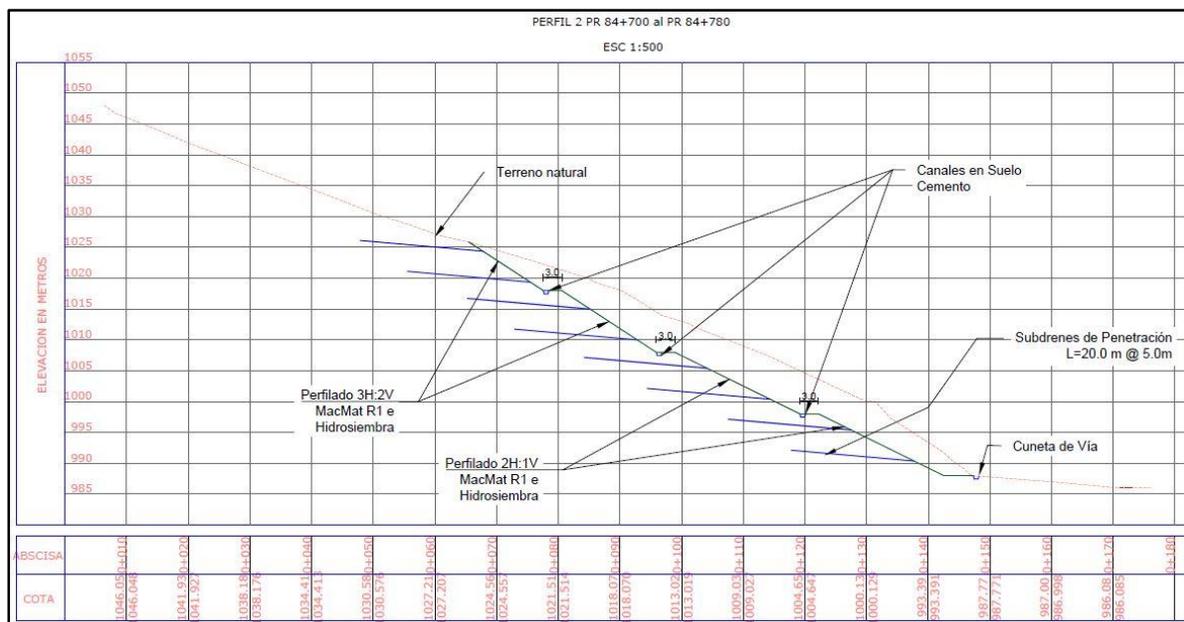
1.- Perfilado del Talud

Se recomienda la remoción del material coluvial para así reducir la susceptibilidad a deslizamientos, perfilar el talud inferior y medio con relación 2H:1V (26°) y los taludes superiores con una relación 3H:2V (32°) (ver figura 49).

Adicionalmente plantea la construcción de bermas intermedias de 3 metros de ancho separadas verticalmente cada 10 metros siguiendo las pendientes que se menciona anteriormente.

Figura 49.

Perfilado del talud



2.- MacMat R1 y pernos de fijación tipo GEWI

La MacMat R1 es un geocompuesto formado por una geomanta tridimensional flexible y un refuerzo metálico de malla hexagonal de doble torsión empleada para el control de erosión

permanente. De las aplicaciones más representativas para este geomanto es que garantiza el desarrollo de la vegetación en taludes erosionables expuestos a lluvias y viento evitando desplazamiento de las semillas y el suelo, así como el desprendimiento de rocas en taludes mientras la vegetación se establece. (ver figura 50).

La MacMat R1 tiene una resistencia a la tracción de 37 kN/m, una tensión de rotura de los alambres de 380 a 500 MPa, un porcentaje de vacíos de más del 90% y un gramaje de 450 g/m² (especificaciones de MACCAFERRI América Latina).

Se recomienda la colocación de la malla a lo largo de la cara del talud siendo aproximadamente 8000 m².

Los GEWI GW 28 plus son barras de acero de alta capacidad utilizadas como anclajes en suelo o roca (otorgando resistencia a la tracción) ya sean temporales o permanentes, con rosca izquierda y robusta en toda su longitud. La GW 28 plus tiene una capacidad de a la carga de rotura de 480 kN y un área de sección transversal de 616 mm², además de permitir el destensado y retensado en cualquier momento de la vida útil del elemento (especificaciones de DSI Colombia) (ver figura 51).

Adicionalmente, las barras GEWI emplearán placas de anclaje con anillos de compensación de ángulo con agujero recto para la distribución de los esfuerzos y el sostenimiento de la MacMat R1. Se recomienda colocar barras de 3.0 m de longitud espaciadas horizontal y verticalmente cada 2.0m, actuando como sostenimiento para la MacMat R1 más no para la estabilidad del talud.

Figura 50.

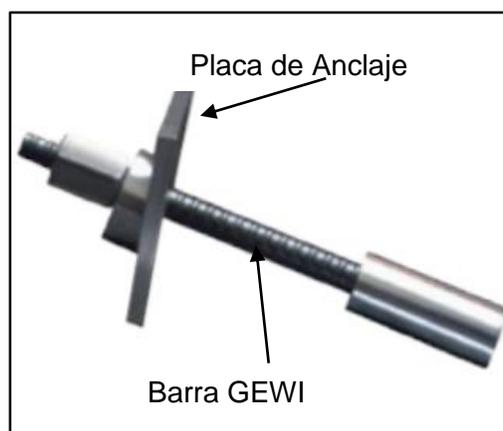
MacMatR1.



Nota: MACCAFERRI AMERICA LATINA

Figura 51.

Barra GEWI 28 Plus.



Nota: DSI-DYWIDAG Colombia

3.- Subdrenajes.

Los subdrenes horizontales o de penetración son recomendados para abatir los niveles freáticos y reducir las presiones de poros presentados en el talud logrando mejorar las condiciones de estabilidad, tanto que es uno de los métodos más efectivos para la estabilización de los deslizamientos.

Se recomienda la construcción de mínimo 60 subdrenes de 20 metros de longitud dispuestos en tres bolillos separadas horizontal y verticalmente cada 5 metros, los cuales entregan el flujo a canales superficiales. El subdren está conformado por un tubo de PVC de 2" de diámetro perforado con un tapón del mismo material en uno de sus extremos y recubierto en su longitud con un geotextil Pavco no tejido NT1600 o similar (Norma INVE 674-13). Los drenes tendrán un ángulo de inclinación con la horizontal de 5°.

A estos subdrenes se les instalará una tubería de PVC de 2" de diámetro que actuará como un ducto conductor hasta llegar a los canales de suelo cemento (ver figura 52 y 53).

Figura 52.

Detalle de subdrenes horizontales

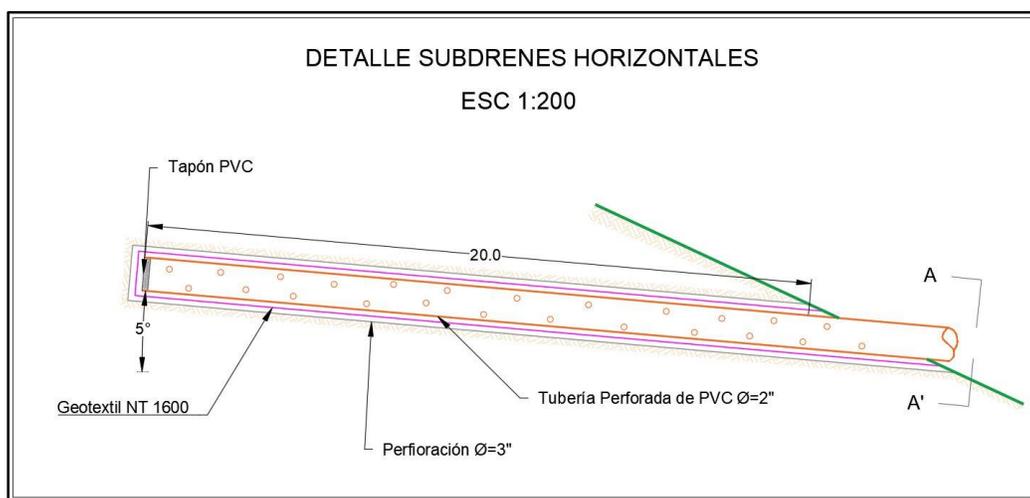
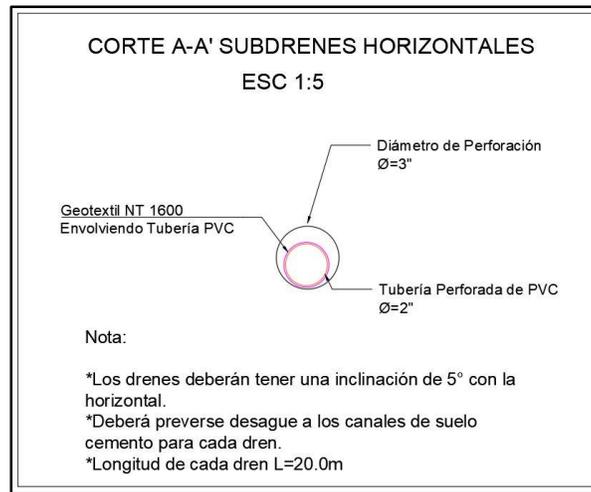


Figura 53.

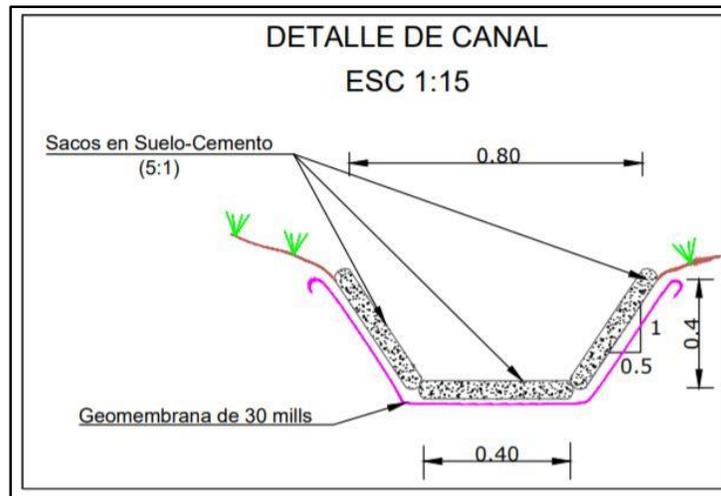
Corte A-A' Subdrenes

4.- Drenaje superficial

El objetivo de los drenajes superficiales es mejorar la estabilidad evitando la erosión pluvial, reduciendo la infiltración además de interceptar y desviar el agua de escorrentía a un sitio seguro lejos del talud.

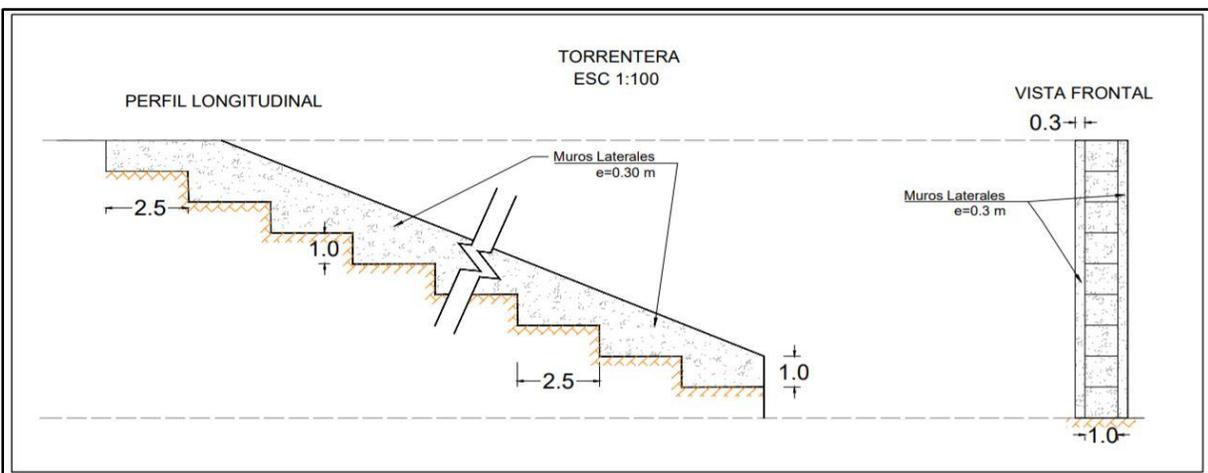
Se recomienda la construcción de 3 filas de canales elaborados con suelo cemento con un recubrimiento de una geomembrana para la interceptación y manejo de las aguas de escorrentía y de los subdrenes horizontales. La longitud de los canales planteados es de aproximadamente 357 metros lineales (ver figura 54).

Figura 54.

Detalle de subdrenes horizontales

Además, la construcción de un canal escalonado o torrentera de aproximadamente 30 metros de altura y 70 metros longitud para la interceptación de las aguas proveniente de los drenajes superficiales y transportarla hacia abajo del talud disipando la energía para que la conducción del flujo sea segura (ver figura 55).

Figura 55.

Esquema de torrentera

5.- Hidrosiembra

Se recurrirá al restablecimiento de la capa vegetal mediante la hidrosiembra, la cual tiene como función lograr un óptimo control de la erosión superficial y la estabilidad de los suelos presentes. Este método permite de manera rápida y funcional establecer una cobertura vegetal estable, resistente al lavado y un aspecto amigable desde el punto de vista estético.

La hidrosiembra estará compuesta por una mezcla de agua, semillas de Brachiarias Decumbem, polímeros, aglomerantes, fibras de madera y fibras sintéticas que permiten el crecimiento de la vegetación en poco tiempo (aproximadamente 5 a 6 días de germinación y cobertura adecuada entre 20 y 45 días) la cual será aplicada mediante máquinas hidrosembradoras bimotor.

6.- Costos y cantidades de obra

De acuerdo a las obras planteadas para la alternativa 1, se presenta en la tabla 16 los costos y cantidades de obra para dicha propuesta.

Tabla 16.

Cantidades y presupuesto de obra alternativa 2

CANTIDADES Y PRESUPUESTO DE OBRA ALTERNATIVA 2					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
EXPLANACIONES					
1	Localización y replanteo	GL	1	\$ 25,000,000.00	\$ 25,000,000.00
2	Corte en material común y/o conglomerado	m ³	20000	\$ 12,958.00	\$ 259,160,000.00
3	Corte en roca	m ³	7500	\$ 70,500.00	\$ 528,750,000.00
4	Transporte de material	m ³ -km	27500	\$ 1,300.00	\$ 35,750,000.00
OBRAS PROYECTADAS					
5	MacMat R1 Geomanta Reforzada /Malla tipo 8x10 /2.7mm/ZINC+PVC	m ²	8000	\$ 20,000.00	\$ 160,000,000.00
6	Barras GEWI GW 28 plus de 3m de longitud	ml	600	\$ 32,427.00	\$ 19,456,200.00
7	Placa FC GW PLUS 28 200X200X20 mm	un	200	\$ 40,131.00	\$ 8,026,200.00
8	Tuerca calota GEWI GW 28 plus	un	200	\$ 18,160.00	\$ 3,632,000.00
9	Canal escalonado (Concreto clase D, 21 MPa)	m ³	20	\$ 535,517.00	\$ 10,710,340.00
10	Drenes horizontales tubería perforada 2", incluye geotextil NT1600 (60 drenes de 20 m)	ml	1200	\$ 133,340.00	\$ 160,008,000.00
11	Canal en sacos de suelo cemento	ml	357	\$ 30,500.00	\$ 10,888,500.00
12	Hidrosiembra con brachiarias decumbem	m ²	7500	\$ 12,000.00	\$ 90,000,000.00
SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD					
13	Control de tránsito	GL	1	\$ 6,325,000.00	\$ 6,325,000.00
Costo Directo					\$ 1,317,706,240.00
AIU (15%)					\$ 197,655,936.00
Valor Costo Directo					\$ 1,515,362,176.00
IVA					\$ 9,882,796.80
Valor Total con IVA					\$ 1,525,244,972.80

Especificaciones Técnicas

Las especificaciones técnicas contienen las normas, exigencias y procedimientos constructivos aplicados a todas las actividades necesarias para la construcción de las obras planteadas.

Estas corresponden a especificaciones particulares basadas en las técnicas INVIAS versión 2013.

7. Conclusiones

Para este trabajo de aplicación, se estudió la problemática presente en el talud ubicado entre los PR 84+700 AL PR 84+780 en el sector conocido como Fonda Paisa en el margen derecho de la vía en sentido Floridablanca – Piedecuesta realizando los estudios en campo, laboratorio y oficina que permitieron plantear las dos alternativas expuestas en este documento.

A continuación, se presentan las conclusiones del autor:

1. El talud en estudio presenta materiales rocosos altamente meteorizados y fracturados de la Formación Girón, así como suelos de origen residual de esta misma formación. Adicionalmente la zona presenta poca vegetación, pendientes empinadas (26° - 34°) y está expuesta a procesos erosivos lo que ha llevado a una inestabilidad.

2. La zona posee alta susceptibilidad a fenómenos de remoción en masa afectando la banca de la vía y el tránsito que fluye por este corredor vial por lo cual se hace necesario la intervención inmediatamente.

3. De acuerdo al estudio de geología estructural local, la zona de estudio tiene asociado eventos tectónicos asociados a la actividad del sistema de Fallas de Bucaramanga evidenciados por el alto grado de fracturamiento.

4. Con base en los ensayos SPT realizados se encontró material competente a entre los 3.5 m a 4.0 m de profundidad y presencia de suelos arcillo-arenosos y limo-arenosos.

Teniendo en cuenta la información anteriormente presentada, se plantearon dos alternativas de solución las cuales se exponen a continuación:

- La primera alternativa se planteó la construcción de un muro en gaviones en el pie del talud, así mismo un perfilado del talud, obras para el manejo de la escorrentía como lo son drenes y canales, hidrosiembra para aminorar los procesos erosivos además de tener aspecto natural y estéticamente agradable.

- La segunda alternativa planteada es el perfilado del talud, colocación de malla MacMatR1 y pernos de fijación tipo GEWI, obras de subdrenaje, drenaje e hidrosiembra.

5. Para las dos alternativas propuestas, se recomienda la construcción de subdrenes para abatir los niveles freáticos, así como canales para la interceptación del agua de los subdrenes y manejo del agua de escorrentía. Adicionalmente, la hidrosiembra que se plantea es fundamental para aminorar los procesos erosivos ya que se evidenció desarrollos de surcos y cárcavas sobre el material coluvial.

6. Según los resultados obtenidos de la modelación en el software, la alternativa 2 posee factores de seguridad más altos que la alternativa 1 y que los factores recomendados en la NSR-10.

7. Para el autor del presente proyecto considera necesario realizar la inversión en la alternativa 2 debido a la importancia de la ubicación y del corredor vial presente.

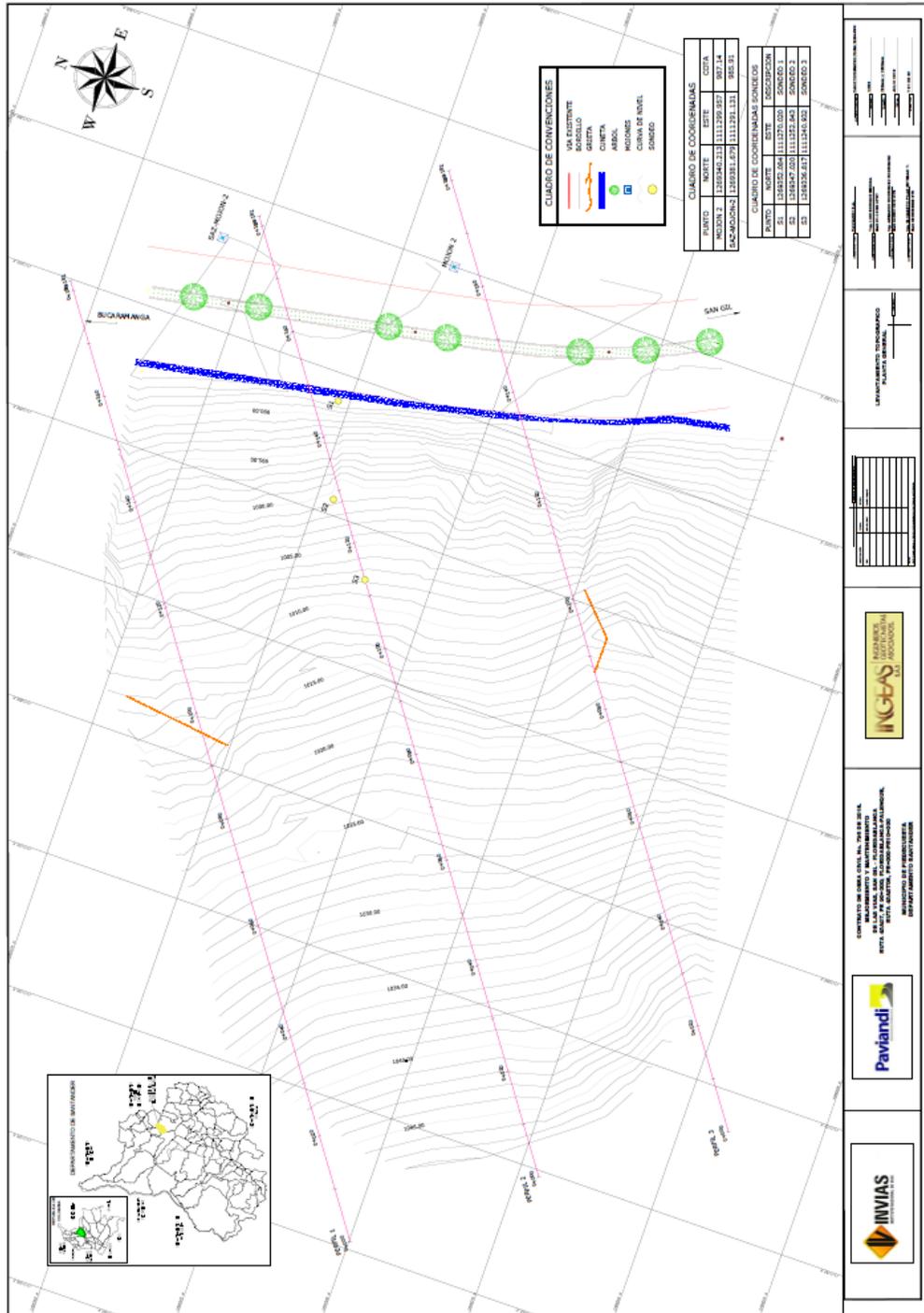
8. Finalmente se puede concluir que la alternativa más viable desde el punto de vista técnico y económico es la 2, la cual corresponde al perfilado del talud (2H:1V (26°) para el talud inferior y medio y los taludes superiores con una relación 3H:2V (32°)), colocación de malla MacMatR1 y pernos de fijación tipo GEWI, obras de subdrenaje, drenaje e hidrosiembra.

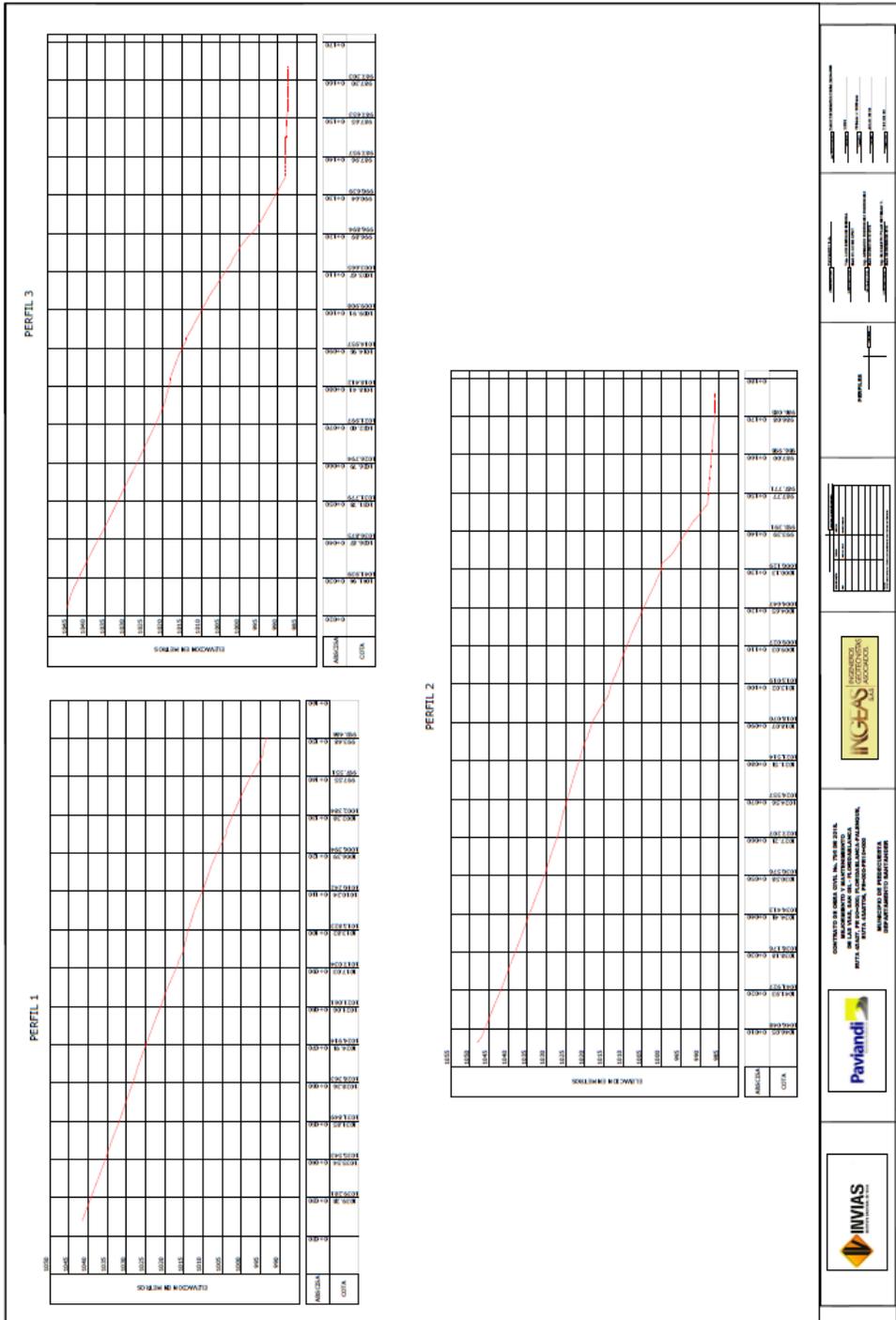
Referencias Bibliográficas

- BATES, R., & JACKSON, J. (1980). GLOSSARY OF GEOLOGY. Virginia: American Geological Institute.
- E.E. Brabb, B. H. (1989). Landslides: Extent and Economic Significance: Proceedings of the 28th international geologic congress symposium on landslides. WASHINGTON D.C.
- Floridablanca, A. d. (2019). Obtenido de <http://www.floridablanca.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Presentacion.aspx>
- IDEAM. (2019). Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/seguimiento-tiempo>
- Piedecuesta, A. d. (2019). Obtenido de <http://www.alcaldiadepiedecuesta.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Informacion-del-Municipio.aspx>
- SUAREZ DÍAZ, J. (1998). Deslizamientos y Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales. Bucaramanga: UIS.
- SUAREZ DÍAZ, J. (2018). Modelo Conceptual de un Talud. Obtenido de www.erosion.com.co.
- USGC. (2019). www.usgs.gov. Obtenido de USGC: https://www.usgs.gov/faqs/what-a-landslide-and-what-causes-one?qt-news_science_products=0#qt-news_science_products

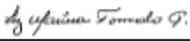
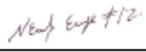
Apéndices

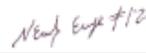
Apéndice A. Topografía

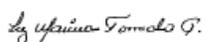




Apéndice B. Informe de Resultados Ensayos de Laboratorio

H (m)		ESTRATIFICACION	No. Muestra	Toma de Muestras			N SPT	S.U.C.S	HUMEDAD NATURAL (%)	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO	% PASA 200	NIVEL FREÁTICO	DESCRIPCIÓN
				0-5"	5'-8"	8'-12"									
0,0	0,50			1	1	1	2		SIN MUESTRA						
0,5	1,00			1	1	1	2		SIN MUESTRA						
1,0	1,50			1	1	1	2		SIN MUESTRA						
1,5	2,00			1	1	1	2		SIN MUESTRA						
2,0	2,50		1	5	8	12	20	CL	18,8	28	19,5	8,6	91,3		ARCILLA INORGANICA DE PLASTICIDAD MEDIA DE COLOR ROJIZO
2,5	3,00			15	14	13	27								
3,0	3,50			14	13	15	28								
3,5	4,00		2	19	21	20	41	CL	18,5	28	18,9	9,1	91,6		ARCILLA INORGANICA DE PLASTICIDAD MEDIA DE COLOR ROJIZO
4,0	4,50			19	21	20	41								
4,5	5,00		3	22	25	20	45	CL	19	28,9	18,9	10	91,4		ARCILLA INORGANICA DE PLASTICIDAD MEDIA DE COLOR ROJIZO
5,0	5,50			28	20	29	49								
5,5	6,00			22	25	32	57	ML	20,42	31,7	24,4	7,3	56,5		LIMO INORGANICO DE PLASTICIDAD MEDIA CON ARENA DE COLOR ROJIZO
NIVEL FREÁTICO															
SIN NIVEL FREATICO															
 LUZ MARINA TORRADO GÓMEZ Ingeniero Civil, MSc. Geotecnia Aprobó								 NELSON FLOREZ Laboratorista Realizó							

H (m)		ESTRATIFICACIÓN	No. Muestra	Toma de Muestras			N SPT	S.U.C.S	HUMEDAD NATURAL (%)	LÍMITE LIQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE PLÁSTICO	% PASA 200	NIVEL FREÁTICO	DESCRIPCIÓN
DE	HASTA			0 - 5"	6" - 8"	8 - 12"									
0,0	0,50			1	1	1	2		SIN MUESTRA						
0,5	1,00			1	1	1	2		SIN MUESTRA						
1,0	1,50			1	1	1	2		SIN MUESTRA						
1,5	2,00			2	1	1	2		SIN MUESTRA						
2,0	2,50		1	3	2	3	5	ML	19,69	33,2	26,1	7,1	86,9	SI	ARCILLA INORGANICA DE PLASTICIDAD MEDIA DE COLOR ROJIZO
2,5	3,00			3	3	4	7								
3,0	3,50		2	6	4	4	8	ML	19,73	34,8	24,7	10,2	87		ARCILLA INORGANICA DE PLASTICIDAD MEDIA DE COLOR ROJIZO
3,5	4,00			3	4	4	8								
4,0	4,50		3	5	4	6	10	ML	19,69	36,3	25,1	11,2	86,9		ARCILLA INORGANICA DE PLASTICIDAD MEDIA DE COLOR ROJIZO
4,5	5,00			4	5	6	11								
5,0	5,50			10	11	11	22		SIN MUESTRA						
5,5	6,00			13	12	9	21		SIN MUESTRA						
6,0	6,50		4	10	12	15	27		20,42	31,7	24,4	7,3	56,5		LIMO INORGANICO DE PLASTICIDAD MEDIA CON ARENA DE COLOR ROJIZO
6,5	7,00			16	18	28	46								
				RECHAZO											
NIVEL FREÁTICO															
SE EVIDENCIÓ PRESENCIA DE NIVEL FREÁTICO A 2,0 METROS DE PROFUNDIDAD															
 LUZ MARINA TORRADO GÓMEZ Ingeniero CIVIL, MSc. Geotecnia Aprobó								 NELSON FLOREZ Laboratorista Realizó							

H (m)		ESTRATIFICACION	No. Muestra	Toma de Muestras			N SPT	S.U.C.S	HUMEDAD NATURAL (%)	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO	% P ASA 200	NIVEL FREÁTICO	DESCRIPCIÓN
DE	HASTA			0-6"	6"-8"	8-12"									
0,0	0,50	[Redacted]	1	3	5	3	8	ML	42,9	27,5	15,3	61,6		LIMO INORGANICO DE PLASTICIDAD MEDIA CON ARENA DE COLOR ROJIZO CON GRIS	
0,5	1,00			2	3	3									6
1,0	1,50		2	7	10	12									22
1,5	2,00			15	15	17									32
<div style="border: 1px solid black; height: 100px; width: 100%;"></div>															
<p>NIVEL FREÁTICO</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> SIN NIVEL FREATICO </div>															
 LUZ MARINA TORRADO GÓMEZ Ingeniero Civil, MSc. Geotecnia Aprobó								 NELSON FLOREZ Laboratorista Realizó							



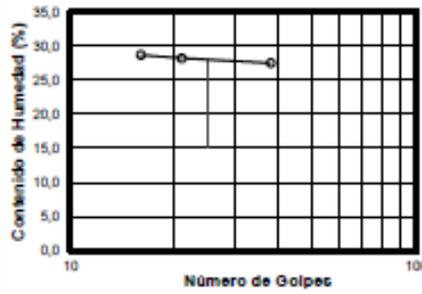
FORMATO DE CAMPO			ING-PAV-001
PROYECTO:	MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS, SAN GIL – FLORIDABLANCA	SECTOR SONDEO PROF. FECHA:	FONDA PAISA S3 2.0 M 01/07/18
CLIENTE:	PAVIANDI S.A.		

 INGEAS S.A.S.	ENSAYO DE CLASIFICACIÓN LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126	ING- PAV-001
PROYECTO: MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS, SAN GIL – FLORIDABLANCA.	SECTOR: FONDA PAISA	SONDEO: S-1
CLIENTE: PAVIANDI S.A.	MUESTRA: M1	PROF.: 0,00-1,00
LOCALIZACIÓN: FONDA PAISA	FECHA: 03/07/2018	

CON. DE HUMEDAD			
PROFUNDIDAD	0,00-1,00		
PESO DE RECIP. + S.H.	1322,90		
PESO DE RECIP. + S.S.	1123,40		
PESO RECIPIENTE	61,95		
PESO AGUA	199,50		
PESO SUELO SECO	1061,45		
% HUMEDAD	18,80		

LÍMITES DE CONSISTENCIA			
LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
No GOLPES	38	21	16
RECIP. No.	3	11	17
PESO DE RECIP. + S.H.	34,2	35,4	38,1
PESO DE RECIP. + S.S.	28,7	29,4	31,5
PESO RECIPIENTE	8,7	8,1	8,5
PESO AGUA	5,50	6,00	6,60
PESO SUELO SECO	20,00	21,30	23,00
% HUMEDAD	27,50	28,17	28,70

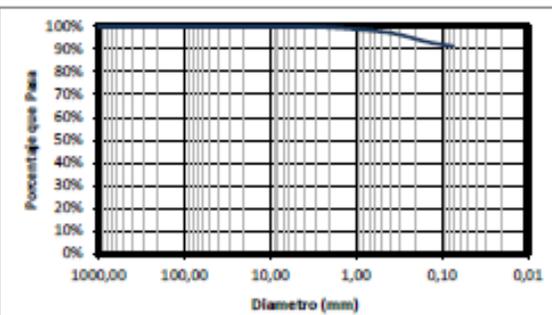
LÍMITE PLÁSTICO			
RECIP. No.	22	5	
PESO DE RECIP. + S.H.	33,15	33,10	
PESO DE RECIP. + S.S.	29,10	29,15	
PESO RECIPIENTE	8,50	8,70	
PESO AGUA	4,05	3,95	
PESO SUELO SECO	20,60	20,45	
% HUMEDAD	19,66	19,32	

LÍMITES DE ATTERBERG			
35,0			100
0,0			10
Contenido de Humedad (%)			Número de Golpes

RESULTADOS			
Limite Líquido	28,0	%	
Limite Plástico	19,5	%	
Indice Plástico	8,5	%	
Gravas	0,1%		
Arenas	8,7%		
Finos	91,3%		

CLASIFICACIÓN			
Indice de Grupo	7		
A.A.S.H.T.O.	A - 4		
U.S.C	CL		

GRADACIÓN					
Peso Inicial:	476,00	gr	Peso final:	47,90	gr
Tamiz (pulg)	Tamiz (mm)	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76,10				
2 1/2"	64,00				100,0%
2"	50,80				100,0%
1 1/2"	38,10				100,0%
1"	25,40				100,0%
3/4"	19,00				100,0%
1/2"	12,70				100,0%
3/8"	9,51				100,0%
4	4,75	0,3	0,1%	0,1%	99,9%
8	2,38	1,2	0,3%	0,3%	99,7%
10	2,00	0,8	0,2%	0,5%	99,5%
12	1,68				
16	1,19	2,0	0,4%	0,9%	99,1%
30	0,59	4,5	0,9%	1,8%	98,2%
40	0,42	4,0	0,8%	2,7%	97,3%
50	0,30	4,2	0,9%	3,6%	96,4%
80	0,18	11,2	2,4%	5,9%	94,1%
100	0,15	4,0	0,8%	6,8%	93,2%
200	0,07	9,3	2,0%	8,7%	91,3%
Pasa 200		428,1	89,9%	98,7%	1,3%
Total		476,0			

Límites de Atterberg	
100%	
0%	1000,00
0%	0,01
Porcentaje que Pasa	Díametro (mm)

OBSERVACIONES:

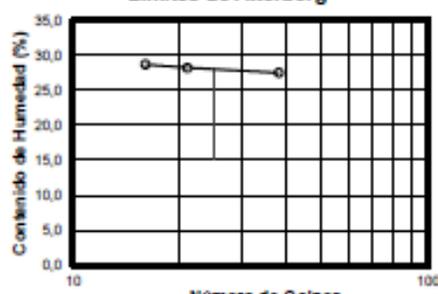
ARCILLA INORGANICA DE PLASTICIDAD MEDIA
DE COLOR ROJIZO

 Luz Marina Torrado Gómez Ingeniero Civil, MSc. Geotecnia Aprobó	 Juan Carlos Florez Laboratorista Realizó
--	---

 INGENIEROS GEOTECNISTAS ASOCIADOS. S.A.S.	ENSAYO DE CLASIFICACIÓN LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126	ING- PAV-001
PROYECTO: MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS, SAN GIL – FLORIDABLANCA.	SECTOR: FONDA PAISA	SONDEO: S-1
CLIENTE: PAVIANDI S.A.	MUESTRA: M2	PROF.: 1,00-2,00
LOCALIZACIÓN: FONDA PAISA	FECHA: 03/07/2018	

CON. DE HUMEDAD																													
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>PROFUNDIDAD</td><td>0,00-3,00</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>PESO DE RECIP. + S.H.</td><td>1323,00</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>PESO DE RECIP. + S.S.</td><td>1123,00</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>PESO RECIPIENTE</td><td>61,90</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>PESO AGUA</td><td>200,00</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>PESO SUELO SECO</td><td>1061,10</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>% HUMEDAD</td><td>18,85</td><td></td><td></td></tr> </table>	PROFUNDIDAD	0,00-3,00			PESO DE RECIP. + S.H.	1323,00			PESO DE RECIP. + S.S.	1123,00			PESO RECIPIENTE	61,90			PESO AGUA	200,00			PESO SUELO SECO	1061,10			% HUMEDAD	18,85			
PROFUNDIDAD	0,00-3,00																												
PESO DE RECIP. + S.H.	1323,00																												
PESO DE RECIP. + S.S.	1123,00																												
PESO RECIPIENTE	61,90																												
PESO AGUA	200,00																												
PESO SUELO SECO	1061,10																												
% HUMEDAD	18,85																												

LÍMITES DE CONSISTENCIA	GRADACIÓN																																																																																																																																																																														
LÍMITE LÍQUIDO																																																																																																																																																																															
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th>Determinación No</th><th>1</th><th>2</th><th>3</th></tr> <tr><td>No GOLPES</td><td>38</td><td>21</td><td>16</td></tr> <tr><td>RECIP. No.</td><td>3</td><td>11</td><td>17</td></tr> <tr><td>PESO DE RECIP. + S.H.</td><td>34,2</td><td>35,4</td><td>38,1</td></tr> <tr><td>PESO DE RECIP. + S.S.</td><td>28,7</td><td>29,4</td><td>31,5</td></tr> <tr><td>PESO RECIPIENTE</td><td>8,7</td><td>8,1</td><td>8,5</td></tr> <tr><td>PESO AGUA</td><td>5,50</td><td>6,00</td><td>6,60</td></tr> <tr><td>PESO SUELO SECO</td><td>20,00</td><td>21,30</td><td>23,00</td></tr> <tr><td>% HUMEDAD</td><td>27,50</td><td>28,17</td><td>28,70</td></tr> </table>	Determinación No	1	2	3	No GOLPES	38	21	16	RECIP. No.	3	11	17	PESO DE RECIP. + S.H.	34,2	35,4	38,1	PESO DE RECIP. + S.S.	28,7	29,4	31,5	PESO RECIPIENTE	8,7	8,1	8,5	PESO AGUA	5,50	6,00	6,60	PESO SUELO SECO	20,00	21,30	23,00	% HUMEDAD	27,50	28,17	28,70	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th>Peso inicial:</th><th>476,60</th><th>gr</th><th>Peso final:</th><th>47,90</th><th>gr</th></tr> <tr><th>Tamiz (µg)</th><th>Tamiz (mm)</th><th>Peso (gr)</th><th>% Reten.</th><th>% Ret.Acum</th><th>% Pasa</th></tr> <tr><td>3"</td><td>76,10</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2 1/2"</td><td>64,00</td><td></td><td></td><td></td><td>100,0%</td></tr> <tr><td>2"</td><td>50,80</td><td></td><td></td><td></td><td>100,0%</td></tr> <tr><td>1 1/2"</td><td>38,10</td><td></td><td></td><td></td><td>100,0%</td></tr> <tr><td>1"</td><td>25,40</td><td></td><td></td><td></td><td>100,0%</td></tr> <tr><td>3/4"</td><td>19,00</td><td></td><td></td><td></td><td>100,0%</td></tr> <tr><td>1/2"</td><td>12,70</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3/8"</td><td>9,51</td><td></td><td></td><td></td><td>100,0%</td></tr> <tr><td>4</td><td>4,76</td><td>0,4</td><td>0,1%</td><td>0,1%</td><td>99,9%</td></tr> <tr><td>8</td><td>2,38</td><td>1,1</td><td>0,2%</td><td>0,3%</td><td>99,7%</td></tr> <tr><td>10</td><td>2,00</td><td>0,4</td><td>0,1%</td><td>0,4%</td><td>99,6%</td></tr> <tr><td>12</td><td>1,68</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>16</td><td>1,19</td><td>1,9</td><td>0,4%</td><td>0,8%</td><td>99,2%</td></tr> <tr><td>30</td><td>0,69</td><td>4,3</td><td>0,9%</td><td>1,7%</td><td>98,3%</td></tr> <tr><td>40</td><td>0,42</td><td>3,7</td><td>0,8%</td><td>2,5%</td><td>97,5%</td></tr> <tr><td>50</td><td>0,30</td><td>4,2</td><td>0,9%</td><td>3,4%</td><td>96,6%</td></tr> <tr><td>80</td><td>0,18</td><td>10,9</td><td>2,3%</td><td>5,6%</td><td>94,4%</td></tr> <tr><td>100</td><td>0,15</td><td>3,9</td><td>0,8%</td><td>6,5%</td><td>93,5%</td></tr> <tr><td>200</td><td>0,07</td><td>9,2</td><td>1,9%</td><td>8,4%</td><td>91,6%</td></tr> <tr><td>Pasa 200</td><td></td><td>428,7</td><td>89,9%</td><td>98,3%</td><td>1,7%</td></tr> <tr><td>Total</td><td></td><td>476,6</td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	Peso inicial:	476,60	gr	Peso final:	47,90	gr	Tamiz (µg)	Tamiz (mm)	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa	3"	76,10					2 1/2"	64,00				100,0%	2"	50,80				100,0%	1 1/2"	38,10				100,0%	1"	25,40				100,0%	3/4"	19,00				100,0%	1/2"	12,70					3/8"	9,51				100,0%	4	4,76	0,4	0,1%	0,1%	99,9%	8	2,38	1,1	0,2%	0,3%	99,7%	10	2,00	0,4	0,1%	0,4%	99,6%	12	1,68					16	1,19	1,9	0,4%	0,8%	99,2%	30	0,69	4,3	0,9%	1,7%	98,3%	40	0,42	3,7	0,8%	2,5%	97,5%	50	0,30	4,2	0,9%	3,4%	96,6%	80	0,18	10,9	2,3%	5,6%	94,4%	100	0,15	3,9	0,8%	6,5%	93,5%	200	0,07	9,2	1,9%	8,4%	91,6%	Pasa 200		428,7	89,9%	98,3%	1,7%	Total		476,6			
Determinación No	1	2	3																																																																																																																																																																												
No GOLPES	38	21	16																																																																																																																																																																												
RECIP. No.	3	11	17																																																																																																																																																																												
PESO DE RECIP. + S.H.	34,2	35,4	38,1																																																																																																																																																																												
PESO DE RECIP. + S.S.	28,7	29,4	31,5																																																																																																																																																																												
PESO RECIPIENTE	8,7	8,1	8,5																																																																																																																																																																												
PESO AGUA	5,50	6,00	6,60																																																																																																																																																																												
PESO SUELO SECO	20,00	21,30	23,00																																																																																																																																																																												
% HUMEDAD	27,50	28,17	28,70																																																																																																																																																																												
Peso inicial:	476,60	gr	Peso final:	47,90	gr																																																																																																																																																																										
Tamiz (µg)	Tamiz (mm)	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa																																																																																																																																																																										
3"	76,10																																																																																																																																																																														
2 1/2"	64,00				100,0%																																																																																																																																																																										
2"	50,80				100,0%																																																																																																																																																																										
1 1/2"	38,10				100,0%																																																																																																																																																																										
1"	25,40				100,0%																																																																																																																																																																										
3/4"	19,00				100,0%																																																																																																																																																																										
1/2"	12,70																																																																																																																																																																														
3/8"	9,51				100,0%																																																																																																																																																																										
4	4,76	0,4	0,1%	0,1%	99,9%																																																																																																																																																																										
8	2,38	1,1	0,2%	0,3%	99,7%																																																																																																																																																																										
10	2,00	0,4	0,1%	0,4%	99,6%																																																																																																																																																																										
12	1,68																																																																																																																																																																														
16	1,19	1,9	0,4%	0,8%	99,2%																																																																																																																																																																										
30	0,69	4,3	0,9%	1,7%	98,3%																																																																																																																																																																										
40	0,42	3,7	0,8%	2,5%	97,5%																																																																																																																																																																										
50	0,30	4,2	0,9%	3,4%	96,6%																																																																																																																																																																										
80	0,18	10,9	2,3%	5,6%	94,4%																																																																																																																																																																										
100	0,15	3,9	0,8%	6,5%	93,5%																																																																																																																																																																										
200	0,07	9,2	1,9%	8,4%	91,6%																																																																																																																																																																										
Pasa 200		428,7	89,9%	98,3%	1,7%																																																																																																																																																																										
Total		476,6																																																																																																																																																																													
LÍMITE PLÁSTICO																																																																																																																																																																															
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th>RECIP. No.</th><th>22</th><th>5</th></tr> <tr><td>PESO DE RECIP. + S.H.</td><td>33,10</td><td>33,00</td></tr> <tr><td>PESO DE RECIP. + S.S.</td><td>29,20</td><td>29,12</td></tr> <tr><td>PESO RECIPIENTE</td><td>8,50</td><td>8,70</td></tr> <tr><td>PESO AGUA</td><td>3,90</td><td>3,88</td></tr> <tr><td>PESO SUELO SECO</td><td>20,70</td><td>20,42</td></tr> <tr><td>% HUMEDAD</td><td>18,84</td><td>19,00</td></tr> </table>	RECIP. No.	22	5	PESO DE RECIP. + S.H.	33,10	33,00	PESO DE RECIP. + S.S.	29,20	29,12	PESO RECIPIENTE	8,50	8,70	PESO AGUA	3,90	3,88	PESO SUELO SECO	20,70	20,42	% HUMEDAD	18,84	19,00																																																																																																																																																										
RECIP. No.	22	5																																																																																																																																																																													
PESO DE RECIP. + S.H.	33,10	33,00																																																																																																																																																																													
PESO DE RECIP. + S.S.	29,20	29,12																																																																																																																																																																													
PESO RECIPIENTE	8,50	8,70																																																																																																																																																																													
PESO AGUA	3,90	3,88																																																																																																																																																																													
PESO SUELO SECO	20,70	20,42																																																																																																																																																																													
% HUMEDAD	18,84	19,00																																																																																																																																																																													

Límites de Atterberg	
	
RESULTADOS	
Limite Líquido 28,0 % Limite Plástico 18,9 % Índice Plástico 9,1 %	
Gravas 0,1% Arenas 8,3% Finos 91,6%	
CLASIFICACIÓN	
Índice de Grupo 7 A.A.S.H.T.O. A-4 U.S.C CL	

	OBSEVACIONES: <u>ARCILLA INORGANICA DE PLASTICIDAD MEDIA</u> <u>DE COLOR ROJIZO</u>
 Luz Marina Torrado Gómez Ingeniero Civil, M8o. Geotecnia Aprobó	 Juan Carlos Florez Laboratorio Realizó

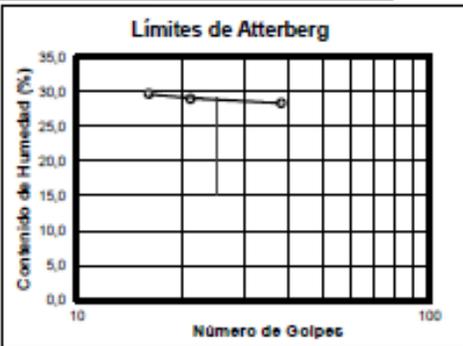
 INGEAS S.A.S.	ENSAYO DE CLASIFICACION LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126	ING- PAV-001
PROYECTO: MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS, SAN GIL - FLORIDABLANCA.	SECTOR: FONDA PAISA	SONDEO: 8-1
CLIENTE: PAVIANDI S.A.	MUESTRA: M3	PROF.: 2,00-3,00
LOCALIZACION: FONDA PAISA	FECHA: 03/07/2018	

CON. DE HUMEDAD			
PROFUNDIDAD	2,00-3,00		
PESO DE RECIP. + S.H.	1324,00		
PESO DE RECIP. + S.S.	1122,50		
PESO RECIPIENTE	61,95		
PESO AGUA	201,50		
PESO SUELO SECO	1060,55		
% HUMEDAD	19,00		

LÍMITES DE CONSISTENCIA			
LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Ne GOLPES	39	21	16
RECIP. No.	3	11	17
PESO DE RECIP. + S.H.	34,5	35,7	38,2
PESO DE RECIP. + S.S.	28,8	29,5	31,4
PESO RECIPIENTE	8,7	8,1	8,5
PESO AGUA	5,70	6,20	6,80
PESO SUELO SECO	20,10	21,40	22,90
% HUMEDAD	28,36	28,97	29,69

LÍMITE PLÁSTICO			
RECIP. No.	22	5	
PESO DE RECIP. + S.H.	33,10	33,00	
PESO DE RECIP. + S.S.	29,20	29,12	
PESO RECIPIENTE	8,50	8,70	
PESO AGUA	3,90	3,88	
PESO SUELO SECO	20,70	20,42	
% HUMEDAD	18,84	19,00	

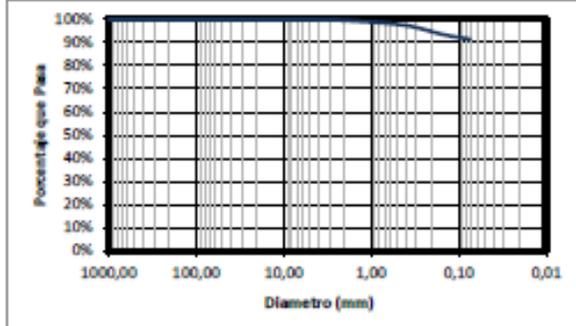
GRADACIÓN					
Peso Inicial:	475,60	gr	Peso final:	48,00	gr
Tamiz (p/g)	Tamiz (mm)	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76,10				
2 1/2"	64,00				100,0%
2"	50,80				100,0%
1 1/2"	38,10				100,0%
1"	25,40				100,0%
3/4"	19,00				100,0%
1/2"	12,70				
3/8"	9,51				100,0%
4	4,76	0,5	0,1%	0,1%	99,9%
8	2,38	1,2	0,3%	0,4%	99,6%
10	2,00	0,6	0,1%	0,5%	99,5%
12	1,68				
16	1,19	1,9	0,4%	0,9%	99,1%
30	0,59	4,2	0,9%	1,8%	98,2%
40	0,42	3,6	0,8%	2,6%	97,5%
50	0,30	4,1	0,9%	3,4%	96,6%
80	0,18	11,0	2,3%	5,7%	94,3%
100	0,15	4,2	0,9%	6,6%	93,4%
200	0,07	9,5	2,0%	8,6%	91,4%
Pasa 200		427,6	89,9%	98,5%	1,5%
Total		475,6			



Límites de Atterberg

RESULTADOS		
Límite Líquido	28,9	%
Límite Plástico	18,9	%
Índice Plástico	10,0	%
Gravas	0,1%	
Arenas	8,5%	
Finos	91,4%	

CLASIFICACIÓN		
Índice de Grupo	8	
A.A.S.H.T.O.	A - 4	
U.S.C	CL	



OBSERVACIONES:

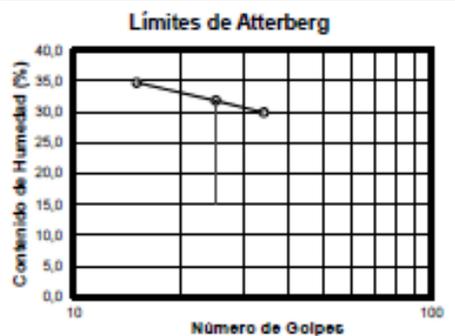
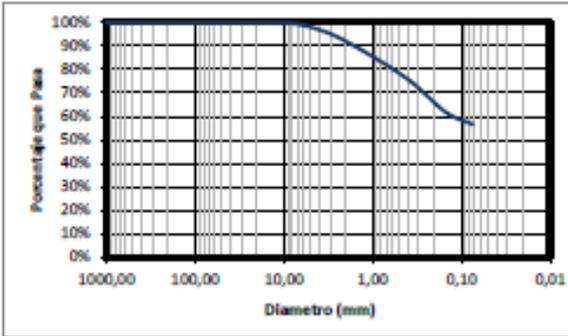
ARCILLA INORGANICA DE PLASTICIDAD MEDIA.
DE COLOR ROJIZO

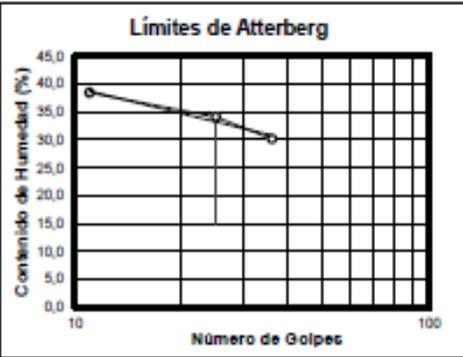
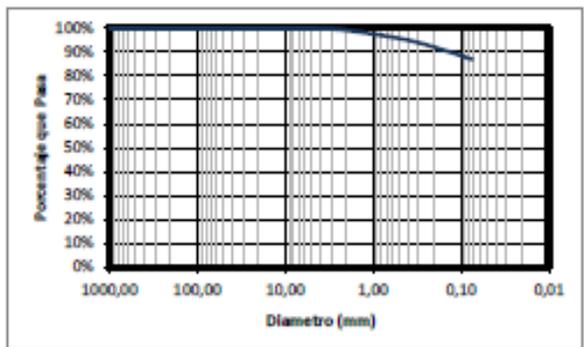
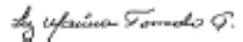
Luz Marina Torrado G.

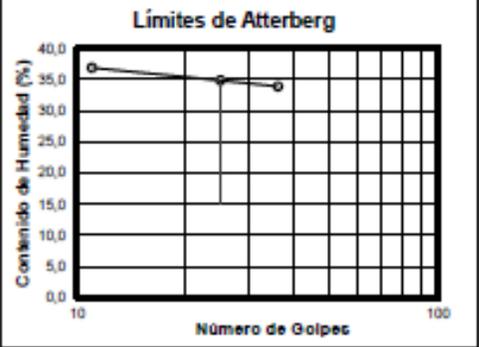
Luz Marina Torrado Gómez
Ingeniero Civil, M.Sc. Geotecnia
Aprobó

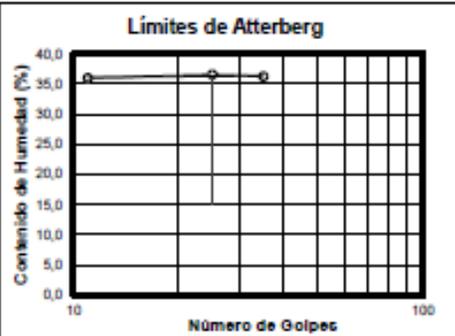
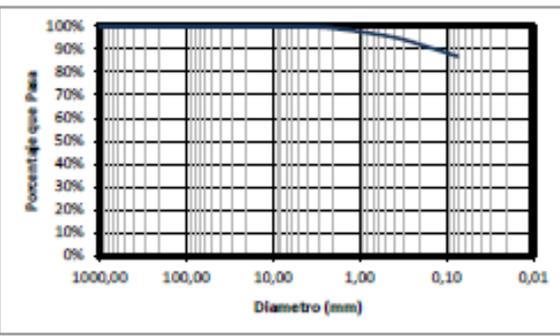
Juan Carlos Florez

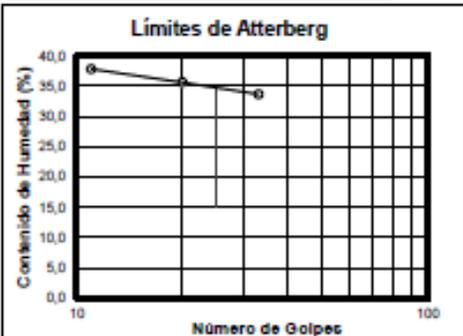
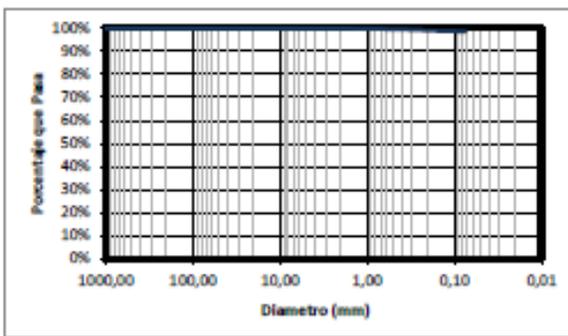
Juan Carlos Florez
Laboratorista
Realizó

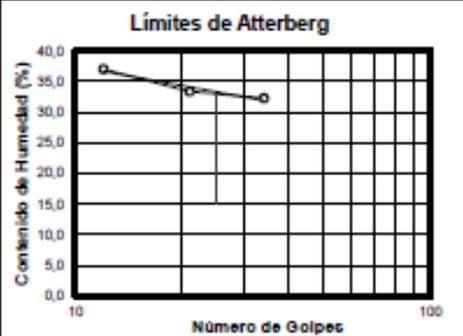
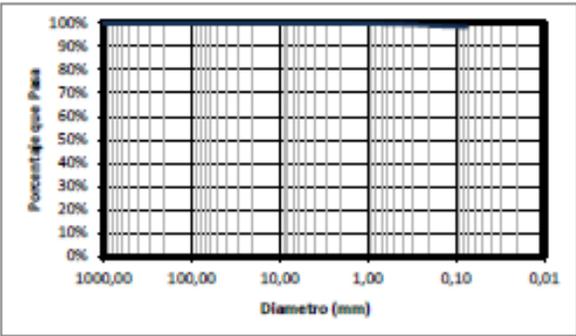
 INGEAS S.A.S.	ENSAYO DE CLASIFICACION LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126	ING- PAV-001			
PROYECTO: MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS, SAN GIL – FLORIDABLANCA.		SECTOR: FONDA PAISA			
CLIENTE: PAVIANDI S.A.		SONDEO: 1			
LOCALIZACION: FONDA PAISA		MUESTRA: M4			
		PROF.: 5,00-6,00			
		FECHA: 03/07/2018			
CON. DE HUMEDAD					
PROFUNDIDAD	5,00-6,00				
PESO DE RECIP. + S.H.	1272,00				
PESO DE RECIP. + S.S.	1067,00				
PESO RECIPENTE	63,00				
PESO AGUA	205,00				
PESO SUELO SECO	1004,00				
% HUMEDAD	20,42				
LÍMITES DE CONSISTENCIA					
LÍMITE LÍQUIDO					
Determinación No	1	2	3		
No GOLPES	34	25	15		
RECIP. No.	67	68	69		
PESO DE RECIP. + S.H.	36,88	35,66	38		
PESO DE RECIP. + S.S.	30,33	29,08	30,37		
PESO RECIPENTE	8,4	8,4	8,4		
PESO AGUA	6,55	6,58	7,63		
PESO SUELO SECO	21,93	20,68	21,97		
% HUMEDAD	29,87	31,82	34,73		
LÍMITE PLÁSTICO					
RECIP. No.	41	51			
PESO DE RECIP. + S.H.	28,77	32,65			
PESO DE RECIP. + S.S.	24,89	27,89			
PESO RECIPENTE	8,90	8,50			
PESO AGUA	3,88	4,76			
PESO SUELO SECO	15,99	19,39			
% HUMEDAD	24,27	24,55			
GRADACIÓN					
Peso inicial:	438,90	gr	Peso final:	190,80	gr
Tamiz (plg)	Tamiz (mm)	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76,10				
2 1/2"	64,00				100,0%
2"	50,80				100,0%
1 1/2"	38,10				100,0%
1"	25,40				100,0%
3/4"	19,00				100,0%
1/2"	12,70				
3/8"	9,51				100,0%
4	4,76	9,5	2,2%	2,2%	97,8%
8	2,38	13,4	3,1%	5,2%	94,8%
10	2,00	12,1	2,8%	8,0%	92,0%
12	1,68				
15	1,19	17,8	4,1%	12,0%	88,0%
30	0,59	14,8	3,4%	15,4%	84,6%
40	0,42	36,0	8,2%	23,6%	76,4%
50	0,30	22,7	5,2%	28,8%	71,2%
80	0,18	23,6	5,4%	34,2%	65,8%
100	0,15	17,8	4,1%	38,2%	61,8%
200	0,07	23,1	5,3%	43,5%	56,5%
Pasa 200		248,1	56,5%	100,0%	0,0%
Total		438,9			
					
RESULTADOS			OBSERVACIONES:		
Limite Líquido	31,7	%	<u>LIMO INORGANICO DE PLASTICIDAD MEDIA</u> <u>CON ARENA DE COLOR ROJIZO</u>		
Limite Plástico	24,4	%			
Indice Plástico	7,3	%			
Gravas	2,2%				
Arenas	41,3%				
Finos	56,5%				
CLASIFICACIÓN					
Indice de Grupo	2		 Luz Marina Torrado Gómez Ingeniero Civil, M.Sc. Geotecnia Aprobó		
A.A.S.H.T.O.	A-4		 Juan Carlos Florez Laboratorista Realizó		
U.S.C	ML				

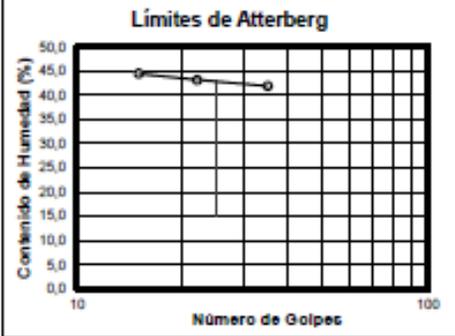
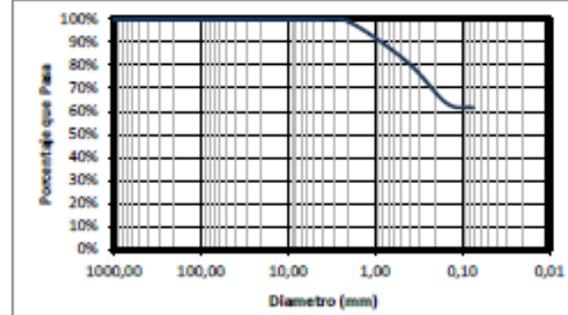
 INGENIEROS GEOTECNISTAS ASOCIADOS.	LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126	ING-PAV-001																																																																																																																																										
PROYECTO: MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS, SAN GIL - FLORIDABLANCA.		SECTOR: 2																																																																																																																																										
CLIENTE: PAVIANDI S.A.		SONDEO: M1																																																																																																																																										
LOCALIZACIÓN: FONDA PAISA		MUESTRA: 2,00-3,00																																																																																																																																										
		PROF.: 03/07/2018																																																																																																																																										
CON. DE HUMEDAD																																																																																																																																												
PROFUNDIDAD	2,00-3,00																																																																																																																																											
PESO DE RECIP. + S.H.	873,00																																																																																																																																											
PESO DE RECIP. + S.S.	739,50																																																																																																																																											
PESO RECIPIENTE	51,50																																																																																																																																											
PESO AGUA	133,50																																																																																																																																											
PESO SUELO SECO	678,00																																																																																																																																											
% HUMEDAD	19,69																																																																																																																																											
LÍMITES DE CONSISTENCIA		GRADACIÓN																																																																																																																																										
LÍMITE LÍQUIDO																																																																																																																																												
Determinación No	1	2	3																																																																																																																																									
No GOLPES	36	25	11																																																																																																																																									
RECIP. No.	3	23	19																																																																																																																																									
PESO DE RECIP. + S.H.	33,2	32	31,2																																																																																																																																									
PESO DE RECIP. + S.S.	27,5	26	24,9																																																																																																																																									
PESO RECIPIENTE	8,6	8,4	8,5																																																																																																																																									
PESO AGUA	5,70	6,00	6,30																																																																																																																																									
PESO SUELO SECO	18,90	17,60	16,40																																																																																																																																									
% HUMEDAD	30,16	34,09	38,41																																																																																																																																									
LÍMITE PLÁSTICO																																																																																																																																												
RECIP. No.	1	32																																																																																																																																										
PESO DE RECIP. + S.H.	27,30	26,80																																																																																																																																										
PESO DE RECIP. + S.S.	23,40	23,00																																																																																																																																										
PESO RECIPIENTE	8,40	8,50																																																																																																																																										
PESO AGUA	3,90	3,80																																																																																																																																										
PESO SUELO SECO	15,00	14,50																																																																																																																																										
% HUMEDAD	26,00	26,21																																																																																																																																										
		<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Peso Inicial:</th> <th>343,00</th> <th>gr</th> <th>Peso final:</th> <th>44,50</th> <th>gr</th> </tr> <tr> <th>Tamiz (plg)</th> <th>Tamiz (mm)</th> <th>Peso (gr)</th> <th>% Reten.</th> <th>% Ret.Acum</th> <th>% Pasa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3"</td><td>76,10</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2 1/2"</td><td>64,00</td><td></td><td></td><td></td><td>100,0%</td></tr> <tr><td>2"</td><td>50,80</td><td></td><td></td><td></td><td>100,0%</td></tr> <tr><td>1 1/2"</td><td>38,10</td><td></td><td></td><td></td><td>100,0%</td></tr> <tr><td>1"</td><td>25,40</td><td></td><td></td><td></td><td>100,0%</td></tr> <tr><td>3/4"</td><td>19,00</td><td></td><td></td><td></td><td>100,0%</td></tr> <tr><td>1/2"</td><td>12,70</td><td></td><td></td><td></td><td>100,0%</td></tr> <tr><td>3/8"</td><td>9,51</td><td></td><td></td><td></td><td>100,0%</td></tr> <tr><td>4</td><td>4,76</td><td>0,3</td><td>0,1%</td><td>0,1%</td><td>99,9%</td></tr> <tr><td>8</td><td>2,38</td><td>1,8</td><td>0,5%</td><td>0,6%</td><td>99,4%</td></tr> <tr><td>10</td><td>2,00</td><td>0,9</td><td>0,3%</td><td>0,9%</td><td>99,1%</td></tr> <tr><td>12</td><td>1,68</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>16</td><td>1,19</td><td>2,6</td><td>0,8%</td><td>1,6%</td><td>98,4%</td></tr> <tr><td>30</td><td>0,59</td><td>6,8</td><td>2,0%</td><td>3,6%</td><td>96,4%</td></tr> <tr><td>40</td><td>0,42</td><td>4,2</td><td>1,2%</td><td>4,8%</td><td>95,2%</td></tr> <tr><td>50</td><td>0,30</td><td>3,2</td><td>0,9%</td><td>5,8%</td><td>94,2%</td></tr> <tr><td>80</td><td>0,18</td><td>6,0</td><td>1,7%</td><td>7,5%</td><td>92,5%</td></tr> <tr><td>100</td><td>0,15</td><td>6,4</td><td>1,9%</td><td>9,4%</td><td>90,6%</td></tr> <tr><td>200</td><td>0,07</td><td>12,6</td><td>3,7%</td><td>13,1%</td><td>86,9%</td></tr> <tr><td>Pasa 200</td><td></td><td>298,5</td><td>87,0%</td><td>100,1%</td><td>-0,1%</td></tr> <tr><td>Total</td><td></td><td>343,0</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Peso Inicial:	343,00	gr	Peso final:	44,50	gr	Tamiz (plg)	Tamiz (mm)	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa	3"	76,10					2 1/2"	64,00				100,0%	2"	50,80				100,0%	1 1/2"	38,10				100,0%	1"	25,40				100,0%	3/4"	19,00				100,0%	1/2"	12,70				100,0%	3/8"	9,51				100,0%	4	4,76	0,3	0,1%	0,1%	99,9%	8	2,38	1,8	0,5%	0,6%	99,4%	10	2,00	0,9	0,3%	0,9%	99,1%	12	1,68					16	1,19	2,6	0,8%	1,6%	98,4%	30	0,59	6,8	2,0%	3,6%	96,4%	40	0,42	4,2	1,2%	4,8%	95,2%	50	0,30	3,2	0,9%	5,8%	94,2%	80	0,18	6,0	1,7%	7,5%	92,5%	100	0,15	6,4	1,9%	9,4%	90,6%	200	0,07	12,6	3,7%	13,1%	86,9%	Pasa 200		298,5	87,0%	100,1%	-0,1%	Total		343,0			
Peso Inicial:	343,00	gr	Peso final:	44,50	gr																																																																																																																																							
Tamiz (plg)	Tamiz (mm)	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa																																																																																																																																							
3"	76,10																																																																																																																																											
2 1/2"	64,00				100,0%																																																																																																																																							
2"	50,80				100,0%																																																																																																																																							
1 1/2"	38,10				100,0%																																																																																																																																							
1"	25,40				100,0%																																																																																																																																							
3/4"	19,00				100,0%																																																																																																																																							
1/2"	12,70				100,0%																																																																																																																																							
3/8"	9,51				100,0%																																																																																																																																							
4	4,76	0,3	0,1%	0,1%	99,9%																																																																																																																																							
8	2,38	1,8	0,5%	0,6%	99,4%																																																																																																																																							
10	2,00	0,9	0,3%	0,9%	99,1%																																																																																																																																							
12	1,68																																																																																																																																											
16	1,19	2,6	0,8%	1,6%	98,4%																																																																																																																																							
30	0,59	6,8	2,0%	3,6%	96,4%																																																																																																																																							
40	0,42	4,2	1,2%	4,8%	95,2%																																																																																																																																							
50	0,30	3,2	0,9%	5,8%	94,2%																																																																																																																																							
80	0,18	6,0	1,7%	7,5%	92,5%																																																																																																																																							
100	0,15	6,4	1,9%	9,4%	90,6%																																																																																																																																							
200	0,07	12,6	3,7%	13,1%	86,9%																																																																																																																																							
Pasa 200		298,5	87,0%	100,1%	-0,1%																																																																																																																																							
Total		343,0																																																																																																																																										
 <p style="text-align: center;">Límites de Atterberg</p> <p>Contenido de Humedad (%) vs Número de Golpes</p>		 <p style="text-align: center;">Gradación</p> <p>Porcentaje que Pasa vs Diámetro (mm)</p>																																																																																																																																										
<p style="text-align: center;">RESULTADOS</p> <p>Límite Líquido <u>33,2</u> %</p> <p>Límite Plástico <u>26,1</u> %</p> <p>Índice Plástico <u>7,1</u> %</p> <p>Gravas <u>0,1</u> %</p> <p>Arenas <u>13,0</u> %</p> <p>Finos <u>86,9</u> %</p> <p style="text-align: center;">CLASIFICACIÓN</p> <p>Índice de Grupo <u>7</u></p> <p>A.A.S.H.T.O. <u>A-4</u></p> <p>U.S.C <u>ML</u></p>		<p>OBSERVACIONES:</p> <p><u>LIMO INORGANICO DE PASTICIDAD MEDIA</u></p> <p><u>DE COLOR AMARILLO CON GRIS</u></p>																																																																																																																																										
		 Luz Marina Torrado Gomez Ingeniero Civil, M.Sc. Geotecnia Aprobó	 Juan Carlos Florez Laboratorista Realizó																																																																																																																																									

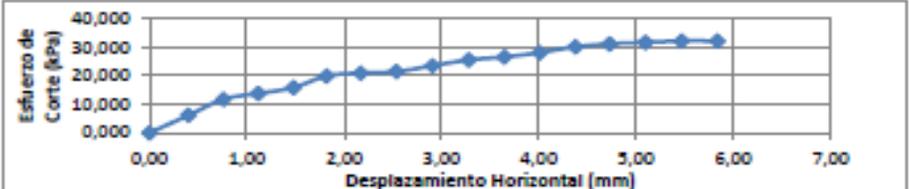
 INGENIEROS GEOTECNISTAS ASOCIADOS. S.A.S	LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126	ING-PAV-001			
PROYECTO: MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS, SAN GIL – FLORIDABLANCA.		SECTOR: 2			
CLIENTE: PAVIANDI S.A.		SONDEO: M2			
LOCALIZACIÓN: FONDA PAISA		PROF.: 3,00-4,00 FECHA: 03/07/2018			
CON. DE HUMEDAD					
PROFUNDIDAD	3,00-4,00				
PESO DE RECIPI. + S.H.	872,80				
PESO DE RECIPI. + S.S.	739,00				
PESO RECIPIENTE	61,00				
PESO AGUA	133,80				
PESO SUELO SECO	678,00				
% HUMEDAD	19,73				
LÍMITES DE CONSISTENCIA					
LÍMITE LÍQUIDO					
Determinación No	1	2	3		
No. GOLPES	36	25	11		
RECIPI. No.	3	23	19		
PESO DE RECIPI. + S.H.	33,5	32	31		
PESO DE RECIPI. + S.S.	27,2	25,9	24,94		
PESO RECIPIENTE	8,6	8,4	8,5		
PESO AGUA	6,30	6,10	6,06		
PESO SUELO SECO	18,60	17,50	16,44		
% HUMEDAD	33,87	34,86	36,86		
LÍMITE PLÁSTICO					
RECIPI. No.	1	32			
PESO DE RECIPI. + S.H.	27,10	26,70			
PESO DE RECIPI. + S.S.	23,40	23,10			
PESO RECIPIENTE	8,40	8,50			
PESO AGUA	3,70	3,60			
PESO SUELO SECO	15,00	14,60			
% HUMEDAD	24,67	24,66			
GRADACIÓN					
Peso Inicial:	343,90	gr	Peso final:	44,60	gr
Tamiz (pulg)	Tamiz (mm)	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76,10				
2 1/2"	64,00				100,0%
2"	50,80				100,0%
1 1/2"	38,10				100,0%
1"	25,40				100,0%
3/4"	19,00				100,0%
1/2"	12,70				
3/8"	9,51				100,0%
4	4,76	0,2	0,1%	0,1%	99,9%
8	2,38	1,6	0,5%	0,5%	99,5%
10	2,00	0,8	0,2%	0,8%	99,2%
12	1,68				
16	1,19	2,5	0,7%	1,5%	98,5%
30	0,59	6,6	1,9%	3,4%	96,6%
40	0,42	4,4	1,3%	4,7%	95,3%
50	0,30	3,5	1,0%	5,7%	94,3%
80	0,18	6,4	1,9%	7,6%	92,4%
100	0,15	6,2	1,8%	9,4%	90,6%
200	0,07	12,4	3,6%	13,0%	87,0%
Pasa 200		299,3	87,0%	100,0%	0,0%
Total		343,9			
Límites de Atterberg					
					
RESULTADOS					
Limite Líquido	34,8	%			
Limite Plástico	24,7	%			
Índice Plástico	10,2	%			
Gravas	0,1%				
Arenas	12,9%				
Finos	87,0%				
CLASIFICACIÓN					
Índice de Grupo	9				
A.A.S.H.T.O.	A - 4				
U.S.C	ML				
OBSERVACIONES:					
LIMO INORGANICO DE PASTICIDAD MEDIA DE COLOR AMARILLO CON GRIS					
 Luz Marina Torrado Gómez Ingeniero Civil, M.Sc. Geotecnia Aprobó		 Juan Carlos Florez Laboratorista Realizó			

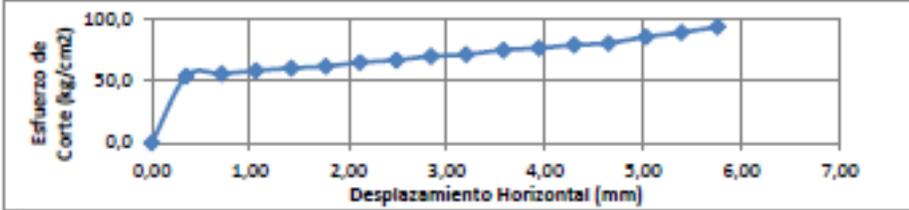
 INGENIEROS GEOTECNISTAS ASOCIADOS.	LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126	ING-PAV-001																																																																																																																																										
PROYECTO: MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS, SAN GIL – FLORIDABLANCA.		SECTOR 2																																																																																																																																										
CLIENTE: PAVIANDI S.A.		SONDEO M3																																																																																																																																										
LOCALIZACIÓN: FONDA PAISA		PROF. 4,00-5,00 FECHA: 03/07/2018																																																																																																																																										
CON. DE HUMEDAD																																																																																																																																												
PROFUNDIDAD	4,00-5,00																																																																																																																																											
PESO DE RECIP. + S.H.	873,00																																																																																																																																											
PESO DE RECIP. + S.S.	739,50																																																																																																																																											
PESO RECIPIENTE	61,60																																																																																																																																											
PESO AGUA	133,50																																																																																																																																											
PESO SUELO SECO	677,90																																																																																																																																											
% HUMEDAD	19,69																																																																																																																																											
LÍMITES DE CONSISTENCIA		GRADACIÓN																																																																																																																																										
LÍMITE LÍQUIDO																																																																																																																																												
Determinación No	1	2																																																																																																																																										
No GOLPES	35	25																																																																																																																																										
RECIP. No.	3	23																																																																																																																																										
PESO DE RECIP. + S.H.	33,8	32,3																																																																																																																																										
PESO DE RECIP. + S.S.	27,1	25,9																																																																																																																																										
PESO RECIPIENTE	8,6	8,4																																																																																																																																										
PESO AGUA	6,70	6,40																																																																																																																																										
PESO SUELO SECO	18,50	17,50																																																																																																																																										
% HUMEDAD	36,22	36,57																																																																																																																																										
LÍMITE PLÁSTICO																																																																																																																																												
RECIP. No.	1	32																																																																																																																																										
PESO DE RECIP. + S.H.	27,60	26,90																																																																																																																																										
PESO DE RECIP. + S.S.	23,45	23,50																																																																																																																																										
PESO RECIPIENTE	8,40	8,50																																																																																																																																										
PESO AGUA	4,15	3,40																																																																																																																																										
PESO SUELO SECO	15,05	15,00																																																																																																																																										
% HUMEDAD	27,57	22,67																																																																																																																																										
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Peso Inicial:</th> <th>343,20</th> <th>gr</th> <th>Peso final:</th> <th>44,20</th> <th>gr</th> </tr> <tr> <th>Tamiz (p/g)</th> <th>Tamiz (mm)</th> <th>Peso (gr)</th> <th>% Reten.</th> <th>% Ret.Acum</th> <th>% Pasa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3"</td><td>76,10</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2 1/2"</td><td>64,00</td><td></td><td></td><td></td><td>100,0%</td></tr> <tr><td>2"</td><td>50,80</td><td></td><td></td><td></td><td>100,0%</td></tr> <tr><td>1 1/2"</td><td>38,10</td><td></td><td></td><td></td><td>100,0%</td></tr> <tr><td>1"</td><td>25,40</td><td></td><td></td><td></td><td>100,0%</td></tr> <tr><td>3/4"</td><td>19,00</td><td></td><td></td><td></td><td>100,0%</td></tr> <tr><td>1/2"</td><td>12,70</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3/8"</td><td>9,51</td><td></td><td></td><td></td><td>100,0%</td></tr> <tr><td>4</td><td>4,76</td><td>0,3</td><td>0,1%</td><td>0,1%</td><td>99,9%</td></tr> <tr><td>8</td><td>2,38</td><td>1,9</td><td>0,6%</td><td>0,6%</td><td>99,4%</td></tr> <tr><td>10</td><td>2,00</td><td>0,9</td><td>0,3%</td><td>0,9%</td><td>99,1%</td></tr> <tr><td>12</td><td>1,68</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>16</td><td>1,19</td><td>2,2</td><td>0,6%</td><td>1,5%</td><td>98,5%</td></tr> <tr><td>30</td><td>0,59</td><td>6,5</td><td>1,9%</td><td>3,4%</td><td>96,6%</td></tr> <tr><td>40</td><td>0,42</td><td>4,2</td><td>1,2%</td><td>4,7%</td><td>95,3%</td></tr> <tr><td>50</td><td>0,30</td><td>3,5</td><td>1,0%</td><td>5,7%</td><td>94,3%</td></tr> <tr><td>80</td><td>0,18</td><td>6,8</td><td>2,0%</td><td>7,7%</td><td>92,3%</td></tr> <tr><td>100</td><td>0,15</td><td>6,2</td><td>1,8%</td><td>9,5%</td><td>90,5%</td></tr> <tr><td>200</td><td>0,07</td><td>12,6</td><td>3,7%</td><td>13,1%</td><td>86,9%</td></tr> <tr><td>Pasa 200</td><td></td><td>299,0</td><td>87,1%</td><td>100,3%</td><td>-0,3%</td></tr> <tr><td>Total</td><td></td><td>343,2</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>			Peso Inicial:	343,20	gr	Peso final:	44,20	gr	Tamiz (p/g)	Tamiz (mm)	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa	3"	76,10					2 1/2"	64,00				100,0%	2"	50,80				100,0%	1 1/2"	38,10				100,0%	1"	25,40				100,0%	3/4"	19,00				100,0%	1/2"	12,70					3/8"	9,51				100,0%	4	4,76	0,3	0,1%	0,1%	99,9%	8	2,38	1,9	0,6%	0,6%	99,4%	10	2,00	0,9	0,3%	0,9%	99,1%	12	1,68					16	1,19	2,2	0,6%	1,5%	98,5%	30	0,59	6,5	1,9%	3,4%	96,6%	40	0,42	4,2	1,2%	4,7%	95,3%	50	0,30	3,5	1,0%	5,7%	94,3%	80	0,18	6,8	2,0%	7,7%	92,3%	100	0,15	6,2	1,8%	9,5%	90,5%	200	0,07	12,6	3,7%	13,1%	86,9%	Pasa 200		299,0	87,1%	100,3%	-0,3%	Total		343,2			
Peso Inicial:	343,20	gr	Peso final:	44,20	gr																																																																																																																																							
Tamiz (p/g)	Tamiz (mm)	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa																																																																																																																																							
3"	76,10																																																																																																																																											
2 1/2"	64,00				100,0%																																																																																																																																							
2"	50,80				100,0%																																																																																																																																							
1 1/2"	38,10				100,0%																																																																																																																																							
1"	25,40				100,0%																																																																																																																																							
3/4"	19,00				100,0%																																																																																																																																							
1/2"	12,70																																																																																																																																											
3/8"	9,51				100,0%																																																																																																																																							
4	4,76	0,3	0,1%	0,1%	99,9%																																																																																																																																							
8	2,38	1,9	0,6%	0,6%	99,4%																																																																																																																																							
10	2,00	0,9	0,3%	0,9%	99,1%																																																																																																																																							
12	1,68																																																																																																																																											
16	1,19	2,2	0,6%	1,5%	98,5%																																																																																																																																							
30	0,59	6,5	1,9%	3,4%	96,6%																																																																																																																																							
40	0,42	4,2	1,2%	4,7%	95,3%																																																																																																																																							
50	0,30	3,5	1,0%	5,7%	94,3%																																																																																																																																							
80	0,18	6,8	2,0%	7,7%	92,3%																																																																																																																																							
100	0,15	6,2	1,8%	9,5%	90,5%																																																																																																																																							
200	0,07	12,6	3,7%	13,1%	86,9%																																																																																																																																							
Pasa 200		299,0	87,1%	100,3%	-0,3%																																																																																																																																							
Total		343,2																																																																																																																																										
																																																																																																																																												
RESULTADOS																																																																																																																																												
Limite Líquido	36,3	%																																																																																																																																										
Limite Plástico	25,1	%																																																																																																																																										
Índice Plástico	11,2	%																																																																																																																																										
Gravas	0,1%																																																																																																																																											
Arenas	13,1%																																																																																																																																											
Finos	86,9%																																																																																																																																											
CLASIFICACIÓN																																																																																																																																												
Índice de Grupo	10																																																																																																																																											
A.A.S.H.T.O.	A - 6																																																																																																																																											
U.S.C	ML																																																																																																																																											
																																																																																																																																												
OBSERVACIONES: <u>LIMO INORGANICO DE PASTICIDAD MEDIA</u> <u>DE COLOR AMARILLO CON GRIS</u>																																																																																																																																												
 Luz Marina Torrado Gómez Ingeniero Civil, MSc. Geotecnia Aprobó		 Juan Carlos Florez Laboratorista Realizó																																																																																																																																										

 INGENIEROS GEOTECNISTAS ASOCIADOS.	LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126	IDT-FL-001																																																																																																																																										
PROYECTO: MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS, SAN GIL – FLORIDABLANCA.		SECTOR 2																																																																																																																																										
CLIENTE: PAVIANDI S.A.		SONDEO M4																																																																																																																																										
LOCALIZACIÓN: FONDA PAISA		PROF. 3,00-4,00 FECHA: 03/07/2018																																																																																																																																										
CON. DE HUMEDAD																																																																																																																																												
PROFUNDIDAD	3,00-4,00																																																																																																																																											
PESO DE RECIPI. + S.H.	760,90																																																																																																																																											
PESO DE RECIPI. + S.S.	621,00																																																																																																																																											
PESO RECIPIENTE	59,00																																																																																																																																											
PESO AGUA	139,90																																																																																																																																											
PESO SUELO SECO	562,00																																																																																																																																											
% HUMEDAD	24,89																																																																																																																																											
LÍMITES DE CONSISTENCIA		GRADACIÓN																																																																																																																																										
LÍMITE LÍQUIDO																																																																																																																																												
Determinación No	1	2																																																																																																																																										
No GOLPES	33	20																																																																																																																																										
RECIPI. No.	22	4																																																																																																																																										
PESO DE RECIPI. + S.H.	37,8	36,4																																																																																																																																										
PESO DE RECIPI. + S.S.	30,4	29,1																																																																																																																																										
PESO RECIPIENTE	8,4	8,6																																																																																																																																										
PESO AGUA	7,40	7,30																																																																																																																																										
PESO SUELO SECO	22,00	20,50																																																																																																																																										
% HUMEDAD	33,64	35,61																																																																																																																																										
LÍMITE PLÁSTICO																																																																																																																																												
RECIPI. No.	9	113																																																																																																																																										
PESO DE RECIPI. + S.H.	35,70	33,80																																																																																																																																										
PESO DE RECIPI. + S.S.	30,00	28,50																																																																																																																																										
PESO RECIPIENTE	8,70	8,50																																																																																																																																										
PESO AGUA	5,70	5,30																																																																																																																																										
PESO SUELO SECO	21,30	20,00																																																																																																																																										
% HUMEDAD	26,76	26,50																																																																																																																																										
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Peso Inicial:</th> <th>376,60</th> <th>gr</th> <th>Peso final:</th> <th>5,30</th> <th>gr</th> </tr> <tr> <th>Tamiz (pig)</th> <th>Tamiz (mm)</th> <th>Peso (gr)</th> <th>% Reten.</th> <th>% Ret.Acum</th> <th>% Pasa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3"</td><td>76,10</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2 1/2"</td><td>64,00</td><td></td><td></td><td></td><td>100,0%</td></tr> <tr><td>2"</td><td>50,80</td><td></td><td></td><td></td><td>100,0%</td></tr> <tr><td>1 1/2"</td><td>38,10</td><td></td><td></td><td></td><td>100,0%</td></tr> <tr><td>1"</td><td>25,40</td><td></td><td></td><td></td><td>100,0%</td></tr> <tr><td>3/4"</td><td>19,00</td><td></td><td></td><td></td><td>100,0%</td></tr> <tr><td>1/2"</td><td>12,70</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3/8"</td><td>9,51</td><td></td><td></td><td></td><td>100,0%</td></tr> <tr><td>4</td><td>4,76</td><td></td><td></td><td></td><td>100,0%</td></tr> <tr><td>8</td><td>2,38</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td>2,00</td><td>0,2</td><td>0,1%</td><td>0,1%</td><td>99,9%</td></tr> <tr><td>12</td><td>1,68</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>16</td><td>1,19</td><td>0,4</td><td>0,1%</td><td>0,2%</td><td>99,8%</td></tr> <tr><td>30</td><td>0,59</td><td>0,5</td><td>0,1%</td><td>0,3%</td><td>99,7%</td></tr> <tr><td>40</td><td>0,42</td><td>0,9</td><td>0,2%</td><td>0,5%</td><td>99,5%</td></tr> <tr><td>50</td><td>0,30</td><td>0,3</td><td>0,1%</td><td>0,6%</td><td>99,4%</td></tr> <tr><td>80</td><td>0,18</td><td>1,1</td><td>0,3%</td><td>0,9%</td><td>99,1%</td></tr> <tr><td>100</td><td>0,15</td><td>1,0</td><td>0,3%</td><td>1,2%</td><td>98,8%</td></tr> <tr><td>200</td><td>0,07</td><td>1,2</td><td>0,3%</td><td>1,5%</td><td>98,5%</td></tr> <tr><td>Pasa 200</td><td></td><td>371,3</td><td>98,6%</td><td>100,1%</td><td>-0,1%</td></tr> <tr><td>Total</td><td></td><td>376,6</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>			Peso Inicial:	376,60	gr	Peso final:	5,30	gr	Tamiz (pig)	Tamiz (mm)	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa	3"	76,10					2 1/2"	64,00				100,0%	2"	50,80				100,0%	1 1/2"	38,10				100,0%	1"	25,40				100,0%	3/4"	19,00				100,0%	1/2"	12,70					3/8"	9,51				100,0%	4	4,76				100,0%	8	2,38					10	2,00	0,2	0,1%	0,1%	99,9%	12	1,68					16	1,19	0,4	0,1%	0,2%	99,8%	30	0,59	0,5	0,1%	0,3%	99,7%	40	0,42	0,9	0,2%	0,5%	99,5%	50	0,30	0,3	0,1%	0,6%	99,4%	80	0,18	1,1	0,3%	0,9%	99,1%	100	0,15	1,0	0,3%	1,2%	98,8%	200	0,07	1,2	0,3%	1,5%	98,5%	Pasa 200		371,3	98,6%	100,1%	-0,1%	Total		376,6			
Peso Inicial:	376,60	gr	Peso final:	5,30	gr																																																																																																																																							
Tamiz (pig)	Tamiz (mm)	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa																																																																																																																																							
3"	76,10																																																																																																																																											
2 1/2"	64,00				100,0%																																																																																																																																							
2"	50,80				100,0%																																																																																																																																							
1 1/2"	38,10				100,0%																																																																																																																																							
1"	25,40				100,0%																																																																																																																																							
3/4"	19,00				100,0%																																																																																																																																							
1/2"	12,70																																																																																																																																											
3/8"	9,51				100,0%																																																																																																																																							
4	4,76				100,0%																																																																																																																																							
8	2,38																																																																																																																																											
10	2,00	0,2	0,1%	0,1%	99,9%																																																																																																																																							
12	1,68																																																																																																																																											
16	1,19	0,4	0,1%	0,2%	99,8%																																																																																																																																							
30	0,59	0,5	0,1%	0,3%	99,7%																																																																																																																																							
40	0,42	0,9	0,2%	0,5%	99,5%																																																																																																																																							
50	0,30	0,3	0,1%	0,6%	99,4%																																																																																																																																							
80	0,18	1,1	0,3%	0,9%	99,1%																																																																																																																																							
100	0,15	1,0	0,3%	1,2%	98,8%																																																																																																																																							
200	0,07	1,2	0,3%	1,5%	98,5%																																																																																																																																							
Pasa 200		371,3	98,6%	100,1%	-0,1%																																																																																																																																							
Total		376,6																																																																																																																																										
																																																																																																																																												
RESULTADOS Límite Líquido 34,7 % Límite Plástico 26,5 % Índice Plástico 8,1 % Gravas 0,0% Arenas 1,5% Finos 98,5%		OBSERVACIONES: <u>LIMO INORGANICO DE PLASTICIDAD MEDIA DE</u> <u>COLOR ROJIZO CON GRIS</u>																																																																																																																																										
CLASIFICACIÓN Índice de Grupo 9 A.A.S.H.T.O. A-4 U.S.C ML		Luz Marina Torrado Gómez Ingeniero Civil, M.Sc. Geotecnia Aprobó																																																																																																																																										
		Juan Carlos Florez Laboratorista Realizó																																																																																																																																										

 INGENIEROS GEOTECNISTAS ASOCIADOS.	LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126	IDT-FL-001	
PROYECTO: MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS, SAN GIL – FLORIDABLANCA.		SECTOR SONDEO 2 MUESTRA M5 PROF. 4,00-5,00 FECHA: 03/07/2018	
CLIENTE: PAVIANDI S.A. LOCALIZACIÓN: FONDA PAISA			
CON. DE HUMEDAD			
PROFUNDIDAD	4,00-5,00		
PESO DE RECIP. + S.H.	751,00		
PESO DE RECIP. + S.S.	622,50		
PESO RECIPIENTE	58,20		
PESO AGUA	138,50		
PESO SUELO SECO	564,30		
% HUMEDAD	24,54		
LÍMITES DE CONSISTENCIA		GRADACIÓN	
LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
No GOLPES	34	21	12
RECIP. No.	22	4	20,7
PESO DE RECIP. + S.H.	37,5	36,2	37,2
PESO DE RECIP. + S.S.	30,4	29,3	29,8
PESO RECIPIENTE	8,4	8,6	9,8
PESO AGUA	7,10	6,90	7,40
PESO SUELO SECO	22,00	20,70	20,00
% HUMEDAD	32,27	33,33	37,00
LÍMITE PLÁSTICO			
RECIP. No.	9	113	
PESO DE RECIP. + S.H.	36,50	34,70	
PESO DE RECIP. + S.S.	30,50	28,90	
PESO RECIPIENTE	8,70	8,50	
PESO AGUA	6,00	5,80	
PESO SUELO SECO	21,80	20,40	
% HUMEDAD	27,52	28,43	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;">  <p style="text-align: center;">Límites de Atterberg</p> </div> <div style="width: 45%;">  </div> </div>			
RESULTADOS			
Limite Líquido	33,3	%	
Limite Plástico	28,0	%	
Índice Plástico	5,3	%	
Gravas	0,0%		
Arenas	1,8%		
Finos	98,2%		
CLASIFICACIÓN			
Índice de Grupo	7		
A.A.S.H.T.O.	A-4		
U.S.C	ML		
 Luz Marina Torrado Gómez Ingeniero Civil, MSc. Geotecnia Aprobó		 Juan Carlos Florez Laboratorista Realizó	
OBSERVACIONES: <u>LIMO INORGANICO DE PLASTICIDAD MEDIA DE COLOR ROJIZO CON GRIS</u>			

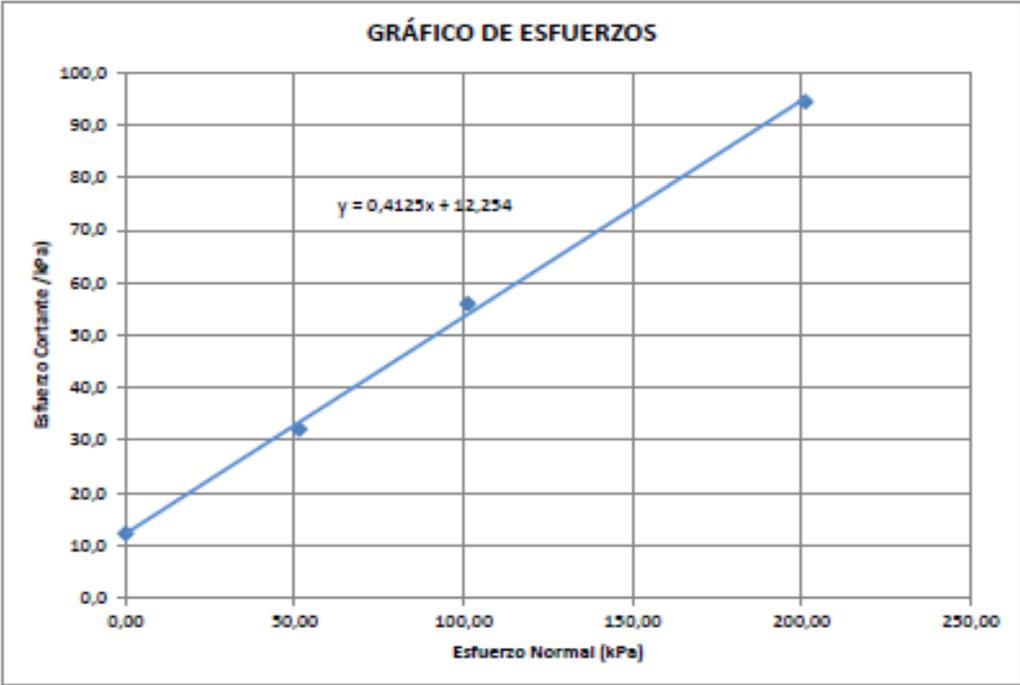
 INGENIEROS GEOTECNISTAS ASOCIADOS.	ENSAYO DE CLASIFICACIÓN LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126	ING-PAV-001			
PROYECTO: MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS, SAN GIL – FLORIDABLANCA.		ABSCISA:			
CLIENTE: PAVIANDI S.A.		SONDEO: 0-3			
LOCALIZACIÓN: FONDA PAISA		MUESTRA: M1M2			
		PROF.: 0,00-2,00			
		FECHA: 03/07/2018			
CON. DE HUMEDAD					
PROFUNDIDAD	0,00-2,00				
PESO DE RECIP. + S.H.	1241,00				
PESO DE RECIP. + S.S.	1067,00				
PESO RECIPENTE	61,00				
PESO AGUA	174,00				
PESO SUELO SECO	1006,00				
% HUMEDAD	17,30				
LÍMITES DE CONSISTENCIA		GRADACIÓN			
LÍMITE LÍQUIDO					
Determinación No	1	2			
No. GOLPES	35	22			
RECIP. No.	24	11			
PESO DE RECIP. + S.H.	35,9	33,3			
PESO DE RECIP. + S.S.	28,4	25,8			
PESO RECIPENTE	10,5	8,4			
PESO AGUA	7,50	7,50			
PESO SUELO SECO	17,90	17,40			
% HUMEDAD	41,90	43,10			
LÍMITE PLÁSTICO					
RECIP. No.	1	20			
PESO DE RECIP. + S.H.	28,10	25,40			
PESO DE RECIP. + S.S.	23,91	21,70			
PESO RECIPENTE	8,50	8,40			
PESO AGUA	4,19	3,70			
PESO SUELO SECO	15,41	13,30			
% HUMEDAD	27,19	27,82			
Tabla de Gradación					
Peso Inicial:	612,00	gr	Peso final:	234,00	gr
Tamiz (pulg)	Tamiz (mm)	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76,10				
2 1/2"	64,00				100,0%
2"	50,80				100,0%
1 1/2"	38,10				100,0%
1"	25,40				100,0%
3/4"	19,00				100,0%
1/2"	12,70				
3/8"	9,51				100,0%
4	4,76	1,0	0,2%	0,2%	99,8%
8	2,38				
10	2,00	5,8	0,9%	1,1%	98,9%
12	1,68				
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42	107,9	17,6%	18,7%	81,3%
50	0,30				
80	0,18	87,8	14,3%	33,1%	66,9%
100	0,15	21,0	3,4%	36,5%	63,5%
200	0,07	11,3	1,8%	38,4%	61,6%
Pasa 200		378,0	61,8%	100,1%	-0,1%
Total		612,0			
Límites de Atterberg			Gráfico de Gradación		
					
RESULTADOS Límite Líquido 42,9 % Límite Plástico 27,5 % Índice Plástico 15,3 % Gravas 0,2% Arenas 38,2% Finos 61,6%			OBSERVACIONES: <u>LIMO INORGANICO DE PLASTICIDAD MEDIA</u> <u>CON ARENA DE COLOR ROJIZO CON GRIS</u>		
CLASIFICACIÓN Índice de Grupo 8 A.A.S.H.T.O. A - 7 - 6 U.S.C ML			 Luz Marina Torrado Gómez Ingeniero Civil, M.Sc. Geotecnia Aprobó		
			 Juan Carlos Florez Laboratorista Realizó		

INFORME DE LABORATORIO				
 Calle 200 No.14-50 Torre 8 Apto 121 ALTOS DE ARANJUEZ Floridablanca	OBRA:	MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS, SAN GIL - FLORIDABLANCA.		
	CLIENTE:	PAVIANDI S.A.		
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA CORTE DIRECTO INV E - 154-13	No. DE ENSAYOS	1	FECHA DE ENSAYO	03/18/2018
	FECHA DEL INFORME:	17/07/2018		
	DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS:	FONDA PAISA M1		
	REALIZÓ:	Juan Carlos Florez	CALCULÓ:	Ing.MSc. Luz Marina Torrado Gómez
INFORME N°	1	PÁGINAS:	1 de 4	
TIEMPO ESTIMADO PARA LA FALLA (t _v)	20	DIMENSIÓN DE LA MUESTRA		
VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO (mm/min)	0,30	VOLUMEN (cm ³)	38,905	
cn (kPa)	51,30	ÁREA (m ²)	0,002	
		DIAMETRO (m)	0,05	
		ALTURA (m)	0,03	
DENSIDAD SECA (γ _d)		HUMEDAD		
No. DE ANILLO	1	TARA	109	
W ANILLO (g)	71,4	W TARA (g)	8,50	
W ANILLO + W _h (g)	179,81	W _t +W _h (g)	46,97	
W _h (g)	108,41	W _t +W _d (g)	42,75	
γ _h (g/cm ³)	1,840	HUMEDAD	12,32	
γ _d (g/cm ³)	1,639			
ENSAYO DE CORTE DIRECTO				
				
TIEMPO (min)	Def Horiz	Def Vert	FUERZA HOR. (kN)	Esf. (kPa)
0,0	0,00	0,00	0,00	0,000
1,0	0,40	0,004	0,01	6,112
2,0	0,76	0,013	0,02	11,714
3,0	1,12	0,040	0,03	13,751
4,0	1,48	0,068	0,03	15,788
5,0	1,82	0,088	0,04	19,862
6,0	2,17	0,112	0,04	20,881
7,0	2,54	0,128	0,04	21,390
8,0	2,91	0,139	0,05	23,428
9,0	3,28	0,154	0,05	25,465
10,0	3,65	0,160	0,05	26,483
11,0	4,01	0,162	0,06	28,011
12,0	4,38	0,165	0,06	30,048
13,0	4,73	0,163	0,06	31,067
14,0	5,10	0,160	0,06	31,576
15,0	5,47	0,159	0,06	32,086
16,0	5,84	0,159	0,06	32,086
OBSERVACIONES:	Muestra en bloque			

INFORME DE LABORATORIO				
 Calle 200 No.14-50 Torre 8 Apto 121 ALTOS DE ARANJUEZ Floridablanca	OBRA:	MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS, SAN GIL – FLORIDABLANCA.		
	CLIENTE:	PAVIANDI S.A.		
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA CORTE DIRECTO INV E - 154-13	No. DE ENSAYOS	1	FECHA DE ENSAYO	03/18/2018
	FECHA DEL INFORME:			
	17/07/2018			
	DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS:			
FONDA PAISA M1				
REALIZÓ:		CALCULÓ:		
Juan Carlos Florez		Ing.MSc. Luz Marina Torrado Gómez		
INFORME N°	1	PÁGINAS:		3 de 4
TIEMPO ESTIMADO PARA LA FALLA (t_f)		20	DIMENSIÓN DE LA MUESTRA	
VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO (mm/min)		0,50	VOLUMEN (cm ³)	53,0145
cn (kg/cm ²)		201,14	ÁREA (cm ²)	0,002
			DIAMETRO (cm)	0,05
			ALTURA (cm)	0,03
DENSIDAD SECA (gd)			HUMEDAD UNITARIA	
No. DE ANILLO	1	TARA		27,00
W ANILLO (g)	71,4	W TARA (g)		8,54
W ANILLO + Wh (g)	180,12	Wt+Wh (g)		64,11
Wh (g)	108,72	Wt+Wd (g)		58,13
γ_h (g/cm ³)	2,051	HUMEDAD		12,06
γ_d (g/cm ³)	1,830			
ENSAYO DE CORTE DIRECTO				
				
TIEMPO (min)	Def Horiz	Def Vert	FUERZA HOR. (kN)	Esf. (kPa)
0,0	0,00	0	0,00	0,000
1,0	0,35	-0,054	0,11	53,985
2,0	0,71	-0,151	0,11	56,022
3,0	1,06	-0,237	0,12	58,569
4,0	1,42	-0,303	0,12	60,606
5,0	1,77	-0,314	0,12	62,134
6,0	2,12	-0,315	0,13	65,190
7,0	2,49	-0,316	0,13	67,227
8,0	2,84	-0,32	0,14	70,283
9,0	3,20	-0,323	0,14	71,811
10,0	3,58	-0,369	0,15	75,376
11,0	3,94	-0,407	0,15	76,903
12,0	4,30	-0,441	0,16	79,450
13,0	4,65	-0,48	0,16	80,978
14,0	5,03	-0,506	0,17	86,071
15,0	5,39	-0,527	0,18	89,636
16,0	5,76	-0,555	0,19	94,220
OBSERVACIONES:				

INFORME DE LABORATORIO			
 INGEAS INGENIEROS GEOTECNISTAS ASOCIADOS S.A.S. Calle 200 No.14-50 Torre 8 Apto 121 ALTOS DE ARANJUEZ Floridablanca	OBRA:	MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS, SAN GIL – FLORIDABLANCA.	
	CLIENTE:	PAVIANDI S.A.	
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA CORTE DIRECTO INV E - 154-13	No. DE ENSAYOS	FECHA DE ENSAYO	FECHA DEL INFORME:
	1	03/18/2018	17/07/2018
	DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS:		
	FONDA PAISA M1		
REALIZÓ:	CALCULÓ:		
Juan Carlos Florez	Ing.MSc. Luz Marina Torrado Gómez		
INFORME N°	1	PÁGINAS:	4 de 4

GRÁFICO DE ESFUERZOS



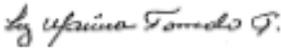
DATOS ESFUERZO NORMAL Y CORTANTE	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3
Esfuerzo Normal σ_n (kPa)	51,304	101,249	201,139
Esfuerzo Cortante τ (kPa)	32,086	56,022	94,220

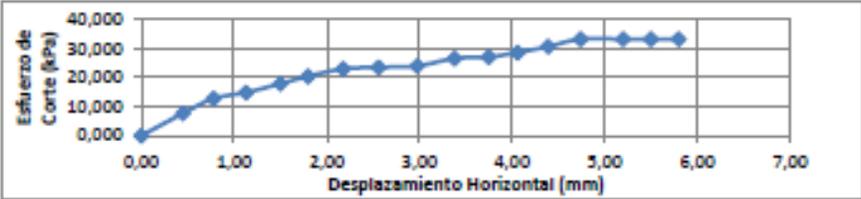
$\theta =$	22,4
Cohesión =	12,254

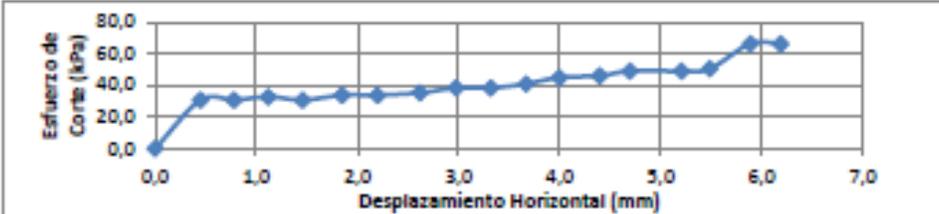
OBSERVACIONES:

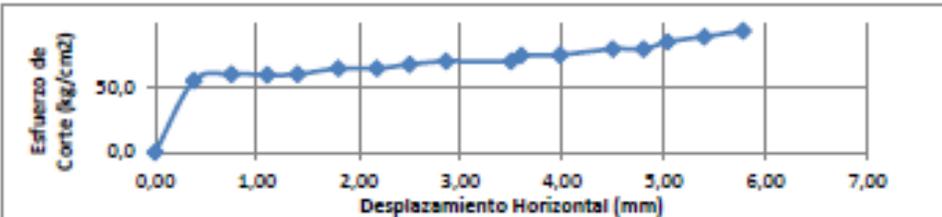
Se prohíbe la reproducción total o parcial de este informe de Laboratorio sin autorización

Los resultados consignados en este informe de laboratorio son válidos únicamente para las muestras ensayadas

 JUAN CARLOS FLOREZ LABORATORISTA	 Ing. MSc. LUZ MARINA TORRADO GÓMEZ JEFE DE LABORATORIO
--	---

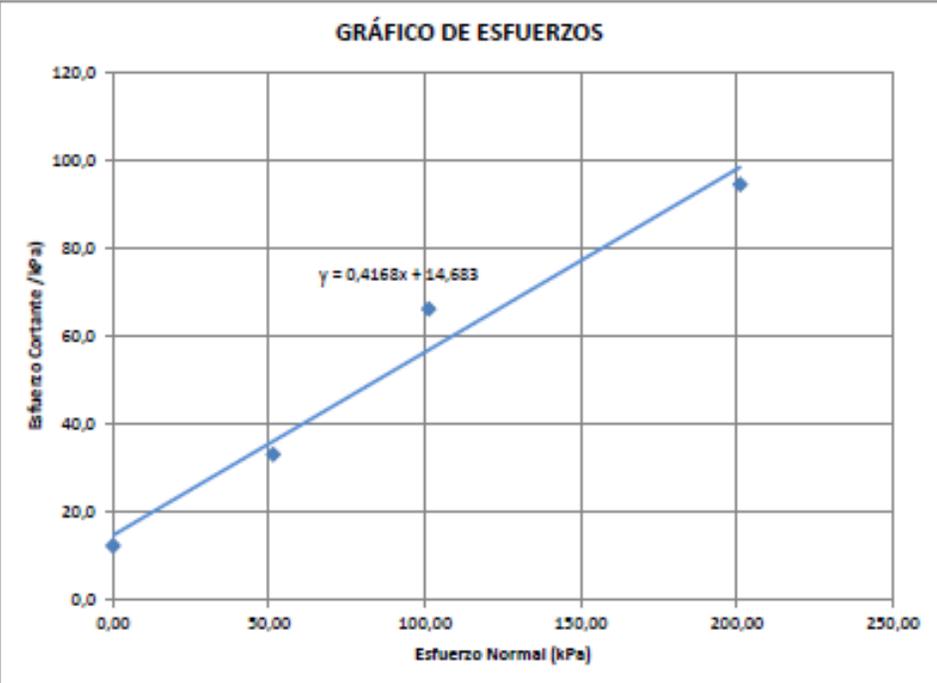
INFORME DE LABORATORIO				
 INGEAS <small>INGENIEROS GEOTECNISTAS ASOCIADOS S.A.S</small>	OBRA:	MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS, SAN GIL – FLORIDABLANCA.		
	Calle 200 No.14-50 Torre 6 Apto 121 ALTOS DE ARANJUEZ Floridablanca	CLIENTE:	PAVIANDI S.A.	
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA CORTE DIRECTO INV E - 154-13	No. DE ENSAYOS	1	FECHA DE ENSAYO	03/18/2018
			FECHA DEL INFORME:	17/07/2018
	DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS:			
	M2 - FONDA PAISA			
	REALIZÓ:	Juan Carlos Florez	CALCULÓ:	Ing.MSc. Luz Marina Torrado Gómez
	INFORME N°	1	PÁGINAS:	3 de 6
TIEMPO ESTIMADO PARA LA FALLA (t_f)		20	DIMENSIÓN DE LA MUESTRA	
VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO (mm/min)		0,50	VOLUMEN (cm^3)	38,905
σ _v (kPa)		31,30	ÁREA (m^2)	0,002
			DIAMETRO (m)	0,05
			ALTURA (m)	0,03
DENSIDAD SECA (γ_d)			HUMEDAD	
No. DE ANILLO	1	TARA		109
W ANILLO (g)	71,4	W TARA (g)		8,30
W ANILLO + Wh (g)	179,92	Wt+Wh (g)		46,95
Wh (g)	108,52	Wt+Wd (g)		42,68
γ_h (g/cm ³)	1,842	HUMEDAD		12,49
γ_d (g/cm ³)	1,638			
ENSAYO DE CORTE DIRECTO				
				
TIEMPO (min)	Def Horiz	Def Vert	FUERZA HOR. (kN)	Esf. (kPa)
0,0	0,00	0,00	0,00	0,000
1,0	0,45	0,050	0,02	7,639
2,0	0,78	0,015	0,03	12,732
3,0	1,13	0,050	0,03	14,770
4,0	1,50	0,070	0,04	17,825
5,0	1,80	0,090	0,04	20,372
6,0	2,18	0,115	0,05	22,918
7,0	2,56	0,130	0,05	23,428
8,0	2,98	0,140	0,05	23,937
9,0	3,38	0,156	0,05	26,483
10,0	3,75	0,160	0,05	26,993
11,0	4,06	0,165	0,06	28,520
12,0	4,39	0,170	0,06	30,558
13,0	4,74	0,170	0,07	33,104
14,0	5,20	0,170	0,07	33,104
15,0	5,50	0,170	0,07	33,104
16,0	5,80	0,170	0,07	33,104
OBSERVACIONES: Muestra en bloque				

INFORME DE LABORATORIO				
 INGEAS INGENIEROS GEOTECNISTAS ASOCIADOS S.A.S. Calle 200 No.14-50 Torre 6 Apto 121 ALTOS DE ARANJUEZ Floridablanca	OBRA:	MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS, SAN GIL – FLORIDABLANCA.		
	CLIENTE:	PAVIANDI S.A.		
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA CORTE DIRECTO INV E - 154-13	No. DE ENSAYOS	FECHA DE ENSAYO	FECHA DEL INFORME:	
	1	03/18/2018	17/07/2018	
	DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS:			
	M2 - FONDA PAISA			
REALIZÓ:	CALCULÓ:			
Juan Carlos Florez	Ing.MSc. Luz Marina Torrado Gómez			
INFORME N°	1	PÁGINAS:	4 de 6	
TIEMPO ESTIMADO PARA LA FALLA (t_f)		20	DIMENSIÓN DE LA MUESTRA	
VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO (mm/min)		0,50	VOLUMEN (cm ³)	
σ _n (kPa)		101,25	ÁREA (cm ²)	
			DIAMETRO (cm)	
			ALTURA (cm)	
DENSIDAD SECA (ρ_d)			HUMEDAD	
No. DE ANILLO	1	TARA	70	
W ANILLO (g)	71,4	W TARA (g)	8,14	
W ANILLO + Wh (g)	179,06	Wt+Wh (g)	58,38	
Wh (g)	107,66	Wt+Wd (g)	53,52	
γ_h (g/cm ³)	2,031	HUMEDAD	10,71	
γ_d (g/cm ³)	1,834			
ENSAYO DE CORTE DIRECTO				
				
TIEMPO (min)	Def Horiz	Def Vert	FUERZA HOR. (kN)	Esf. (kPa)
0,0	0,0	0	0,00	0,000
1,0	0,5	0,006	0,06	30,558
2,0	0,8	-0,009	0,06	30,558
3,0	1,1	-0,017	0,06	32,595
4,0	1,5	-0,021	0,06	30,558
5,0	1,9	-0,041	0,07	33,613
6,0	2,2	-0,065	0,07	33,613
7,0	2,6	-0,083	0,07	35,141
8,0	3,0	-0,13	0,08	38,197
9,0	3,3	-0,139	0,08	38,197
10,0	3,7	-0,15	0,08	40,744
11,0	4,0	-0,17	0,09	44,818
12,0	4,4	-0,19	0,09	45,837
13,0	4,7	-0,217	0,10	48,892
14,0	5,2	-0,23	0,10	48,892
15,0	5,5	-0,248	0,10	50,420
16,0	5,9	-0,265	0,13	66,208
17,0	6,2	-0,265	0,13	66,208
OBSERVACIONES:				

INFORME DE LABORATORIO				
 INGENIEROS GEOTECNISTAS ASOCIADOS Calle 200 No.14-50 Torre 6 Apto 121 ALTOS DE ARANJUEZ Floridablanca	OBRA:	MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS, SAN GIL - FLORIDABLANCA.		
	CLIENTE:	PAVIANDI S.A.		
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA CORTE DIRECTO INVE - 154-13	No. DE ENSAYOS	FECHA DE ENSAYO	FECHA DEL INFORME:	
	1	03/18/2018	17/07/2018	
	DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS:			
	M2 - FONDA PAISA			
REALIZÓ:	CALCULÓ:			
Juan Carlos Florez	Ing.MSc. Luz Marina Torrado Gómez			
INFORME N°	1	PÁGINAS:	5 de 6	
TIEMPO ESTIMADO PARA LA FALLA (t_f)	20	DIMENSIÓN DE LA MUESTRA		
VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO (mm/min)	0,30	VOLUMEN (cm ³)	53,0143	
σ (kg/cm ²)	201,14	ÁREA (cm ²)	0,002	
		DIAMETRO (cm)	0,05	
		ALTURA (cm)	0,03	
DENSIDAD SECA (gd)		HUMEDAD UNITARIA		
No. DE ANILLO	1	TARA	27,00	
W ANILLO (g)	71,4	W TARA (g)	8,36	
W ANILLO + Wh (g)	180,00	Wt+Wh (g)	64,08	
Wh (g)	108,6	Wt+Wd (g)	58,13	
γ_h (g/cm ³)	2,048	HUMEDAD	12,00	
γ_d (g/cm ³)	1,829			
ENSAYO DE CORTE DIRECTO				
				
TIEMPO (min)	Def Horiz	Def Vert	FUERZA HOR. (kN)	Esf. (kPa)
0,0	0,00	0	0,00	0,000
1,0	0,38	-0,055	0,11	56,022
2,0	0,75	-0,15	0,12	61,115
3,0	1,10	-0,239	0,12	60,606
4,0	1,40	-0,3	0,12	61,115
5,0	1,80	-0,316	0,13	65,699
6,0	2,18	-0,316	0,13	65,699
7,0	2,30	-0,316	0,14	68,755
8,0	2,86	-0,34	0,14	71,301
9,0	3,30	-0,33	0,14	71,301
10,0	3,60	-0,37	0,15	75,885
11,0	3,98	-0,41	0,15	76,394
12,0	4,30	-0,441	0,16	80,978
13,0	4,80	-0,5	0,16	80,978
14,0	5,04	-0,52	0,17	86,580
15,0	5,40	-0,53	0,18	90,654
16,0	5,78	-0,56	0,19	95,238
OBSERVACIONES:				

INFORME DE LABORATORIO			
 INGEAS INGENIEROS GEOTECNISTAS ASOCIADOS S.A.S. Calle 200 No.14-50 Torre 8 Apto 121 ALTOS DE ARANJUEZ Floridablanca	OBRA:	MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS, SAN GIL – FLORIDABLANCA.	
	CLIENTE:	PAVIANDI S.A.	
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA CORTE DIRECTO INVE - 154-13	No. DE ENSAYOS	FECHA DE ENSAYO	FECHA DEL INFORME:
	1	03/18/2018	17/07/2018
	DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS:		
	M2 - FONDA PAISA		
REALIZÓ:	CALCULÓ:		
Juan Carlos Florez	Ing.MSc. Luz Marina Torrado Gómez		
INFORME N°	1	PÁGINAS:	6 de 6

GRÁFICO DE ESFUERZOS

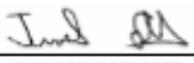


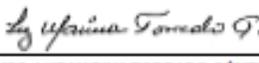
DATOS ESFUERZO NORMAL Y CORTANTE	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3
Esfuerzo Normal σ_n (kPa)	51,304	101,249	201,139
Esfuerzo Cortante τ (kPa)	33,104	66,208	95,238

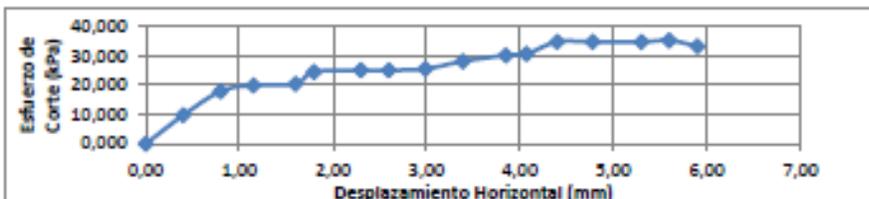
$\theta = 22,6$
 Cohesión = 14,683

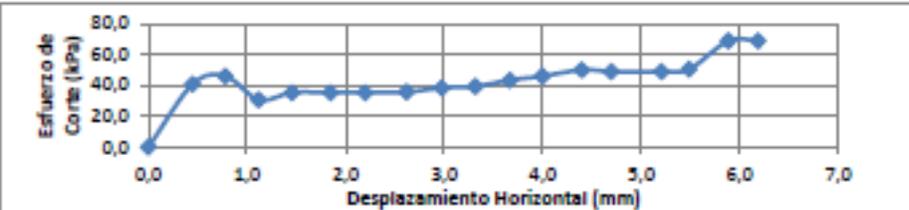
OBSERVACIONES:

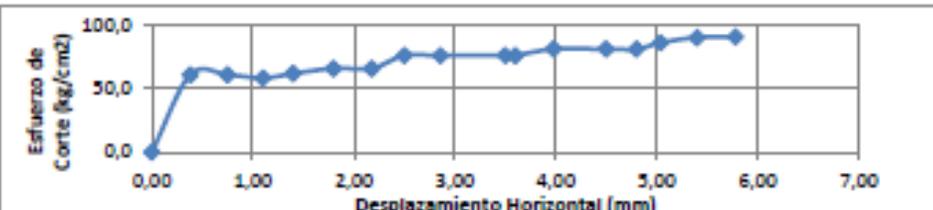
Se prohíbe la reproducción total o parcial de este Informe de Laboratorio sin autorización
 Los resultados consignados en este informe de laboratorio son válidos únicamente para las muestras ensayadas


 JUAN CARLOS FLOREZ
 LABORATORISTA


 Ing. MSc. LUZ MARINA TORRADO GÓMEZ
 JEFE DE LABORATORIO

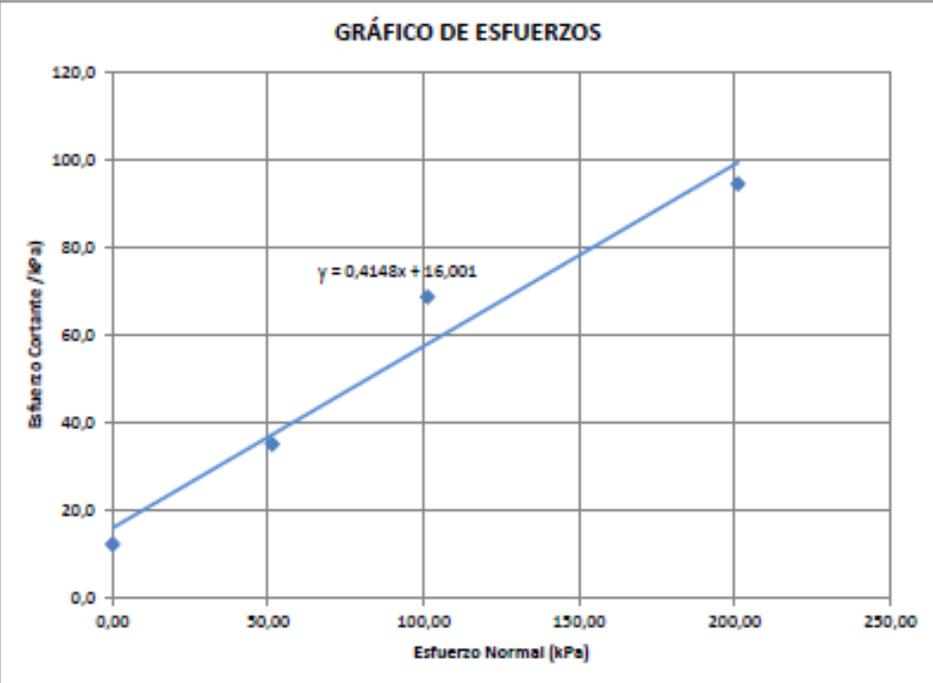
INFORME DE LABORATORIO				
 INGEAS INGENIEROS GEOTECNISTAS ASOCIADOS S.A.S. Calle 200 No.14-50 Torre 6 Apto 121 ALTOS DE ARANJUEZ Floridablanca	OBRA:	MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS, SAN GIL – FLORIDABLANCA.		
	CLIENTE:	PAVIANDI S.A.		
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA CORTE DIRECTO INVE - 154-13	No. DE ENSAYOS	1	FECHA DE ENSAYO	03/18/2018
	FECHA DEL INFORME:	17/07/2018		
	DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS:	M3 - FONDA PAISA		
	REALIZÓ:	Juan Carlos Florez	CALCULÓ:	Ing.MSc. Luz Marina Torrado Gómez
INFORME N°	1	PÁGINAS:	3 de 6	
TIEMPO ESTIMADO PARA LA FALLA (t_f)	20	DIMENSIÓN DE LA MUESTRA		
VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO (mm/min)	0,50	VOLUMEN (cm^3)	38,905	
σ_1 (kPa)	31,30	ÁREA (m^2)	0,002	
		DIAMETRO (m)	0,05	
		ALTURA (m)	0,03	
DENSIDAD SECA (γ_d)		HUMEDAD		
No. DE ANILLO	1	TARA	109	
W ANILLO (g)	71,4	W TARA (g)	8,60	
W ANILLO + Wh (g)	180,00	Wt+Wh (g)	46,99	
Wh (g)	108,60	Wt+Wd (g)	42,75	
γ_h (g/cm $\text{\textcircled{3}}$)	1,844	HUMEDAD	12,42	
γ_d (g/cm $\text{\textcircled{3}}$)	1,640			
ENSAYO DE CORTE DIRECTO				
				
TIEMPO (min)	Def Horiz	Def Vert	FUERZA HOR. (kN)	Esf. (kPa)
0,0	0,00	0,00	0,00	0,000
1,0	0,40	0,050	0,02	9,677
2,0	0,80	0,050	0,04	17,825
3,0	1,15	0,050	0,04	19,862
4,0	1,60	0,070	0,04	20,372
5,0	1,80	0,090	0,05	24,446
6,0	2,30	0,120	0,05	24,955
7,0	2,60	0,130	0,05	24,955
8,0	2,99	0,140	0,05	25,465
9,0	3,39	0,160	0,06	28,011
10,0	3,85	0,160	0,06	30,048
11,0	4,07	0,165	0,06	30,558
12,0	4,40	0,180	0,07	34,632
13,0	4,78	0,180	0,07	34,632
14,0	5,30	0,180	0,07	34,632
15,0	5,60	0,180	0,07	35,141
16,0	5,90	0,180	0,07	33,104
OBSERVACIONES: Muestra en bloque				

INFORME DE LABORATORIO				
 INGEAS S.A.S INGENIEROS GEOTECNICISTAS ASOCIADOS.	OBRA:	MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS, SAN GIL – FLORIDABLANCA.		
	Calle 200 No.14-50 Torre 6 Apto 121 ALTOS DE ARANJUEZ Floridablanca	CLIENTE:	PAVIANDI S.A.	
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA CORTE DIRECTO INVE - 154-13	No. DE ENSAYOS	FECHA DE ENSAYO	FECHA DEL INFORME:	
	1	03/18/2018	17/07/2018	
	DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS:			
	M8 - FONDA PAISA			
REALIZÓ:	CALCULÓ:			
Juan Carlos Florez	Ing.MSc. Luz Marina Torrado Gómez			
INFORME N°	1	PÁGINAS: 4 de 6		
TIEMPO ESTIMADO PARA LA FALLA (t _f)		20	DIMENSIÓN DE LA MUESTRA	
VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO (mm/min)		0,30	VOLUMEN (cm ³)	33,0145
σ _c (kPa)		101,25	ÁREA (cm ²)	0,002
			DIAMETRO (cm)	0,05
			ALTURA (cm)	0,03
DENSIDAD SECA (ρ _d)			HUMEDAD	
No. DE ANILLO	1	TARA	70	
W ANILLO (g)	71,4	W TARA (g)	8,14	
W ANILLO + Wh (g)	178,02	Wt+Wh (g)	38,25	
Wh (g)	106,62	Wt+Wd (g)	33,23	
γ _h (g/cm ³)	2,011	HUMEDAD	11,13	
γ _d (g/cm ³)	1,810			
ENSAYO DE CORTE DIRECTO				
				
TIEMPO (min)	Def Horiz	Def Vert	FUERZA HOR. (kN)	Esf. (kPa)
0,0	0,0	0	0,00	0,000
1,0	0,3	0,005	0,08	40,744
2,0	0,8	-0,009	0,09	43,837
3,0	1,1	-0,019	0,06	30,358
4,0	1,5	-0,02	0,07	35,141
5,0	1,9	-0,043	0,07	35,141
6,0	2,2	-0,07	0,07	35,141
7,0	2,6	-0,083	0,07	35,651
8,0	3,0	-0,138	0,08	38,197
9,0	3,3	-0,14	0,08	39,216
10,0	3,7	-0,16	0,09	43,290
11,0	4,0	-0,18	0,09	43,837
12,0	4,4	-0,2	0,10	49,911
13,0	4,7	-0,22	0,10	48,892
14,0	5,2	-0,24	0,10	48,892
15,0	5,5	-0,248	0,10	50,420
16,0	5,9	-0,263	0,14	68,755
17,0	6,2	-0,263	0,14	68,755
OBSERVACIONES:				

INFORME DE LABORATORIO				
 <p>INGEAS INGENIEROS GEOTECNICISTAS ASOCIADOS S.A.S.</p> <p>Calle 200 No.14-50 Torre 6 Apto 121 ALTOS DE ARANJUEZ Floridablanca</p>	OBRA:	MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS, SAN GIL – FLORIDABLANCA.		
	CLIENTE:	PAVIANDI S.A.		
<p>DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA CORTE DIRECTO</p> <p>INVE - 154-13</p>	No. DE ENSAYOS	FECHA DE ENSAYO	FECHA DEL INFORME:	
	1	03/18/2018	17/07/2018	
	DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS:			
	M3 - FONDA PAISA			
REALIZÓ:	CALCULÓ:			
Juan Carlos Florez	Ing.MSc. Luz Marina Torrado Gómez			
INFORME N°	1	PÁGINAS:	5 de 6	
TIEMPO ESTIMADO PARA LA FALLA (t_f)	20	DIMENSIÓN DE LA MUESTRA		
VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO (mm/min)	0,50	VOLUMEN (cm ³)	53,0143	
σ (kg/cm ²)	201,14	ÁREA (cm ²)	0,002	
		DIAMETRO (cm)	0,05	
		ALTURA (cm)	0,03	
DENSIDAD SECA (gd)		HUMEDAD UNITARIA		
No. DE ANILLO	1	TARA	27,00	
W ANILLO (g)	71,4	W TARA (g)	8,56	
W ANILLO + Wh (g)	180,25	Wt+Wh (g)	64,20	
Wh (g)	108,85	Wt+Wd (g)	58,16	
γ_h (g/cm ³)	2,053	HUMEDAD	12,18	
γ_d (g/cm ³)	1,830			
ENSAYO DE CORTE DIRECTO				
				
TIEMPO (min)	Def Horiz	Def Vert	FUERZA HOR. (kN)	Esf. (kPa)
0,0	0,00	0	0,00	0,000
1,0	0,38	-0,065	0,12	61,115
2,0	0,75	-0,17	0,12	61,115
3,0	1,10	-0,24	0,12	58,569
4,0	1,40	-0,35	0,12	62,134
5,0	1,80	-0,316	0,13	66,208
6,0	2,18	-0,316	0,13	66,208
7,0	2,50	-0,316	0,15	76,394
8,0	2,86	-0,34	0,15	76,394
9,0	3,50	-0,33	0,15	76,394
10,0	3,60	-0,37	0,15	76,394
11,0	3,98	-0,41	0,16	81,487
12,0	4,50	-0,44	0,16	81,487
13,0	4,80	-0,55	0,16	81,487
14,0	5,04	-0,52	0,17	86,580
15,0	5,40	-0,53	0,18	90,654
16,0	5,78	-0,56	0,18	91,164
OBSERVACIONES:				

INFORME DE LABORATORIO			
 INGEAS INGENIEROS GEOTECNISTAS ASOCIADOS S.A.S. Calle 200 No. 14-50 Torre 6 Apto 121 ALTOS DE ARANJUEZ Floridablanca	OBRA:	MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS, SAN GIL – FLORIDABLANCA.	
	CLIENTE:	PAVIANDI S.A.	
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA CORTE DIRECTO INVE - 154-13	No. DE ENSAYOS	FECHA DE ENSAYO	FECHA DEL INFORME:
	1	03/18/2018	17/07/2018
	DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS:		
	M3 - FONDA PAISA		
REALIZÓ:	CALCULO:		
Juan Carlos Florez	Ing.MSc. Luz Marina Torrado Gómez		
INFORME N°	1	PÁGINAS:	6 de 6

GRÁFICO DE ESFUERZOS



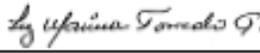
DATOS ESFUERZO NORMAL Y CORTANTE	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3
Esfuerzo Normal σ_n (kPa)	51,304	101,249	201,139
Esfuerzo Cortante τ (kPa)	35,141	68,755	91,164

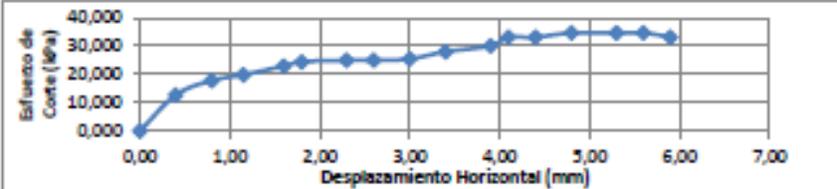
$\theta =$	22,3
Cohesión =	16,001

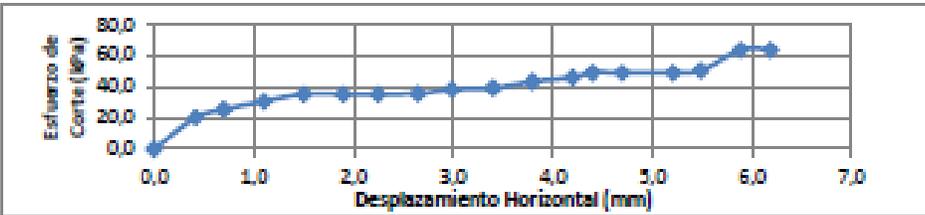
OBSERVACIONES:

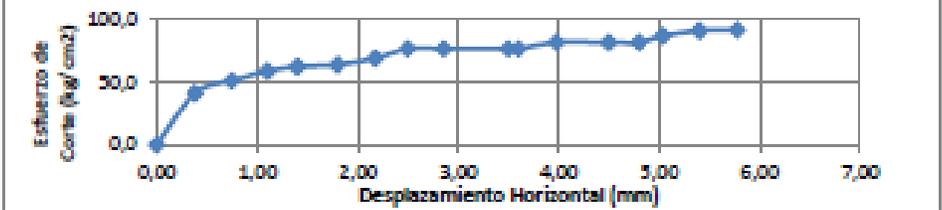
Se prohíbe la reproducción total o parcial de este Informe de Laboratorio sin autorización
 Los resultados consignados en este informe de laboratorio son válidos únicamente para las muestras ensayadas

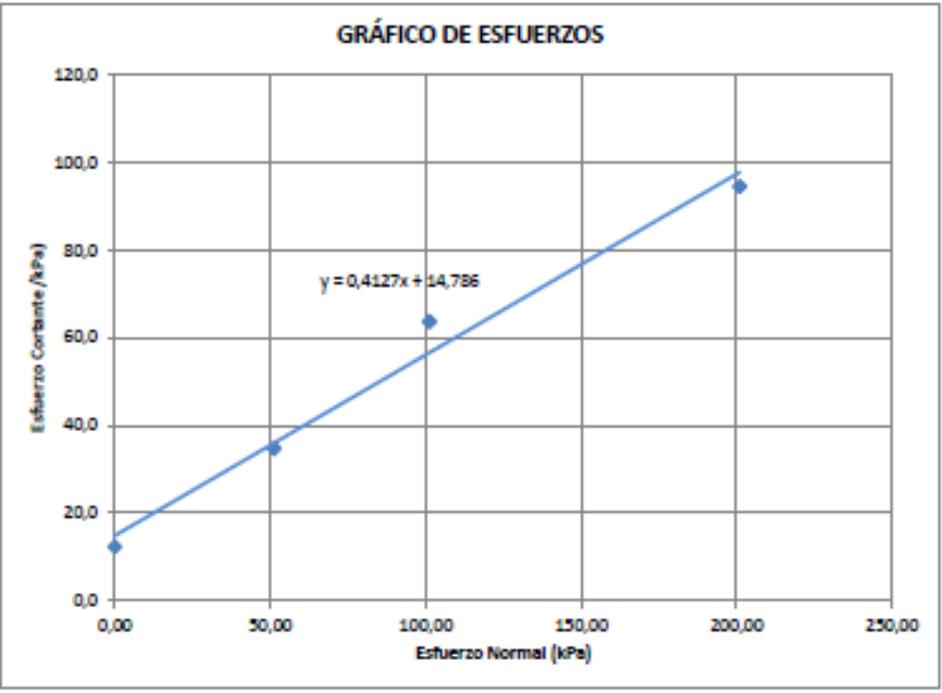
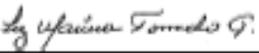

 JUAN CARLOS FLOREZ
 LABORATORISTA

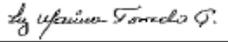

 Ing. MSc. LUZ MARINA TORRADO GÓMEZ
 JEFE DE LABORATORIO

INFORME DE LABORATORIO				
 Calle 200 No.14-50 Torre 8 Apt. 121 ALTOS DE ARANJUEZ Floridablanca	OBRA:	MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS, SAN GIL - FLORIDABLANCA.		
	CLIENTE:	PAVIANDI S.A.		
	No. DE ENSAYOS	FECHA DE ENSAYO	FECHA DEL INFORME:	
	1	03/18/2018	17/07/2018	
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA CORTE DIRECTO INV E - 154-13	DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS:			
	M4 - FONDA PAISA			
	REALIZÓ:	CALCULÓ:		
	Juan Carlos Florez	Ing.MSc. Luz Marina Torrado Gómez		
INFORME N°	1	PÁGINAS:	3 de 6	
TIEMPO ESTIMADO PARA LA FALLA (t_c)		20	DIMENSIÓN DE LA MUESTRA	
VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO (mm/min)		0,30	VOLUMEN (cm ³)	38,905
c _n (kPa)		51,30	ÁREA (m ²)	0,002
			DIAMETRO (m)	0,05
			ALTURA (m)	0,03
DENSIDAD SECA (ρ_d)			HUMEDAD	
No. DE ANILLO	1	TARA	109	
W ANILLO (g)	71,4	W TARA (g)	8,60	
W ANILLO + Wh (g)	180,60	Wt+Wh (g)	46,52	
Wh (g)	109,20	Wt+Wd (g)	42,70	
γ_h (g/cm ³)	1,834	HUMEDAD	11,20	
γ_d (g/cm ³)	1,667			
ENSAYO DE CORTE DIRECTO				
				
TIEMPO (min)	Def Horiz	Def Vert	FUERZA HOR. (kN)	Esf. (kPa)
0,0	0,00	0,00	0,00	0,000
1,0	0,40	0,050	0,03	12,732
2,0	0,80	0,050	0,04	17,825
3,0	1,15	0,050	0,04	19,862
4,0	1,60	0,070	0,05	22,918
5,0	1,80	0,090	0,05	24,446
6,0	2,30	0,120	0,05	24,935
7,0	2,60	0,130	0,05	24,935
8,0	3,00	0,140	0,05	25,465
9,0	3,40	0,160	0,06	28,011
10,0	3,90	0,160	0,06	30,048
11,0	4,10	0,160	0,07	33,104
12,0	4,40	0,170	0,07	33,104
13,0	4,80	0,170	0,07	34,632
14,0	5,30	0,170	0,07	34,632
15,0	5,60	0,170	0,07	34,632
16,0	5,90	0,170	0,07	33,104
OBSERVACIONES: Muestra en bloque				

INFORME DE LABORATORIO				
 INGEAS S.A.S. INGENIEROS GEOTECNICISTAS ASOCIADOS.	OBRA:	MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS, SAN GIL - FLORIDABLANCA.		
	CALLE: Calle 200 No.14-50 Torre 5 Apto. 121 ALTOS DE ARANJUEZ Floridablanca	CLIENTE:	PAVIANDI S.A.	
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA CORTE DIRECTO INV E - 154-13	NO. DE ENSAYOS	FECHA DE ENSAYO	FECHA DEL INFORME:	
	1	03/18/2018	17/07/2018	
	DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS:			
	M4 - FONDA PAISA			
REALIZÓ:	CALCULÓ:			
Juan Carlos Florez	Ing.MSc. Luz Marina Torrado Gómez			
INFORME Nº	1	PÁGINAS:	4 de 6	
TIEMPO ESTIMADO PARA LA FALLA (%)		20	DIMENSIÓN DE LA MUESTRA	
VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO (mm/min)		0,30	VOLUMEN (cm ³)	
α _n (kPa)		101,25	ÁREA (cm ²)	
			DIAMETRO (cm)	
			ALTURA (cm)	
DENSIDAD SECA (γ _d)			HUMEDAD	
No. DE ANILLO	1	TARA	70	
W ANILLO (g)	71,4	W TARA (g)	8,14	
W ANILLO + W _h (g)	177,8	W _t +W _h (g)	58,21	
W _h (g)	106,4	W _t +W _{sd} (g)	53,25	
γ _h (g /cm ³)	2,007	HUMEDAD	11,00	
γ _{sd} (g /cm ³)	1,808			
ENSAYO DE CORTE DIRECTO				
				
TIEMPO (min)	Def Horiz	Def Vert	FUERZA HOR. (kN)	Esf. (kPa)
0,0	0,0	0	0,00	0,000
1,0	0,4	0,005	0,04	20,372
2,0	0,7	0,009	0,05	25,465
3,0	1,1	0,02	0,06	30,558
4,0	1,5	-0,02	0,07	35,141
5,0	1,9	-0,043	0,07	35,141
6,0	2,3	-0,07	0,07	35,141
7,0	2,7	-0,085	0,07	35,651
8,0	3,0	-0,12	0,08	38,197
9,0	3,4	-0,14	0,08	39,216
10,0	3,8	-0,16	0,09	43,290
11,0	4,2	-0,18	0,09	45,837
12,0	4,4	-0,2	0,10	48,892
13,0	4,7	-0,22	0,10	48,892
14,0	5,2	-0,24	0,10	48,892
15,0	5,5	-0,25	0,10	50,420
16,0	5,9	-0,26	0,13	63,662
17,0	6,2	-0,26	0,13	63,662
OBSERVACIONES:				

INFORME DE LABORATORIO				
 INGEAS <small>INGENIEROS GEOTECNICISTAS ASOCIADOS</small> Calle 200 No.14-50 Torre 8 Apto 121 ALTOS DE ARANJUEZ Floridablanca	OBRA:	MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VAS, SAN GIL - FLORIDABLANCA.		
	CLIENTE:	PAVIANDI S.A.		
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA CORTE DIRECTO INV E - 154-13	No. DE ENSAYOS	1	FECHA DE ENSAYO	03/18/2018
	FECHA DEL INFORME:	17/07/2018		
	DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS:	M4 - FONDA PAISA		
	REALIZÓ:	Juan Carlos Florez	CALCULÓ:	Ing.MSc. Luz Marina Torrado Gómez
INFORME N°	1	PÁGINAS:	5 de 5	
TIEMPO ESTIMADO PARA LA FALLA (t)	20	DIMENSIÓN DE LA MUESTRA		
VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO (mm/min)	0,50	VOLUMEN (cm³)	53,0145	
σ_v (kg/cm²)	201,14	ÁREA (cm²)	0,002	
		DIAMETRO (cm)	0,05	
		ALTURA (cm)	0,03	
DENSIDAD SECA (gd)		HUMEDAD UNITARIA		
No. DE ANILLO	1	TARA	27,00	
W ANILLO (g)	71,4	W TARA (g)	8,56	
W ANILLO + W_h (g)	180,43	W_hW_h (g)	64,40	
W_h (g)	109,03	W_hW_d (g)	58,06	
γ_h (g/cm³)	2,057	HUMEDAD	12,81	
γ_d (g/cm³)	1,823			
ENSAYO DE CORTE DIRECTO				
				
TIEMPO (min)	Def Horiz	Def Vert	FUERZA HOR. (kN)	Esf. (kPa)
0,0	0,00	0	0,00	0,000
1,0	0,38	-0,065	0,08	40,744
2,0	0,75	-0,17	0,10	50,929
3,0	1,10	-0,24	0,12	58,569
4,0	1,40	-0,35	0,12	62,134
5,0	1,80	-0,316	0,13	63,662
6,0	2,18	-0,316	0,14	68,755
7,0	2,50	-0,316	0,15	76,394
8,0	2,86	-0,34	0,15	76,394
9,0	3,50	-0,33	0,15	76,394
10,0	3,60	-0,37	0,15	76,394
11,0	3,98	-0,41	0,16	81,487
12,0	4,50	-0,44	0,16	81,487
13,0	4,80	-0,55	0,16	81,487
14,0	5,04	-0,52	0,17	86,580
15,0	5,40	-0,53	0,18	90,674
16,0	5,78	-0,56	0,18	91,164
OBSERVACIONES:				

INFORME DE LABORATORIO															
 INGEAS INGENIEROS GEOTECNICISTAS ASOCIADOS S.A.S. Calle 200 No.14-50 Torre 6 Apto 121 ALTOS DE ARANJUEZ Floridablanca	OBRA:	MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS, SAN GIL - FLORIDABLANCA.													
	CLIENTE:	PAVIANDI S.A.													
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA CORTE DIRECTO INV E - 154-13	No. DE ENSAYOS	FECHA DE ENSAYO	FECHA DEL INFORME:												
	1	03/18/2018	17/07/2018												
	DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS:														
	M4 - FONDA PAISA														
REALIZÓ:	CALCULÓ:														
Juan Carlos Florez	Ing.MSc. Luz Marina Torrado Gómez														
INFORME N°	1	PÁGINAS:	6 de 6												
<div style="text-align: center;"> GRÁFICO DE ESFUERZOS </div>  <table border="1" style="margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th>DATOS ESFUERZO NORMAL Y CORTANTE</th> <th>PRUEBA 1</th> <th>PRUEBA 2</th> <th>PRUEBA 3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Esfuerzo Normal σ_n (kPa)</td> <td>31,304</td> <td>101,249</td> <td>201,139</td> </tr> <tr> <td>Esfuerzo Cortante τ (kPa)</td> <td>34,632</td> <td>63,662</td> <td>91,164</td> </tr> </tbody> </table> <p style="margin-top: 10px;"> $\theta = 22,4$ Cohesión = 16,001 </p>				DATOS ESFUERZO NORMAL Y CORTANTE	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3	Esfuerzo Normal σ_n (kPa)	31,304	101,249	201,139	Esfuerzo Cortante τ (kPa)	34,632	63,662	91,164
DATOS ESFUERZO NORMAL Y CORTANTE	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3												
Esfuerzo Normal σ_n (kPa)	31,304	101,249	201,139												
Esfuerzo Cortante τ (kPa)	34,632	63,662	91,164												
OBSERVACIONES:															
<p><small>Se prohíbe la reproducción total o parcial de este Informe de Laboratorio sin autorización</small></p> <p><small>Los resultados consignados en este informe de laboratorio son válidos únicamente para las muestras ensayadas</small></p>															
 JUAN CARLOS FLOREZ LABORATORISTA		 Ing. MSc. LUZ MARINA TORRADO GÓMEZ JEFE DE LABORATORIO													

INFORME DE LABORATORIO										
 INGEAS INGENIEROS GEOTECNISTAS ASOCIADOS S.A.S. Calle 200 No.14-50 Torre 5 Apto 121 ALTOS DE ARANJUEZ Floridablanca	OBRA:		MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LAS VIAS, SAN GIL – FLORIDABLANCA.							
	CLIENTE:									
	PAVIANDI S.A.									
	No. DE ENSAYOS			FECHA DE ENSAYO			FECHA DEL INFORME:			
1			10/07/2018			17/07/2018				
PESO UNITARIO INVE - 161-13	DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS:									
	FONDA PAISA									
	REALIZÓ:				CALCULÓ:					
	Juan Carlos Florez				Ing.MSc. Luz Marina Torrado Gómez					
INFORME N°		1		PÁGINAS:			1 de 1			
MUESTRA N°	PESO MUESTRA (g)	PESO MUESTRA + PARAFINA (g)	LECTURA INICIAL	LECTURA FINAL	PESO PARAFINA (g)	VOL. PARAFINA (g)	HUMEDAD (%)	PESO UNITARIO HUMEDO (g/cm³)	PESO UNITARIO SECO (g/cm³)	
M1	39,45	39,98	248	270	0,53	0,61	12,32	1,84	1,64	
M2	39,46	40,00	248	270	0,54	0,62	13,32	1,85	1,63	
M3	39,48	40,10	248	270	0,62	0,71	13,50	1,85	1,63	
M4	39,50	39,92	248	270	0,42	0,48	13,20	1,84	1,62	
M5	39,45	39,98	248	270	0,53	0,61	13,40	1,84	1,63	
M6	39,48	40,00	248	270	0,52	0,60	13,25	1,84	1,63	
M7	39,45	40,05	248	270	0,60	0,69	13,27	1,85	1,63	
M8	39,45	39,90	248	270	0,45	0,52	13,28	1,84	1,62	
M9	39,55	39,98	248	270	0,43	0,49	13,25	1,84	1,62	
M10	39,65	40,05	248	270	0,40	0,46	13,26	1,84	1,63	
OBSERVACIONES:										
<p style="text-align: center;">Se prohíbe la reproducción total o parcial de este Informe de Laboratorio sin autorización Los resultados consignados en este Informe de laboratorio son válidos únicamente para las muestras ensayadas</p>										
 NELSON FLOREZ LABORATORISTA					 Ing. MSc. LUZ MARINA TORRADO GÓMEZ JEFE DE LABORATORIO					

Apéndice C. Especificaciones Técnicas

Especificaciones Generales y/o Particulares Alternativa 1

Especificaciones Generales

Según el Instituto Nacional de Vías, las Especificaciones Generales es un documento el cual estipula los requisitos de calidad y describe procedimientos generales de ejecución, control y recibo para los trabajos de ejecución habitual. Las empleadas en este documento se presentan a continuación:

Artículo	Descripción
210-13	Excavación de la explanación, canales y préstamos.
600-13	Excavaciones varias.
630-13	Concreto estructural tipo D.
640-13	Acero de refuerzo $F_y=420$ MPa.
670-13	Disipadores de energía.
673-13	Dren horizontal de longitud 20 metros.
681-13	Gaviones de malla hexagonales de alambre triple torsión.

Especificaciones Particulares

En este anexo se definen las “Especificaciones Particulares de Construcción” las cuales sustituyen o modifican las “Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Instituto Nacional de Vías” del año 2013.

Las especificaciones particulares prevalecen sobre las especificaciones generales, sin embargo, todos los trabajos que no estén cubiertos en las especificaciones particulares se deberán ejecutar conforme a las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Instituto Nacional de Vías” del año 2013

Especificación Particular 1p

Localización y Replanteo

Descripción

Se entiende por localización y replanteo del proyecto la localización en el campo y el control topográfico permanente de las diferentes obras por ejecutar, siguiendo las referencias del proyecto, de tal manera que ocupen la posición indicada en los planos con relación a las obras existentes y a los accidentes topográficos.

La localización del proyecto se apoyará en los planos de construcción y con las indicaciones suministradas por la Interventoría. La Interventoría podrá modificar durante la ejecución de las obras las localizaciones indicadas en los planos.

Materiales

Los materiales utilizados que se recomienda para la óptima ejecución del trabajo son repisas de madera en ordinario, durmientes de madera en ordinario, puntilla de 2”, alambre negro, esmalte sintético para señalización y mineral de cimbra.

El Contratista debe regirse según las recomendaciones de esta especificación particular, cualquier modificación deberá ser autorizada y supervisada por el Interventor.

Equipo

Los equipos y herramientas utilizados que se recomienda para la óptima ejecución del trabajo son estación Topográfica GPS, niveles, plomadas, cintas métricas y mangueras transparentes.

El Contratista debe regirse según las recomendaciones de esta especificación particular, cualquier modificación deberá ser autorizada y supervisada por el Interventor.

Ejecución de los Trabajos

El trabajo será realizado según se indique en los planos de construcción respetando cotas, localizaciones etc. Adicionalmente se deberá dejar puntos fijos o referencias para el constante monitoreo durante y después de la etapa de construcción.

Condiciones para el Recibo de los Trabajos

La unidad de medida será global (GL) debidamente ejecutado y recibido a satisfacción por la Interventoría.

El Contratista debe regirse según las recomendaciones de esta especificación particular, cualquier modificación deberá ser autorizada y supervisada por el Interventor.

Forma de Pago

El pago de la localización y replanteo del proyecto se hará en forma global y única para todo el proyecto, incluyendo la totalidad de las locaciones objeto del Contrato, según el precio consignado en el Ítem correspondiente al formulario de precios.

El precio incluye la totalidad de las labores que se requiere realizar para la localización y replanteo de la totalidad de las obras del proyecto objeto del contrato, y su pago no se realizará hasta tanto se haya realizado la localización y replanteo de la totalidad de las obras del proyecto.

Ítem de Pago: Localización y Replanteo (1P)

Unidad DE Medida: Global (GL)

Especificación Particular 210.1P**Corte en Material Común y/o Conglomerado**

Para este ítem se aplicará la Especificación General en el artículo 210-13, adicionado con los requerimientos y procedimientos indicados en esta especificación particular.

Descripción

Este trabajo consiste en la realización de las operaciones necesarias para ejecutar con maquinaria las excavaciones o cortes que se requieran en la construcción según los planos.

Excavación del Material Común y/o Conglomerado

Conjunto de actividades de excavar, remover, cargar y disponer en los vehículos el material removido de la zona. Este comprende excavaciones en suelos consolidados y de alta cohesión de material fino y granular, así como la remoción de piedras de volumen menor a 0.73 m³.

Forma de Pago

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato. La unidad de medida es el metro cúbico (m³) trabajo ejecutado de acuerdo con esta especificación y aceptado a plena satisfacción por el Interventor.

El precio unitario deberá cubrir la mano de obra, herramientas, equipo necesario para la ejecución de los trabajos, la obtención de todos los permisos requeridos y los costos de administración, imprevistos y utilidad del Contratista.

Ítem de Pago: Corte en material común y/o conglomerado (210.1P)

Unidad de Medida: Metro Cúbico (m³)

Especificación Particular 2p

Transporte de Material de Excavación

Consiste en el transporte para la disposición final de los materiales producto de la excavación desde el sitio de obra.

Equipo

Los vehículos para el transporte de materiales estarán sujetos a la aprobación del interventor y deberán ser suficientes para garantizar el cumplimiento de las exigencias de esta especificación y del programa de trabajo.

Todos los vehículos deberán cumplir con las disposiciones legales vigentes referentes al control de la contaminación ambiental y de circulación.

Ejecución de los Trabajos

Solamente implica el transporte de los materiales a los sitios de acopio para dar disposición final a los materiales además de las indicaciones del interventor quien determinará el recorrido más seguro y corto.

Condiciones para el recibo de los trabajos

Durante la ejecución de los trabajos, el interventor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento de los vehículos de transporte, así como las ruedas del equipo.

- Exigir al constructor la limpieza de la superficie en caso de contaminación por la circulación de los vehículos empleados.
- Verificar el cumplimiento de todas las medidas requeridas sobre seguridad y medio ambiente para el transporte de materiales.

Forma de Pago

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato. La unidad de medida es el metro cúbico - kilómetro (m^3 -km). El trabajo ejecutado de acuerdo con esta especificación y aceptado a plena satisfacción por el Interventor.

El precio unitario deberá cubrir la mano de obra, herramientas, equipo necesario para la ejecución de los trabajos, la obtención de todos los permisos requeridos y los costos de administración, imprevistos y utilidad del Contratista.

Ítem De Pago: Transporte de Material de Excavación (2P)

Unidad de Medida: Metro Cúbico - Kilómetro (m^3 -km)

Especificación Particular 3P

Construcción de Canales en Sacos de Suelo Cemento

Descripción

Este trabajo consiste en el suministro de materiales y la construcción de canales en sacos de suelo – cemento, conforme lo establezcan los planos del proyecto.

Materiales

Los sacos serán nuevos, de fibra natural (Fique) tejida tupida de 60 x 90 centímetros, trama 20 x 16, dosificados con mezcla de suelo y cemento en proporción 5:1 y agua de acuerdo a los diseños.

El suelo debe poseer un 35% de partículas menores de 0.002mm, 80% de material que pase el tamiz no. 4, un límite líquido menor del 50%, un índice plástico menor del 25% y ningún contenido de materia orgánica.

El hilo para cerrar los sacos será cabuya número 3 ($\phi = 3$ mm).

Los pines para anclar los disipadores serán de 60.000 psi, de diámetro ½” y longitud especificada según diseño (0.60 metros mínimo).

Equipo

Se requieren principalmente equipos para el transporte de los materiales, herramientas para la conformación de zanjas y herramientas para la elaboración de los sacos rellenos de suelo-cemento.

Ejecución de los Trabajos

El Contratista verificará con la interventoría la localización de la estructura, seguidamente preparará, excavará y acondicionará el terreno.

Las paredes de la estructura tendrán inclinación 0.5 H: 1 V.

El ancho y dimensiones de las entregas serán las especificadas en los planos.

Los sacos en suelo-cemento se sellarán a máquina o a mano con hilo de fique trenzado en tres hilos.

Los sacos se deben colocar inmediatamente después de la mezcla “in situ”, sobre el terreno acondicionado. Se instalarán de abajo hacia arriba acomodando primero el del medio y seguidamente los laterales.

Todas las dimensiones de los sacos en suelo-cemento podrán ser ajustadas de acuerdo a las condiciones del sitio.

Condiciones para el Recibo de los Trabajos

Durante la ejecución de los trabajos, la interventoría adelantará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo empleado por el constructor para la ejecución de los trabajos.
- Comprobar que los materiales cumplen con los requisitos de calidad establecidos.
- Comprobar que los trabajos se ajusten a las exigencias de esta especificación.
- Confirmar e identificar cualquier daño hecho durante las labores de construcción, los cuales de existir deberán ser corregidos en el menor tiempo posible y por cuenta del Contratista.
- Medir, para efectos de pago la cantidad de obra correctamente ejecutada.

Forma de Pago

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato. La unidad de medida es el metro lineal (ml). El trabajo ejecutado de acuerdo con esta especificación y aceptado a plena satisfacción por el Interventor.

Ítem de Pago: Construcción de canales en sacos de suelo cemento (3P)

Unidad de Medida: Metro Lineal (ml)

Especificación Particular 673.1p

Drenes Subhorizontales con Longitud de 20 M con Tubería de PVC de 2” Recubierta en Geotextil no Tejido

Estos drenes estarán dispuestos cada 5 m en los sentidos transversal y longitudinal de la vía. Tendrán una longitud de 20 m y estarán compuestos por tubería PVC de 2” perforada recubierta con geotextil. Se aplicará la Especificación General en el artículo 673-13, adicionando los requerimientos y procedimientos indicados en esta especificación particular.

Descripción

Este trabajo consiste en la ejecución de todas las operaciones necesarias para construir drenes para el control de las aguas subterráneas en los lugares indicados en los planos o en aquellos sitios en que a juicio del interventor sea necesario.

Materiales

Se emplearán tubos sanitarios de PVC rígida y perforada de 2” de diámetro de acuerdo a los detalles indicados en planos para ser instaladas en las perforaciones de 3” de diámetro y de longitud indicada en los planos.

Se utilizará además un geotextil no tejido compuestos por filamentos de polímeros sintéticos, dispuestos de manera uniforme y estable.

Ejecución de los Trabajos

Perforaciones Subhorizontales

Se debe evitar el encharcamiento o humedecimiento excesivo, tanto en el sitio de perforación como en las zonas aledañas. Las perforaciones se ejecutarán en un diámetro no menor

de 3” para permitir la instalación de la tubería de PVC de 2” revestida con geotextil. El pago de las perforaciones se deberá incluir en los precios unitarios del ítem “Drenes Subhorizontales”. Una vez terminada la perforación, el contratista deberá arreglar el sitio de perforación y realizar las reparaciones que sean ordenadas por la Interventoría.

Drenes Subhorizontales y Obras Complementarias

En los sitios indicados en los planos o donde el interventor lo considere, se construirán drenes Subhorizontales con tubería sanitaria PVC perforada de diámetro 2”.

La tubería y el geotextil se instalarán una vez que la interventoría aprobara anteriormente la perforación subhorizontal.

El extremo del dren que quede en el fondo de la perforación debe cerrarse para evitar la entrada de material que pueda obstruirlo. Los últimos tres metros de tubería más cercanos al borde del talud no deben ranurarse.

Una vez instalada la tubería y retirado el revestimiento, debe construirse un tapón en mortero rodeando la tubería del dren para obturar el orificio de la perforación. Este tapón tendrá 0.5m de profundidad y la tubería deberá fijarse al terreno por medio de un collar de concreto o mortero debidamente aprobado por el interventor.

Terminada la construcción del dren subhorizontal, este debe conectarse al sistema de cunetas de manejo de aguas superficiales.

Condiciones Para el Recibo de los Trabajos

Durante la ejecución de los trabajos, la interventoría adelantará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo empleado por el constructor para la ejecución de los trabajos.
- Comprobar que los materiales cumplen con los requisitos de calidad establecidos.
- Comprobar que los trabajos se ajusten a las exigencias de esta especificación.
- Confirmar e identificar cualquier daño hecho durante las labores de construcción, los cuales de existir deberán ser corregidos en el menor tiempo posible y por cuenta del Contratista.
- Medir, para efectos de pago la cantidad de obra correctamente ejecutada.

Forma de Pago

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato. La unidad de medida es el metro lineal (ml). El precio debe incluir toda la planta, equipo, herramientas, mano de obra, la perforación subhorizontal, el suministro, transporte, perforación o ranura y colocación de la tubería de PVC, la construcción del tapón en mortero, el concreto de fijación y la conexión de los drenes al sistema de aguas superficiales.

Ítem de Pago: Drenes Subhorizontales con Longitud de 30 M con Tubería de PVC de 2”
Recubierta en Geotextil no Tejido (673.1P)

Unidad de Medida: Metro Lineal (ml)

Especificación Particular 4P

Hidrosiembra con Brachiarias Decumbem

Descripción

Este trabajo consiste en el suministro y transporte de los materiales para la hidrosiembra con semillas Brachiarias Decumbem en los sitios indicados en los planos del proyecto.

Materiales

Los materiales utilizados serán los adecuados para una óptima ejecución del trabajo incluyen, pero no limitan a: estacas, hilo, señalización suministro de agua para el riego, la mezcla de agua, semillas de Brachiarias Decumbem, polímeros, aglomerantes, fibras de madera y fibras sintéticas.

Equipo

Se requieren principalmente equipos para el transporte de los materiales de hidrosiembra, hidrosemebradora bimotor y herramientas menores.

Ejecución de los Trabajos

Se debe primeramente prestar atención a la vegetación natural de la zona y determinar si los pastizales nativos circundantes reúnen las condiciones especificadas, ya que mediante un manejo adecuado es factible continuar y mantener el desarrollo de éstas.

El Contratista verificará con la interventoría el área de aplicación de la hidrosiembra, demarcando con estacas e hilo el sector que requiere este tratamiento forestal.

La mezcla deberá ser aplicada según las técnicas adecuadas para las pendientes del terreno y con la dosificación necesaria.

Condiciones para el Recibo de los Trabajos

Durante la ejecución de los trabajos, la interventoría adelantará los siguientes controles principales:

- El contratista deberá aplicar de nuevo la técnica de hidrosiembra de no presentarse una adecuada germinación de las semillas.
- Verificar el estado y funcionamiento del equipo empleado por el constructor para la ejecución de los trabajos.
- Comprobar que los materiales cumplen con los requisitos de calidad establecidos.
- Comprobar que los trabajos se ajusten a las exigencias de esta especificación.
- Confirmar e identificar cualquier daño hecho durante las labores de construcción, los cuales de existir deberán ser corregidos en el menor tiempo posible y por cuenta del Contratista.
- Medir, para efectos de pago la cantidad de obra correctamente ejecutada.

Forma de Pago

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato. El precio unitario incluye el suministro de la totalidad de los materiales, semillas, materiales orgánicos, mano de obra, equipos, herramientas, transportes, adecuaciones previas del terreno, disposición de residuos, manejo de aguas durante la construcción, consecución de permisos ambientales y de los propietarios de los terrenos, indemnizaciones por daños causados a terceros, dirección técnica y todos los demás

elementos que se requieran para la construcción correcta y total del ítem e incluye además los imprevistos, administración, utilidades, etc.

Ítem de Pago: Hidrosiembra con Brachiarias Decumbem (4P)

Unidad de Medida: Metro Cuadrado (m²)

Especificación Particular 5P**Control de Transito****Descripción**

Este ítem hace referencia estrictamente a la utilización de controladores de tránsito requeridos para el desarrollo de obras que afecten parcialmente la calzada.

El contratista deberá efectuar el control de tránsito de acuerdo con lo indicado por el interventor a fin de minimizar la incomodidad de los usuarios.

En la resolución No. 1050 del 5 de mayo de 2004 está establecido el Manual de Señalización Vial – Dispositivos para el control de tránsito en calles, carreteras y ciclo rutas de Colombia.

Forma de Pago

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato. El control de tránsito se pagará de forma global. En el costo incluirán todos los materiales, mano de obra, equipos y demás costos imputables a esta actividad.

Ítem de Pago: Control de Tránsito (5P)

Unidad de Medida: Global (GL)

Especificaciones Generales y/o Particulares Alternativa 2

Especificaciones Generales

Según el Instituto Nacional de Vías, las Especificaciones Generales es un documento el cual estipula los requisitos de calidad y describe procedimientos generales de ejecución, control y recibo para los trabajos de ejecución habitual. Las empleadas en este documento se presentan a continuación:

Artículo	Descripción
210-13	Excavación de la explanación, canales y préstamos.
600-13	Excavaciones varias.
630-13	Concreto estructural tipo D.
640-13	Acero de refuerzo $F_y=420$ MPa.
670-13	Disipadores de energía.
674-13	Dren horizontal de longitud 20 metros.
681-13	Gaviones de malla hexagonales de alambre triple torsión.

Especificaciones Particulares

En este anexo se definen las “Especificaciones Particulares de Construcción” las cuales sustituyen o modifican las “Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Instituto Nacional de Vías” del año 2013.

Las especificaciones particulares prevalecen sobre las especificaciones generales, sin embargo, todos los trabajos que no estén cubiertos en las especificaciones particulares se deberán ejecutar conforme a las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Instituto Nacional de Vías” del año 2013.

Especificación Particular 1P

Localización y Replanteo

Descripción

Se entiende por localización y replanteo del proyecto la localización en el campo y el control topográfico permanente de las diferentes obras por ejecutar, siguiendo las referencias del proyecto, de tal manera que ocupen la posición indicada en los planos con relación a las obras existentes y a los accidentes topográficos.

La localización del proyecto se apoyará en los planos de construcción y con las indicaciones suministradas por la Interventoría. La Interventoría podrá modificar durante la ejecución de las obras las localizaciones indicadas en los planos.

Materiales

Los materiales utilizados que se recomienda para la óptima ejecución del trabajo son repisas de madera en ordinario, durmientes de madera en ordinario, puntilla de 2“, alambre negro, esmalte sintético para señalización y mineral de cimbra.

El Contratista debe regirse según las recomendaciones de esta especificación particular, cualquier modificación deberá ser autorizada y supervisada por el Interventor.

Equipo

Los equipos y herramientas utilizados que se recomienda para la óptima ejecución del trabajo son estación Topográfica GPS, niveles, plomadas, cintas métricas y mangueras transparentes.

El Contratista debe regirse según las recomendaciones de esta especificación particular, cualquier modificación deberá ser autorizada y supervisada por el Interventor.

Ejecución de los Trabajos

El trabajo será realizado según se indique en los planos de construcción respetando cotas, localizaciones etc. Adicionalmente se deberá dejar puntos fijos o referencias para el constante monitoreo durante y después de la etapa de construcción.

Condiciones para el Recibo de los Trabajos

La unidad de medida será global (GL) debidamente ejecutado y recibido a satisfacción por la Interventoría.

El Contratista debe regirse según las recomendaciones de esta especificación particular, cualquier modificación deberá ser autorizada y supervisada por el Interventor.

Forma de Pago

El pago de la localización y replanteo del proyecto se hará en forma global y única para todo el proyecto, incluyendo la totalidad de las locaciones objeto del Contrato, según el precio consignado en el Ítem correspondiente al formulario de precios.

El precio incluye la totalidad de las labores que se requiere realizar para la localización y replanteo de la totalidad de las obras del proyecto objeto del contrato, y su pago no se realizará hasta tanto se haya realizado la localización y replanteo de la totalidad de las obras del proyecto.

Ítem de Pago: Localización y Replanteo (1P)

Unidad de Medida: Global (GL)

Especificación Particular 210.1P**Corte en Material Común y/o Conglomerado**

Para este ítem se aplicará la Especificación General en el artículo 210-13, adicionado con los requerimientos y procedimientos indicados en esta especificación particular.

Descripción

Este trabajo consiste en la realización de las operaciones necesarias para ejecutar con maquinaria las excavaciones o cortes que se requieran en la construcción según los planos.

Excavación Del Material Común y/o Conglomerado

Conjunto de actividades de excavar, remover, cargar y disponer en los vehículos el material removido de la zona. Este comprende excavaciones en suelos consolidados y de alta cohesión de material fino y granular, así como la remoción de piedras de volumen menor a 0.73 m³.

Forma de Pago

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato. La unidad de medida es el metro cúbico (m³) trabajo ejecutado de acuerdo con esta especificación y aceptado a plena satisfacción por el Interventor.

El precio unitario deberá cubrir la mano de obra, herramientas, equipo necesario para la ejecución de los trabajos, la obtención de todos los permisos requeridos y los costos de administración, imprevistos y utilidad del Contratista.

Ítem de Pago: Corte en Material Común y/o Conglomerado (210.1P)

Unidad de Medida: Metro Cúbico (m³)

Especificación Particular 2p

Transporte de Material de Excavación

Consiste en el transporte para la disposición final de los materiales producto de la excavación desde el sitio de obra.

Equipo

Los vehículos para el transporte de materiales estarán sujetos a la aprobación del interventor y deberán ser suficientes para garantizar el cumplimiento de las exigencias de esta especificación y del programa de trabajo.

Todos los vehículos deberán cumplir con las disposiciones legales vigentes referentes al control de la contaminación ambiental y de circulación.

Ejecución de los Trabajos

Solamente implica el transporte de los materiales a los sitios de acopio para dar disposición final a los materiales además de las indicaciones del interventor quien determinará el recorrido más seguro y corto.

Condiciones Para el Recibo de los Trabajos

Durante la ejecución de los trabajos, el interventor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento de los vehículos de transporte, así como las ruedas del equipo.

- Exigir al constructor la limpieza de la superficie en caso de contaminación por la circulación de los vehículos empleados.
- Verificar el cumplimiento de todas las medidas requeridas sobre seguridad y medio ambiente para el transporte de materiales.

Forma de Pago

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato. La unidad de medida es el metro cúbico - kilómetro (m^3 -km). El trabajo ejecutado de acuerdo con esta especificación y aceptado a plena satisfacción por el Interventor.

El precio unitario deberá cubrir la mano de obra, herramientas, equipo necesario para la ejecución de los trabajos, la obtención de todos los permisos requeridos y los costos de administración, imprevistos y utilidad del Contratista.

Ítem de Pago: Transporte de Material de Excavación (2P)

Unidad de Medida: Metro Cúbico - Kilómetro (m^3 -km)

Especificación Particular 3P

Dados Prefabricados de 0.8*0.8*0.3 M

Se aplicarán las Especificaciones Generales artículos 630-13 y 640-13 adicionado con los requerimientos y procedimientos indicados en esta especificación particular.

Descripción

El dado es el elemento que transmitirá los esfuerzos al suelo después de ser tensionado el anclaje. Se deberá fundir teniendo en cuenta las especificaciones y recomendaciones dadas en planos.

Materiales

Se emplearán concreto de las especificaciones señaladas en los planos estructurales, puntillas, formaletas, acero de refuerzo y platina.

Ejecución de los Trabajos

Los trabajos incluyen el transporte y suministro de materiales y sus desperdicios, formaleta, herramientas, mano de obra y demás elementos o maquinas requeridas para su instalación, así como la platina de acero requerida de 0.25*0.25*5/8” y todos los gastos necesarios para la ejecución de las obras.

Forma de Pago

Los dados prefabricados se medirán por unidad global instalada, computándose únicamente los establecidos en los documentos del proyecto y los ordenados por el interventor.

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato, el cual deberá cubrir todos los costos por concepto de suministro y correcta instalación de los dados prefabricados en los sitios y con las dimensiones indicadas en los planos.

Ítem de Pago: Dados Prefabricados de 0.8*0.8*0.3 m (3P)

Unidad de Medida: Global (GL)

Especificación Particular 4P

Construcción de Canales en Sacos de Suelo Cemento

Descripción

Este trabajo consiste en el suministro de materiales y la construcción de canales en sacos de suelo – cemento, conforme lo establezcan los planos del proyecto.

Materiales

Los sacos serán nuevos, de fibra natural (Fique) tejida tupida de 60 x 90 centímetros, trama 20 x 16, dosificados con mezcla de suelo y cemento en proporción 5:1 y agua de acuerdo a los diseños.

El suelo debe poseer un 35% de partículas menores de 0.002mm, 80% de material que pase el tamiz no. 4, un límite líquido menor del 50%, un índice plástico menor del 25% y ningún contenido de materia orgánica.

El hilo para cerrar los sacos será cabuya número 3 ($\phi = 3$ mm).

Los pines para anclar los disipadores serán de 60.000 psi, de diámetro ½” y longitud especificada según diseño (0.60 metros mínimo).

Equipo

Se requieren principalmente equipos para el transporte de los materiales, herramientas para la conformación de zanjas y herramientas para la elaboración de los sacos rellenos de suelo-cemento.

Ejecución de los Trabajos

El Contratista verificará con la interventoría la localización de la estructura, seguidamente preparará, excavará y acondicionará el terreno.

Las paredes de la estructura tendrán inclinación 0.5 H: 1 V.

El ancho y dimensiones de las entregas serán las especificadas en los planos.

Los sacos en suelo-cemento se sellarán a máquina o a mano con hilo de fique trenzado en tres hilos.

Los sacos se deben colocar inmediatamente después de la mezcla “in situ”, sobre el terreno acondicionado. Se instalarán de abajo hacia arriba acomodando primero el del medio y seguidamente los laterales.

Todas las dimensiones de los sacos en suelo-cemento podrán ser ajustadas de acuerdo a las condiciones del sitio.

Condiciones para el Recibo de los Trabajos

Durante la ejecución de los trabajos, la interventoría adelantará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo empleado por el constructor para la ejecución de los trabajos.
- Comprobar que los materiales cumplen con los requisitos de calidad establecidos.
- Comprobar que los trabajos se ajusten a las exigencias de esta especificación.
- Confirmar e identificar cualquier daño hecho durante las labores de construcción, los cuales de existir deberán ser corregidos en el menor tiempo posible y por cuenta del Contratista.
- Medir, para efectos de pago la cantidad de obra correctamente ejecutada.

Forma de Pago

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato. La unidad de medida es el metro lineal (ml). El trabajo ejecutado de acuerdo con esta especificación y aceptado a plena satisfacción por el Interventor.

Ítem de Pago: Construcción de Canales en Sacos de Suelo Cemento (4P)

Unidad de Medida: Metro Lineal (ml)

Especificación Particular 673.1P

Drenes Subhorizontales con Longitud de 20 M con Tubería de PVC de 2” Recubierta en Geotextil no Tejido

Estos drenes estarán dispuestos cada 5 m en los sentidos transversal y longitudinal de la vía. Tendrán una longitud de 20 m y estarán compuestos por tubería PVC de 2” perforada recubierta con geotextil. Se aplicará la Especificación General en el artículo 673-13, adicionando los requerimientos y procedimientos indicados en esta especificación particular.

Descripción

Este trabajo consiste en la ejecución de todas las operaciones necesarias para construir drenes para el control de las aguas subterráneas en los lugares indicados en los planos o en aquellos sitios en que a juicio del interventor sea necesario.

Materiales

Se emplearán tubos sanitarios de PVC rígida y perforada de 2” de diámetro de acuerdo a los detalles indicados en planos para ser instaladas en las perforaciones de 3” de diámetro y de longitud indicada en los planos.

Se utilizará además un geotextil no tejido compuestos por filamentos de polímeros sintéticos, dispuestos de manera uniforme y estable.

Ejecución de los Trabajos

Perforaciones Subhorizontales

Se debe evitar el encharcamiento o humedecimiento excesivo, tanto en el sitio de perforación como en las zonas aledañas. Las perforaciones se ejecutarán en un diámetro no menor

de 3” para permitir la instalación de la tubería de PVC de 2” revestida con geotextil. El pago de las perforaciones se deberá incluir en los precios unitarios del ítem “Drenes Subhorizontales”. Una vez terminada la perforación, el contratista deberá arreglar el sitio de perforación y realizar las reparaciones que sean ordenadas por la Interventoría.

Drenes Subhorizontales y Obras Complementarias

En los sitios indicados en los planos o donde el interventor lo considere, se construirán drenes Subhorizontales con tubería sanitaria PVC perforada de diámetro 2”.

La tubería y el geotextil se instalarán una vez que la interventoría aprobara anteriormente la perforación subhorizontal.

El extremo del dren que quede en el fondo de la perforación debe cerrarse para evitar la entrada de material que pueda obstruirlo. Los últimos tres metros de tubería más cercanos al borde del talud no deben ranurarse.

Una vez instalada la tubería y retirado el revestimiento, debe construirse un tapón en mortero rodeando la tubería del dren para obturar el orificio de la perforación. Este tapón tendrá 0.5m de profundidad y la tubería deberá fijarse al terreno por medio de un collar de concreto o mortero debidamente aprobado por el interventor.

Terminada la construcción del dren subhorizontal, este debe conectarse al sistema de cunetas de manejo de aguas superficiales.

Condiciones para el Recibo de los Trabajos

Durante la ejecución de los trabajos, la interventoría adelantará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo empleado por el constructor para la ejecución de los trabajos.
- Comprobar que los materiales cumplen con los requisitos de calidad establecidos.
- Comprobar que los trabajos se ajusten a las exigencias de esta especificación.
- Confirmar e identificar cualquier daño hecho durante las labores de construcción, los cuales de existir deberán ser corregidos en el menor tiempo posible y por cuenta del Contratista.
- Medir, para efectos de pago la cantidad de obra correctamente ejecutada.

Forma de Pago

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato. La unidad de medida es el metro lineal (ml). El precio debe incluir toda la planta, equipo, herramientas, mano de obra, la perforación subhorizontal, el suministro, transporte, perforación o ranuración y colocación de la tubería de PVC, la construcción del tapon en mortero, el concreto de fijación y la conexión de los drenes al sistema de aguas superficiales.

Ítem de Pago: Drenes Subhorizontales con Longitud de 30 M con Tubería de PVC de 2”
Recubierta en Geotextil no Tejido (673.1P)

Unidad de Medida: Metro Lineal (ml)

Especificación Particular 5P

Hidrosiembra con Brachiarias Decumbem

Descripción

Este trabajo consiste en el suministro y transporte de los materiales para la hidrosiembra con semillas Brachiarias Decumbem en los sitios indicados en los planos del proyecto.

Materiales

Los materiales utilizados serán los adecuados para una óptima ejecución del trabajo incluyen, pero no limitan a: estacas, hilo, señalización suministro de agua para el riego, la mezcla de agua, semillas de Brachiarias Decumbem, polímeros, aglomerantes, fibras de madera y fibras sintéticas.

Equipo

Se requieren principalmente equipos para el transporte de los materiales de hidrosiembra, hidrosebradora bimotor y herramientas menores.

Ejecución de los Trabajos

Se debe primeramente prestar atención a la vegetación natural de la zona y determinar si los pastizales nativos circundantes reúnen las condiciones especificadas, ya que mediante un manejo adecuado es factible continuar y mantener el desarrollo de éstas.

El Contratista verificará con la interventoría el área de aplicación de la hidrosiembra, demarcando con estacas e hilo el sector que requiere este tratamiento forestal.

La mezcla deberá ser aplicada según las técnicas adecuadas para las pendientes del terreno y con la dosificación necesaria.

Condiciones para el Recibo de los Trabajos

Durante la ejecución de los trabajos, la interventoría adelantará los siguientes controles principales:

- El contratista deberá aplicar de nuevo la técnica de hidrosiembra de no presentarse una adecuada germinación de las semillas.
- Verificar el estado y funcionamiento del equipo empleado por el constructor para la ejecución de los trabajos.
- Comprobar que los materiales cumplen con los requisitos de calidad establecidos.
- Comprobar que los trabajos se ajusten a las exigencias de esta especificación.
- Confirmar e identificar cualquier daño hecho durante las labores de construcción, los cuales de existir deberán ser corregidos en el menor tiempo posible y por cuenta del Contratista.
- Medir, para efectos de pago la cantidad de obra correctamente ejecutada.

Forma de Pago

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato. El precio unitario incluye el suministro de la totalidad de los materiales, semillas, materiales orgánicos, mano de obra, equipos, herramientas, transportes, adecuaciones previas del terreno, disposición de residuos, manejo de aguas durante la construcción, consecución de permisos ambientales y de los propietarios de los terrenos, indemnizaciones por daños causados a terceros, dirección técnica y todos los demás elementos que se requieran para la construcción correcta y total del ítem e incluye además los imprevistos, administración, utilidades, etc.

Ítem de Pago: Hidrosiembra con Brachiarias Decumbem (5P)

Unidad de Medida: Metro Cuadrado (m²)

Especificación Particular 6P**Control de Transito****Descripción**

Este ítem hace referencia estrictamente a la utilización de controladores de tránsito requeridos para el desarrollo de obras que afecten parcialmente la calzada.

El contratista deberá efectuar el control de tránsito de acuerdo con lo indicado por el interventor a fin de minimizar la incomodidad de los usuarios.

En la resolución No. 1050 del 5 de mayo de 2004 está establecido el Manual de Señalización Vial – Dispositivos para el control de tránsito en calles, carreteras y ciclo rutas de Colombia.

Forma de Pago

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato. El control de tránsito se pagará de forma global. En el costo incluirán todos los materiales, mano de obra, equipos y demás costos imputables a esta actividad.

Ítem de Pago: Control de Tránsito (6P)

Unidad de Medida: Global (GL)

Apéndice D. Cálculo de Obras de Alternativas Planteadas

Alternativa 1

Diseño de Gaviones

CÁLCULO DE MURO EN GAVIÓN

Parámetros del Terreno a Estabilizar

Peso Específico del Suelo [kN/m ³]	16,30
Altura del Suelo Desestabilizante [m]	4,00
Ángulo de Fricción [°]	22,40
Cohesión [kN/m ²]	12,00
Ángulo de Inclinación de la Pendiente [°]	25,00

Dimensiones del Muro en Gaviones

Ancho [m]	1,00
Largo [m]	1,00
Altura [m]	1,00
Área de la Sección [m ²]	1,50
Peso Específico del material gavión [kN/m ³]	18,00
Volumen del Gavión [m ³]	1,00
Peso de Cada Gavión al 80% [kN]	14,40

Coefficientes de Presión de Tierras Según Mazindrani

Ka [Activo]	0,304
KP [Pasivo]	1,843
Profundidad Estimada [m]	4,000

Empuje Lateral de Tierras

Ep [kN/m]	240,288
Ea [kN/m]	39,704

Chequeo por Volcamiento

Momento Actante Pasivo [kN]	320,384
Momento Actante Activo [kN]	52,939
Peso de Gaviones totales [kN]	144,000
Peso de Cuña de Suelo 1 [kN]	8,150
Peso de Cuña de Suelo 2 [kN]	16,300
Peso de Cuña de Suelo 3 [kN]	187,450
Momento Resistente [kN]	1066,325
Factor de Seguridad Por Volcamiento Activo	20,143
<i>Cumple el F.S al Volcamiento</i>	

Chequeo por Deslizamiento

Factor de Seguridad por Deslizamiento Activo	3,69
<i>Cumple el F.S al Deslizamiento</i>	

γ	-	Peso unitario del suelo
z	-	Profundidad asumida
K'_a	-	Coefficiente de la Presión activa de la tierra según Mazindrani

$$K'_a = \frac{1}{\cos^2 \varphi} \left[\frac{2 \cdot \cos^2 \beta + 2 \left(\frac{c}{\gamma \cdot z} \right) \cdot \cos \varphi \cdot \sin \varphi - \sqrt{4 \cdot \cos^2 \beta \cdot (\cos^2 \beta - \cos^2 \varphi) + 4 \left(\frac{c}{\gamma \cdot z} \right)^2 \cdot \cos^2 \varphi + 8 \left(\frac{c}{\gamma \cdot z} \right) \cdot \cos^2 \beta \cdot \sin \varphi \cdot \cos \varphi}}{2} \right]^{-1}$$

Donde:

β	-	Inclinación de la pendiente
φ	-	Ángulo de fricción interna del suelo
c	-	Cohesión del suelo

γ	-	Peso unitario del suelo
z	-	Profundidad asumida
K'_p	-	Coefficiente de la presión pasiva de la tierra según Mazindrani

El coeficiente de la presión pasiva de la tierra K'_p esta dado:

$$K'_p = \frac{1}{\cos^2 \varphi} \left[\frac{2 \cdot \cos^2 \beta + 2 \left(\frac{c}{\gamma \cdot z} \right) \cdot \cos \varphi \cdot \sin \varphi + \sqrt{4 \cdot \cos^2 \beta \cdot (\cos^2 \beta - \cos^2 \varphi) + 4 \left(\frac{c}{\gamma \cdot z} \right)^2 \cdot \cos^2 \varphi + 8 \left(\frac{c}{\gamma \cdot z} \right) \cdot \cos^2 \beta \cdot \sin \varphi \cdot \cos \varphi}}{2} \right]^{-1}$$

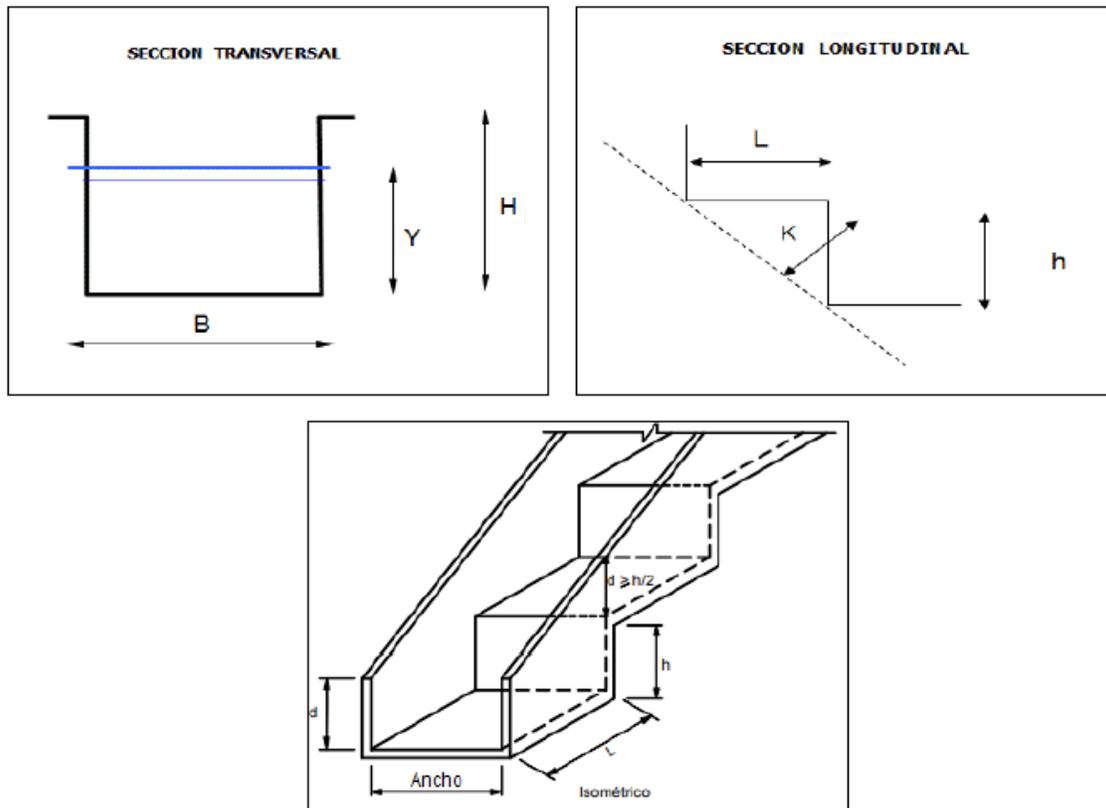
Donde:

β	-	Inclinación de la pendiente
φ	-	Ángulo de fricción interna del suelo
c	-	Cohesión del suelo

Diseño de la Torrentera

Diseño del Canal Escalonado

1. Parámetros geométricos y ecuaciones a emplear



2. Parámetros geométricos propuestos

Caudal Entrante [m ³ /seg]	1,500
Ancho del Canal B [m]	1,000
Acel. Gravedad [m ² /seg]	10,000
Altura del escalón h [m]	0,500
Pendiente Canal [°]	20,000
Altura de la Presa Hd [m]	30,000

3. Diseño por metodología de Ohtsu et al. (2004)		
3.1 - Cálculo profundidad crítica del flujo		
$\left(y_c = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{B^2 \cdot g}} \right)$	$Y_c [m]$	0,608
3.2 - Chequeo de la relación h/Y_c		
$\left(\frac{h}{y_c} \right)_s = \frac{7}{6} (\tan \theta)^{1/6}$	$(h/Y_c)_s$	0,986
$0.25 \leq h/y_c \leq (h/y_c)_s$	h/Y_c	0,822
Cumple		
3.3 - Chequeo de la relación Hd/Y_c y He/Y_c		
	Hd/Y_c	49,324
$\frac{H_e}{y_c} = \frac{\left[5.7 + 6.7 \exp \left(-6.5 \frac{h}{y_c} \right) \right]}{-1.21 \cdot 10^{-5} \theta^3 + 1.60 \cdot 10^{-3} \theta^2 - 7.13 \cdot 10^{-2} \theta + 1.30}$		
	He/Y_c	13,739
<i>Se presentará un flujo rasante cuasi uniforme</i>		
3.4 - Cálculo del factor de fricción		
$f_{max} = 2.32 \times 10^{-5} \theta^2 - 2.75 \times 10^{-3} \theta + 2.31 \times 10^{-1}$		
	f_{max}	0,185
3.5 - Cálculo de la profundidad media del flujo "d" y la velocidad media del flujo "V"		
$d = \sqrt[3]{\frac{q_w^2 \cdot f_e}{g \cdot \text{sen } \theta \cdot 8}}$	$d [m]$	0,248
$\left(V = q_w / d \right)$	$V [m/s]$	6,051
3.6 - Cálculo de la concentración medida del aire "C"		
$D = -2.0 \times 10^{-4} \theta^2 + 2.14 \times 10^{-2} \theta - 3.57 \times 10^{-2}$		
	D	0,312
$C = D - 0.30 \exp \left(-5 \left(\frac{h}{y_c} \right)^2 - 4 \left(\frac{h}{y_c} \right) \right)$	C	0,312
3.7 - Cálculo de la profundidad Y90		
$d = \int_0^{y_{90}} (1 - C) dy$	$Y90 [m]$	0,362
3.8 - Cálculo de la altura de muros		
$H_{muros} = 1,4 * Y90$	$H_{mruos} [m]$	1,000

Diseño de Canales

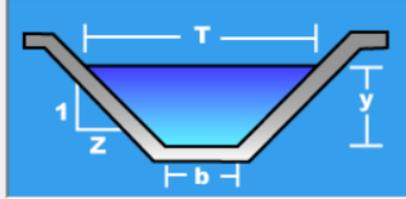
🚩 Cálculo del Tirante Crítico sección Trapezoidal, Rectangular, Triangular

— □

Lugar:	FONDA PAISA	Proyecto:	TESIS DE GRADO
Tramo:	PR 84+700 AL PR 84+780	Revestimiento:	SUELO-CEMENTO

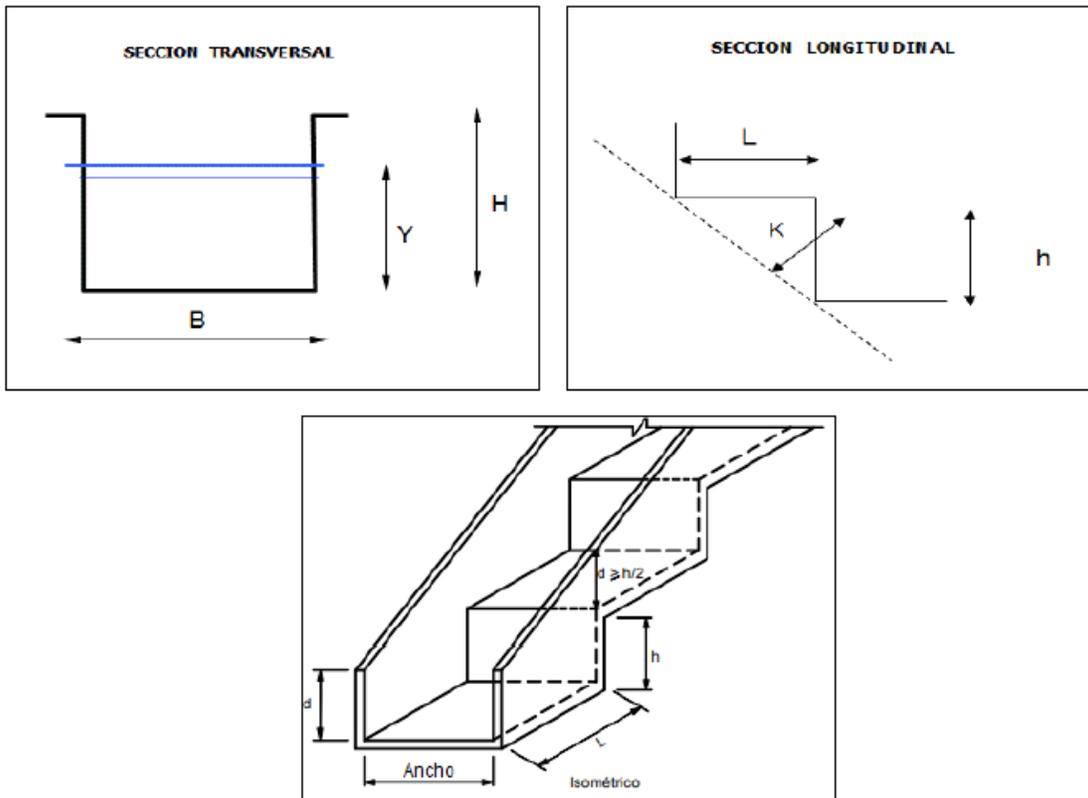
Datos:

Caudal (Q):	0.06	m ³ /s
Ancho de solera (b):	0.40	m
Talud (Z):	0.5	



Resultados:

Tirante crítico (y):	0.1318	m	Perímetro (p):	0.6946	m
Area hidráulica (A):	0.0614	m ²	Radio hidráulico (R):	0.0884	m
Espejo de agua (T):	0.5318	m	Velocidad (v):	0.9774	m/s
Número de Froude (F):	1.0000		Energía específica (E):	0.1805	m·Kg/Kg

Alternativa 2**Diseño de la Torrentera*****Diseño del Canal Escalonado*****1. Parámetros geométricos y ecuaciones a emplear****2. Parámetros geométricos propuestos**

Caudal Entrante [m ³ /seg]	1,500
Ancho del Canal B [m]	1,000
Acel. Gravedad [m ² /seg]	10,000
Altura del escalón h [m]	0,500
Pendiente Canal [°]	20,000
Altura de la Presa Hd [m]	30,000

3. Diseño por metodología de Ohtsu et al. (2004)		
3.1 - Cálculo profundidad crítica del flujo		
$\left(y_c = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{B^2 \cdot g}} \right)$	$Y_c [m]$	0,608
3.2 - Chequeo de la relación h/Y_c		
$\left(\frac{h}{y_c} \right)_s = \frac{7}{6} (\tan \theta)^{1/6}$	$(h/Y_c)_s$	0,986
$0.25 \leq h/y_c \leq (h/y_c)_s$	h/Y_c	0,822
Cumple		
3.3 - Chequeo de la relación Hd/Y_c y He/Y_c		
	Hd/Y_c	49,324
$\frac{H_o}{y_c} = \frac{\left[5.7 + 6.7 \exp \left(-6.5 \frac{h}{y_c} \right) \right]}{-1.21 \cdot 10^{-5} \theta^3 + 1.60 \cdot 10^{-3} \theta^2 - 7.13 \cdot 10^{-2} \theta + 1.30}$		
	He/Y_c	13,739
<i>Se presentará un flujo rasante cuasi uniforme</i>		
3.4 - Cálculo del factor de fricción		
$f_{max} = 2.32x10^{-5}\theta^2 - 2.75x10^{-2}\theta + 2.31x10^{-1}$		
	f_{max}	0,185
3.5 - Cálculo de la profundidad media del flujo "d" y la velocidad media del flujo "V"		
$d = \sqrt[3]{\frac{q_w^2 \cdot f_e}{g \cdot \sin \theta + 8}}$	$d [m]$	0,248
$(V = q_w/d)$	$V [m/s]$	6,051
3.6 - Cálculo de la concentración medida del aire "C"		
$D = -2.0x10^{-4}\theta^2 + 2.14x10^{-2}\theta - 3.57x10^{-2}$		
	D	0,312
$C = D - 0.30 \exp \left(-5 \left(\frac{h}{y_c} \right)^2 - 4 \left(\frac{h}{y_c} \right) \right)$	C	0,312
3.7 - Cálculo de la profundidad Y90		
$d = \int_0^{y_{90}} (1 - C) dy$	$Y90 [m]$	0,362
3.8 - Cálculo de la altura de muros		
$H_{muros} = 1,4 * Y90$	$H_{mruos} [m]$	1,000

Diseño de Canales

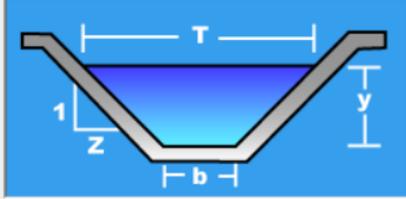
🚩 Cálculo del Tirante Crítico sección Trapezoidal, Rectangular, Triangular

— □

Lugar:	FONDA PAISA	Proyecto:	TESIS DE GRADO
Tramo:	PR 84+700 AL PR 84+780	Revestimiento:	SUELO-CEMENTO

Datos:

Caudal (Q):	0.06	m ³ /s
Ancho de solera (b):	0.40	m
Talud (Z):	0.5	



Resultados:

Tirante crítico (y):	0.1318	m	Perímetro (p):	0.6946	m
Area hidráulica (A):	0.0614	m ²	Radio hidráulico (R):	0.0884	m
Espejo de agua (T):	0.5318	m	Velocidad (v):	0.9774	m/s
Número de Froude (F):	1.0000		Energía específica (E):	0.1805	m·Kg/Kg