

**EVALUACIÓN DEL DESLIZAMIENTO DEL TALUD DE LA VÍA TRONCAL
CENTRAL (VADOREAL)-GAMBITA, UBICADO EN EL K15+900 AL K 15+960
MUNICIPIO DE GAMBITA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.**

FABIOLA FIGUEREDO HURTADO

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA FÍSICO – MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2012

**EVALUACIÓN DEL DESLIZAMIENTO DEL TALUD DE LA VÍA TRONCAL
CENTRAL (VADOREAL)-GAMBITA, UBICADO EN EL K15+900 AL K 15+960
MUNICIPIO DE GAMBITA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.**

FABIOLA FIGUEREDO HURTADO

**Trabajo de grado para optar al título de
Maestría en Geotecnia**

Directora:

Ing. HEBENLY CELIS LEGUIZAMO

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA FÍSICO – MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2012

DEDICATORIA

Al Gran Arquitecto del Universo, por ser siempre mi compañía, por darme la fortaleza, sabiduría e inteligencia para el transcurrir por el camino de la vida haciéndome alcanzar otro peldaño más en este largo recorrido.

A mi esposo Guillermo y a mis hijos Daniela y Germán por su cariño y comprensión, porque son las personas más valiosas que han dado felicidad a mis días.

A mi madre Sarita y a mis hermanos Gonzalo, Toño, Esperanza, Gloria y Pety, quienes me han dado comprensión y cariño en el transcurso de mi vida, que gracias a su compañía y apoyo me han ayudado a alcanzar esta meta.

Los llevo siempre en mi corazón.

FABIOLA FIGUEREDO HURTADO

AGRADECIMIENTOS

Al Gran Arquitecto del Universo por permitirme una vez más el nutrirme de sabiduría, amor y misericordia.

A mi esposo Guillermo y a mis adorados hijos Daniela y Germán por la paciencia, comprensión y ayuda incondicional.

A mi madre Sarita por encomendarme siempre en sus oraciones, a mis hermanos y hermanas que siempre estuvieron presentes para brindarme su cariño y ayuda.

A mis queridas compañeras Laura López y Fany Arias, así como a mis compañeros Jairo Gamboa y José Alberto Rondón por su invaluable colaboración, al igual que a los demás compañeros de la maestría.

A la Gobernación de Santander por apoyar los programas de formación académica de sus funcionarios, especialmente al Dr. Horacio Serpa Uribe y Edgar Augusto Pedraza Gómez.

A la Universidad Industrial de Santander por preocuparse cada día por la formación profesional de sus estudiantes y estar a la vanguardia de los conocimientos

A mi directora de proyecto Ingeniera Hebenly Celis quien dispuso de su tiempo y sabiduría para asesorarme en la realización de este proyecto.

A los docentes, por transmitirnos sus valiosos conocimientos y experiencias, especialmente a Jaime Suarez, Wilfredo del Toro, Vladimir Merchán, Álvaro Pedroza, Jorge Durán, Rolando Armas y Daniel Salcedo.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	18
1. GENERALIDADES	20
1.1 NORMAS APLICADAS	20
1.2 OBJETIVOS	20
1.2.1 Objetivo general	20
1.2.2 Objetivos específicos	20
1.3 SITUACIÓN ACTUAL	21
1.4 MARCO HISTÓRICO	22
1.4.1 Problemática.	22
1.4.2 Justificación del estudio.	25
2. MARCO DE REFERENCIA	26
2.1.1 Caídos o Derrumbes	27
2.1.2 Volcamientos	27
2.1.3 Deslizamientos.	27
2.1.3.1 Rotacionales	28
2.1.3.2 Traslacionales	28
2.1.4 Flujos.	29
2.1.5 Separaciones laterales	29
2.2 TIPOS DE MATERIALES	30
2.2.1 Roca	30
2.2.2 Residuos	30
2.2.3 Tierra.	31
2.2.4 Lodo	31
2.3 MECANISMO DE FALLA	31
2.4 ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES	33

2.4.1 Método de Equilibrio Límite.	33
2.4.2 Método de Dovelas.	34
2.4.3 Métodos Numéricos	34
2.4.4 Métodos de elementos finitos	35
2.5 SOFTWARE - PROGRAMA DE ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES SLOPE/W	37
2.5.1 Factor De Seguridad (F.S.).	38
 3. CARACTERIZACIÓN DEL TALUD	 39
3.1 LOCALIZACIÓN	39
3.2 TOPOGRAFÍA	41
3.3 GEOLOGÍA	42
3.3.1 Geología Regional	42
3.3.2 Geología Local	44
3.3.2.1 Geomorfología	44
3.3.2.2 Estratigrafía	44
3.4 HIDROLOGIA	47
3.4.1 Clima.	47
3.4.2 Recurso Agua	48
3.4.3 Sismicidad	50
 4. EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA	 53
4.1 ESTUDIOS GEOELÉCTRICOS	54
4.2 INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO-ESTUDIOS GEOTÉCNICOS	56
4.2.1 Resultado de ensayos de laboratorio noviembre de 2011	56
4.2.2 Resultados ensayos de laboratorio febrero de 2012	58
 5 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	 65
5.1 VALORES UNIDADES GEOLÓGICAS	68

6 EVALUACIÓN DE ESTABILIDAD	71
6.1 EVALUACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES MEDIANTE EL MÉTODO DEL EQUILIBRIO LÍMITE.	71
6.2 CALIBRACIÓN DEL MODELO DEL TALUD ANTES DE LA CONSTRUCCIÓN DEL GAVIÓN	73
6.3 CALIBRACIÓN DEL MODELO DEL TALUD DESPUES DEL COLAPSO DEL SUELO BAJO EL GAVION	78
6.4 CALIBRACIÓN DEL MODELO DEL TALUD CON LAS OBRAS PROPUESTAS	80
6.5 RESULTADOS DE FACTORES DE SEGURIDAD PARA LAS DIFERENTES OBRAS PROPUESTAS	90
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	97
BIBLIOGRAFÍA	99

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Clasificación de movimientos en masa	26
Figura 2. Clasificación de movimientos en masa	27
Figura 3. Basculamiento de columna por roca	27
Figura 4. Deslizamiento Rotacional	28
Figura 5. Deslizamiento traslacional	29
Figura 6. Deslizamiento translacional	29
Figura 7. Separación lateral en roca	30
Figura 8. Separación lateral en suelo	30
Figura 9. Mecanismos de falla	32
Figura 10. Fuerzas que actúan en una dovela	34
Figura 11. Fuerzas que actúan en una dovela	37

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Valores totales mensuales de precipitación	47
Tabla 2. Cotas límites en los pisos térmicos en Santander	48
Tabla 3. Resultados Sondeo Eléctrico Vertical SEV-1 - Talud superior	54
Tabla 4. Resultados Sondeo Eléctrico Vertical SEV-2- Talud inferior	55
Tabla 5. Resultados generales SEV-1 y SEV-2	56
Tabla 6. Resultados granulométricos de los apiques	57
Tabla 7. Resultados Límites de Atterberg y clasificación de los apiques	57
Tabla 8. Resultados de resistencia al corte por apiques	57
Tabla 9. Características y localización de los sondeos:	59
Tabla 10. Resultado ensayos de laboratorio Talud Inferior	61
Tabla 11. Resultado ensayos de laboratorio Talud Superior	63
Tabla 12. Características físicas típicas de diversos suelos	66
Tabla 13. Correlación de N Para suelos arcillosos:	67
Tabla 14. Correlación de N Para suelos granulares:	67
Tabla 15. Valores unidades geológicas – ensayos I	68
Tabla 16. Valores unidades geológicas Ensayos II	68
Tabla 17. Valores unidades geológicas seleccionados para Modelamiento	68
Tabla 18. Factores de Seguridad Básicos Mínimos Directos de la norma NRS-10.	71
Tabla 19. Criterios de Evaluación de Amenaza CDMB	72
Tabla 20. Factores de Seguridad Mínimos encontrados	91
Tabla 21. Presupuesto de obra alternativa N°1	92

LISTA DE ILUSTRACIONES

	Pág.
Ilustración 1. Factores antrópicos	23
Ilustración 2. Deslizamiento presentado en talud superior e inferior	24
Figura 10. Fuerzas que actúan en una dovela	34
Ilustración 3. Localización general	39
Ilustración 4. Ubicación del Talud	40
Ilustración 5. Forma del Talud	41
Ilustración 6. Plano planta perfil de la vía Vadoreal-Gambita, sector k15+500 al k16+500	42
Ilustración 7. Mapa geológico de la zona	43
Ilustración 8. Formación Rosablanca (Kir)	45
Ilustración 9. Depósito Coluvial (Qc)	46
Ilustración 10. Red fluvial de la zona en estudio	49
Ilustración 11. Áreas de drenaje	49
Ilustración 12. Zonificación amenaza sísmica del sector en estudio	51
Ilustración 13. Registros sísmicos del sector en estudio	52
Ilustración 14. Ubicación de ensayos en Plano Topográfico	53
Ilustración 15. Perforación sondeo N° 5 - Talud superior	58
Ilustración 16. Toma de muestras sondeo N°5- Talud superior	59
Ilustración 17. Localización de sondeos	60
Ilustración 18. Perfil sondeo N° 3 Talud Inferior	62
Ilustración 19. Perfil sondeo N° 5 Talud Superior	64
Ilustración 20. Perfil de diseño	69
Ilustración 21. Perfil de diseño y características	69
Ilustración 22. Modelamiento del talud antes de la construcción del gavión-estático (saturado)	74
Ilustración 23. Valores del factor de seguridad antes de la construcción del gavión-estático (saturado)	74

Ilustración 24. Modelamiento talud antes de la construcción del gavión- Pseudo-estatico (saturado)	75
Ilustración 25. Valores del factor de seguridad antes de la construcción del gavión-estatico (saturado)	75
Ilustración 26. Modelamiento del talud antes de la construcción del gavión- estatico (semisaturado con nivel freatico a 10m)	76
Ilustración 27. Valores del factor de seguridad antes de la construcción del gavión- estatico (semisaturado con nivel freatico a 10m)	76
Ilustración 28. Modelamiento del talud antes de la construcción del gavión- pseudoestatico (semisaturado con nivel freatico a 10m)	77
Ilustración 29. Valores del factor de seguridad antes de la construcción del gavión- pseudoestatico (semisaturado con nivel freatico a 10m)	77
Ilustración 30. Modelamiento del talud posterior al colapso del suelo bajo el gavión- estatico (saturado)	78
Ilustración 31. Valores del factor de seguridad posterior al colapso del suelo bajo el gavión- estatico (saturado)	79
Ilustración 32. Modelamiento del talud en condiciones actuales Pseudoestatico (saturado)	79
Ilustración 33. Modelamiento estático por Spencer obras alternativa 1 (terrazas, drenes y muro anclado sobre caisson)	84
Ilustración 34. Valores del factor de seguridad estático Spencer obras alternativa 1(terrazas, drenes y muro anclado sobre caisson)	84
Ilustración 35. Modelamiento Pseudoestático por Spencer obras alternativa 1(terrazas, drenes y muro anclado sobre caisson)	85
Ilustración 36. Valores del factor de seguridad pseudoestático Spencer obras alternativa 1(terrazas, drenes y muro sobre caisson anclados)	85
Ilustración 37. Modelamiento estático por Spencer obras alternativa 2 (terrazas, drenes y muro anclado sobre micropilotes)	86
Ilustración 38. Valores del factor de seguridad estático Spencer obras alternativa 2 (terrazas, drenes y muro anclado sobre micropilotes)	86

Ilustración 39. Modelamiento Pseudoestático por Spencer obras alternativa 2 (terrazas, drenes y muro anclado sobre micropilotes)	87
Ilustración 40. Valores del factor de seguridad pseudoestático Spencer obras alternativa 2 (terrazas, drenes y muro anclado sobre micropilotes)	88
Ilustración 41. Modelamiento estático por Spencer obras alternativa 3 (terrazas, drenes y pilotes anclados)	88
Ilustración 42. Valores del factor de seguridad estático Spencer obras alternativa 3 (terrazas, drenes y pilotes anclados)	89
Ilustración 43. Modelamiento Pseudoestático por Spencer obras alternativa 3 (terrazas, drenes y pilotes anclados)	89
Ilustración 44. Valores del factor de seguridad pseudoestático Spencer obras alternativa 3 (terrazas, drenes y pilotes anclados)	90
Ilustración 45. Obras de mitigación talud superior.	93
Ilustración 46. Planos obras de mitigación alternativa 1.	94

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. PLANOS TOPOGRÁFICOS	102
ANEXO B. ZONIFICACIÓN SÍSMICA DE COLOMBIA	104
ANEXO C ESTUDIO GEOELÉCTRICO	106
ANEXO D. RESULTADOS ENSAYO DE LABORATORIO NOVIEMBRE DE 2011	115
ANEXO E. RESULTADOS ENSAYOS DE LABORATORIO FEBRERO DE 2012	134
ANEXOS F. MODELAMIENTO DEL TALUD CON OBRAS PROPUESTA	183
ANEXO G. ANEXOS G. PLANOS DE LAS OBRAS PROPUESTAS.	227

RESUMEN

TITULO: EVALUACIÓN DEL DESLIZAMIENTO DEL TALUD DE LA VÍA TRONCAL CENTRAL (VADOREAL)-GAMBITA, UBICADO EN EL K15+900 AL K 15+960 MUNICIPIO DE GAMBITA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.*

AUTOR: FABIOLA FIGUEREDO HURTADO**

PALABRAS CLAVES: Talud, Deslizamiento, Amenaza, Riesgo, Factor de seguridad, Mohr Coulomb, Geo/slope, Remediación, Estabilidad.

DESCRIPCIÓN

El presente estudio se realizó con el fin determinar las posibles causas del deslizamiento, el nivel de amenaza y las obras de remediación para el talud ubicado en el K 15+900 al K15+960 de la vía Vadoreal-Gámbita (Ruta 45 A-ST-15) en el municipio de Gambita, Departamento de Santander, Colombia.

El talud se encuentra en una zona correspondiente a un paisaje de relieve montañoso estructural erosional, mostrando un patrón de fracturamiento asociado a la tectónica regional, conformado en su geología principalmente por rocas sedimentarias, en las cuales se evidencia la presencia de la Formación Rosablanca (Kir), proveniente del periodo cretáceo y Depósitos Coluviales (Qc), provenientes del periodo cuaternario. Debido a los evidentes problemas de erosión y estabilidad presentes en el talud es necesario analizar y determinar el nivel de amenaza de este, para así proponer un diagnóstico preciso y un diseño efectivo que mitigue este problema.

La exploración geotécnica se realizó mediante visitas de campo, reconocimiento del terreno, procesamiento y levantamiento de información, recopilación de ensayos de dos puntos con geoelectrica, 4 sondeos con ensayos SPT, dos apiques y ensayos de laboratorio de granulometría, plasticidad, peso unitario, corte directo, límites y humedad. Posteriormente se realizó el análisis de la información para determinar los valores de mayor susceptibilidad al deslizamiento, en especial el tipo de suelo, Angulo de fricción, cohesión, nivel freático necesarios para el modelamiento del talud a través de un software.

Con los parámetros de resistencia del suelo, a través de software GEO/SLOPE, el cual utiliza la teoría de equilibrio límite para hallar el factor de seguridad en las diferentes simulaciones de condiciones estáticas y pseudoestáticas, se evaluó el nivel de amenaza actual y los posibles factores que influyeron en la inestabilidad del talud de la vía.

*Proyecto de Grado

**Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Directora: Hebenly Celis.

SUMMARY

TITLE: EVALUATION OF SLOPE SLIDE TRACK CENTRAL CORE (VADOREAL)-prawns, LOCATED IN THE K 15 K15 +900 +960 Gambita TOWNSHIP, SANTANDER.*

AUTHOR: FABIOLA FIGUEREDO HURTADO**

KEYWORDS: Slope, Landslide, Threat, Risk, Safety factor, Mohr Coulomb, Geo / slope, Remediation, Stability

DESCRIPTION

The present study was conducted to determine possible causes of the slide, the threat level and remedial works to the slope located in the K 15 +900 to K15 +960 road-Gambita Vadoreal (Route 45 A-ST -15) in the municipality of Gambita, Department of Santander, Colombia.

The slope is located in an area corresponding to a structural mountainous landscape erosional, showing a pattern of fracturing associated with regional tectonics, geology consists mainly in sedimentary rocks, which showed the presence of Vocational Rosablanca (Kir), from the Cretaceous period and colluvial deposits (Qc) from the Quaternary period. Due to the obvious problems of erosion and slope stability in the present is necessary to analyze and determine the threat level of this in order to propose an accurate diagnosis and an effective design that mitigates this problem.

The geotechnical exploration was conducted through field visits, reconnaissance, information gathering and processing, collection of essays by two points with geoelectric, 4 SPT soundings, two apiques and laboratory testing of particle size, plasticity, unit weight, cutting direct limits and moisture. Later analysis was performed to determine the information values increased susceptibility to slippage, especially soil type, angle of friction, cohesion, groundwater level necessary for modeling of the embankment through a software.

With the soil strength parameters through software GEO / SLOPE, which uses limit equilibrium theory to find the safety factor in the different simulations pseudoestáticas static conditions, we evaluated the current threat level and potential factors influencing slope instability pathway.

Finally he raised the best alternative solution to mitigate the volatility and vulnerability of the area, with plans, amounts of work and budget, to ensure safety for users who pass through this important way.

* Degree Project

** Faculty of Engineering Physics and Mechanics. School of Civil Engineering. Director: Hebenly Celis

INTRODUCCIÓN

La vía Vadoreal-Gambita o Ruta 45A-ST-15 se encuentra construida a media ladera sobre las estribaciones de la cordillera oriental, con presencia de taludes artificiales por la construcción de la vía, como es el caso del talud del K15+900 al K15+960 tema de este trabajo. El talud en estudio está ubicado al sur del Departamento de Santander, en el municipio de Gambita, en terreno de montaña, sobre suelos residuales, en clima tropical y con un régimen de pluviosidad alta.

En la temporada de lluvias de los años 2010 y 2011 debido al fenómeno de la niña, Colombia, por estar ubicada en la franja tropical, con presencia de zonas geodinámicamente activas, se presentaron varios deslizamientos que afectaron seriamente la infraestructura vial, ocasionando interrupción de la conectividad en gran parte del País.

El Departamento de Santander es susceptible a la ocurrencia de deslizamientos debido a diversos factores relacionados con las condiciones del suelo tales como: topografía, meteorización, sismicidad y lluvias intensas que hacen que el suelo se sature, debilite los estratos y produzca fallas en los taludes, estimulando el suelo al colapso en algunos casos, como el deslizamiento ocurrido en el talud en estudio.

La profundización de los estudios en las zonas donde ocurre el movimiento y la determinación de las condiciones de estabilidad, es un objetivo importante de los estudios de riesgos. Es por ello que es importante el estudio y evaluación de la amenaza en estas zonas, para así poder encontrar métodos y tecnologías de estabilización, que van desde recubrimientos con material de origen natural hasta obras civiles complejas.

En el presente estudio a partir de información de campo, ensayos de laboratorio y análisis de la información a partir de un software, se pretende dar una solución de remediación para minimizar el riesgo.

1. GENERALIDADES

1.1 NORMAS APLICADAS

En Colombia este tipo de estudios y obras se rigen por la norma NSR-10 “Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente”, Normas de Ensayos y Laboratorios del Instituto Nacional de Vías, Especificaciones Técnicas para Construcción de Carreteras del Instituto Nacional de Vías, Manual de Diseño Geométrico del Instituto Nacional de Vías y para Santander se toman de referencia las de la Corporación de la Defensa de la Meseta de Bucaramanga.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general. Determinar las causas del deslizamiento del talud de la vía Troncal Central (Vadoreal)-Gambita(Ruta 45 A-ST-15), ubicado en el km 15+900 al K15+960 del Municipio de Gambita, Departamento de Santander.

1.2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar el sector ubicado en el K15+900 al K15+960 de la Troncal Central (Vadoreal)-Gambita (Ruta 45 A-ST-15), Municipio de Gambita, departamento de Santander, en los aspectos: geológicos, geotécnicos, geomorfológicos, topográficos, hidrológicos y de georeferenciación.
- Analizar los datos obtenidos en la caracterización del talud a través de un software
- Diseñar obras de estabilización del talud y presupuesto

1.3 SITUACIÓN ACTUAL

Debido al fenómeno de la niña, la infraestructura vial santandereana se vio fuertemente afectada por problemas de transitabilidad, especialmente por obstrucciones debido a deslizamientos en taludes superiores y perdidos de la banca por deslizamientos en taludes inferiores. Esta situación generada principalmente por las fuertes precipitaciones ocurridas en los años 2010-2011 puso de manifiesto la importancia de realizar el diagnóstico de los sitios críticos de la infraestructura vial, a fin de identificar los más vulnerables y prevenir la ocurrencia de siniestros que pudiesen ocasionar pérdida de vidas humanas y daños materiales.

La vía Vadoreal-Gambita-Paipa o ruta 45 A –ST-15 es de carácter secundario a cargo del Departamento de Santander y está catalogada de importancia alta por ser vía interdepartamental que une a Santander y Boyacá, igualmente en el Plan Vial Departamental 2009-2018 hace parte integral del Corredor Agroforestal y Energético que atraviesa el Departamento de occidente a oriente al comunicar a Barrancabermeja con Paipa, pasando por El Carmen de Chucuri-Santa Helena del Opón, Guacamayo, Contratación, Guadalupe, Suaita y Gambita.

La vía Gambita-Vadoreal es la principal vía de acceso al municipio de Gambita, posee una longitud de 24 km, de los cuales el Departamento de Santander priorizó inversión de recursos para adelantar el mejoramiento y pavimentación de 15 kilómetros de la vía, desde el Casco urbano de Vadoreal hasta el sitio Balneario Pescaderito, obras que se vieron afectadas por la saturación de la zona en diferentes sectores, pero en especial en el talud de la Quebrada Seca ubicado en el k15+900 al k15+960 y que es objeto de análisis en este estudio.

1.4 MARCO HISTÓRICO

La vía Vadoreal-Gambita fue construida en el año 1955, a media ladera, paralela al Río Huertas, por el costado oriental desde Vadoreal hasta el balneario Pescaderito. El talud en estudio es artificial desde la construcción de la vía, en su parte superior ha sufrido un gran deslizamiento en el año 1996 que obstruyó totalmente la banca de la vía. La causa del deslizamiento la provocó la infiltración de aguas de escorrentía de la vía terciaria que va hacia la Escuela San Vicente, de las aguas provenientes de una vivienda, así como de la ruptura de la manguera del acueducto veredal; estas aguas se trataron en su momento mediante canalización, se removió el derrumbe y se construyeron gaviones en el talud superior adyacentes a la banca. Posteriormente en el año 2009 tuvo un pequeño deslizamiento en la corona del talud y finalmente en abril de 2011 el talud inferior sufre un deslizamiento que afectó parcialmente la banca de la vía.

1.4.1 Problemática. El sector de la vía Gambita-Vadoreal ubicado entre el k 15+900 al k15+960 se encuentra en riesgo inminente por pérdida parcial de la banca en el talud inferior.

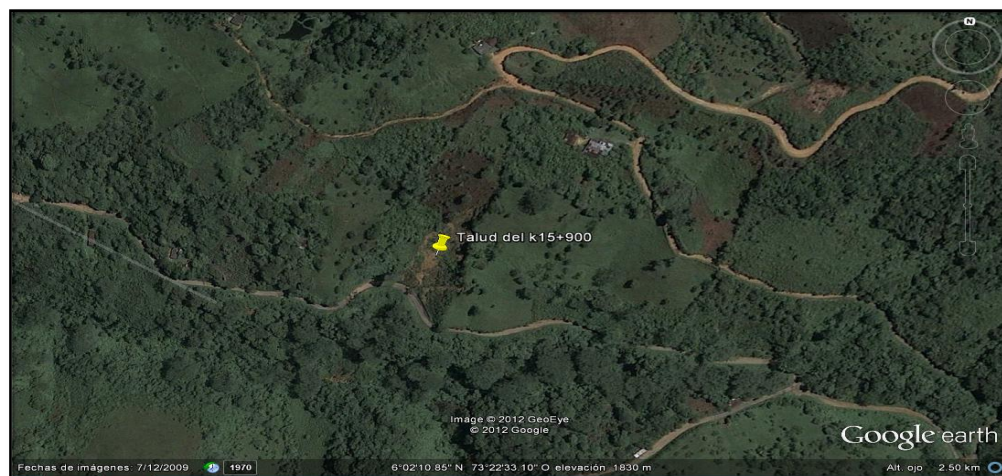
La vía posee un tránsito promedio diario de 80 vehículos/día y sus especificaciones técnicas corresponden a una velocidad de diseño de 30 km/hora, con un ancho de calzada de 5.50m.

Las fuertes precipitaciones ocasionadas por el fenómeno de la niña en los años 2010-2011, la falta de mantenimiento y rehabilitación de las obras existentes, así como la obsolescencia de las mismas, ya no prestaban ningún servicio para el manejo y recolección de las aguas de escorrentía. Esta situación produjo infiltración de aguas, sobresaturación de los suelos y reactivación de los movimientos en masa en abril de 2011.

Para mitigar daños a los usuarios de la vía e interrupción de la conectividad, se hace necesaria la prevención y mitigación de corto, mediano y largo plazo, centradas en la aplicación de la geotecnia.

Las obras de pavimentación que adelantaba el Departamento en ese sector fueron interrumpidas por la desestabilización del talud del k15+900 y es así que debido a la limitación de recursos, en el corto plazo se construyeron muros de contención en gaviones en el talud superior y gaviones revestidos en concreto en el talud inferior para reducir el riesgo en este sector, pero desafortunadamente esto no fue suficiente, teniendo en cuenta que se presentó un deslizamiento en el talud inferior produciendo parcialmente la ruptura de los gaviones, dejando la vía carreteable vulnerable, al igual que los usuarios que transitan por la misma. Posterior a la falla del talud inferior, se adecuo la pendiente del talud superior mediante retiro de material, complementado con la construcción de obras de drenaje superficial consistentes en canales revestidos en concreto las cuales vierten sus aguas a un canal paralelo a la vía hasta encontrar la alcantarilla de 36 pulgadas; estas obras han servido para mantener estable el sector, mientras se realizan los estudios geotécnicos y se diseñan las obras de remediación.

Ilustración 1. Factores antrópicos



Fuente: Google Earth.

En la ilustración 1. se observa que el talud en estudio se encuentra por debajo de la vía terciaria que se comunica con la escuela San Vicente, la cascada la Humiadora y la cueva del nitro; esta vía vierte sus aguas de escorrentía a la corona del talud en estudio. En la corona del talud se aprecia una grada de unos 3 m de altura, una afectación en la vía de 60m y una zona de conflicto de unos 6.000 m². Se observa también las situaciones antrópicas causadas por el hombre con el cambio del uso del suelo para cultivos de yuca y pastoreo.

Ilustración 2. Deslizamiento presentado en talud superior e inferior



Fuente: Autor

Tal y como se observa en la Ilustración 2 El tipo de deslizamiento presentado es de tipo rotacional simple, de velocidad lenta, según la clasificación de movimientos en masa de VARNES, D. J. (1978. Slope movement types and processes), deslizamiento que aún se encuentra activo por saturación permanente de la masa de suelo inestable, por el aumento de las presiones de poro causadas por el contraste de permeabilidades entre el coluvión y la roca, esto genera disminución de los esfuerzos efectivos y produce pérdida de resistencia al

cortante, como resultado de este proceso se tiene un incremento en la deformación plástica con la consecuencia observada en el talud en estudio.

La causa más palpable de ocurrencia del deslizamiento ha sido la infiltración de aguas procedentes del talud superior, debido a que no existen obras suficientes para el manejo de las aguas de escorrentía, pues estas se veían aflorar debajo de la pata del gavión colapsado, adicionalmente las repetidas y prolongadas precipitaciones por el fenómeno de la niña, retiro de vegetación y el cambio del uso del suelo dejaron el talud vulnerable a la erosión.

Es preciso reflejar la situación actual del deslizamiento mediante un análisis Geotécnico a todo el talud de la vía para garantizar que los resultados obtenidos reflejen lo más cercano posible la realidad del evento.

1.4.2 Justificación del estudio. En la vía carreteable que conduce del Municipio de Suaita al Municipio de Gambita, en el Departamento de Santander (Ruta 45 A-ST-15), en el sector del k15+900, se presenta una zona de inestabilidad en la banca de la vía en una longitud aproximada de 60m, en donde se generó pérdida parcial de la banca en su borde inferior.

En consecuencia, se requiere la elaboración de un estudio geotécnico, donde se contemple el análisis de vulnerabilidad para la situación más desfavorable y se propongan las obras de mitigación, con planos y presupuesto, que le permita a las entidades públicas y privadas la gestión de recursos para llevar a feliz término la construcción de las mismas.

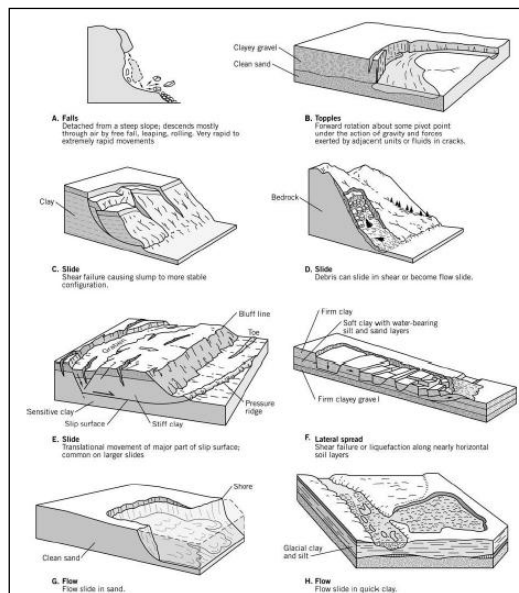
2. MARCO DE REFERENCIA

Para estudiar el deslizamiento de un talud, es preciso documentarse con referencias bibliográficas que permitan consultar las investigaciones que existen a este respecto.

2.1 CLASIFICACIÓN DE DESLIZAMIENTOS

Para la clasificación de los deslizamientos se presenta el sistema propuesto por Varnes (1978), el cual tipifica los principales tipos de movimiento. En el presente estudio se presenta algunas adiciones a los procesos de movimiento identificados originalmente por Varnes, debido a que algunos deslizamientos están causados por procesos de deterioro.

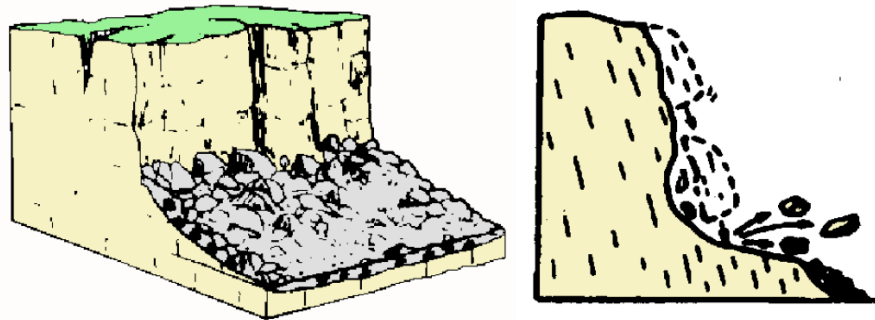
Figura 1. Clasificación de movimientos en masa



Fuente. VARNES, D. J. 1978. Slope movement types and processes

2.1.1 Caídos o Derrumbes. Caídos es el desprendimiento y caída de materiales de roca o suelo de un talud. Una vez desprendido el material se desplaza por el aire presentándose golpes, rebotes y rodamientos, los cuales dependen principalmente de la pendiente del talud, del tamaño y forma del bloque y de la fragilidad de la roca

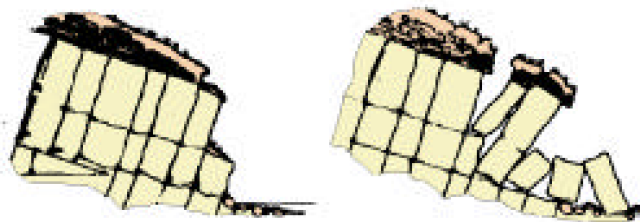
Figura 2. Clasificación de movimientos en masa



Fuente. VARNES, D. J. 1978. Slope movement types and processes

2.1.2 Volcamientos. Este movimiento consiste en el giro de materiales generalmente rocosos, por acción de la gravedad y fuerzas ejercidas por las unidades adyacentes, o por la presión de fluidos entre grietas.

Figura 3. Basculamiento de columna por roca



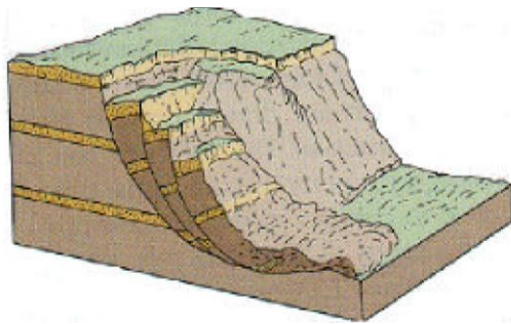
Fuente. VARNES, D. J. 1978. Slope movement types and processes

2.1.3 Deslizamientos. Es el desplazamiento de corte de una masa a lo largo de una superficie. Para establecer la posibilidad de ocurrencia de los caídos y

volcamientos y sus posibles efectos, se deben obtener en campo en taludes rocosos, el inventario de discontinuidades, buzamientos y separación entre ellas. En taludes en suelo se revisa la presencia de fallas rotacionales mediante modelos de equilibrio límite como Bishop, Janbú y Morgestern & Price.

2.1.3.1 Rotacionales: Deslizamientos en los que su superficie principal de falla resulta Cóncava hacia arriba (forma de cuchara o concha), definiendo un movimiento rotacional de la masa inestable de suelos y/o fragmentos de rocas con centro de giro por encima de su centro de gravedad. A menudo estos deslizamientos rotacionales ocurren en suelos arcillosos blandos, aunque también se presentan en formaciones de rocas blandas muy intemperizadas.

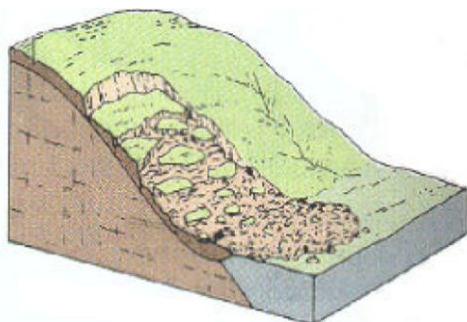
Figura 4. Deslizamiento Rotacional



Fuente. Skinner & Potter (1992)

2.1.3.2 Traslacionales: Deslizamientos en los que la masa de suelo y/o fragmentos de rocas se desplazan hacia afuera y hacia abajo, a lo largo de una superficie de falla más o menos plana, con muy poco o nada de movimiento de rotación o volteo. Usualmente determinan deslizamientos someros en suelos granulares, o bien están definidos por superficies de debilidad en formaciones rocosas, tales como planos de estratificación, juntas y zonas de diferente alteración o meteorización de las rocas, con echado propicio al deslizamiento.

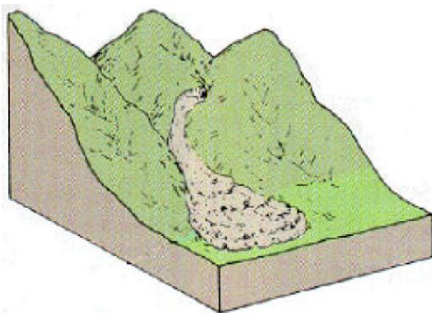
Figura 5. Deslizamiento traslacional



Fuente. Skinner & Potter (1992)

2.1.4 Flujos. Movimientos de suelos y/o fragmentos de rocas pendiente abajo de una ladera, en donde sus partículas, granos o fragmentos tienen movimientos relativos dentro de la masa que se mueve o desliza sobre una superficie de falla, fig. 9c. Los flujos pueden ser de muy lentos a muy rápidos, así como secos o húmedos; pueden distinguirse:

Figura 6. Deslizamiento translacional



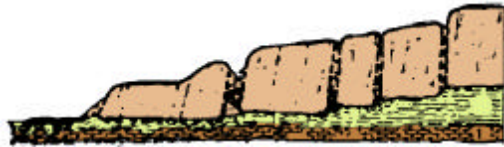
Fuente. Skinner & Potter (1992)

2.1.5 Separaciones laterales. La separación lateral se define como una extensión de una masa cohesiva de suelo o roca, combinada con la subsidencia del material fracturado en un material subyacente más blando ¹

¹ (Cruden & Varnes, 1996)

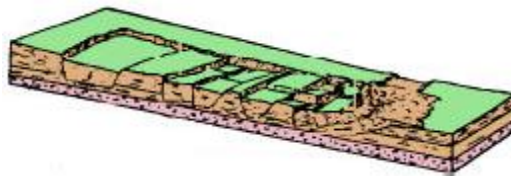
La superficie de ruptura no es una superficie de corte intenso y el proceso es el producto de la licuefacción o flujo (extrusión) del material más blando ²

Figura 7. Separación lateral en roca



Fuente. VARNES, D. J. 1978. Slope movement types and processes

Figura 8. Separación lateral en suelo



Fuente. VARNES, D. J. 1978. Slope movement types and processes

2.2 TIPOS DE MATERIALES³

Los términos siguientes han sido adoptados como descripción de los materiales que componen un determinado movimiento del talud.

2.2.1 Roca. Se denomina “Roca” a la roca dura y firme que estaba intacta en su lugar antes de la iniciación del movimiento

2.2.2 Residuos. Se denomina con el nombre de Residuos o “Detritos” al suelo que contiene una significativa proporción de material grueso.

² SUAREZ DIAZ, Jaime. Nomenclatura de los movimientos. Libro Deslizamiento. Citado (H- 27)

³ Ibíd.

Se considera que si más del 20% del material en peso es mayor de 2 milímetros de diámetro equivalente, debe llamarse como Residuos. Por lo general, deben existir partículas mucho mayores de 2 milímetros para que pueda considerarse de este modo.

2.2.3 Tierra. Se denomina tierra, a los materiales con más del 50% de finos (Pasantes tamiz ASTM 200) (USGS, 2004), su humedad es relativamente baja y no tiene consistencia líquida, se incluyen los materiales desde arenas a arcillas muy plásticas.

2.2.4 Lodo. Se denomina lodo a un material con más del 50% de finos (Pasantes tamiz ASTM 200) (USGS, 2004), con humedades cercanas o superiores al límite líquido, que le permiten fluir rápidamente.

2.3 MECANISMO DE FALLA⁴

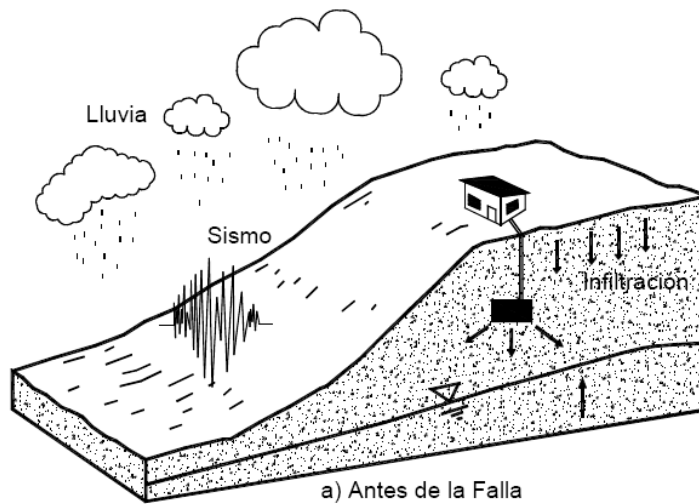
De acuerdo a las observaciones de campo, los procesos en este tipo de depósitos de ladera se inician con un movimiento de la masa justo por encima del contacto suelo roca, el proceso está controlado por grietas de tracción y por las altas presiones de poros causadas por el contraste de permeabilidades entre el coluvión y la roca. Posteriormente por la disminución de los esfuerzos efectivos se produce una pérdida de resistencia al cortante, como resultado de este proceso se tienen un incremento en la deformación plástica.

Los factores han sido clasificados en factores condicionantes, factores contribuyentes y factores detonantes. Los factores condicionantes son aquellas condiciones naturales que hacen la ladera más susceptibles al movimiento, los

4

contribuyentes son aquellos que cambian las condiciones iniciales o naturales aumentando la susceptibilidad de la ladera y los factores exógenos o detonantes son aquellos externos al talud que inducen cambios en las condiciones de estabilidad hasta el punto de inducir la falla.

Figura 9. Mecanismos de falla



Fuente. Suarez (2009)

Como causas condicionantes encontramos:

- Materiales débiles: depósitos de laderas, con evidencias de movimientos recientes, grietas de tensión. Resistencia residual.
- Contraste de permeabilidades: generan altas presiones de poros entre la superficie de roca y el coluvión.
- Contraste en la resistencia de los dos estratos de material
- Discontinuidades estructurales: buzamiento de la estructura de roca que favorece al movimiento.

Como causas contribuyentes tenemos:

- Niveles freáticos altos: entre el contacto de la roca y el deposito coluvial
- Mal drenaje superficial

- Pendiente del terreno

Como factores detonantes tenemos:

- Precipitaciones intensas
- Precipitaciones prolongadas

2.4 ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES⁵

Para la estabilización de taludes se pueden utilizar varios métodos, con el fin de determinar los factores que afectan la estabilidad. Estos factores incluyen la geometría del talud, parámetros de resistencia del suelo, flujo de agua y cargas dinámicas, entre otros. Los objetivos principales del análisis de los taludes son determinar las condiciones de estabilidad, investigar los posibles eventos que llevaron a la falla del talud, determinar el comportamiento del talud en diferentes escenarios (agua, sismo, etc.), comparar las diferentes medidas de estabilización para finalizar con el diseño de obras seguras y confiables.

2.4.1 Método de Equilibrio Límite. El método de equilibrio límite para la estabilidad de taludes es uno de los métodos más utilizados en la práctica común, debido a su sencillez, y porque el valor del coeficiente de seguridad obtenido no dista demasiado del valor real.

El método del equilibrio límite establece que la rotura del terreno se produce a través de una línea que representa la superficie de rotura. De esta forma, se interpreta que la masa de terreno por encima de dicha línea se desplaza respecto la masa inferior, produciéndose, así, la rotura del terreno. En el momento de

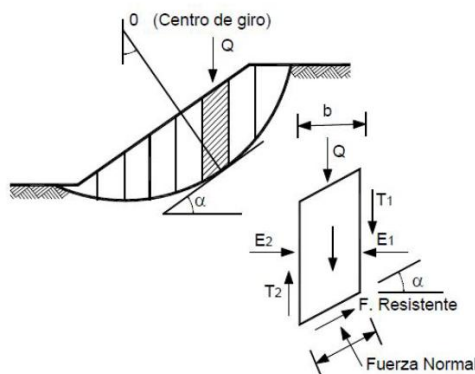
⁵ Suarez 2009

producirse la rotura, la resistencia al corte a lo largo de la superficie de deslizamiento está movilizada, y el terreno se encuentra, en su totalidad, en equilibrio estático.

Un análisis de equilibrio límite supone que un valor de factor de seguridad $F.S=1.0$ indica que la pendiente está en el límite entre la estabilidad y la inestabilidad y habrá fallado, ya que las fuerzas actuantes y resistentes son iguales a lo largo de la superficie de falla. El análisis se puede realizar estudiando directamente la totalidad de la longitud de la superficie de falla o dividiendo la masa deslizada en tajadas o dovelas.

2.4.2 Método de Dovelas. En la mayoría de los métodos con fallas curvas o circulares, la masa de la parte superior de la superficie de falla se divide en una serie de tajadas verticales donde su número depende de la geometría del talud y la precisión de los resultados. En los diferentes métodos aplican sobre cada tajada las fuerzas actuantes y resistentes.

Figura 10. Fuerzas que actúan en una dovela



Fuente. Suarez (2009)

2.4.3 Métodos Numéricos. Algunas veces los mecanismos de falla de los deslizamientos son muy complejos e incluyen factores muy difíciles de investigar con análisis convencionales de equilibrio límite. Las fallas de los taludes en su

gran mayoría son progresivas, no se inicia la falla al mismo tiempo como lo supone el equilibrio límite.

Los métodos numéricos se pueden clasificar en varias categorías como son: elementos finitos, diferencias finitas, elementos de borde y elementos discretos, mencionando brevemente, los elementos finitos y las diferencias finitas como los más comunes.

2.4.4 Métodos de elementos finitos. El método esencialmente, divide la masa de suelo en unidades discretas que se llaman elementos finitos. Estos elementos finitos se interconectan en sus nodos y los predefinidos. El método típicamente utilizado es la formulación de desplazamiento que presenta los resultados en forma de esfuerzos y desplazamiento a los puntos nodales. La condición de falla obtenida es la de un fenómeno progresivo y no todos los nodos fallando.

2.4.5 Métodos de diferencias finitas. Los materiales son representados por materiales que forman una falla de acuerdo con la geometría y se puede seleccionar una variedad de relaciones esfuerzo/deformación. El método se basa en el esquema de cálculo de “Lagrange” permitiendo modelar a gran escala las deformaciones y el colapso.

En resumen Los métodos existentes son:

MÉTODO	SUPERFICIES DE FALLA	EQUILIBRIO	CARACTERÍSTICAS
Talud infinito	Rectas	De fuerzas e implícito de momentos	Se analizan un bloque superficial con un determinado espesor y una altura de nivel freático, y se supone una falla paralela a la superficie del terreno.
Bloques o Cuñas	Tramos rectos formando una cuña	De fuerzas	Se analiza la falla de cuñas simples, dobles o triples analizando las fuerzas que actúan sobre cada uno de los sectores de la cuña. Son útiles para analizar estabilidad de los suelos estratificados.
Espiral Logarítmica (Frohlich, 1953)	Espiral logarítmica	De fuerzas y de momentos	Se asume una superficie de falla espiral logarítmica en el cual el radio de la espiral varía con el ángulo de rotación

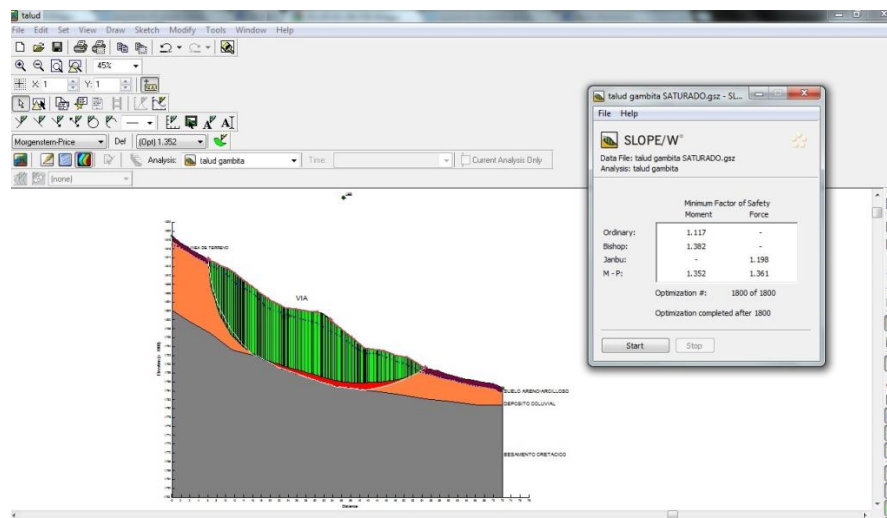
			sobre el centro de la espiral.
Arco circular (Pettersen, 1916). (Fellenius, 1922)	Circulares	De momentos e implícitamente de fuerzas	Se supone un círculo de falla, el cual se analiza como un solo bloque. Se requiere que el suelo sea cohesivo ($\phi=0$).
Ordinario o de Fellenius (Fellenius, 1927)	Circulares	De fuerzas	Este método no tiene en cuenta las fuerzas entre las dovelas, y no satisface equilibrio de fuerzas, tanto para la masa deslizada como para las dovelas individuales. Sin embargo, este método es muy atizado por su procedimiento simple.
Bishop Simplificado (Bishop 1955)	Circulares	De momentos	Asume que todas las fuerzas de cortante entre dovelas son cero. Reduciendo el número de incógnitas. La solución es sobre determinada debido a que no se establecen condiciones de equilibrio por una dovela.
Janbú Simplificado (Jambú 1968)	Cualquier forma de superficie de falla	De fuerzas	Al igual que Bishop asume que no hay fuerza de cortante entre dovelas. La solución es sobre determinada que no satisface completamente las condiciones de equilibrio de momentos. Sin embargo, Jambú utiliza un factor de corrección F_0 para tener en cuenta este posible error. Los factores de seguridad son bajos
Sueco modificado. U.S. Army Corps of Engineers (1970)	Cualquier forma de superficie de falla	De fuerzas	Supone que las fuerzas tienen la misma dirección que la superficie del terreno. Los factores de seguridad son generalmente altos.
Lowe y Karafiath (1959)	Cualquier forma de superficie de falla	De fuerzas	Asume que las fuerzas entre partículas están inclinadas a un ángulo igual al promedio de la superficie del terreno y las bases de las dovelas. Esta simplificación deja una serie de incógnitas y no satisface el equilibrio de momentos.
Spencer (1967)	Cualquier forma de superficie de falla	Momentos y fuerzas	Asume que la inclinación de las fuerzas laterales son las mismas para cada tajada. Rigurosamente satisface el equilibrio estático asumiendo que la fuerza resultante entre tajadas tiene una inclinación constante pero desconocida.
Morgenster y Price (1965)	Cualquier forma de superficie de falla	Momentos y fuerzas	Asume que las fuerzas laterales siguen un sistema predeterminado. El método es muy similar al método Spencer con la diferencia que es la inclinación de la resultante de las fuerzas entre dovelas, se asume que varía de acuerdo a una función arbitraria.
Sarma (1973)	Cualquier forma de superficie de falla	Momentos y fuerzas	Asume que las magnitudes de las fuerzas verticales siguen un sistema predeterminado. Utiliza el método de las dovelas para calcular la magnitud de un coeficiente sísmico requerido para producir la falla. Esto permite desarrollar una relación entre el coeficiente sísmico y el factor de seguridad.
Elementos finitos	Cualquier forma de superficie de falla	Analiza esfuerzos y deformaciones	Satisface todas las condiciones de esfuerzo. Se obtienen esfuerzos y deformaciones en los nodos de los elementos, pero no se obtiene un factor de seguridad.

Fuente: Estabilidad de Taludes - Clase - Jaime Suarez

2.5 SOFTWARE - PROGRAMA DE ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES SLOPE/W

Es un programa de estabilidad de taludes para calcular el factor de seguridad (F.S.) en taludes en suelo. Con este programa, se pueden analizar problemas simples y complejos para una variedad de ángulos, condiciones de presión de poros, propiedades del suelo, métodos de análisis y condiciones de carga. La interfaz del programa es mostrada a continuación:

Figura 11. Fuerzas que actúan en una dovela



Fuente: Programa Geo-Slope 2012. Tomado del programa GEOSLOPE®

Geo-Slope permite escoger el método de análisis, especificando las propiedades específicas del suelo y las presiones de poro, definiendo cargas aplicadas y creando la superficie más real.

Después de haber resuelto el problema de estabilidad de taludes, GEOSLOPE® ofrece distintas herramientas para visualizar los resultados. Se puede dibujar la superficie de falla con menor factor de seguridad, o ver cada una individualmente.

También se puede variar el Nivel Freático para obtener factores de seguridad que nos dicen si el talud falla o se mantiene estable.

2.5.1 Factor De Seguridad (F.S.). El factor de seguridad (F.S.) se asume que es igual para todos los puntos a lo largo de toda la superficie de falla, por lo tanto este valor representa un promedio del valor total en toda la superficie de falla.

La superficie de falla se refiere a una superficie asumida a lo largo de la cual puede ocurrir el deslizamiento o rotura del talud. Sin embargo, este deslizamiento o rotura no ocurre a lo largo de esas superficies si el talud es diseñado adecuadamente.

El factor de seguridad se presenta como la relación entre la resistencia al corte real, calculada del material en el talud y los esfuerzos de corte críticos que tratan de producir la falla, a lo largo de una superficie supuesta de posible falla:

$$F.S = \frac{\Sigma (\text{RESISTENCIAS AL CORTANTE DISPONIBLES})}{\Sigma (\text{ESFUERZOS AL CORTANTE})}$$

En las superficies circulares donde existe un centro de giro y momentos resistentes y actuantes

$$F.S = \frac{\Sigma (\text{MOMENTOS RESISTENTES DISPONIBLES})}{\Sigma (\text{MOMENTOS ACTUANTES})}$$

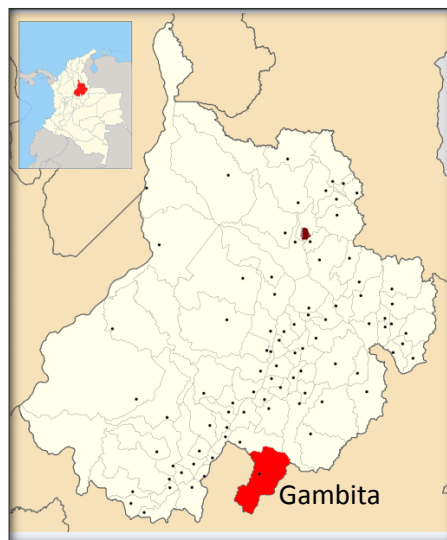
3. CARACTERIZACIÓN DEL TALUD

Para estudiar un talud principalmente se debe obtener la mayor información de las características topográficas, geológicas, geotécnicas y ambientales que permitan realizar un diagnóstico preciso del problema y un diseño efectivo de la estabilización. Por tanto se considera necesario analizar el talud en estudio bajo los siguientes parámetros:

3.1 LOCALIZACIÓN

El talud se encuentra ubicado en la finca El Espejo de propiedad del señor Luis Noguera, en el Municipio de Gambita, Provincia Comunera en el Departamento de Santander, Colombia, a una altura estimada de 1830 (m.s.n.m). Latitud: 6°02'10.85" N y Longitud: 73°22'33.10" O

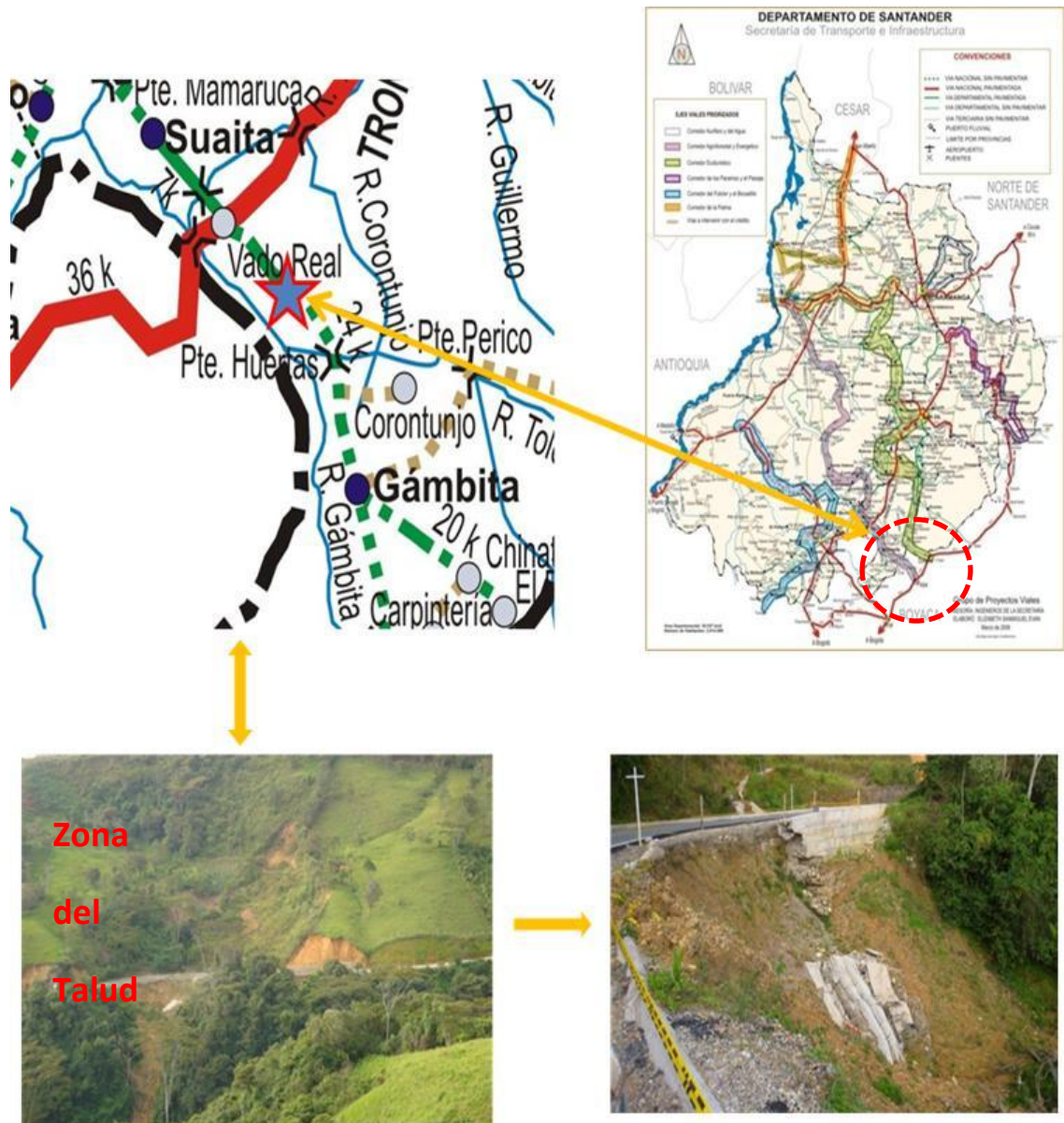
Ilustración 3. Localización general



Fuente: POT Gambita

El talud en estudio se ubica en el K15+900 al K15+960, en la vía secundaria Troncal central VADOREAL-GAMBITA y dista de Bucaramanga a 190 km.

Ilustración 4. Ubicación del Talud

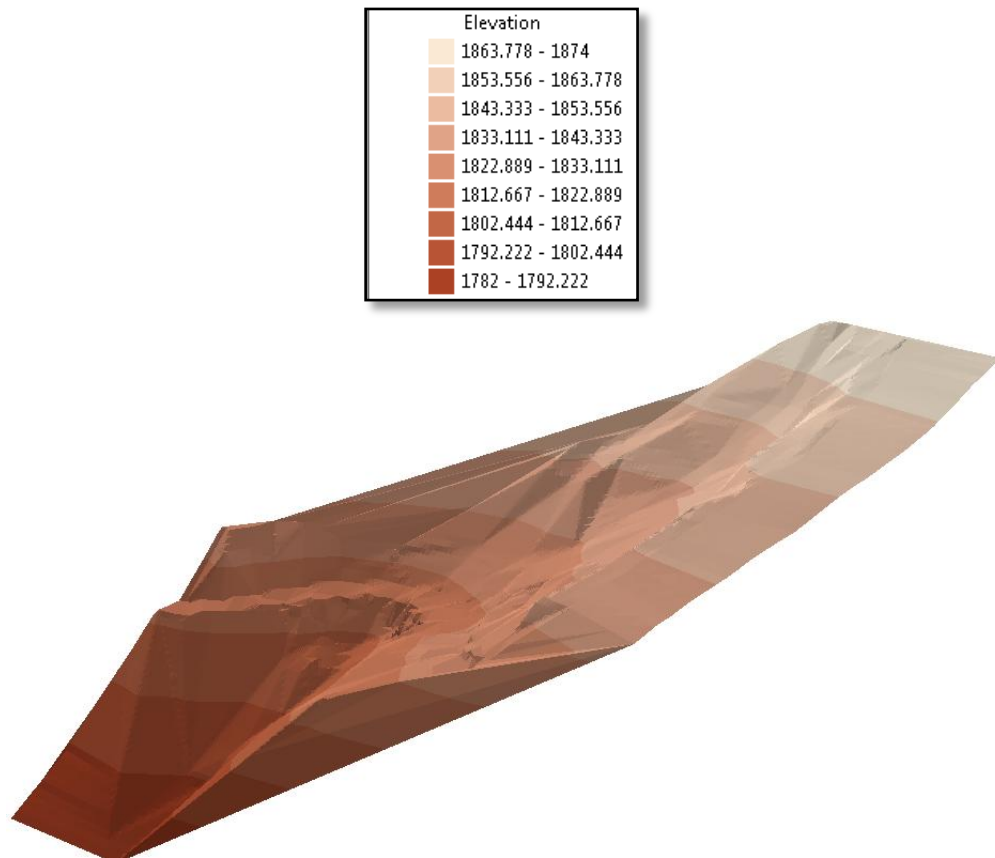


Fuente: Autor

3.2 TOPOGRAFÍA

El talud en estudio posee una topografía de terreno circundante de forma ondulada, con pendientes altas. En el talud superior presenta una pendiente de 35° y en el talud inferior 45°, la altura del talud afectado es de 100m

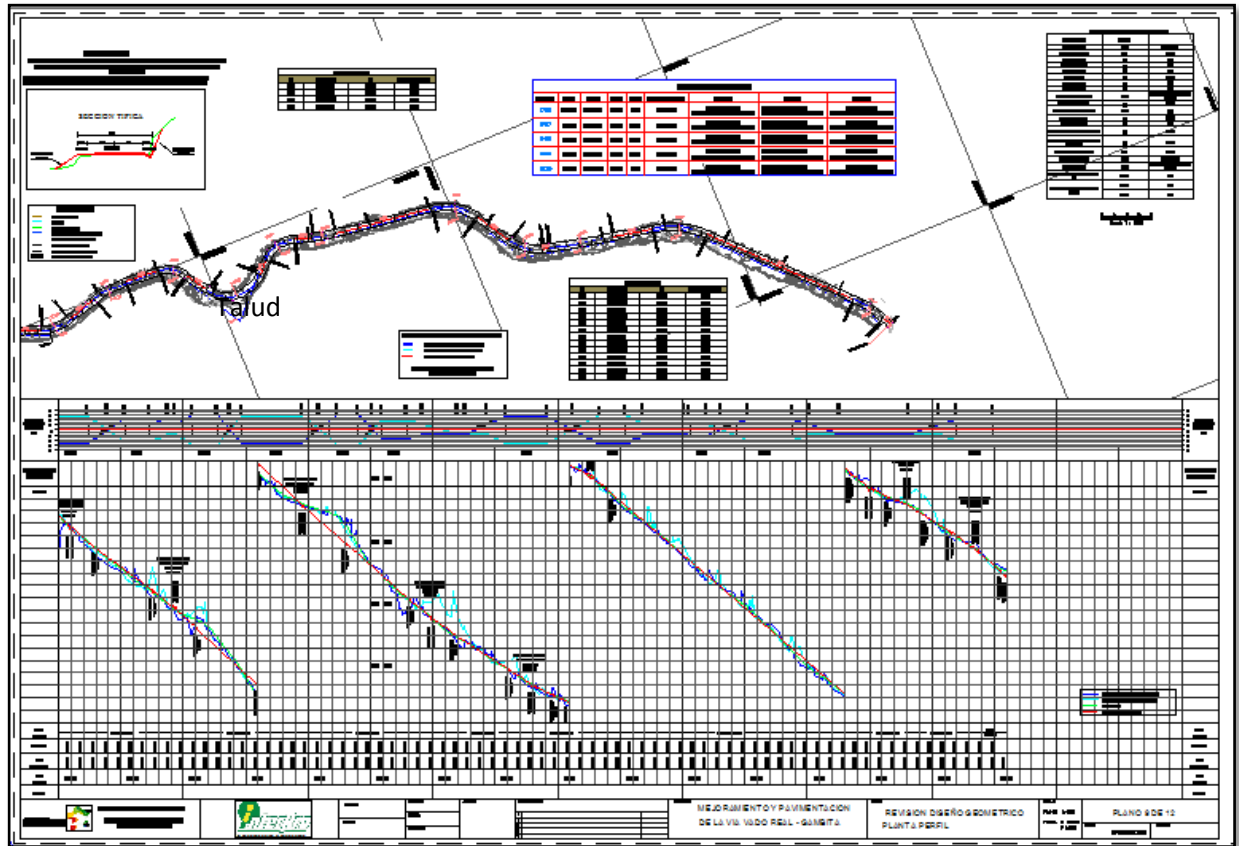
Ilustración 5. Forma del Talud



Fuente: Autor

Se realizó el levantamiento topográfico del talud con curvas de nivel cada metro, localizando detalles tales como: gaviones, cunetas, falla, borde de vía, curvas de nivel, muros, poste de energía, estación y punto topográfico, con base en esta topografía se trazaron los perfiles geométricos y geotécnicos. Véase Anexo A.

Ilustración 6. Plano planta perfil de la vía Vadoreal-Gambita, sector k15+500 al k16+500



Fuente: Gobernación de Santander

3.3 GEOLOGÍA

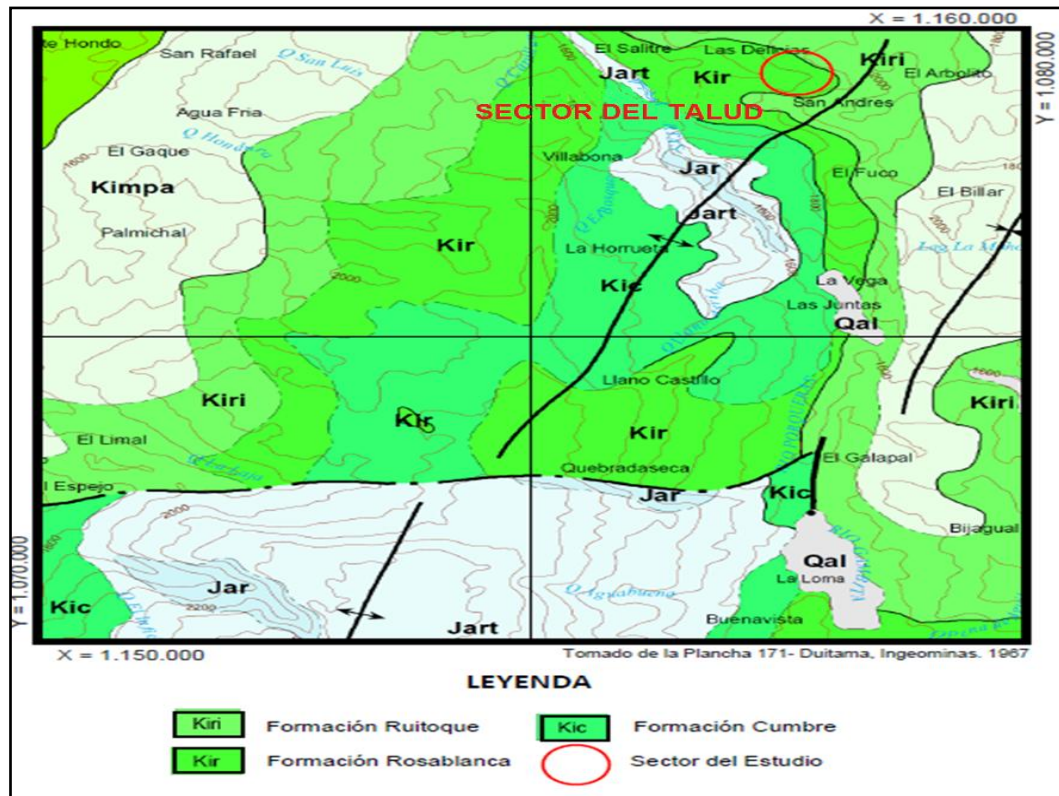
Es indispensable estudiar las características geológicas de la zona en que vamos a trabajar, para poder tener en cuenta las estructuras geológicas del suelo y así analizar de forma clara el comportamiento del talud.

3.3.1 Geología Regional. Según estudios previos realizados por INGEOMINAS la zona en estudio se encuentra en la vertiente occidental de la cordillera Oriental de

los Andes, correspondiendo a una provincia fisiográfica de cordilleras de plegamiento, con diversas unidades geológicas que varían en su litología, creando un paisaje de diversas características.

Esta zona se localiza al oriente de la Falla del Suárez y la zona sur del municipio de Encino, occidente de la vía Virolín-Duitama, al noreste de Gambita. Las estructuras de la región son suaves y muy sostenidas, como son los ejes de los anticlinales de Oiba y de Confines y su sinclinal intermedio. Esta área se caracteriza por estar conformada por el conjunto sedimentario del cretáceo inferior del Macizo de Santander y por la presencia de la unidad geológica, la formación Rosablanca, la cual está parcialmente cubierta por delgados cuerpo cuaternarios (derrubios, conos de deyección y Coluviones).

Ilustración 7. Mapa geológico de la zona



Fuente: INGEOMINAS 1967

3.3.2 Geología Local. La geología presente del talud en estudio muestra un patrón de fracturamiento asociado a la tectónica regional, jugando un papel importante en esta relación entre el grado de fracturamiento y la presencia de agua subterránea, debido a que facilita los movimientos de inestabilidad.

3.3.2.1 Geomorfología: El talud se encuentra en una zona correspondiente a un paisaje de relieve montañoso estructural erosional con laderas de pendientes entre moderadas y fuertes. Se ubica en el anticlinal de Oiba, teniendo un buzamiento aproximado de 25 grados al oeste y caracterizado por presentar escarpe estructural que puede llegar a ser erosivo, debido a la inestabilidad que pueda ocurrir en la litoestratigrafía.

3.3.2.2 Estratigrafía: Se realizara a continuación una descripción de las unidades geológicas presentes en el talud.

a) **Formación Rosablanca (Kir).** Unidad litoestratigráfica del periodo cretáceo, la cual cubre gran parte de la zona, observándose en algunos cortes de la vía Vadoreal-Gámbita. Compuesta en su parte inferior por capas de caliza y yeso con oolitos, ostrácodos y dolomías; y hacia la parte superior consta de areniscas y lodolitas calcáreas. En el talud esta formación fue reconocida en la parte central del cuerpo del deslizamiento y en los costados donde aparecen algunos niveles de calizas con intercalaciones de shales y lodolitas calcáreas grises altamente fracturadas. En la siguiente ilustración se observa el afloramiento de la formación Rosablanca en un costado del talud.

Ilustración 8. Formación Rosablanca (Kir)



Fuente: Autor

b) **Depósito Coluvial (Qc).** Este depósito correspondiente al periodo cuaternario presenta un espesor entre 7 y 18 metros, suprayaciendo a las rocas de la formación Rosablanca. El depósito está constituido por materiales de tipo coluvial con fragmentos de areniscas y arcillolitas de diversos tamaños embebidos en una matriz limo-arcillosa, depositados por diferentes medios de transporte en especial por la gravedad y aguas superficiales como subterráneas. En la siguiente ilustración se aprecia material coluvial en la corona del talud.

Ilustración 9. Depósito Coluvial (Qc)



Fuente: Autor

La formación Rosablanca, predominante en la zona y sus materiales calcáreos que conforman la unidad superficial favorecen los deslizamientos por acción de efectos de saturación al presentar porosidad secundaria en estas rocas plegadas y fracturadas cuya fuente de recarga es la precipitación y las aguas superficiales.

Estas rocas también se caracterizan por formar cavernas y dado el grado de fracturamiento que presentan, la presencia de agua subterránea juega un papel muy importante porque facilita el desarrollo de movimientos de inestabilidad.

Los espesores de los suelos coluviales de esta ladera oscilan entre 20 m en su parte superior hasta 8 metros en la parte inferior, los cuales reposan sobre suelos residuales duros y estables de la formación Rosablanca.

3.4 HIDROLOGIA

Para conocer las condiciones hidrológicas en el talud en estudio, es necesario analizar las principales características que influyen en la zona:

3.4.1 Clima. En la climatología se analiza los principales factores que tienen influencia en el talud, como son:

a) **Precipitaciones:** Esta zona posee una de las curvas pluviométricas de mayor humedad, que se encuentra aproximadamente alrededor de 2400 mm a 3300 mm promedio anuales, haciendo de esta región una zona de humedad media. A continuación se hace relación a un cuadro de valores totales mensuales de precipitación de los años (2001 y 2002), tomada de la estación pluviométrica de Olival, en el Municipio de Suaita.

Tabla 1. Valores totales mensuales de precipitación

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Vr. Anu
2001	113,1	82,5	252,3	190,0	383,5	170,7	288,4	226,8	302,9	483,8	425,9	216,2	3136,1
2002	66,9	187,0	194,0	338,5	211,9	246,9	120,9	168,8	343,2	305,0	327,7	130,9	2641,7
Medios	90,0	134,8	223,2	264,3	297,7	208,8	204,7	197,8	323,1	394,4	376,8	173,6	2889,2
Max	113,1	187,0	252,3	338,5	383,5	246,9	288,4	226,8	343,2	483,8	425,9	216,2	3505,6
Min	66,9	82,5	194,0	190,0	211,9	170,7	120,9	168,8	302,9	305,0	327,7	130,9	2272,2

Fuente: IDEAM, seccional Bucaramanga

b) **Temperatura:** Se determina los valores promedio anuales de temperatura de la zona, utilizando la fórmula de regresión lineal para Santander (1974-1997), suministrada por el IDEAM de Bucaramanga.

Formula de regresión lineal:

$$Y = -0.0060X + 29.1890^{\circ} \text{ C}$$

Y siendo X, la cota promedio del talud = 1814[m.s.n.m], tenemos:

$$Y = -0.0060 \cdot 1814 + 29.1890$$

$$Y = -10.884 + 29.1890$$

$$Y = 18.305^{\circ}\text{C. Temperatura en el Talud}$$

c) **Unidad Climática:** Las Unidad Climática de la zona se define con base en la clasificación según el Estudio de Temperatura para el departamento de Santander realizado por el IDEAM, dado por la siguiente tabla:

Tabla 2. Cotas límites en los pisos térmicos en Santander

PISO TÉRMICO	RANGO DE ALTURAS	
	COTA LIMITE INFERIOR (m)	COTA LIMITE SUPERIOR (m)
CÁLIDO $T > 24^{\circ}$	0	865
TEMPLADO $24 > T > 12^{\circ}\text{C}$	865	1950
FRÍO $17,5 > T > 12^{\circ}\text{C}$	1950	2865
PARAMUNO $12 > T > 0^{\circ}\text{C}$	2865	4865
NIEVES PERPETUAS $T < 0^{\circ}\text{C}$	4865	

Fuente: Estudio para el departamento de Santander, IDEAM

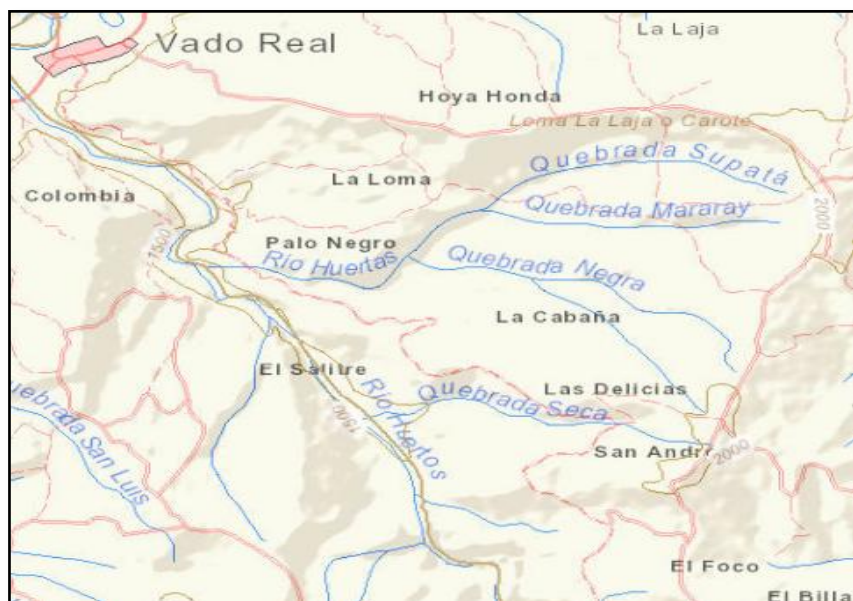
Donde se caracteriza el sector del talud en el piso térmico:

- Templado Húmedo (TH): La cual está comprendida entre 865 y 1950 m.s.n.m, presentando temperaturas que oscilan entre los 17.5 y 24°C . Dentro de esta unidad climática se encuentran San José de Suaita, Tolotá, Vadoreal, Gámbita y presente en todas las veredas de estos municipios.

3.4.2 Recurso Agua. En la región se encuentran una compleja red fluvial, pero para el presente estudio solo se tendrán en cuenta la Quebrada Seca que vierte sus aguas en el Río Huertas, ya que es la de mayor contacto con el sector,

convirtiéndose en su afluente principal. Obsérvese en el siguiente grafico red fluvial.

Ilustración 10. Red fluvial de la zona en estudio



Fuente: IDEAM

Ilustración 11. Áreas de drenaje



Fuente: Autor

3.4.3 Sismicidad. Según estudios realizados por la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, el Departamento de Santander presenta zonas de amenaza intermedia y alta, debido a que se encuentra en la zona Andina, una de las formaciones más recientes del planeta, presentando fallas geológicas como las originadas en las placas tectónicas de Nazca, Caribe y Continental. Véase Anexo B.

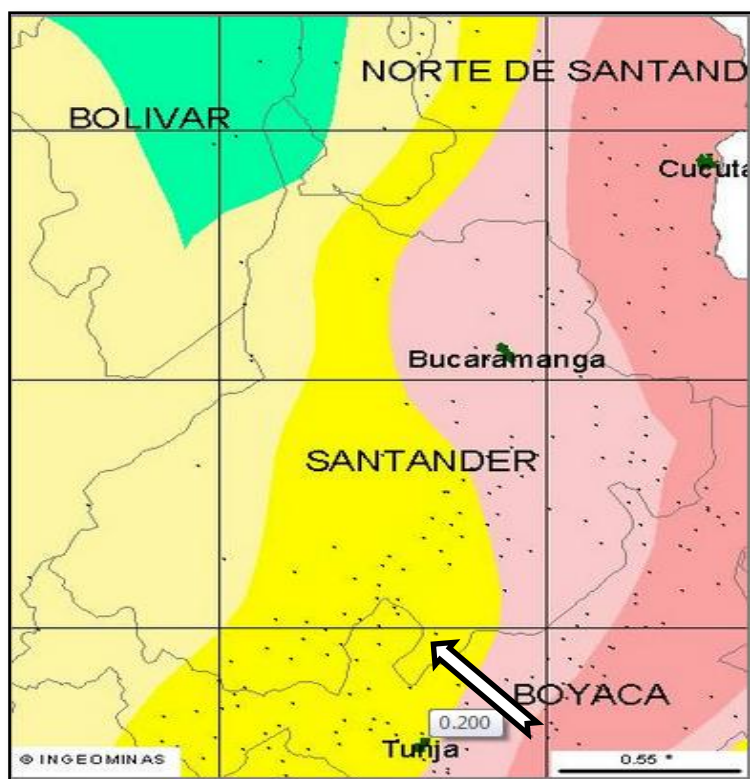
De igual forma, su cercanía al llamado enjambre sísmico y el registro de un promedio de cinco temblores diarios, sin duda alguna, dejan al Departamento de Santander en los más altos escalones de alta amenaza telúrica; presentando temblores frecuentes generalmente a profundidades mayores de los 130 kilómetros.

Estos movimientos sísmicos pueden activar deslizamientos en el terreno. En el caso de un sismo existe el triple efecto de aumento de esfuerzo cortante, la pérdida de resistencia por aumento de la presión de poros y la deformación asociada con la onda sísmica; pudiéndose llegar a la falla al cortante y hasta la licuación, en el caso de suelos granulares saturados.⁶

En la zona ubicada entre el K15+900 al K15+960 de la vía Vadoreal – Gámbita, se observa que la Zona de amenaza sísmica y movimientos sísmicos de diseño en este sector es Intermedia con un coeficiente de aceleración horizontal A_a de 0.20.

⁶ Disponible en Internet: http://www.erosion.com.co/index.php?option=com_content&view=article&id=30:sismica-sismologia&catid=19&Itemid=212

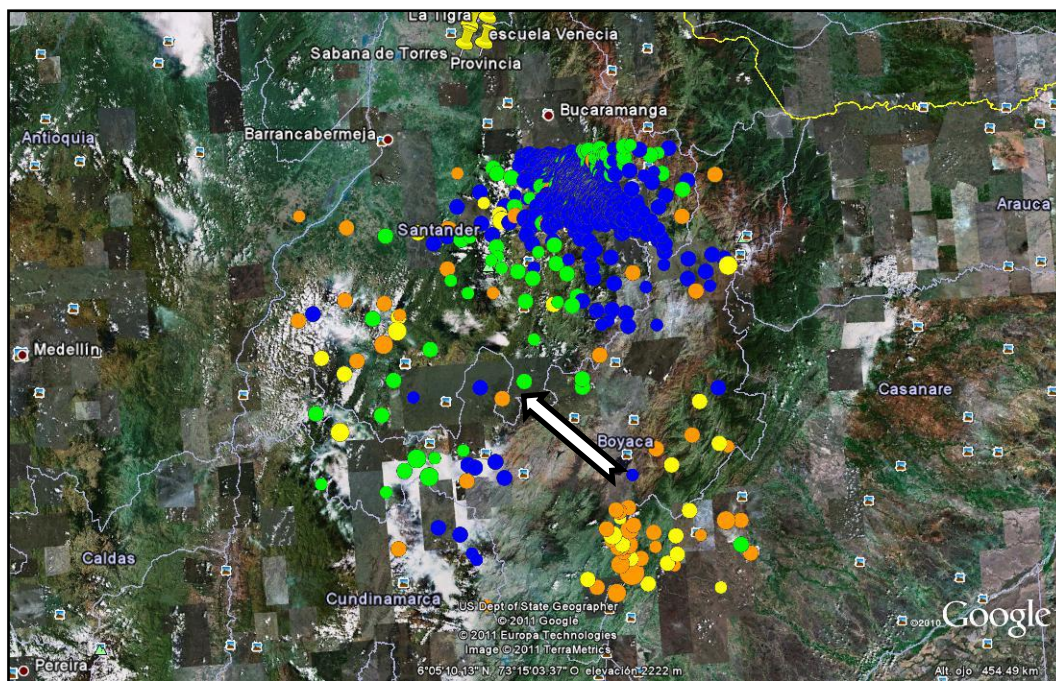
Ilustración 12. Zonificación amenaza sísmica del sector en estudio



Fuente: INGEOMINAS

En la siguiente figura se registran los sismos más representativos de la zona en estudio, desde una magnitud de 3 hasta magnitudes de 8 y con profundidad inferior a 300 km. Estos pueden ser atribuidos a las fallas activas del Rio Suarez, la del pie de Monte Llanero y la del nido de Bucaramanga.

Ilustración 13. Registros sísmicos del sector en estudio



Fuente: Autor basado en herramientas de Google Earthquake



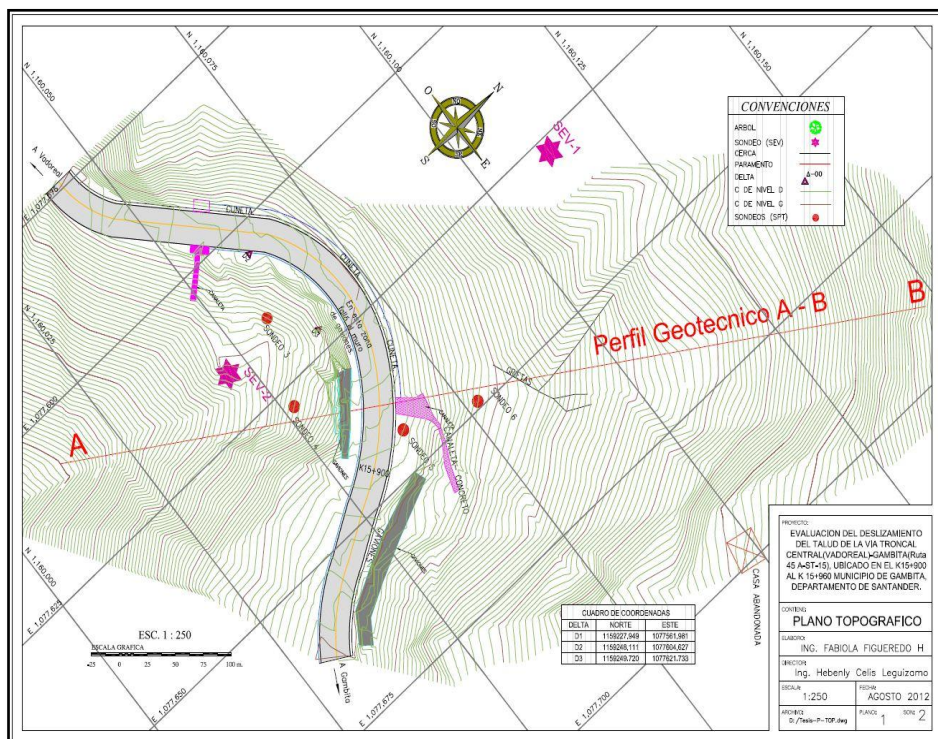
Convenciones

El sismo más representativo en la zona fue el ocurrido en Enero de 1995, con una intensidad M_s de 7.3 y a una profundidad inferior a 35km

4. EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA

La exploración geotécnica se realizó mediante visitas de campo, reconocimiento del terreno, procesamiento y levantamiento de información, recopilación de ensayos de dos puntos con geoelectrónica, 4 sondeos con ensayos SPT, dos apiques y ensayos de laboratorio (granulometría, plasticidad, límites, humedad, peso unitario, corte directo). Posteriormente el análisis de la información para determinar los valores de mayor susceptibilidad al deslizamiento, en especial el tipo de suelo, ángulo de fricción, cohesión y nivel freático necesarios para el modelamiento del talud a través de un software. A continuación se presenta la localización de los sondeos, apiques y geoelectrónica, en la Ilustración 14

Ilustración 14. Ubicación de ensayos en Plano Topográfico



Fuente: Autor

4.1 ESTUDIOS GEOELÉCTRICOS

Los Estudios Geoelectricos son una herramienta que permite estudiar la constitución y posición de las unidades geológicas y aguas subterráneas, utilizando la resistividad eléctrica del subsuelo, a través de una serie de mediciones de Intensidad de corriente como del gradiente de potencial desde la superficie.

Los estudios realizados por Carlos Wandurraga B, consistieron en una visita de reconocimiento de la zona de inestabilidad y luego se ejecutaron dos Sondeos Eléctricos Verticales SEV-1 y SEV-2, tomados en el K15+910, el día 13 de diciembre 2011. Véase Anexo C. La información de los ensayos geoelectricos del talud superior se presentan en la tabla 3., así mismo la información del talud inferior en la tabla N°4.

Tabla 3. Resultados Sondeo Eléctrico Vertical SEV-1 - Talud superior

Profundidad (m) Desde – Hasta	Unidad Geoelectrica	Resistividad (Ohm – m)	Correlación Hidrogeológica
0.00 - 0.50	I	1130	Suelo areno-arcilloso calcáreo.
0.50 - 2.50	II	456	Depósito coluvial de fragmentos de caliza y areniscas embebidos en una matriz arcillosa.
2.50 - 20.30	III	80	Depósito coluvial de fragmentos de caliza y areniscas embebidos en una matriz arcillosa. Saturado.
20.30 - 63.90	IV	538	Basamento cretácico compuesto por calizas intercaladas con shale. Formación Rosablanca.
63.90 - 100.00	V	281	Basamento cretácico compuesto por shale y calizas. Formación Rosablanca.

COORDENADAS: X=1'159.263, Y=1'077.646, Z=1836 msnm

Fuente: Estudio Geoelectrico – Carlos Wandurraga B.

Tabla 4. Resultados Sondeo Eléctrico Vertical SEV-2- Talud inferior

Profundidad (m) Desde - Hasta	Unidad Geoeléctrica	Resistividad (Ohm – m)	Correlación Hidrogeológica
0.00 - 0.90	I	36	Suelo areno-arcilloso calcáreo. Húmedo.
0.90 - 2.90	II	22	Depósito coluvial de fragmentos de caliza y areniscas embebidos en una matriz arcillosa. Saturado.
2.90 - 7.90	III	12	Depósito coluvial de fragmentos de caliza y areniscas embebidos en una matriz arcillosa. Saturado.
7.90 - 16.30	IV	1158	Basamento cretácico compuesto por calizas intercaladas con shale. Formación Rosablanca.
16.30 - 100.00	V	200	Basamento cretácico compuesto por shale y calizas. Formación Rosablanca.

COORDENADAS: X=1'159.246, Y=1'077.614, Z=1814 msnm

Fuente: Estudio Geoeléctrico – Carlos Wandurraga B.

De acuerdo con las observaciones de campo efectuadas y la interpretación de los Sondeos Eléctricos Verticales SEV-1 y SEV-2, realizados en el área de la inestabilidad geológica, se podría decir que Las secciones Geoeléctricas de los Sondeos Eléctricos Verticales presentan una litología correspondiente a rocas sedimentarias marinas del Cretáceo conformado por calizas, shale y margas correlacionables con la Formación Rosa Blanca, infrayaciendo a un depósito coluvial compuesto por fragmentos heterométricos y heterogéneos de calizas y areniscas embebidos en una matriz arcillosa. Notándose también que el grado de meteorización en las rocas cretácicas va disminuyendo a medida que se profundiza la roca hasta llegar a la roca fresca.

En la tabla 5. se presenta el resumen Geológico-Geotécnico de la investigación Geoeléctrica realizada para los dos sitios donde se ejecutaron los Sondeos Eléctricos Verticales:

Tabla 5. Resultados generales SEV-1 y SEV-2

SITIO SONDEO	SUELO (m)	SUELO RESIDUAL	COLUVION (m)	BASAMENTO (m)
SEV-1(talud sup)	0.00–0.50	-	0.50–20.30	20.30
SEV-2 (talud inf)	0.00–0.90	-	0.90–7.90	7

Fuente: Estudio Geoeléctrico – Carlos Wandurraga B.

4.2 INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO-ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Los estudios geotécnicos se aplican a los materiales obtenidos como muestras del talud en estudio por medio de ensayos de laboratorio, como son: ensayo de humedad, límites de Atterberg, granulometría y resistencia al corte, siendo estos necesarios para obtener la clasificación y parámetros de resistencia del suelo.

Existen ensayos de laboratorio de dos fuentes diferentes. Uno realizado a muestras de dos apiques de una profundidad de 1m elaborados por CASTILLO Y TURIZO en noviembre de 2011 (ver Anexo D) y otro mediante cuatro sondeos realizados por la firma INGEAS S.A.S en febrero de 2012. (Ver Anexo E)

4.2.1 Resultado de ensayos de laboratorio noviembre de 2011. El resumen de ensayos de las muestras de dos apiques elaborados por CASTILLO Y TURIZO, se registran en las tablas siguientes, en ellas se puede observar un material limoso de baja plasticidad, con ángulo de fricción residual que oscila entre 20° y 30°

Tabla 6. Resultados granulométricos de los apiques

	GRANULOMETRÍA [%]		
	Gravas	Arenas	Finos
APIQUE 1	7.56	25.07	67.37
APIQUE 2	0.1	2.59	97.31

Fuente: Castillo, y Turizo, 2012

Tabla 7. Resultados Límites de Atterberg y clasificación de los apiques

	% FINOS	LIMITES ATTERBERG [%]			SUCS
		LL	LP	IP	
APIQUE 1	67.37	32	25	7	ML
APIQUE 2	97.31	45	34	11	ML

Fuente: Castillo, y Turizo, 2012

Tabla 8. Resultados de resistencia al corte por apiques

		γ d[gr/cm ³]	W [%]	Cpico [gr/cm ²]	ϕ pico [Grados]	Cres [gr/cm ²]	ϕ res [Grados]	ENSAYO DE COMPACTACIÓN	
								γ máx. [gr/cm ³]	W óptima [%]
APIQUE 1	Muestra Saturada	1.49	33	400.55	21	157.11	20	1.86	16.2
	Muestra Natural	1.41	29	658.11	24	482.92	22		
	Muestra Compactada	1.66	15	1338.6	35	551.53	32		
APIQUE 2	Muestra Saturada	1.31	32	466.63	20	171.94	19	1.83	16.6
	Muestra Natural	1.25	27	765.75	22	512.37	21		
	Muestra Compactada	1.66	16	1414.1	32	579.69	30		

Fuente: Castillo, y Turizo, 2012

4.2.2 Resultados ensayos de laboratorio febrero de 2012. A continuación se presentan los perfiles geotécnicos típicos del Talud de acuerdo a la información obtenida en cuatro sondeos realizados por la firma INGEAS S.A.S, donde los sondeos N° 5 y 6 corresponden al talud superior y los sondeos N° 3 y 4 al talud inferior.

Se realizaron sondeos continuos a percusión en tramos de 50 centímetros de longitud realizando ensayos de penetración estándar SPT, de acuerdo a la norma AS TM D 1586, I.N.V.E. 111.

Para la realización de los sondeos se utilizó un equipo manual con polea y pesa sobre una guía tubular, el cual se observa en la Ilustración siguiente.

Ilustración 15. Perforación sondeo N° 5 - Talud superior



Fuente: INGEAS.S.A.S - PI Ltda, 2012.

Ilustración 16. Toma de muestras sondeo N°5- Talud superior



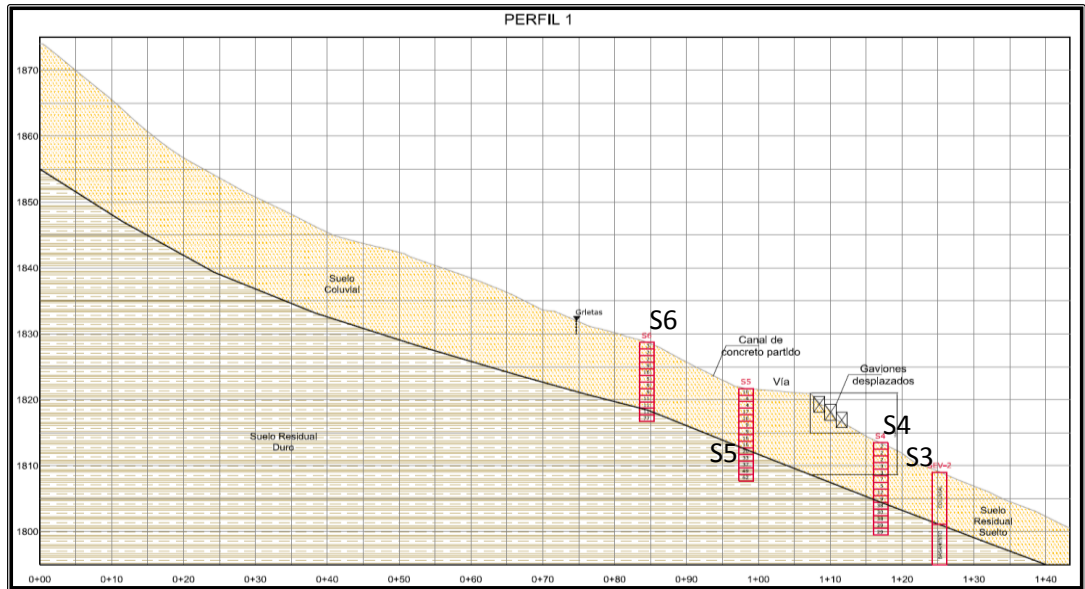
Fuente: Fuente: INGEAS.S.A.S - PI Ltda, 2012

Tabla 9. Características y localización de los sondeos:

<i>Perforación No.</i>	<i>Equipo</i>	<i>Localización</i>	<i>Profundidad total (m.)</i>
3 (Talud Inferior)	Rotopercusión	Ver plano topográfico	13.0
4 (Talud Inferior)	Rotopercusión	Ver plano topográfico	14.0
5 (Talud superior)	Rotopercusión	Ver plano topográfico	14
6 (Talud superior)	Rotopercusión	Ver plano topográfico	12

Fuente: Autor

Ilustración 17. Localización de sondeos



Fuente: Autor

El talud inferior presenta un perfil conformado por un suelo muy suelto de profundidad variable entre 8.0 y 12.0 metros y por debajo de este nivel aparecen suelos residuales duros y estables.

Los datos de los ensayos corresponden a un material residual, compuesto por limos y arcillas de baja plasticidad con índice plástico entre 9 a 13%, de color amarillo miel a grises, con humedades entre 24 y 43%, datos que se observan en la tabla 10.

Tabla 10. Resultado ensayos de laboratorio Talud Inferior

SONDEO	UBICACIÓN	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	N (golpes/pie)	% FINOS	% LL	% LP	% IP	% W	CLASIFICACIÓN S.U.C.S.
3	K15+950	1	0.0 - 1.0	3.0	55.3	38.6	26.3	12.3	33.84	ML
		2	1.0 - 2.0	4.0					30.74	
		3	2.0 - 3.0	8.0	61.4	37.7	25.1	12.6	35.32	ML
		4	3.0 - 4.0	12.0					35.05	
		5	4.0 - 5.0	11.0	68.5	38.1	24.7	13.4	36.58	CL
		6	5.0 - 6.0	20.0	48.9	31.6	2.3	9.3	28.28	GC
		7	6.0 - 7.0	28.0	60.1				31.07	
		8	7.0 - 8.0	27.0	64.8				34.18	
		9	8.0 - 9.0	22.0	60.0				31.85	
		10	9.0 - 10.0	23.0					31.76	
		11	10.0 - 11.0	30.0	59.6				33.95	
		12	11.0 - 12.0	54.0	69.3				27.30	
		13	12.0 - 13.0	82.0					24.10	
4	k15+950	1	0.0 - 3.0	2.0	43.4	43.3	30.5	12.8	34.41	GM
		2	3.0 - 5.0	3.0					44.35	
		3	5.0 - 6.0	7.0	61.0	43.6	31.2	12.4	43.23	ML
		4	6.0 - 7.0	5.0					36.12	
		5	7.0 - 8.0	12.0	70.7	36.3	24.7	11.5	31.86	ML
		6	8.0 - 9.0	9.0					33.09	
		7	9.0 - 10.0	38.0	77.4	33.1	26.4	6.7	32.43	ML
		8	10.0 - 11.0	30.0					27.75	
		9	10.0 - 11.0	38.0	71.4	33.9	22.5	11.4	29.87	CL
		10	11.0 - 14.0	29.0					27.66	

Fuente: INGEAS S.A.S. 2012

El perfil del suelo se encuentra en estado húmedo, el nivel freático de acuerdo a los sondeos realizados se evidenció a 10.0 metros, pero se observó saturamiento del material desde los 2.00 metros de profundidad.

Ilustración 18. Perfil sondeo N° 3 Talud Inferior

PROFUNDIDAD (m)		ESTRATIFICACIÓN	No. Muestra	Toma de Muestras			N SPT	DESCRIPCIÓN	S.U.C.S	HUMEDAD NATURAL (%)	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE PLÁSTICO	% PASA 200	NIVEL PRELITO
				0 - 5"	5" - 10"	10" - 15"									
0,00			1	2	1	2	3	Muestra compuesta por limo inorgánico de alta plasticidad color amarillo miel	ML	33,84	38,6	26,3	12,3	55,3	
	1,00			1	1	2	3								
1,00			2	1	1	1	2								
	2,00			2	2	2	4								
2,00			3	15	4	4	8	Muestra compuesta por limo inorgánico de alta plasticidad color amarillo miel	ML	35,32	37,7	25,1	12,6	61,4	
	3,00			4	4	4	8								
3,00			4	5	4	6	10								
	4,00			5	6	6	12								
4,00			5	5	5	5	10	Muestra compuesta por arcilla inorgánica de baja a media plasticidad color gris	CL	36,58	38,1	24,7	13,4	68,5	
	5,00			5	6	5	11								
5,00			6	10	9	9	18	Muestra compuesta por grava arcillosa color gris piedra	GC	28,28	31,6	22,3	9,3	48,9	
	6,00			11	10	10	20								
6,00			7	7	7	8	15	Muestra compuesta por arcilla inorgánica de baja a media plasticidad color beige perlado	CL	31,07	37,8	24,3	13,5	60,1	
	7,00			8	13	15	28								
7,00			8	9	12	14	26	Muestra compuesta por limo inorgánico de alta plasticidad color beige perlado	ML	34,18	35,5	26,2	9,3	64,8	
	8,00			15	14	13	27								
8,00			9	12	12	10	22	Muestra compuesta por arcilla inorgánica de baja a media plasticidad color amarillo curry	CL	31,85	34,2	22,7	11,5	60	
	9,00			10	10	12	22								
9,00			10	10	11	12	23								
	10,00			11	12	11	23								
10,00			11	14	14	13	27	Muestra compuesta por arcilla inorgánica de baja a media plasticidad color amarillo curry	CL	33,95	32,1	21,4	10,7	59,6	
	11,00			15	15	15	30								
11,00			12	17	19	21	40	Muestra compuesta por arcilla inorgánica de baja a media plasticidad color beige perlado	CL	27,3	30,4	21,5	8,9	69,3	
	12,00			21	26	28	54								
12,00			13	28	27	31	58								
	13,00			37	34	48	82								

Fuente: INGEAS.S.A.S - PI Ltda, 2012.

El talud superior presenta un perfil conformado por suelos coluviales de profundidad aproximada de 20 m y por debajo de este nivel suelos residuales duros y estables.

Los datos de los ensayos corresponden a un material residual, compuesto por limos de baja plasticidad con índice plástico entre 9 a 15%, de color amarillo claro a oscuro, con humedades entre 5 y 47%, datos que se observan en la tabla 11.

Tabla 11. Resultado ensayos de laboratorio Talud Superior

SONDEO	UBICACIÓN	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	N (golpes/pie)	% FINOS	% LL	% LP	% IP	% W	CLASIFICACIÓN S.U.C.S.
5	K15+950	1	0.0 - 1.0	10.0	45.6	41.8	28.4	13.4	16.77	GM
		2	1.0 - 3.0	4.0					32.74	
		3	3.0 - 4.0	17.0	15.9	33.8	21.9	11.9	5.03	GC
		4	4.0 - 5.0	16.0					35.90	
		5	5.0 - 7.0	9.0	68.6	49.9	35.4	14.4	24.81	ML
		6	7.0 - 9.0	16.0					46.96	
		7	9.0 - 10.0	20.0	84.3	44.8	31.6	13.1	12.82	ML
		8	10.0 - 11.0	33.0					33.11	
		9	11.0 - 12.0	37.0	82.7	37.6	26.4	11.2	30.67	ML
		10	12.0 - 13.0	49.0					30.58	
		11	13.0 - 14.0	62.0	70.1	35.7	24.4	11.3	32.28	ML
6	K15+950	1	0.0 - 1.0	3.0	71.9	46.2	31.9	14.3		ML
		2	1.0 - 3.0	2.0					37.86	
		3	3.0 - 4.0	9.0	88.6	42.0	32.5	9.5		ML
		4	4.0 - 5.0	16.0					42.73	
		5	5.0 - 6.0	5.0	93.5	39.0	26.9	12.1		ML
		6	6.0 - 8.0	9.0					44.92	
		7	8.0 - 11.0	11.0	99.1	43.6	32.1	11.4		ML
		8	11.0 - 12.0	77.0	96.1	41.3	31.0	10.4		ML

Fuente: INGEAS S.A.S., 2012

Ilustración 19. Perfil sondeo N° 5 Talud Superior

PROFUNDIDAD (m)		ESTRATIFICACIÓN	No. Muestra	Toma de Muestras			N SPT	DESCRIPCIÓN	S.U.C.S	HUMEDAD NATURAL (%)	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE PLÁSTICO	% PASA 200	NIVEL FREÁTICO
				0 - 15"	15" - 30"	30" - 45"									
0,00			1	11	10	9	19	Muestra compuesta por grava limosa color amarillo tráfico	GM	26,77	41,8	28,4	13,4	45,6	
	1,00			8	5	5	10								
1,00			2	5	3	4	7			32,74					
	3,00			4	2	2	4								
3,00			3	7	10	11	21	Muestra compuesta por grava arcillosa color amarillo maíz	GC	5,03	33,8	21,9	11,9	15,9	
	4,00			10	8	9	17								
4,00			4	7	7	9	16			35,9					
	5,00			9	7	9	16								
5,00			5	6	6	5	11	Muestra compuesta por limo inorgánico de alta plasticidad color amarillo pastel	ML	24,81	49,9	35,4	14,4	68,6	
	7,00			3	4	5	9								
7,00			6	7	4	5	9			45,96					
	9,00			6	8	8	16								
9,00			7	10	8	7	15	Muestra compuesta por limo inorgánico de alta plasticidad color amarillo azafraán	ML	46,82	44,8	31,6	13,1	84,3	
	10,00			10	10	10	20								
10,00			8	10	10	10	20			33,11					
	11,00			16	17	16	33								
11,00			9	13	14	18	32	Muestra compuesta por limo inorgánico de alta plasticidad color amarillo azafraán	ML	30,67	37,6	26,4	11,2	82,7	
	12,00			18	19	18	37								
12,00			10	10	15	16	31			30,58					
	13,00			18	19	30	49								
13,00			11	27	28	26	54	Muestra compuesta por limo inorgánico de alta plasticidad color amarillo azafraán	ML	32,38	35,7	24,4	11,3	70,1	
	14,00			25	24	38	62								

Fuente: INGEAS.S.A.S - PI Ltda, 2012.

5 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

De los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio a las muestras tomadas mediante apiques y sondeos, para caracterizar las propiedades de cada estrato de suelo presentes en el talud en estudio, fue necesario realizar un análisis comparativo de la información existente en la zona y de los resultados de los ensayos geoelectrónicos.

Los resultados de laboratorio varían básicamente porque las muestras de CASTILLO Y TURIZO se tomaron en época de lluvia (noviembre de 2012) y las de INGEAS S.A.S se tomaron en época de baja pluviosidad (febrero de 2012)

Los suelos están conformados por limos embebidos en una matriz arcillosa y se corrobora que actualmente los taludes a ambos lados de la vía presentan problemas de estabilidad, evidenciado por el deslizamiento de los gaviones instalados para mitigar el movimiento de desplazamiento y por el alto contenido de humedad debido a infiltración de agua; los cuales fueron favorecidos por la dirección de buzamiento y por el carácter de los materiales calcáreos meteorizados que conforman la unidad superficial.

Se analizaron los resultados obtenidos en el laboratorio, respecto a los coeficientes de variación generalizados de las propiedades Geotécnicas, con el fin de observar si los resultados obtenidos se encuentran dentro del rango de valores propuestos por Luis Bañón Blázquez presentados en la siguiente tabla:

Tabla 12. Características físicas típicas de diversos suelos

TIPO DE SUELO	γ (T/m ³)	ϕ (Grados)	C (T/m ²)
Bloques y Bolos Suelos	1,70	35 - 40°	-
Grava	1,70	37,5°	-
Grava Arenosa	1,90	35°	-
Arena Compactada	1,90	32,5 - 35°	-
Arena Semi-compactada	1,80	30 - 32,5°	-
Arena Suelta	1,70	27,5 - 30°	-
Limo Firme	2,00	27,5°	1 - 5
Limo	1,90	25°	1 - 5
Limo Blando	1,80	22,5°	1 - 2,5
Marga Arenosa Rígida	2,20	30°	20 - 70
Arcilla Arenosa Firme	1,90	25°	10 - 20
Arcilla Media	1,80	20°	5 - 10
Arcilla Blanda	1,70	17,5°	2 - 5
Fango Blando Arcilloso	1,40	15°	1 - 2
Suelos Orgánicos (Turba)	1,10	10 - 15°	-

Fuente: BAÑÓN BLÁZQUEZ, Luis. Estabilidad de taludes.

Se observa que los resultados finales se encuentran dentro de los rangos de valores de tipos de suelo limoso y arcilloso, debido a que en la zona hay presencia de ambos.

Correlaciones para interpretación de los ensayos SPT

A continuación se presentan dos tablas indicativas que permiten la interpretación general de los resultados de los ensayos SPT, donde se compara el N para suelos arcillosos y granulares:

Tabla 13. Correlación de N Para suelos arcillosos:

Número de penetración estándar N	Consistencia	Resistencia a compresión KPa
0 a 2	Muy blanda	0 a 25
2 a 5	Blanda	25 a 50
5 a 10	Medio firme	50 a 100
10 a 20	Firme	100 a 200
20 a 30	Muy firme	200 a 400
> 30	Dura	> 400

Fuente: Braja Das. "Principios de ingeniería de cimentaciones", Thomson Editores, México, 1999.

Tabla 14. Correlación de N Para suelos granulares:

Número de penetración estándar N	Densidad relativa %	Estado del suelo
0 a 3	0 a 15	Muy suelto
3 a 8	15 a 35	Suelto
8 a 25	35 a 65	Medio
25 a 42	65 a 85	Denso
42 a 58	85 a 100	Muy denso

Fuente: Jamiel Kowski y otros, "New correlations of penetration tests for design practice"

Penetration testing, 1988 ISOPT-1, Balkema, 1988.

Con la comparación anterior, se indica que los valores de las características físicas obtenidas pueden ser utilizados para el modelamiento en las unidades geológicas dadas por los Sondeos Eléctricos Verticales.

5.1 VALORES UNIDADES GEOLÓGICAS

Tabla 15. Valores unidades geológicas – ensayos I

SUELO	FRICCIÓN (Ø)	COHESIÓN (Kpa)	PESO UNITARIO (KN/m ³)
Suelo Areno-Arcilloso Calcáreo.	20°	16	14
Depósito Coluvial	26°	36	17
Basamento Cretácico	Roca, Formación Rosablanca		

Fuente: Castillo y Turizo, 2012

Tabla 16. Valores unidades geológicas Ensayos II

<i>Suelo</i>	<i>Peso unitario KN/m³</i>	<i>Fricción (Ø)</i>	<i>Cohesión KN/m²</i>
<i>Suelo suelto</i>	17.5	22	15
<i>Residual duro</i>	18.5	30	20

Fuente: INGEAS S.A.S, 2012

5.2 VALORES UNIDADES GEOLÓGICAS SELECCIONADOS PARA EL MODELAMIENTO

Del análisis de la información existente, se determina utilizar los datos más desfavorables para el modelamiento del talud, relacionados en la siguiente tabla:

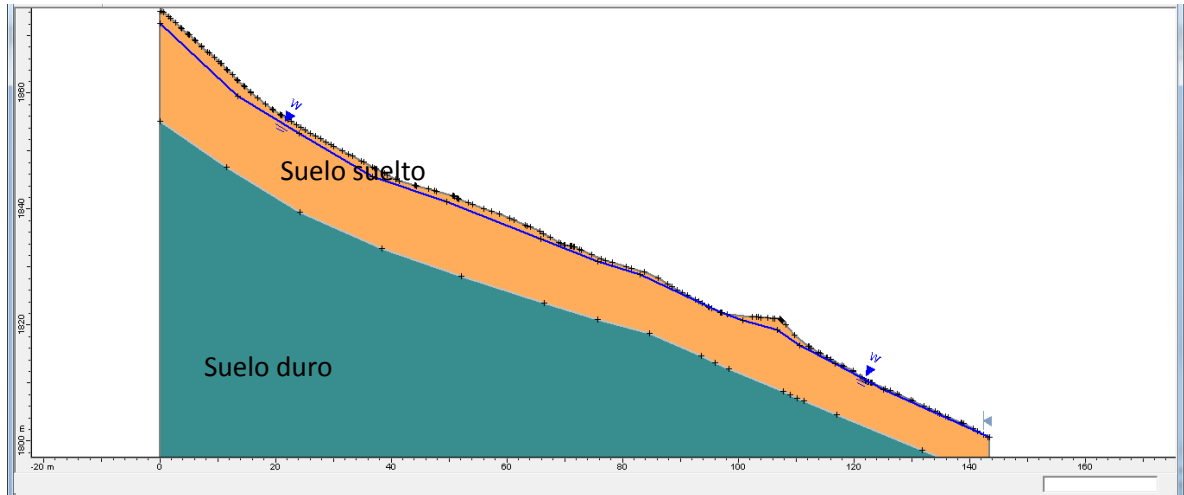
Tabla 17. Valores unidades geológicas seleccionados para Modelamiento

SUELO	FRICCIÓN (Ø)	COHESIÓN (Kpa)	PESO UNITARIO (KN/m ³)
Suelo suelto	20°	15	15
Residual duro (Basamento cretácico)			20

Fuente: Autor

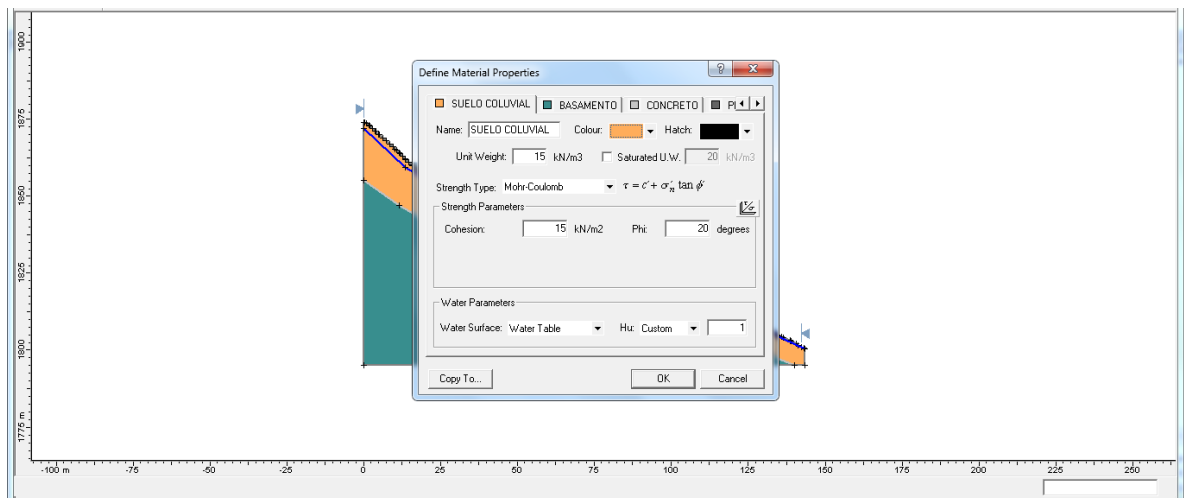
Para el modelamiento se utilizó la resistencia residual obtenida en los ensayos de Corte Directo y un Coeficiente Pseudo-estático: 0.13 g.

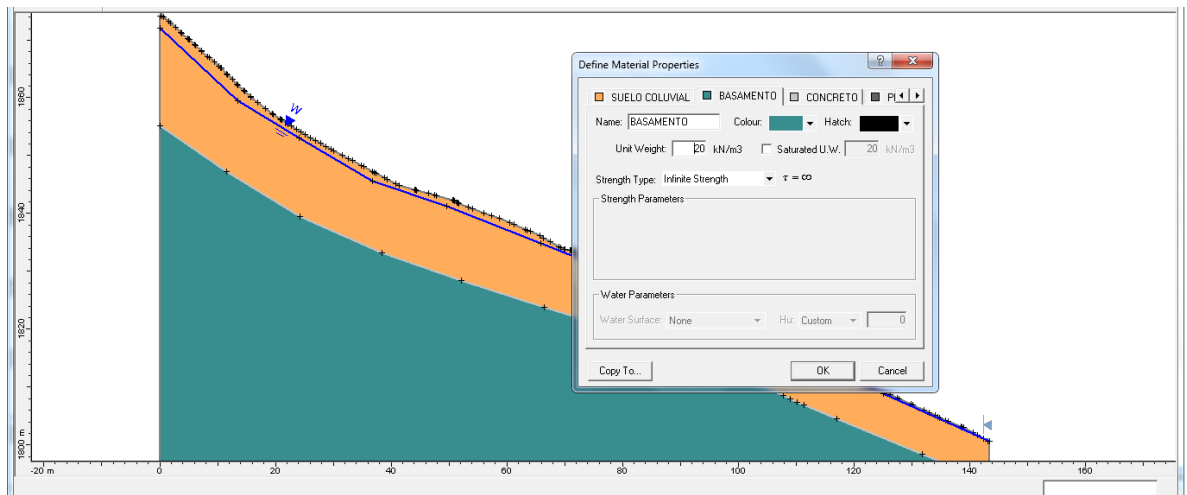
Ilustración 20. Perfil de diseño



Fuente: Autor

Ilustración 21. Perfil de diseño y características





Fuente: Autor

6 EVALUACIÓN DE ESTABILIDAD

6.1 EVALUACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES MEDIANTE EL MÉTODO DEL EQUILIBRIO LÍMITE.

Este proceso se realiza para determinar la probabilidad de ocurrencia y severidad de un evento en un tiempo dado y en un área establecida, se determina mediante la evaluación de los factores de seguridad.

El factor de seguridad es la relación entre las fuerzas resistentes y las fuerzas actuantes ($FS = FR / FA$) utilizado para evaluar el estado límite de falla.

Los factores de seguridad que se deben cumplir en Colombia para taludes según la norma NSR-10 expresado en la tabla H.2.4-1 son: Factor de seguridad básico 1.5 para condición estática y 1.05 para condición Pseudo-estático. Existe para Bucaramanga factores de seguridad más exigentes dados por norma geotécnica de la CDMB por corresponder a una zona de mayor sismicidad.

En el presente trabajo se va a diseñar para un sistema de estabilidad de amenaza baja de 1.5 para estático y 1.05 para Pseudoestático.

Tabla 18. Factores de Seguridad Básicos Mínimos Directos de la norma NRS-10.Tabla H.2.4.-1

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

Fuente. NSR-10.

Tabla 19. Criterios de Evaluación de Amenaza CDMB

CONDICIÓN ESTÁTICA	F.S.
Amenaza Baja	> 1.50
Amenaza Media	1.25 - 1.50
Amenaza Alta	< 1.25
CONDICIÓN CON SISMO Y AGUA	F.S.
Amenaza Baja	> 1.20
Amenaza Media	1.0 - 1.20
Amenaza Alta	< 1.0

Fuente: Norma Geotécnica CDMB, 2005

Para el análisis de estabilidad de taludes se utiliza el método de Equilibrio Límite, ya que permite obtener un factor de seguridad por medio de los parámetros de resistencia del suelo básicos como lo son cohesión y ángulo de fricción del material, entre otros.

El análisis de estabilidad de equilibrio límite consiste en determinar si existe suficiente resistencia en los suelos del talud para soportar los esfuerzos que tienden a causar la falla o deslizamiento.

Para este análisis del modelo, se utilizó el software SLOPE/W, 2012 de GEO-SLOPE, que utiliza la teoría de Equilibrio Límite para calcular el factor de seguridad de taludes de tierra y roca, en condiciones estáticas y pseudoestáticas.

Este software permite trabajar con diferentes métodos de análisis, los cuales han sido utilizados por varias décadas para taludes sujetos a fuerzas gravitacionales; para el objeto del presente estudio se trabajó conjuntamente con tres métodos que se utilizan para fallas rotacionales, aunque existen 9 incluidos dentro del software, a saber:

a) Bishop

- b) Janbu
- c) Spencer.

Con el modelamiento se busca obtener el factor de seguridad al deslizamiento del talud en condición estático y Pseudo-estático, determinando así el nivel de amenaza en que se encuentra, con el fin de utilizarlo como una herramienta útil en la toma de decisiones, hacia la búsqueda de la mejor solución.

6.2 CALIBRACIÓN DEL MODELO DEL TALUD ANTES DE LA CONSTRUCCIÓN DEL GAVIÓN

Se analizaron las diferentes situaciones que pudieron haber causado la falla del talud, realizándose modelamientos con escenarios representativos de la zona que pudiesen haber ocasionado el deslizamiento del terreno.

A continuación se muestra en las siguientes ilustraciones, el modelamiento de la condición inicial en el que se encontraba el talud antes de la construcción del gavión en el talud inferior de la banca. En el modelamiento del talud con el modelo de Mohr-Coulomb por el método Spencer y en condición saturada, el perfil mostró un valor del factor de seguridad mínimo de 0.586. Los factores de seguridad se registran en el grafico 22, donde se aprecia que este varía entre 0.5 a 0.9, muy por debajo de 1.5 exigido para la condición estática, lo que indica falla del talud con una zona critica en la parte central entre los 30 y 110 m.

Ilustración 22. Modelamiento del talud antes de la construcción del gavión-estatico (saturado)

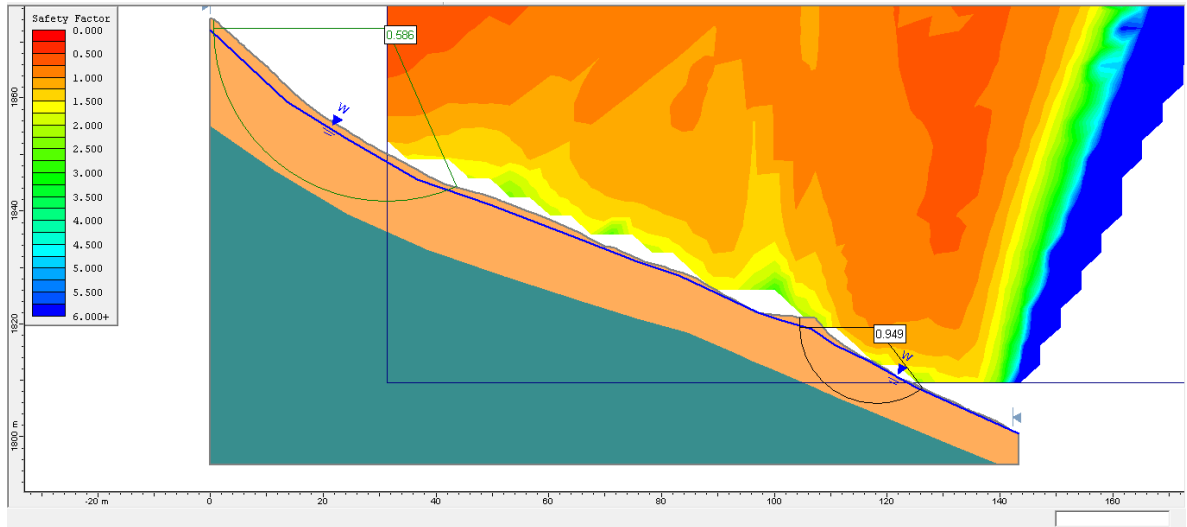
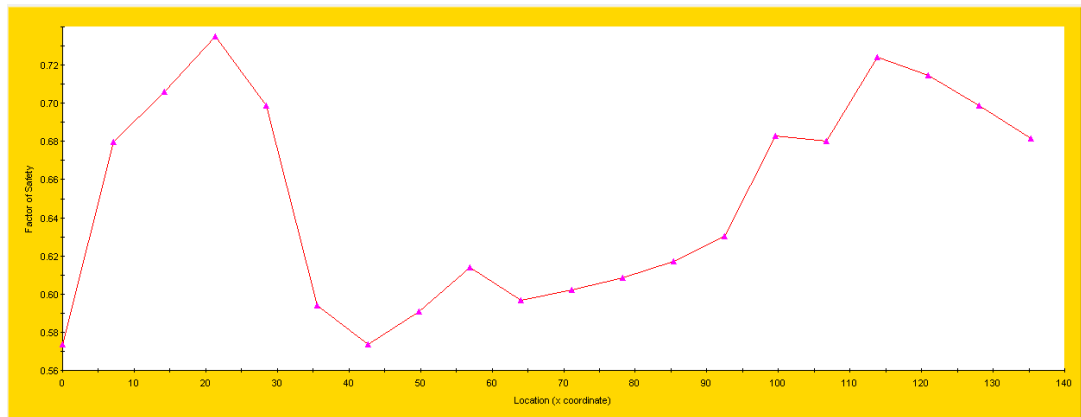
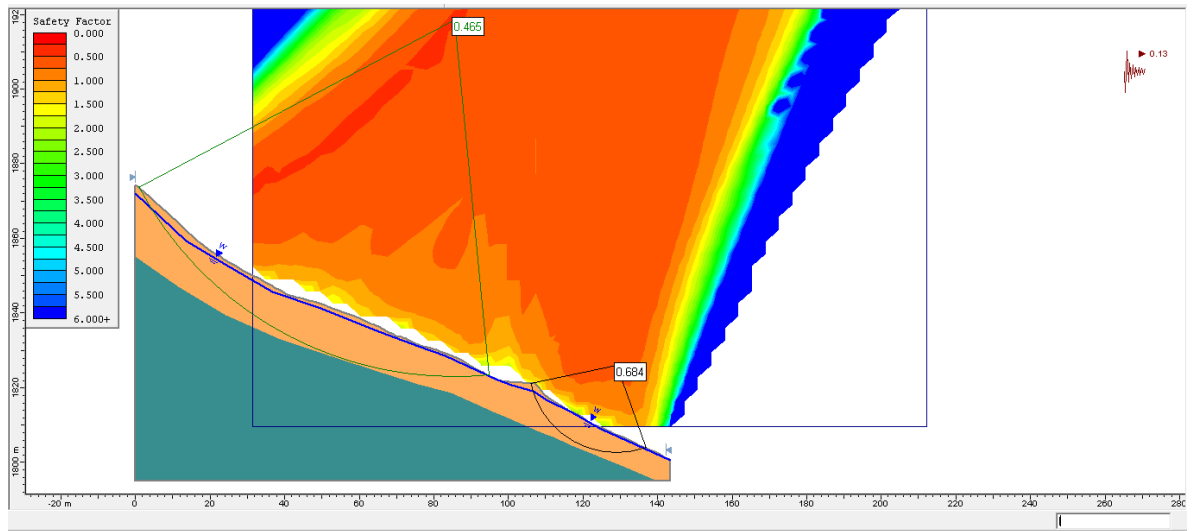


Ilustración 23. Valores del factor de seguridad antes de la construcción del gavión-estatico (saturado)



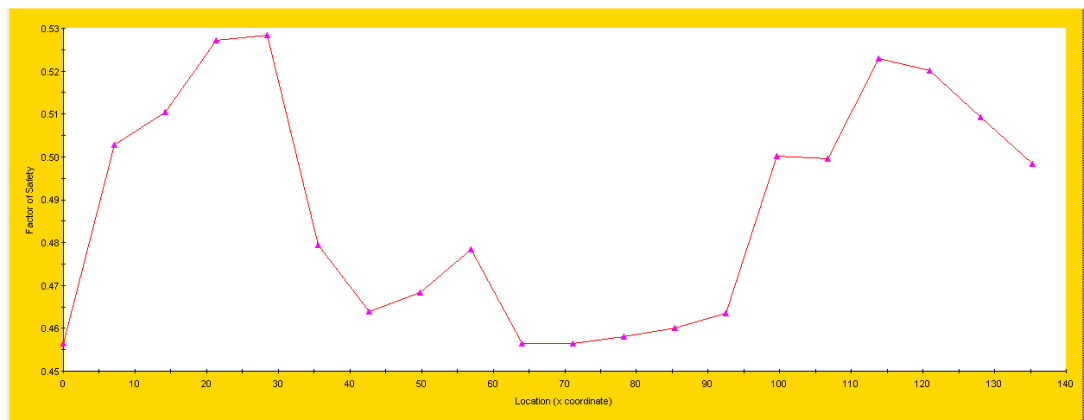
En el modelamiento del talud con el modelo de Mohr-Coulomb por el método Spencer y en condición saturada, el perfil mostró un valor del factor de seguridad mínimo de 0.485. Los factores de seguridad se registran en el gráfico 24, donde se aprecia que este varía entre 0.4 a 0.7, muy por debajo de 1.05 exigido para la condición pseudoestática, lo que indica falla del talud con una zona crítica en la parte central entre los 40 y 90 m.

**Ilustración 24. Modelamiento talud antes de la construcción del gavión-
Pseudo-estatico (saturado)**



Fuente: Autor

**Ilustración 25. Valores del factor de seguridad antes de la construcción del
gavión-estatico (saturado)**

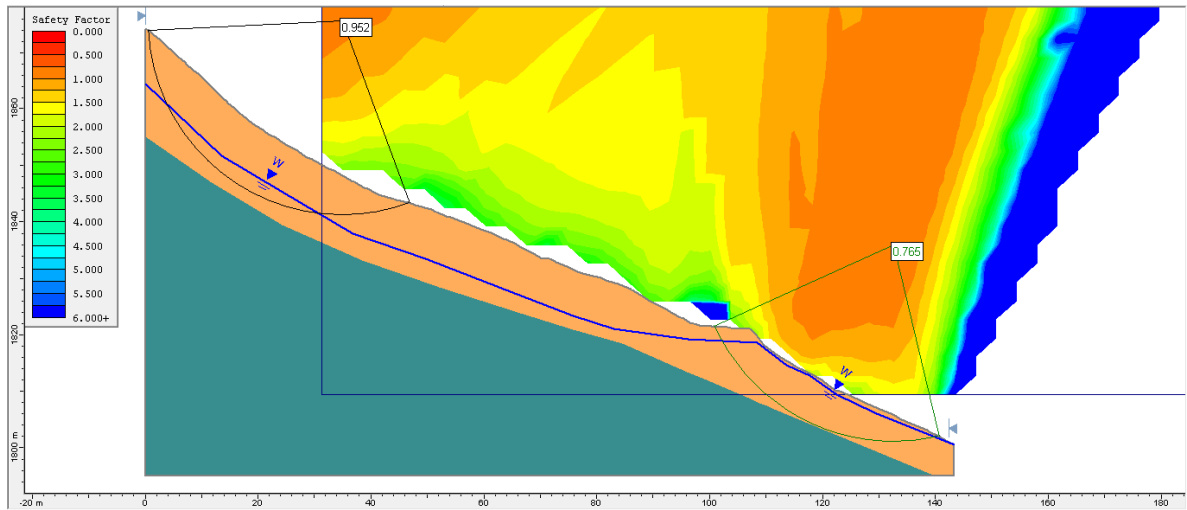


Fuente: Autor

En el modelamiento del talud con el modelo de Mohr-Coulomb por el método Spencer y en condición semisaturada (con nivel freático a 10m), el perfil mostró un valor del factor de seguridad mínimo de 0.765. Los factores de seguridad se registran en el grafico 26, donde se aprecia que este varía entre 0.7 a 0.9, muy por

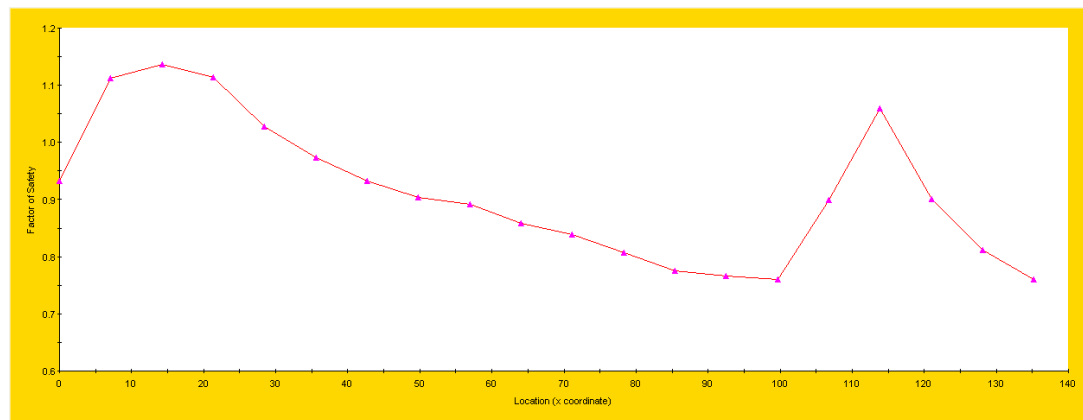
debajo de 1.5 exigido para la condición estática, lo que indica falla del talud con una zona crítica en la parte central entre los 50 y 100 m.

Ilustración 26. Modelamiento del talud antes de la construcción del gavión-estático (semisaturado con nivel freático a 10m)



Fuente: Autor

Ilustración 27. Valores del factor de seguridad antes de la construcción del gavión-estático (semisaturado con nivel freático a 10m)

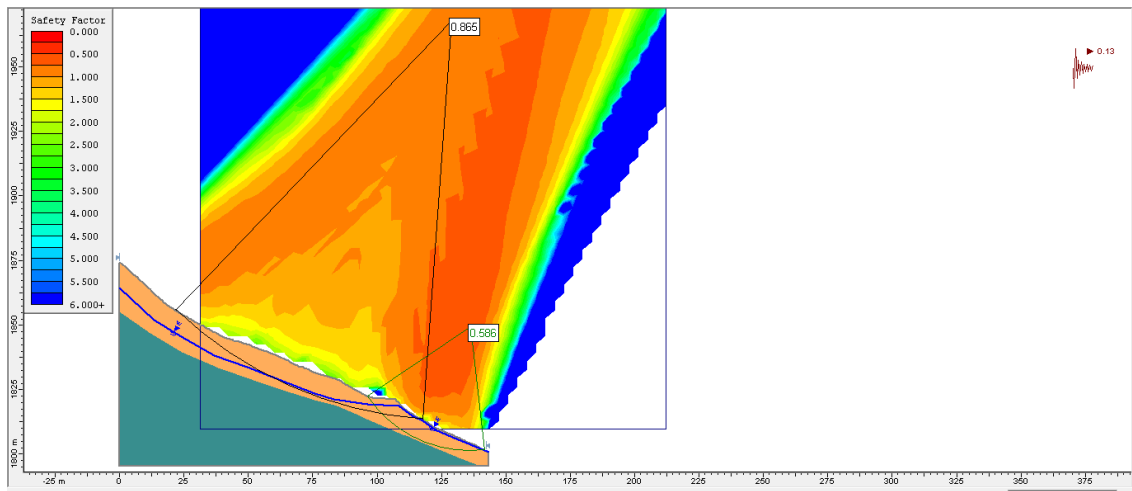


Fuente: Autor

En el modelamiento del talud con el modelo de Mohr-Coulomb por el método Spencer y en condición semisaturada (con nivel freático a 10), el perfil mostró un

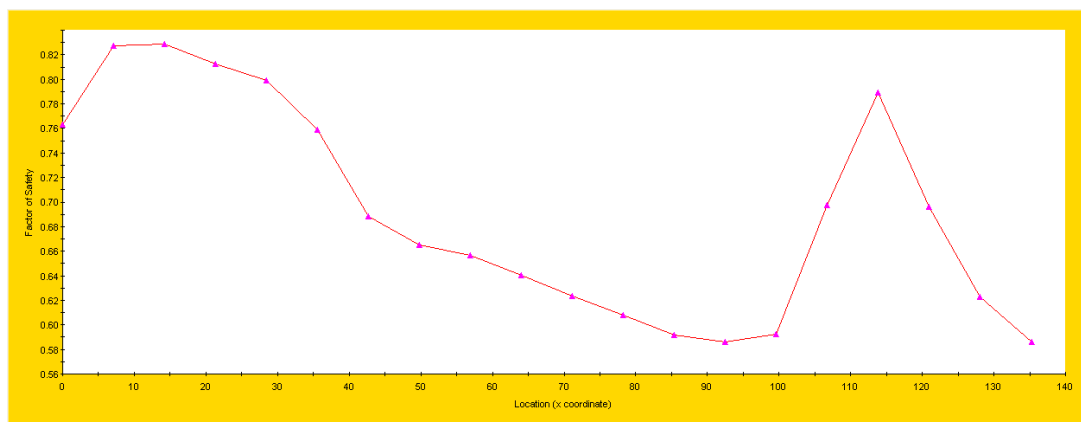
valor del factor de seguridad mínimo de 0.586. Los factores de seguridad se registran en el gráfico 28, donde se aprecia que este varía entre 0.5 a 0.9, muy por debajo de 1.05 exigido para la condición pseudoestática, lo que indica falla del talud con una zona crítica en la parte central entre los 40 y 110 m.

Ilustración 28. Modelamiento del talud antes de la construcción del gavión- pseudoestatico (semisaturado con nivel freatico a 10m)



Fuente: Autor

Ilustración 29. Valores del factor de seguridad antes de la construcción del gavión- pseudoestatico (semisaturado con nivel freatico a 10m)

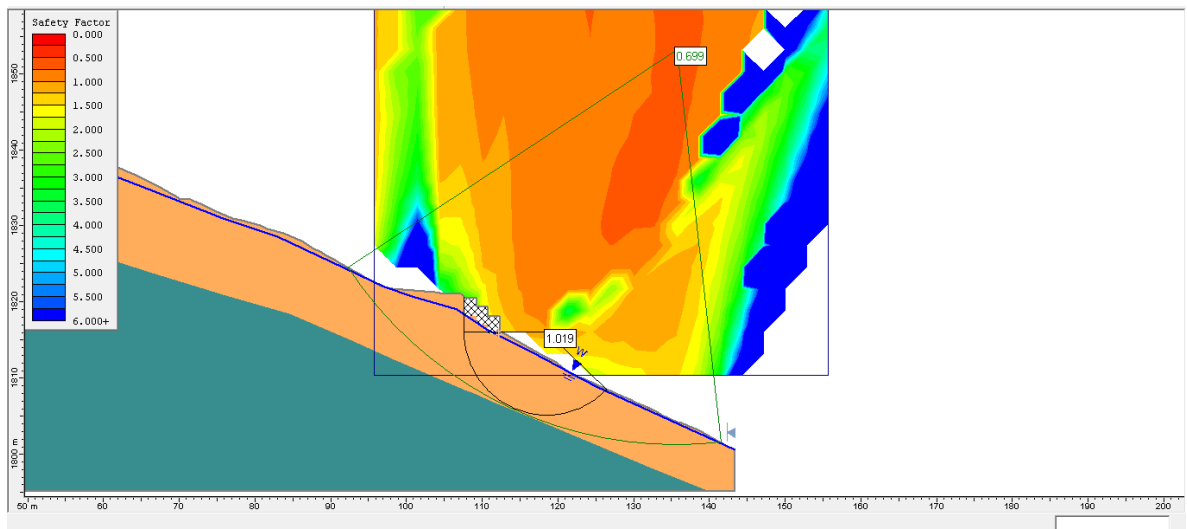


Fuente: Autor

6.3 CALIBRACIÓN DEL MODELO DEL TALUD DESPUES DEL COLAPSO DEL SUELO BAJO EL GAVION

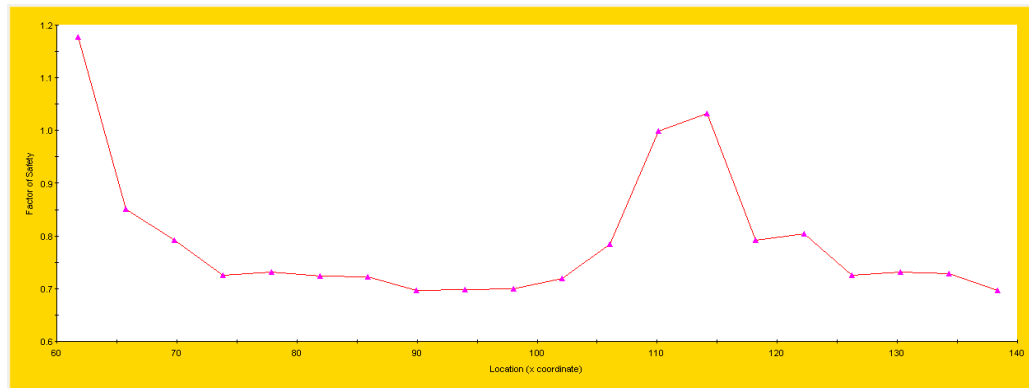
A continuación se muestra el modelamiento en el que se encuentra el talud en condiciones actuales, luego de que parte de los gaviones del talud inferior se derribaran por el colapso del suelo. En el modelamiento del talud con el modelo de Mohr-Coulomb por el método Spencer y en condición saturada, el perfil mostró un valor del factor de seguridad mínimo de 0.699. Los factores de seguridad se registran en el grafico 30, donde se aprecia que este varía entre 0.6 a 1.019, por debajo de 1.5 exigido para la condición estática, lo que indica falla del talud con dos zonas críticas en la parte central entre los 60 y 110 m y en la parte inferior entre 120 y 140, observándose que pasa por debajo de la pata del gavión.

Ilustración 30. Modelamiento del talud posterior al colapso del suelo bajo el gavión- estatico (saturado)



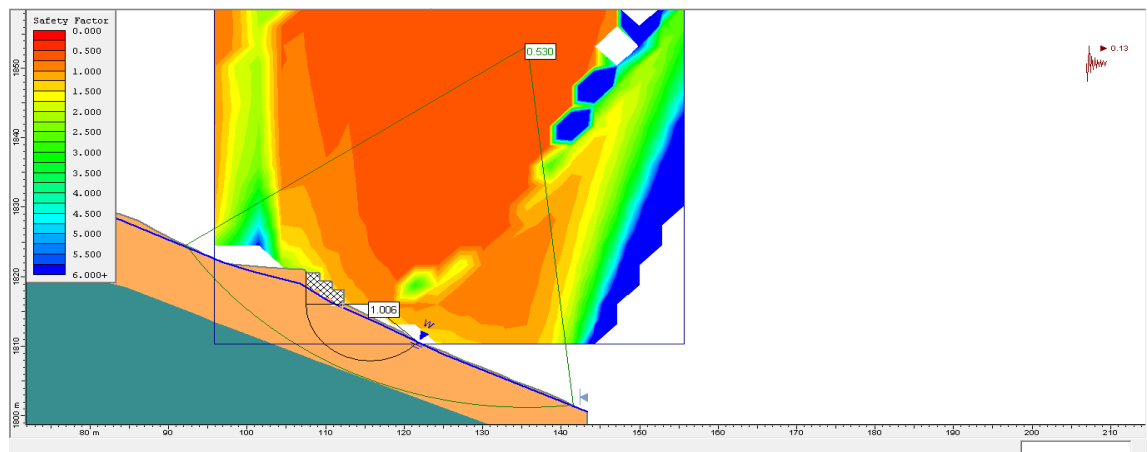
Fuente: Autor

**Ilustración 31. Valores del factor de seguridad posterior al colapso del suelo
bajo el gavión- estatico (saturado)**

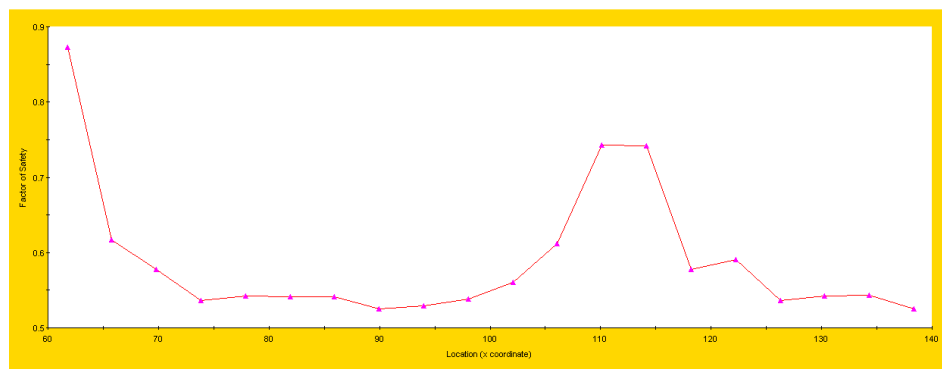


Fuente: Autor

**Ilustración 32. Modelamiento del talud en condiciones actuales
Pseudoestatico (saturado)**



Fuente: Autor



Fuente: Autor

6.4 CALIBRACIÓN DEL MODELO DEL TALUD CON LAS OBRAS PROPUESTAS

Para mitigar los problemas de estabilidad del talud y después de analizar su comportamiento bajo condición estática y pseudoestática con diferentes niveles de saturación, se proponen tres alternativas de obras, de tal forma que su factor de seguridad oscile entre un nivel bajo a medio.

Las obras propuestas consisten básicamente en una revegetalización, manejo de terrazas, drenajes y subdrenajes en el talud superior la cual es constante para las tres alternativas. A su vez en el talud inferior para contener la banca de la vía y garantizar su estabilidad, se propone una estructura rígida anclada, acompañada de drenajes y subdrenajes, así como de revegetalización.

Obras Alternativa N° 1. Es la alternativa elegida, en esta se recomienda la construcción de cuatro terrazas en el talud superior (con taludes a $\frac{1}{2}$), cada una con batería de sub-drenes de penetración conformada por 16 unidades de 30.0 metros de longitud y 4" de diámetro, con tubería ranurada. Así mismo la construcción de unos canales en suelo cemento para interceptar las aguas de escorrentía y las aguas provenientes de los subdrene de penetración, las cuales se llevan al canal en concreto y posteriormente a la alcantarilla existente, para que finalmente lleguen por el dissipador de concreto al cauce de la quebrada Seca. Se recomienda revegetalizar el área afectada y la construcción de una alcantarilla en la corona del talud para desviar las aguas de la vía terciaria.

En el talud inferior se recomienda un Muro de concreto anclado con dos hileras de anclajes, cimentado sobre dos filas de caisson, con los siguientes parámetros:

Muro Pantalla: Se recomienda construir un muro de concreto reforzado en forma de L de 6.0 metros de altura y 5.20 metros de ancho en su base. Este muro

permite confinar la banca de la vía. La longitud aproximada es de 52 m y un espesor de 0.30m. El muro pantalla requiere de la construcción de lloraderos de 2" de diámetro separados cada 1.5 metros en ambos sentidos en arreglo tres bolillos.

Caissons: Construir dos filas de caisson de 12.0 metros de longitud y 1.2 metros de diámetro. La separación entre bordes es de 1.3 metros transversalmente y 2.0 metros longitudinalmente. Estos caisson consisten en anillos de concreto los cuales sirven como formaleta y se van profundizando a medida que se va excavando. Internamente llevan refuerzo de acero y concreto.

Anclajes: Se recomienda anclar el muro de contención de concreto armado mediante dos filas de anclajes de 25 metros de longitud (incluidos 10m de bulbo) y separados horizontalmente cada 3.0 metros, colocados con un ángulo de inclinación de 20°, de diámetro 10 cm y con una carga de tensionamiento de 40Tn.

Revegetalización con biomanto: Revegetalizar el área intervenida y el área afectada por el deslizamiento mediante lodo fertilizado con semillas o estolones de pasto típicos de la región.

Obras Alternativa N° 2. En esta alternativa se recomienda la construcción de cuatro terrazas en el talud superior (con taludes al $\frac{1}{2}$), cada una con batería de sub-drenes de penetración conformada por 16 unidades de 30.0 metros de longitud y 4" de diámetro, con tubería ranurada. Así mismo la construcción de unos canales en suelo cemento para interceptar las aguas de escorrentía y las aguas provenientes de los subdrenes de penetración, las cuales se llevan al canal en concreto y posteriormente a la alcantarilla existente, para que finalmente lleguen por el dissipador de concreto al cauce de la quebrada Seca. Se recomienda revegetalizar el área afectada y la construcción de una alcantarilla en la corona del talud para desviar las aguas de la vía terciaria.

En el talud inferior se recomienda un Muro de concreto anclado con dos hileras de anclajes, cimentado sobre micropilotes, con los siguientes parámetros:

Muro Pantalla: Se recomienda construir un muro de concreto reforzado en forma de L de 6.0 metros de altura y 5.20 metros de ancho en su base. Este muro permite confinar la banca de la vía. La longitud aproximada es de 52 m y un espesor de 0.30m. El muro pantalla requiere de la construcción de lloraderos de 2" de diámetro separados cada 1.5 metros en ambos sentidos en arreglo tres bolillos.

Micropilotes: Construir dos filas de micropilotes (66 unidades) de 15 metros de longitud separados cada 1.5 metros distribuidos en arreglo tres bolillo. El diámetro de los micropilotes es de 20 centímetros y con inclinaciones de 0° y 15°. Los micropilotes son pre-excavados, con tres barras de acero de ¾" y estribos de 3/8". Por tratarse de micropilotes de 15 metros de longitud, se requiere realizar traslapes los cuales no debe coincidir en el mismo sitio por requerimiento estructural y para no reducir la sección del micropilote y permitir el paso del concreto.

Los micropilotes permiten dar soporte al muro pantalla y aumentar los factores de seguridad de la falla general del talud. Estos trabajan al cortante y aportan rigidez al suelo suelto al trabajar como un grupo.

Anclajes: Se recomienda anclar el muro de contención de concreto armado mediante dos filas de anclajes de 25 metros de longitud (incluidos 10m de bulbo) y separados horizontalmente cada 1.5 metros, colocados con un ángulo de inclinación de 20°, de diámetro 10 cm y con una carga de tensiónamiento de 40Tn.

Revegetalización con biomanto: Revegetalizar el área intervenida y el área afectada por el deslizamiento mediante lodo fertilizado con semillas o estolones de pasto típicos de la región.

Obras Alternativa N° 3. En esta alternativa se recomienda la construcción de cuatro terrazas en el talud superior (con taludes a $\frac{1}{2}$), cada una con batería de sub-drenes de penetración conformada por 16 unidades de 30.0 metros de longitud y 4" de diámetro, con tubería ranurada. Así mismo la construcción de unos canales en suelo cemento para interceptar las aguas de escorrentía y las aguas provenientes de los subdrene de penetración, las cuales se llevan al canal en concreto y posteriormente a la alcantarilla existente, para que finalmente lleguen por el dissipador de concreto al cauce de la quebrada Seca. Se recomienda revegetalizar el área afectada y la construcción de una alcantarilla en la corona del talud para desviar las aguas de la vía terciaria.

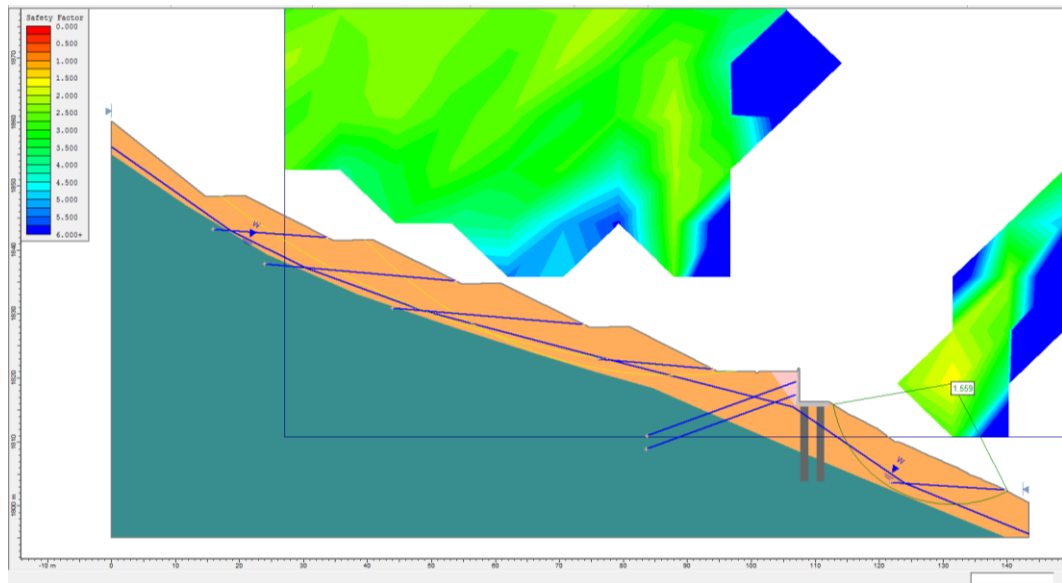
En el talud inferior se recomienda un Muro de concreto tipo pantalla entre las hileras de caisson en una altura de 5m, con los siguientes parámetros:

Caissons: Construir una fila de caissons de 18.0 metros de longitud y 1.2 metros de diámetro, con una separación entre bordes de 1.3 metros longitudinalmente. Estos caissons consisten en anillos de concreto los cuales sirven como formaleta y se van profundizando a medida que se va excavando. Internamente llevan refuerzo de acero y concreto.

Anclajes: Se recomienda anclar los caissons mediante dos filas de anclajes de 25 metros de longitud (incluidos 10m de bulbo) y separados horizontalmente a 1.9 metros, colocados con un ángulo de inclinación de 20°, de diámetro 10 cm y con una carga de tensiónamiento de 40Tn.

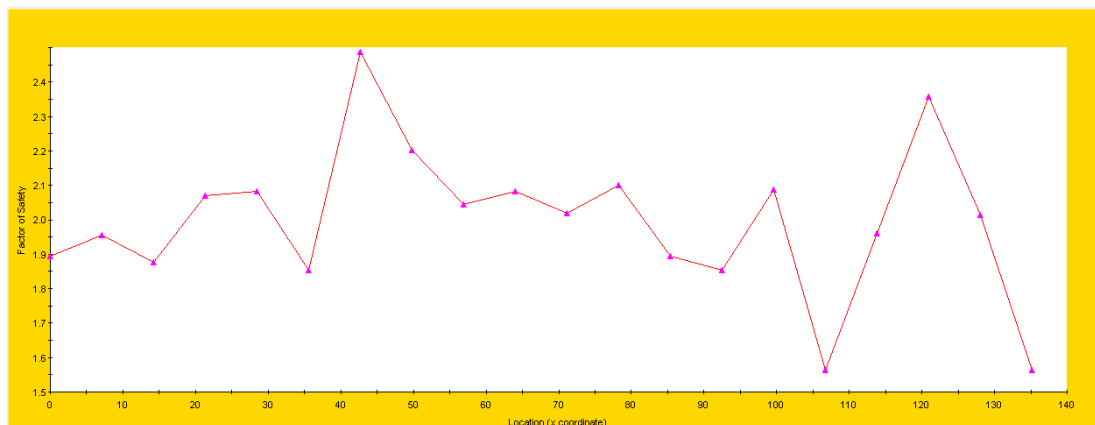
Revegetación con biomanto: Revegetalizar el área intervenida y el área afectada por el deslizamiento mediante lodo fertilizado con semillas o estolones de pasto típicos de la región.

Ilustración 33. Modelamiento estático por Spencer obras alternativa 1(terrazas, drenes y muro anclado sobre caisson)



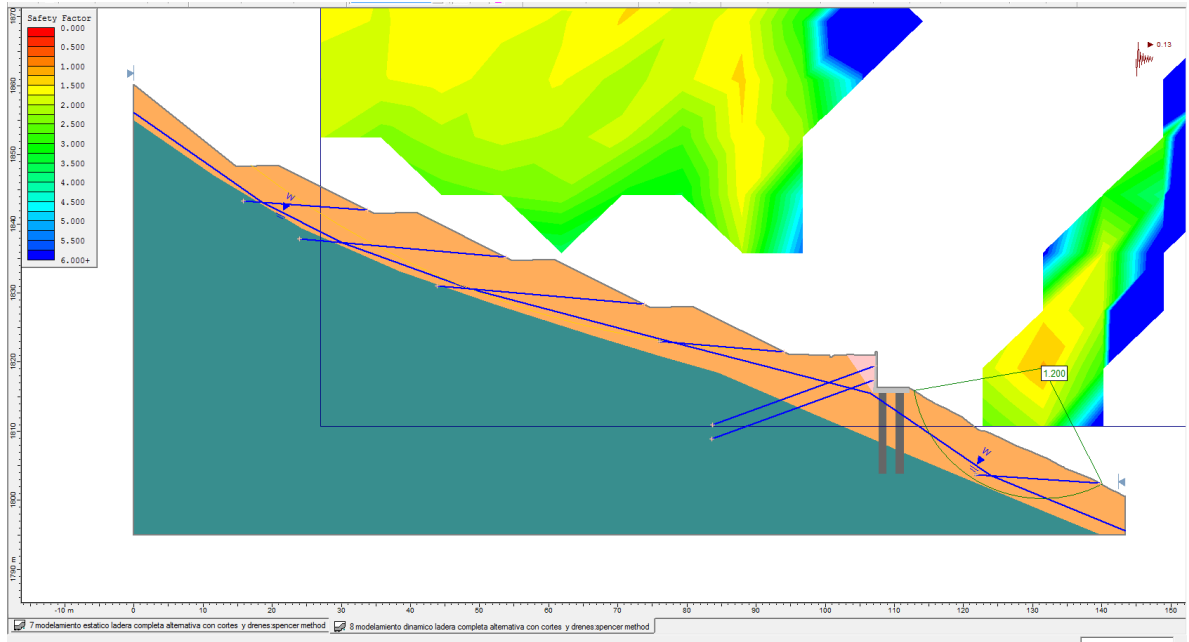
Fuente: Autor

Ilustración 34. Valores del factor de seguridad estático Spencer obras alternativa 1(terrazas, drenes y muro anclado sobre caisson)



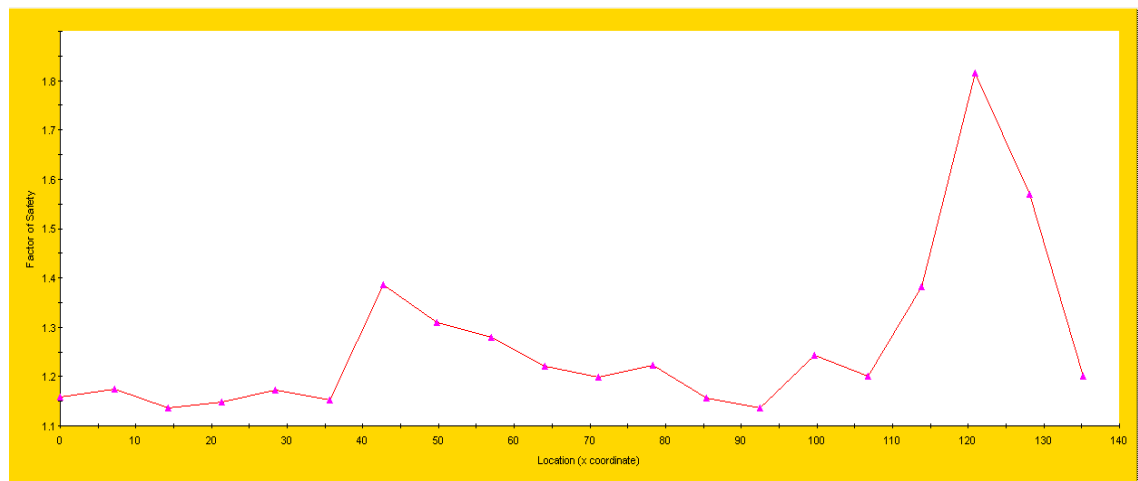
Fuente: Autor

Ilustración 35. Modelamiento Pseudoestático por Spencer obras alternativa 1(terrazas, drenes y muro anclado sobre caisson)



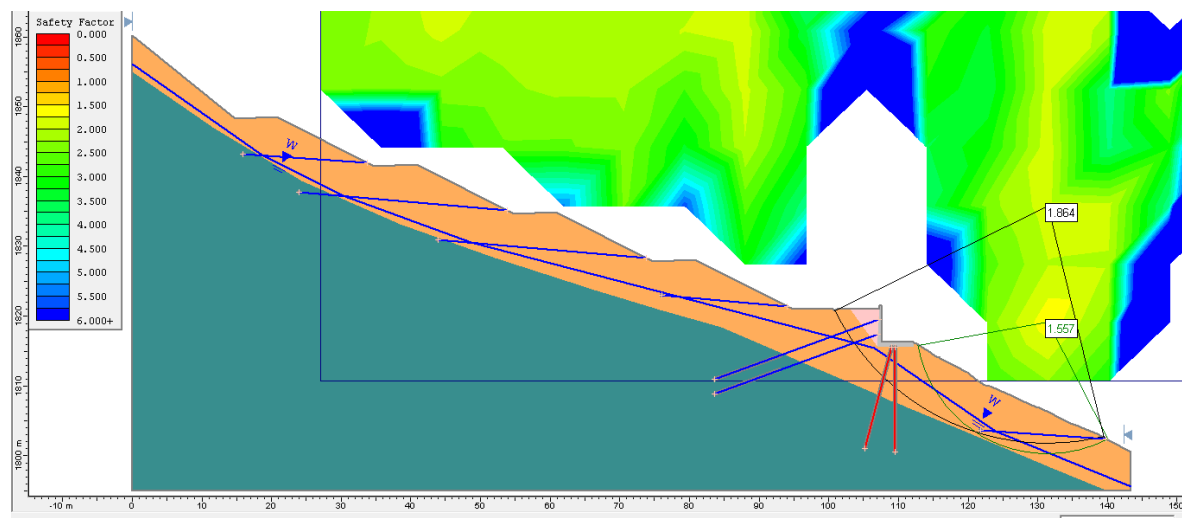
Fuente: Autor

Ilustración 36. Valores del factor de seguridad pseudoestático Spencer obras alternativa 1(terrazas, drenes y muro sobre caisson anclados)

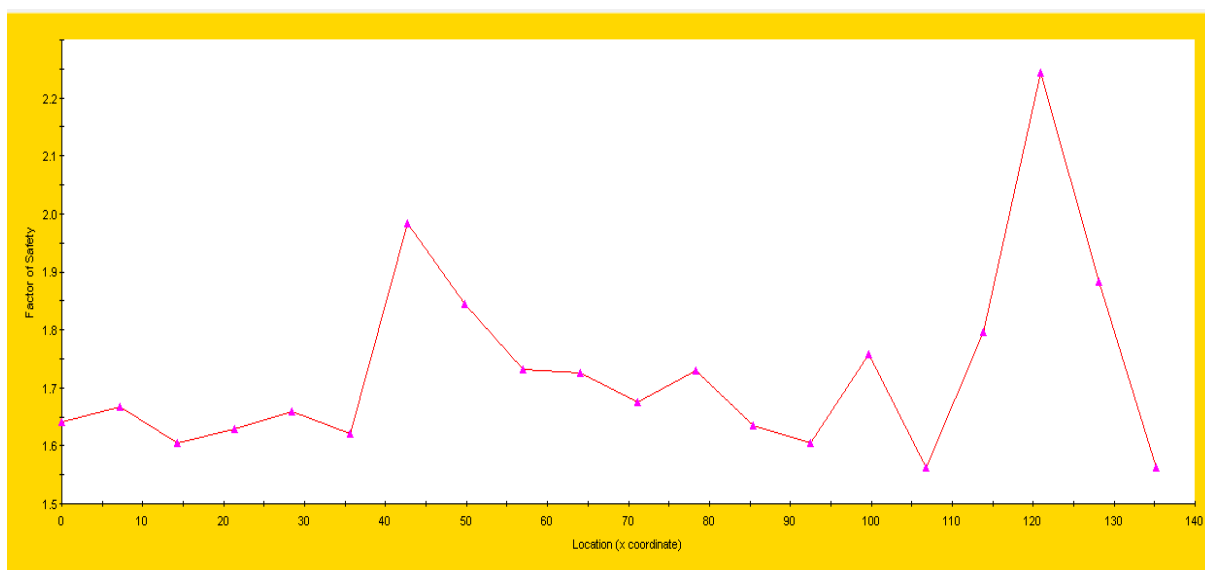


Fuente: Autor

**Ilustración 37. Modelamiento estático por Spencer obras alternativa 2
(terrazas, drenes y muro anclado sobre micropilotes)**

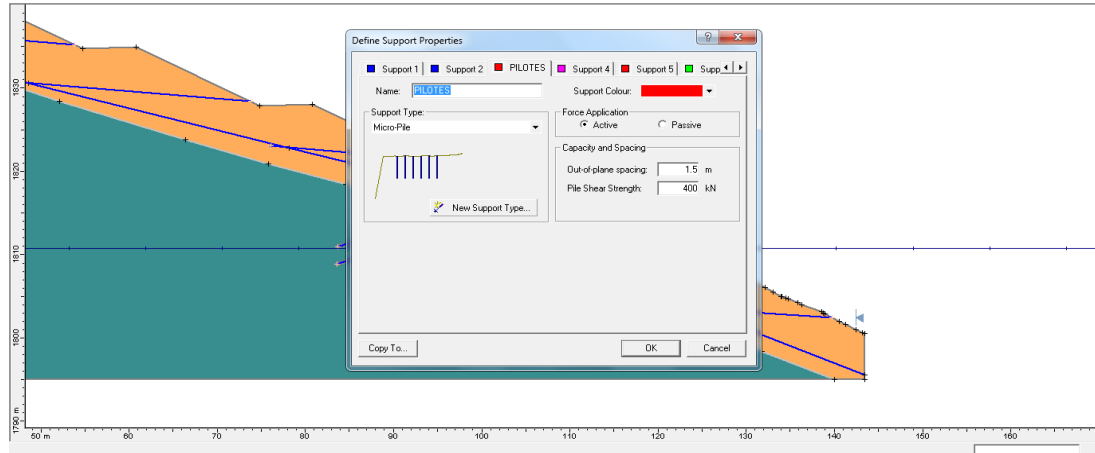


**Ilustración 38. Valores del factor de seguridad estático Spencer obras
alternativa 2 (terrazas, drenes y muro anclado sobre micropilotes)**

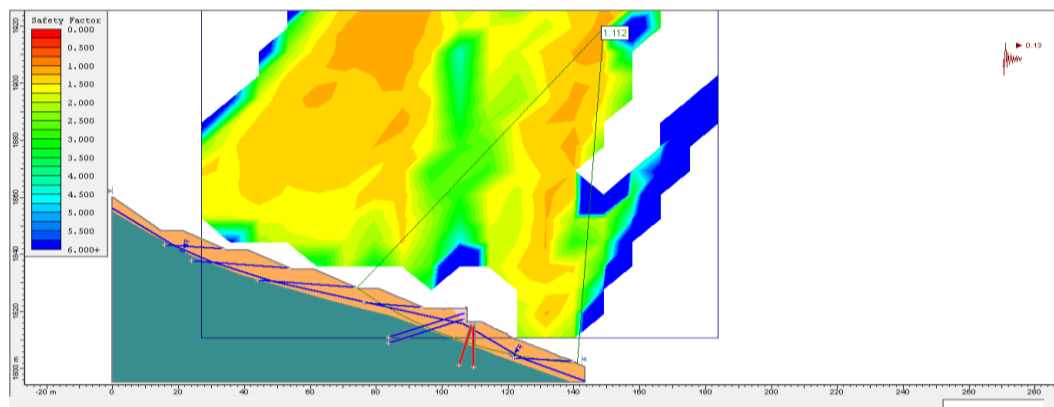


Fuente: Autor

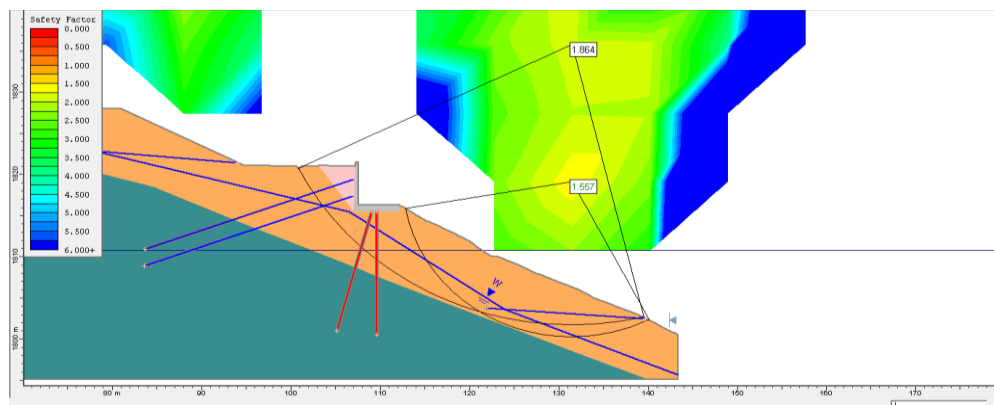
Ilustración 39. Modelamiento Pseudoestático por Spencer obras alternativa 2 (terrazas, drenes y muro anclado sobre micropilotes)



Fuente: Autor

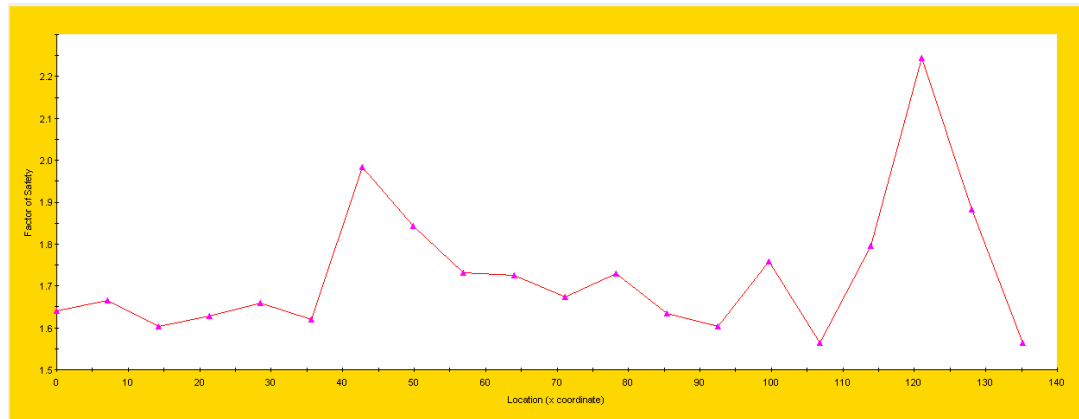


Fuente: Autor



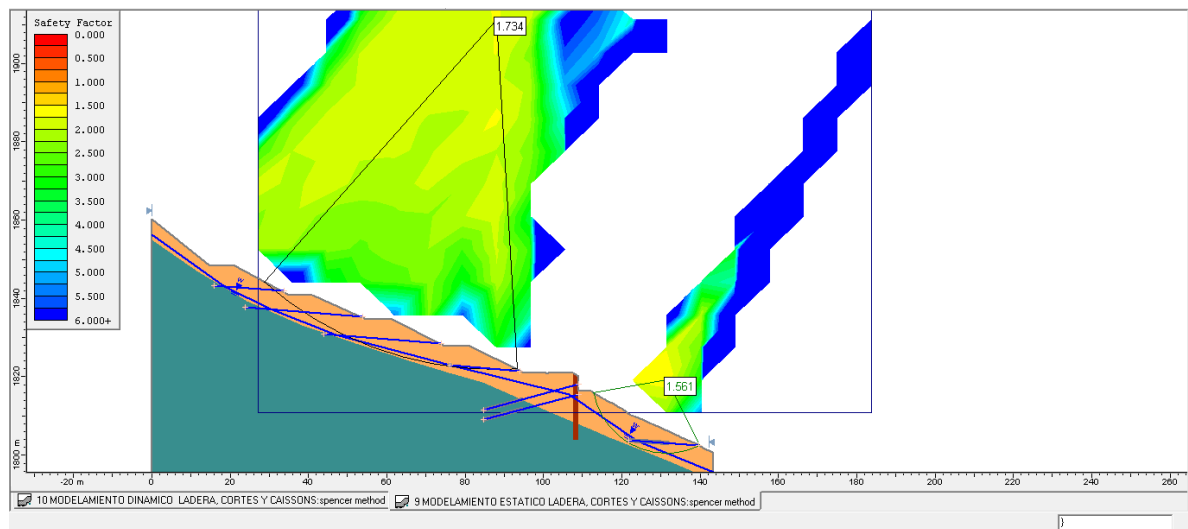
Fuente: Autor

Ilustración 40. Valores del factor de seguridad pseudoestático Spencer obras alternativa 2 (terrazas, drenes y muro anclado sobre micropilotes)



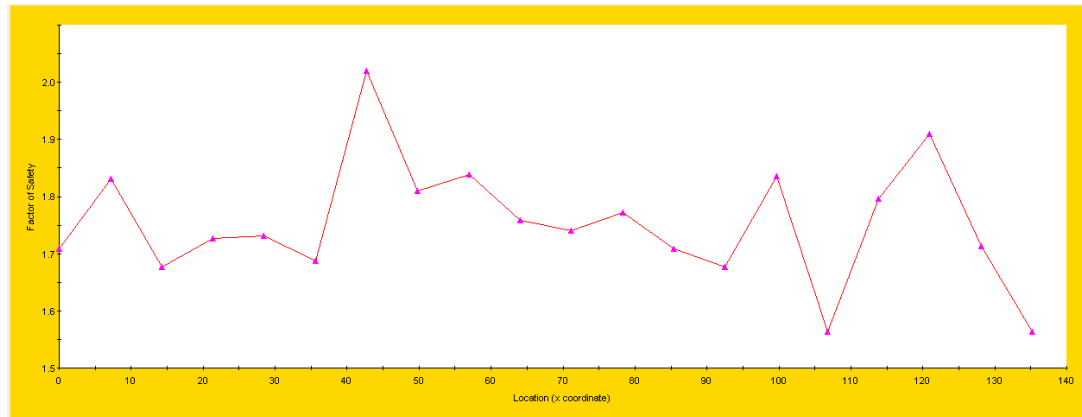
Fuente: Autor

Ilustración 41. Modelamiento estático por Spencer obras alternativa 3 (terrazas, drenes y pilotes anclados)



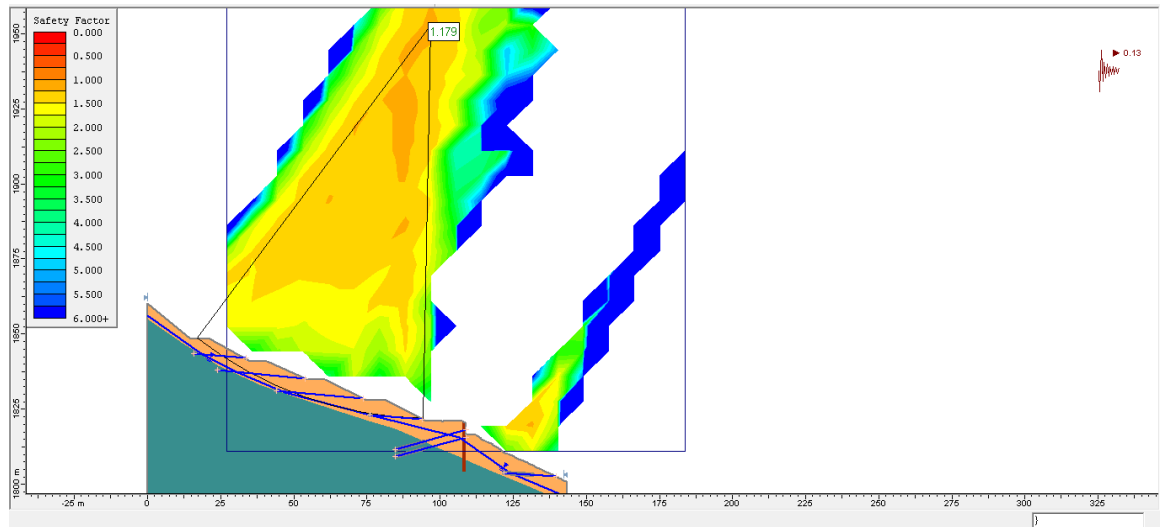
Fuente: Autor

Ilustración 42. Valores del factor de seguridad estático Spencer obras alternativa 3 (terrazas, drenes y pilotes anclados)



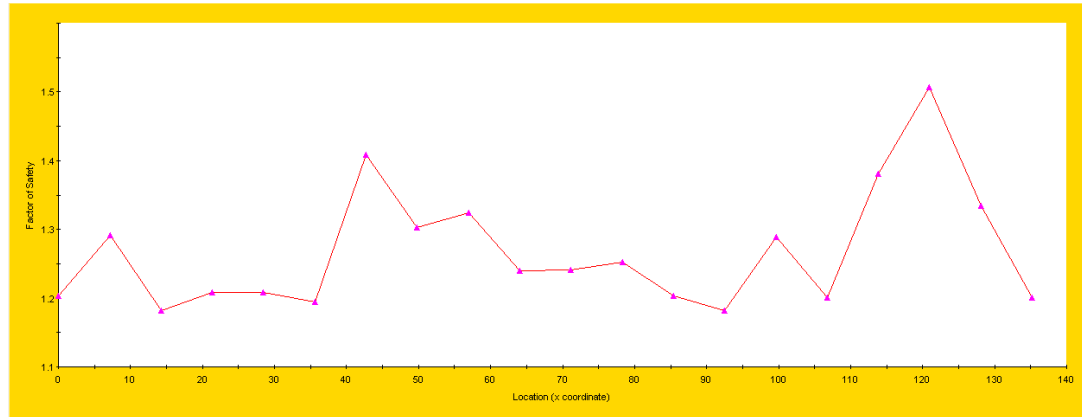
Fuente: Autor

Ilustración 43. Modelamiento Pseudoestático por Spencer obras alternativa 3 (terrazas, drenes y pilotes anclados)



Fuente: Autor

Ilustración 44. Valores del factor de seguridad pseudoestático Spencer obras alternativa 3 (terrazas, drenes y pilotes anclados)



Fuente: Autor

6.5 RESULTADOS DE FACTORES DE SEGURIDAD PARA LAS DIFERENTES OBRAS PROPUESTAS

Con los parámetros más desfavorables, se realizó la modelación del talud con cada una de las alternativas de obras de mitigación propuestas en los escenarios estático y Pseudoestático.

En la tabla N° 20 se registran los diferentes factores de seguridad mínimos obtenidos en el modelamiento del talud bajo los diferentes escenarios analizados y se observa que los mayores factores de seguridad se dan con las obras propuestas en la alternativa N° 1, igualmente se observa que el talud pierde su estado de equilibrio con solo saturarlo.

Tabla 20. Factores de Seguridad Mínimos encontrados

Metodo de Análisi	Condicion de falla inicial		Condicion de falla con Gavión		Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
	Estática	Pseudoestática	Estática	Pseudoestática	Estática	Pseudoestática	Estática	Pseudoestática	Estática	Pseudoestática
Bishop	0.574	0.496	0.697	0.525	1.563	1.201	1.563	1.109	1.563	1.182
Janbu	0.496	0.391	0.685	0.516	1.506	1.142	1.506	1.111	1.506	1.142
Spencer	0.586	0.465	0.699	0.53	1.559	1.200	1.557	1.12	1.561	1.179

Fuente: Autor

Seguidamente en la tabla N° 21, se ilustra el presupuesto de las obras propuestas en la alternativa N° 1 con las cantidades y valor unitario, igualmente se incluye el valor de la Interventoría, presupuesto que asciende a los tres mil seiscientos millones.

Los planos de la alternativa N°1 se encuentran en las figuras 45 (talud superior) y 46 (talud inferior).

Tabla 21. Presupuesto de obra alternativa N°1

PRESUPUESTO APROXIMADO DE OBRA					
PROYECTO: OBRAS DE MITIGACION DEL DESLIZAMIENTO DEL TALUD DE LA VIA TRONCAL CENTRAL (VADOREAL) - GAMBITA (RUTA 45 A-ST-15) DEL K 15+ 900 AL 15+960 MUNICIPIO DE GAMBITA – DEPARTAMENTO DE SANTANDER					
ESP. INVIAS	ACTIVIDAD	UND	VALORES DE EJECUCION PRESUPUESTAL		
			CANT.	VR. UNITARIO	VR. PARCIAL
	PRELIMINARES Y MOVIMIENTO DE TIERRA				
201.7	Demolicion de Gaviones incluye retiro	M3	180.00	\$ 83,770.00	\$ 15,078,600.00
210.2.2	Excavación en material común de la explanación y canales.	M3	3,500.00	\$ 5,212.00	\$ 18,242,000.00
211.1	Remoción de derrumbes	M3	350.00	\$ 4,605.00	\$ 1,611,750.00
900.2	Transporte de materiales provenientes de la excavación de la explanación, canales y préstamos, para distancias mayores a mil metros(1000m)	M3-Km	14,000.00	\$ 882.00	\$ 12,348,000.00
900.3	Transportes de materiales provenientes de derrumbes	M3-Km	1,050.00	\$ 882.00	\$ 926,100.00
	FILTROS				
673.3P.	Filtro de 40*40 Cm, incluye geotextil, material filtrante y	ML	52.00	\$ 93,959.00	\$ 4,885,868.00
	MUROS DE CONTENCION				
600.4.1	Excavaciones varias en material común en seco	M3	870.00	\$ 20,837.00	\$ 18,128,190.00
610.1P	Rellenos con subbase Granular	M3	390.00	\$ 188,806.00	\$ 73,634,340.00
630.3P	Concreto Clase C 3500 psi para muros-pantalla	M3	328.00	\$ 851,722.00	\$ 279,364,816.00
674.1P	Subdrenes de penetracion Φ=3" mayor a 10m	ML	528.00	\$ 236,243.00	\$ 124,736,304.00
623.1P	Anclajes Pretensionados 4 torones de 5/8" L=25 m.	ML	800.00	\$ 399,800.00	\$ 319,840,000.00
621.1P	Caissons de diametro =1,20 mts y profundidad 12 mts (incluye excavacion, anillos, concreto de 3500 psi para nucleo)-(no incluye acero de refuerzos del nucleo)	ML	336.00	\$ 1,861,113.00	\$ 625,333,968.00
640.3	Acero de Refuerzo Grado 60	Kg	236,243.00	\$ 3,914.00	\$ 924,655,102.00
	CUNETAS				
671.1P	Cunetas en concreto de 3000 psi fundida en el lugar	M3	6.00	\$ 405,112.00	\$ 2,430,672.00
671.1P	Canales en sacos de suelo-cemento (material del sitio)	ML	350.00	\$ 100,207.00	\$ 35,072,450.00
670.2	Disipadores de energía en Concreto Rígido de 1,5m	M3	3.00	\$ 904,165.00	\$ 2,712,495.00
	PAVIMENTOS				
330.2	Base Granular Para Bacheo	M3	36.00	\$ 199,989.00	\$ 7,199,604.00
420.1	Riego de imprimación con emulsion asfaltica	M2	180.00	\$ 1,817.00	\$ 327,060.00
450.2	Mezcla densa en caliente para bacheo	M3	21.60	\$ 678,336.00	\$ 14,652,057.60
	SEÑALIZACION				
700.1	Línea de demarcación con pintura en frio	ML	60.00	\$ 2,843.00	\$ 170,580.00
	OBRAS VARIAS				
810.2	Empradizacion de taludes con tierra orgánica y semillas.	M2	400.00	\$ 11,240.00	\$ 4,496,000.00
P1	Alcantarilla de 36" con 5 tubos (Incluye todo)	UND	1.00	\$ 9,500,000.00	\$ 9,500,000.00
P2	Pasto Vetíber (H>0.50CM)	UND	1,000.00	\$ 3,500.00	\$ 3,500,000.00
P3	Plan de Manejo de Trafico (incluye senalizacion y dos paletteras)	GLB	1.00	\$ 13,479,000.00	\$ 13,479,000.00
	COSTO DIRECTO DE EJECUCION				\$ 2,512,324,956.60
	A.I.U 35%				\$ 879,313,734.81
	OBRA FISICA (COSTO DIRECTO + AIU)				\$ 3,391,638,691.41
	INTERVENTORIA (7%)				\$ 237,414,708.40
	COSTO TOTAL DEL PROYECTO				\$ 3,629,053,399.81

Fuente: Autor

Ilustración 45. Obras de mitigación talud superior.

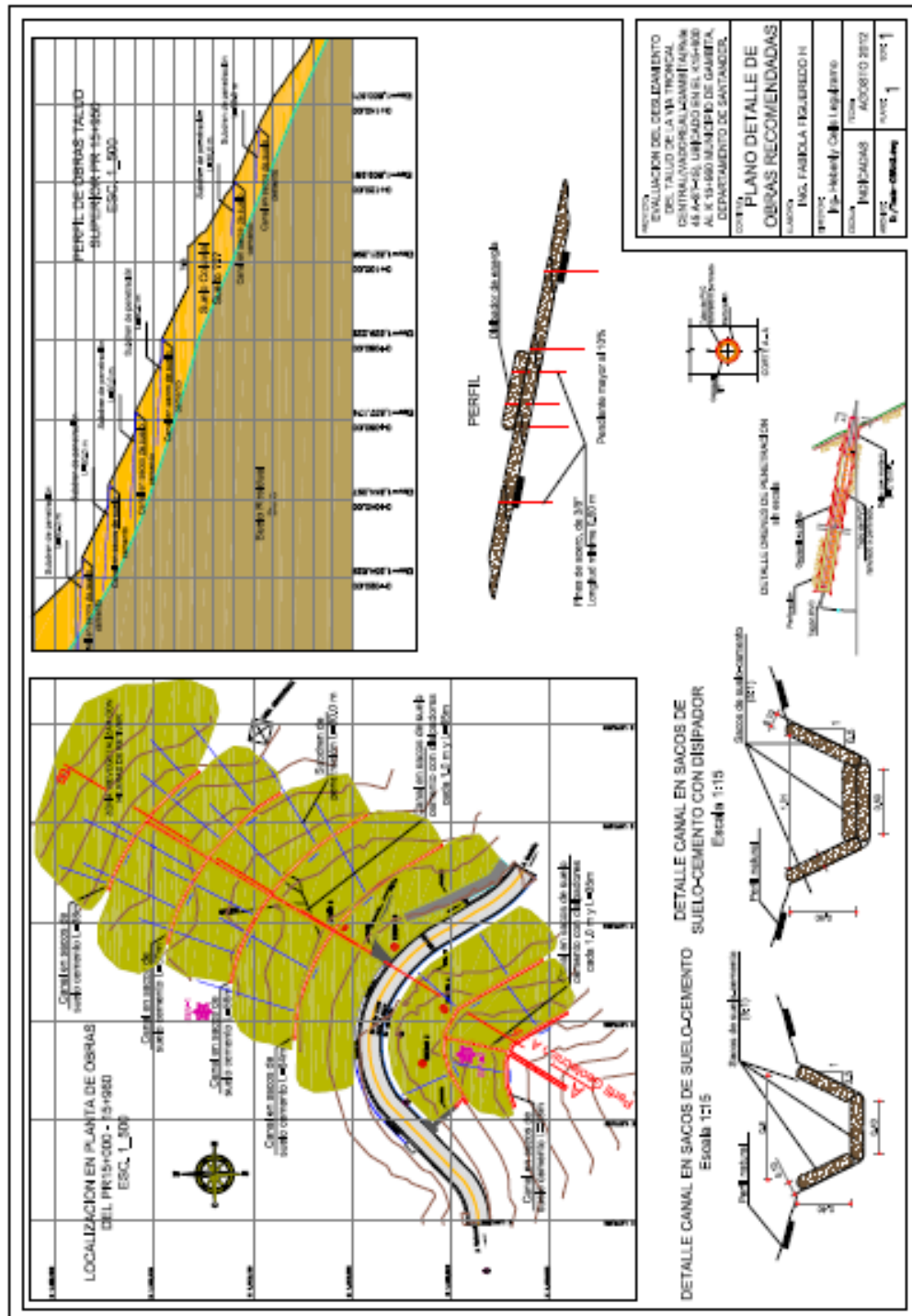
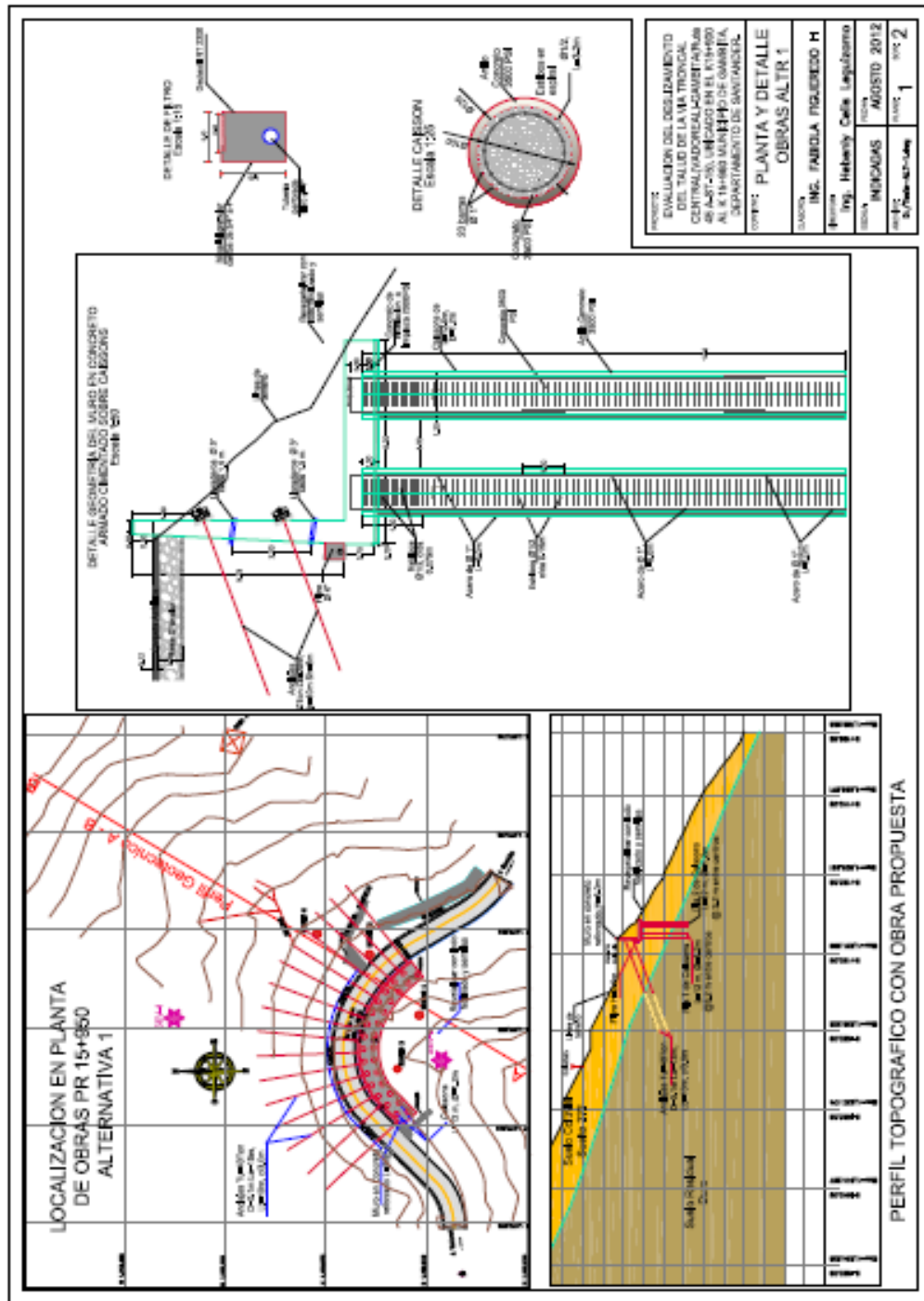


Ilustración 46. Planos obras de mitigación alternativa 1.



7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se determinó que los factores antrópicos llevaron la zona a un desequilibrio natural y por consiguiente el talud quedó expuesto a una alta erosión ante fenómenos externos.
- El factor detonante fue el agua, en razón a las grandes recargas que obtuvo el talud por el fenómeno de la niña.
- El talud está compuesto por suelo suelto embebido en matriz arcillosa con espesores que varían entre 8 a 20m y con la exposición a las infiltraciones de agua se perdió gran parte de la tensión superficial, se aumentó la presión de poros al interior del talud, ocasionándose el deslizamiento en el sector de menor espesor, precisamente bajo los gaviones.
- Con la modelación del talud por medio del software, se observó la superficie de falla profunda, con solo activar el nivel freático, lo que ratifica que el talud falló por sobresaturación.
- Se propuso como alternativa de solución el terraceo, drenado y empradización del talud superior, acompañado de una obra dura en el talud inferior para contener la vía y brindar la transitabilidad permanente de los vehículos.
- De las tres alternativas propuestas, se eligió la alternativa uno, la cual conserva el mismo diseño del superior, pero el talud inferior consiste en un muro pantalla anclado, soportado sobre caisson, por representar el menor

factor de seguridad, un proceso constructivo más ventajoso y con unos costos acordes a la necesidad.

BIBLIOGRAFÍA

- ASOCIACIÓN Colombiana de Ingeniería Sísmica (Colombia). Reglamento Colombiano de Construcción Sismo resistente (NSR-10, Título H). Bogotá, 2010
- BAÑÓN BLÁZQUEZ, Luis. Estabilidad de taludes. Infraestructura, p. 17.
- BRAJA, Das. Principios de ingeniería de cimentaciones. 5 ed. México: Cengage Learning, 2004 p. 2 - 56, 64 – 115.
- CORPORACIÓN de la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (Colombia). Normas Geotécnicas CDMB. Bucaramanga, 2005.
- DUQUE ESCOBAR, Gonzalo. Mecánica de los suelos. Manizales.: Universidad Nacional de Colombia, 2002.
- Estudios Geológicos. Sitio Web del Instituto Colombiano de Geología y Minería: Disponible en Internet: <http://www.ingominas.gov.co>
- GARCÍA M. "Factores que intervienen en los problemas de estabilidad de taludes". II Seminario Colombiano de Geotecnia, Bogotá, 1980.
- INGEOMINAS. Boletín geológico. Volumen V, No. 3.
- INGEOMINAS. Mapa geológico de Colombia, 1 plano. 1976.
- INGEOMINAS 1967
- INGEOMINAS. Mapa geológico generalizado de Santander. 1998.

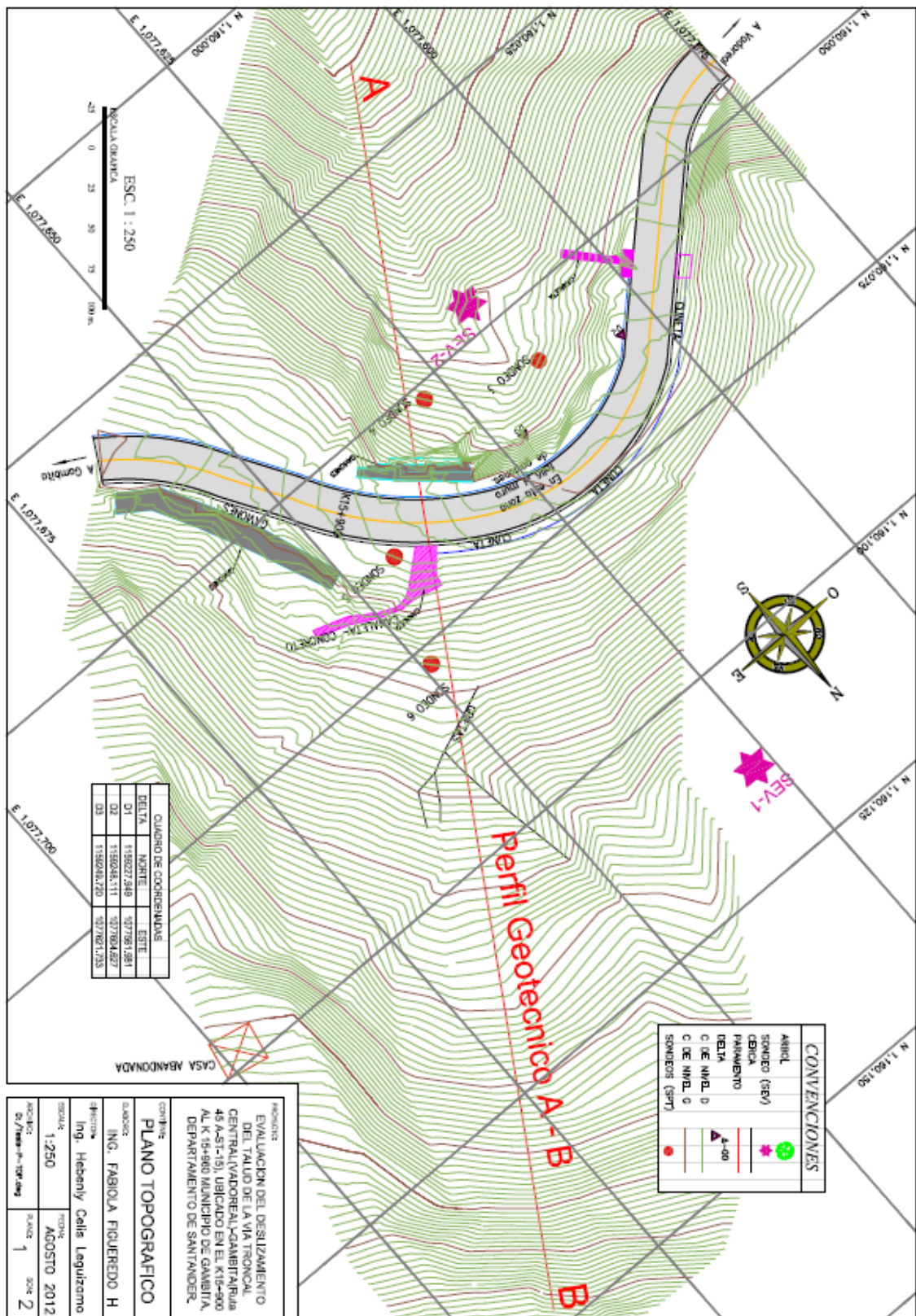
- INSTITUTO Nacional de Vías (Colombia) Normas para ensayos de laboratorio.
- INSTITUTO Nacional de Vías (Colombia) Normas para la Construcción de Carreteras.
- JAMIEL Kowski y otros, "New correlations of penetration tests for design practice" Penetration testing, 1988 ISOPT-1, Balkema, 1988.
- JUÁREZ BADILLO, Eulalio y RICO RODRÍGUEZ, Alfonso. Mecánica de Suelos. Limusa. 1999-2000
- SUÁREZ DÍAZ, Jaime. Estabilidad de Taludes. Sitio Web. : Disponible en Internet: http://www.erosion.com.co/index.php?option=com_content&task=view&id=76
- SUAREZ DÍAZ Jaime "Mecanismos de activación de deslizamientos en ambientes tropicales" Artículo.
- SUAREZ DÍAZ, Jaime. Deslizamientos y Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales. Instituto de Investigación sobre Erosión y Deslizamientos. 1998.
- SUAREZ DÍAZ, Jaime. Deslizamientos inducidos por lluvias y erosión y obras de estabilización en Bucaramanga- Colombia.
- SUAREZ DÍAZ, Jaime. Deslizamientos y Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales. Instituto de Investigación sobre Erosión y Deslizamientos. 1998.

- SUAREZ DÍAZ, Jaime. Mecanismos de activación de deslizamientos. Citado (H- 15:18 F- 18/05/12).disponible en internet: http://ocw.uis.edu.co:8080/ingenieria-civil/estabilidad-de-taludes/clase2/Mecanismos_de_activacion_de_deslizamientos.pdf.
- SUAREZ DÍAZ, Jaime. Respuesta Hidrogeológica De Los Deslizamientos De Tierra. Citado 14/08/12 16:30. Disponible en internet: ocw.uis.edu.co/de/La_hidrogeologia_en_los_deslizamientos.pdf.
- SUAREZ, Jaime. Análisis Geotécnico. 1 ed. Bucaramanga: División de Publicaciones UIS, 2009 Vol. 1 y Vol. 2 p. 2 -147, 251, 270 – 305.
- VARNES, D. J. 1978. Slope movement types and processes. In: Special Report
- 176: Landslides: *Analysis and Control* (Eds: Schuster, R. L. & Krizek, R. J.). Transportation and Road Research Board, National Academy of Science, Washington D. C., 11-33.
- Cruden & Varnes, 1996
- Skinner & Potter (1992)
- WANDURRAGA RUIZ, Carlos. Estudio geoelectrico realizado para la inestabilidad geológica presentada en el PR15+910 de la vía secundaria que va desde el corregimiento de Vadoreal municipio de Suaita al municipio de Gámbita. Bucaramanga, 2011.
- CASTILLO Y TURIZO, 2012
- INGEAS S.A.S, 2012

ANEXO A.

PLANOS

TOPOGRÁFICOS



ANEXO B.

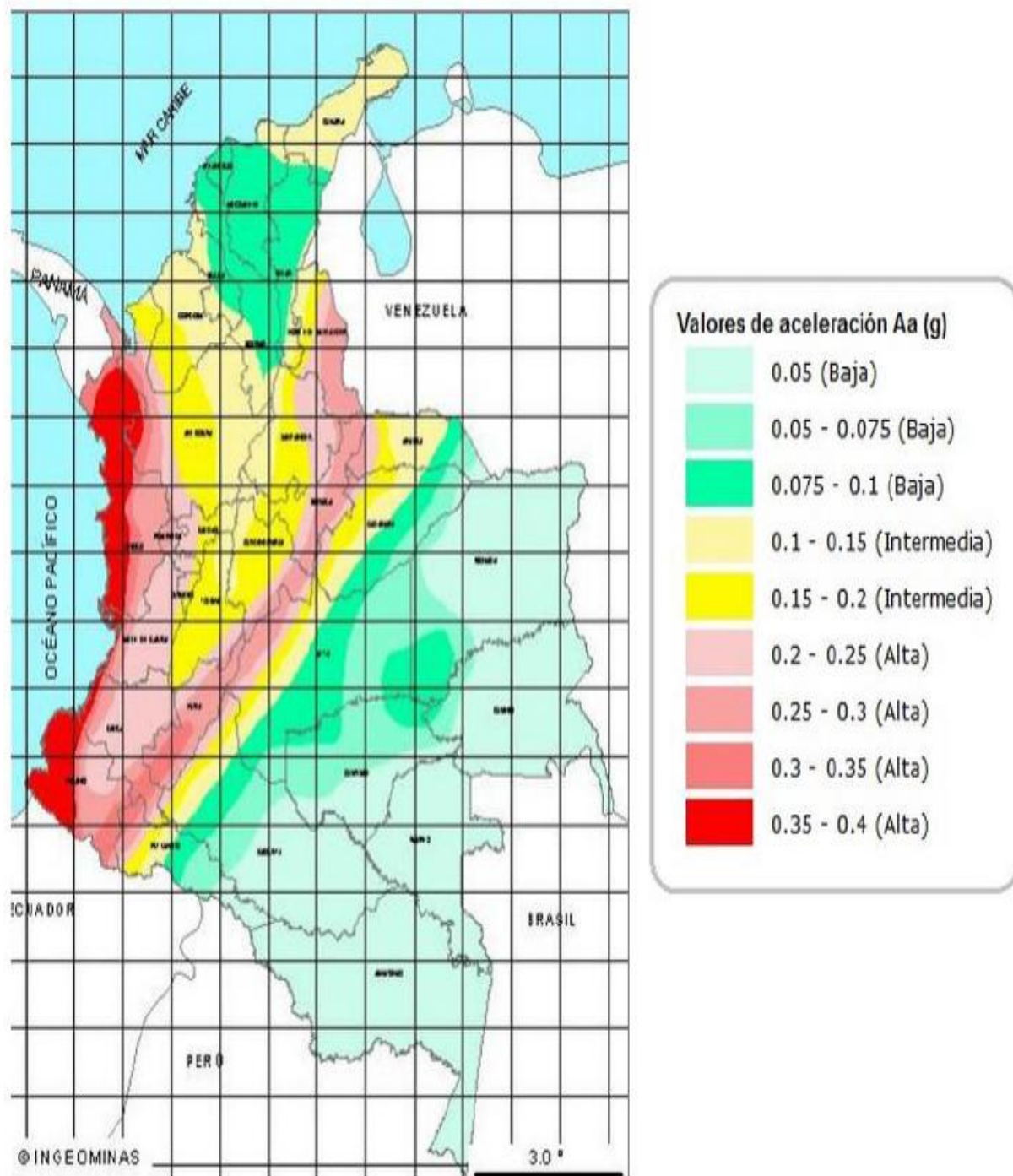
ZONIFICACIÓN

SÍSMICA DE

COLOMBIA

ANEXO B: ZONIFICACIÓN SÍSMICA DE COLOMBIA

Mapa de amenaza sísmica



Fuente: INGEOMINAS

ANEXO C

ESTUDIO

GEOELÉCTRICO

ESTUDIO GEOELÉCTRICO

En los estudios geotécnicos y de recursos hídricos subterráneos se utiliza como principal herramienta el método geoeléctrico, que permite estudiarla constitución y posición de los sedimentos, rocas y aguas subterránea, utilizando la evolución de la resistividad eléctrica a través de su profundidad.

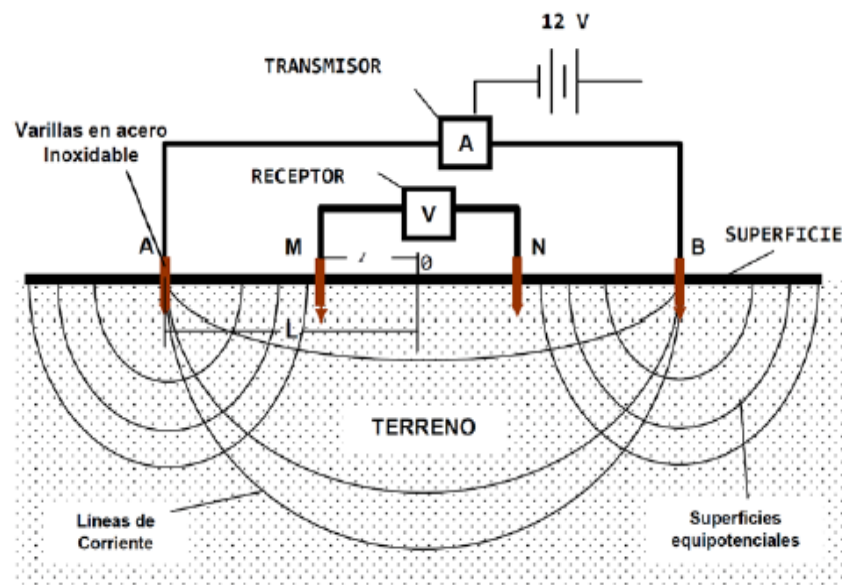
El método Geoeléctrico o de resistividad fue ideado por el ingeniero francés Conrad Schlumberger y es el más eficaz hasta el momento, y demás amplia difusión en la prospección de agua subterránea y en la aplicación a los estudios geotécnicos, que consiste en energizar el terreno para evaluar las resistividades del subsuelo realizando una serie de mediciones de Intensidad de corriente como del gradiente de potencial desde la superficie.

El estudio geoeléctrico de la zona fue realizado por el Geólogo Carlos M. Wandurraga para la Gobernación de Santander. Los sondeos se realizaron con un equipo de resistividad GESS-2000 compuesto por un Trasmisor y un Receptor con las siguientes características: Potencia 1500W, Máximo Voltaje de Salida 400V, AB/2 Máxima de 1000m de profundidad, Electrodo en Acero Inoxidable de Alta Conductividad, Corriente de salida: continua DC, Precisión en la corriente de salida 0.5% en 100mA, Tiempo de pulsación de 1 a 4 segundos, Lecturas en auto - rango , Precisión V/I de 0.1%, Impedancia de entrada 1M mínimo, Fuente de entrada 12V. Operación de temperaturas entre -5°C a 50°C .

DISPOSITIVO SHLUMBERGER

En este tipo de arreglo, los electrodos de potencial se colocan (M y N); se ubican simétricamente a una distancia l del punto central. De igual forma se colocan los electrodos de corriente (A y B) a una distancia L del punto central, conservando entre todos una alineación. Por lo tanto es equivalente a $AB/2$, mientras que el valor de $MN/2$ lo es para l .

Montaje típico para la ejecución de los Sondeos Eléctricos Verticales tipo Schlumberger



Fuente: Cantos Figueroa en el tratado de geofísica aplicada, 1979

De este arreglo se extrae el siguiente valor de K , que corresponde a la constante, para cada apertura. K se da nombre constante geométrica, porque depende directamente de la geometría del dispositivo empleado para inyectar y medir la corriente y tiene las dimensiones de una distancia (m). Para luego realizar el cálculo de la resistividad R .

ANÁLISIS DE DATOS GEOELÉCTRICOS

En interpretaciones cuantitativas se debe distinguir entre interpretaciones puramente matemáticas e interpretaciones Hidrogeológicas. Es decir la interpretación de un levantamiento Geoeléctrico es mucho más que simplemente sumar los resultados de una interpretación matemática de cada una de las mediciones.

Una interpretación geoeléctrica tiene además como objetivo proporcionar información, como:

- Profundidades, espesores y extensión de acuíferos, capas semipermeables e impermeables.
- Nivel freático
- Profundidad del basamento
- Interfaz entre aguas dulces y saladas
- Calidad química de las aguas subterráneas
- Propiedades físicas de la roca (Porosidad, permeabilidad, granulometría, etc.)
- En general, aporta datos sobre constitución hidrogeológica en un área.

En la interpretación de un Sondeo Eléctrico Vertical las resistividades aparentes, obtenidas promedio de un SEV con el dispositivo Schlumberger, se representan en función de las distancias $AB/2$ en un gráfico de papel doblemente logarítmico, en el cual las ordenadas representan profundidades y las abscisas resistividad aparente.

El sistema computarizado recibe las aperturas y la resistividad aparente, lo cual permite interpretar las unidades geoeléctricas con resistividad, espesor y profundidad del techo, para que manualmente se determine la litología correspondiente. Los anteriores datos son incluidos en otro programa de

computador, denominado Curteo, en el cual se procede, independientemente del programa inicial, en forma totalmente inversa, obteniendo así la curva teórica, la cual indica el grado de confiabilidad de los datos obtenidos en el campo. Para ambos casos se emplea un error relativo de 0,10, lo cual muestra la precisión con la cual se maneja la información a ser comparada.

RESULTADOS DEL PROCESAMIENTO GEOELECTRICO

a) Sondeo Eléctrico Vertical SEV-1

Mediciones obtenidas en campo

```

MODEL DATA LAYER 1
.39 TO 1.23 .50 1130.00 455.63
CONTINUE (1), CHOOSE DEPTH (2), CHOOSE NEXT RESISTIVITY
(3), OR CHOOSE DEPTH AND NEXT RESISTIVITY (4)
1
MODEL DATA LAYER 2
1.64 TO 12.29 1.99 455.63 80.01
CONTINUE (1), CHOOSE DEPTH (2), CHOOSE NEXT RESISTIVITY
(3), OR CHOOSE DEPTH AND NEXT RESISTIVITY (4)
1
MODEL DATA LAYER 3
16.40 TO 51.85 17.82 80.01 537.54
CONTINUE (1), CHOOSE DEPTH (2), CHOOSE NEXT RESISTIVITY
(3), OR CHOOSE DEPTH AND NEXT RESISTIVITY (4)
1
MODEL DATA LAYER 4
69.14 TO 291.56 43.63 537.54 280.79
CONTINUE (1), CHOOSE DEPTH (2), CHOOSE NEXT RESISTIVITY
(3), OR CHOOSE DEPTH AND NEXT RESISTIVITY (4)
1
FINAL SOLUTION
LAYER RESISTIVITY THICKNESS DEPTH
1 1130.0 .5 .0
2 455.6 2.0 .5
3 80.0 17.8 2.5
4 537.5 43.6 20.3
5 280.8 .0 63.9
R.M.S. RELATIVE ERROR IS .0115
MAXIMUM REL. ERROR IS .0241 AT SAMPLE POINT 13
ABSCISSA TRANSFORM REL. ERROR
.39 1049.92 .0093
.52 996.91 .0025
.69 932.46 -.0083
.92 855.36 -.0149
1.23 766.67 -.0129
1.64 671.30 -.0059
2.19 577.62 -.0032
2.92 486.19 .0004
3.89 405.41 -.0020
5.18 333.65 .0016
6.91 275.14 .0056
9.22 228.29 .0167
12.29 195.35 .0241
16.40 175.92 .0224
21.86 169.63 .0062
29.16 173.10 -.0102
38.88 184.18 -.0217
51.85 198.54 -.0180
69.14 215.62 -.0127
92.20 231.61 -.0027
122.95 245.99 .0040
163.96 258.24 .0050
218.64 267.79 .0025
291.56 275.75 -.0052

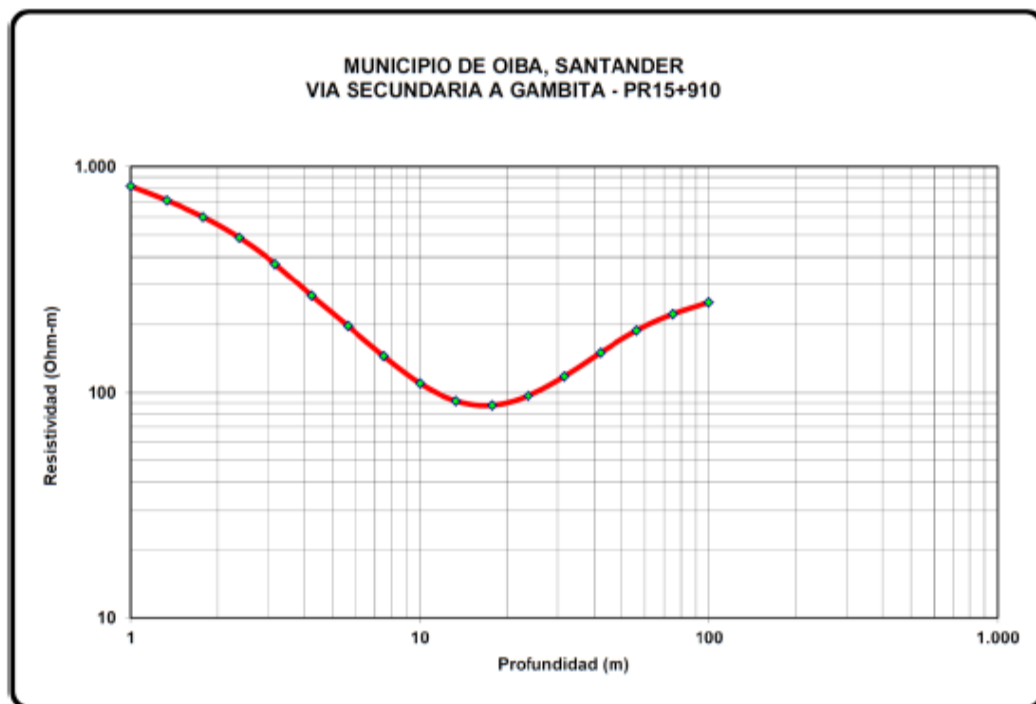
```

Resistividades aparentes y resistencias del sitio de ejecución

AB/2 (m)	K (m)	Resistencia (Ohm)	Resistividad (Ohm-m)
1,33	5,62	126,3345196	710,00
1,78	10,62	56,49717514	600,00
2,37	19,36	25,15495868	487,00
3,16	34,95	10,64377682	372,00

4,22	62,88	4,262086514	268,00
5,63	112,06	1,757986793	197,00
7,50	200,12	0,724565261	145,00
10,00	356,30	0,308728599	110,00
13,34	634,60	0,144973211	92,00
17,78	1127,88	0,078022485	88,00
23,71	2006,23	0,048349392	97,00
31,62	255,52	0,461803381	118,00
42,17	461,74	0,324858145	150,00
56,23	828,21	0,226995569	188,00
74,99	1480,29	0,149970614	222,00
100,00	2637,50	0,09478673	250,00

Curva Sondeo Eléctrico Vertical



b) Sondeo Eléctrico Vertical SEV-2

Mediciones obtenidas en campo

```

MODEL DATA LAYER 1
.39 TO 1.64 .90 36.20 21.77
CONTINUE(1), CHOOSE DEPTH(2), CHOOSE NEXT RESISTIVITY
(3), OR CHOOSE DEPTH AND NEXT RESISTIVITY (4)
1
MODEL DATA LAYER 2
2.19 TO 3.89 2.02 21.77 11.70
CONTINUE(1), CHOOSE DEPTH(2), CHOOSE NEXT RESISTIVITY
(3), OR CHOOSE DEPTH AND NEXT RESISTIVITY (4)
1
MODEL DATA LAYER 3
5.18 TO 16.40 5.03 11.70 1158.34
CONTINUE(1), CHOOSE DEPTH(2), CHOOSE NEXT RESISTIVITY
(3), OR CHOOSE DEPTH AND NEXT RESISTIVITY (4)
1
MODEL DATA LAYER 4
29.16 TO 291.56 8.30 1158.34 199.74
CONTINUE(1), CHOOSE DEPTH(2), CHOOSE NEXT RESISTIVITY
(3), OR CHOOSE DEPTH AND NEXT RESISTIVITY (4)
1
FINAL SOLUTION
LAYER RESISTIVITY THICKNESS DEPTH
1 36.2 .9 .0
2 21.8 2.0 .9
3 11.7 5.0 2.9
4 1158.3 8.3 7.9
5 199.7 .0 16.3
R.M.S. RELATIVE ERROR IS .0170
MAXIMUM REL. ERROR IS .0427 AT SAMPLE POINT 10
ABSCISSA TRANSFORM REL. ERROR
.39 35.79 .0063
.52 35.44 .0056
.69 34.87 -.0001
.92 33.93 -.0076
1.23 32.45 -.0115
1.64 30.46 -.0108
2.19 28.11 -.0054
2.92 25.43 .0126
3.89 23.27 .0269
5.18 21.91 .0427
6.91 22.22 .0344
9.22 24.24 .0159
12.29 28.07 -.0017
16.40 34.35 -.0278
21.86 42.05 -.0261
29.16 52.18 -.0259
38.88 63.84 -.0131
51.85 77.28 -.0015
69.14 92.73 -.0004
92.20 108.13 .0057
122.95 123.84 .0040
163.96 138.04 .0045
218.64 151.37 -.0010
291.56 162.65 -.0053

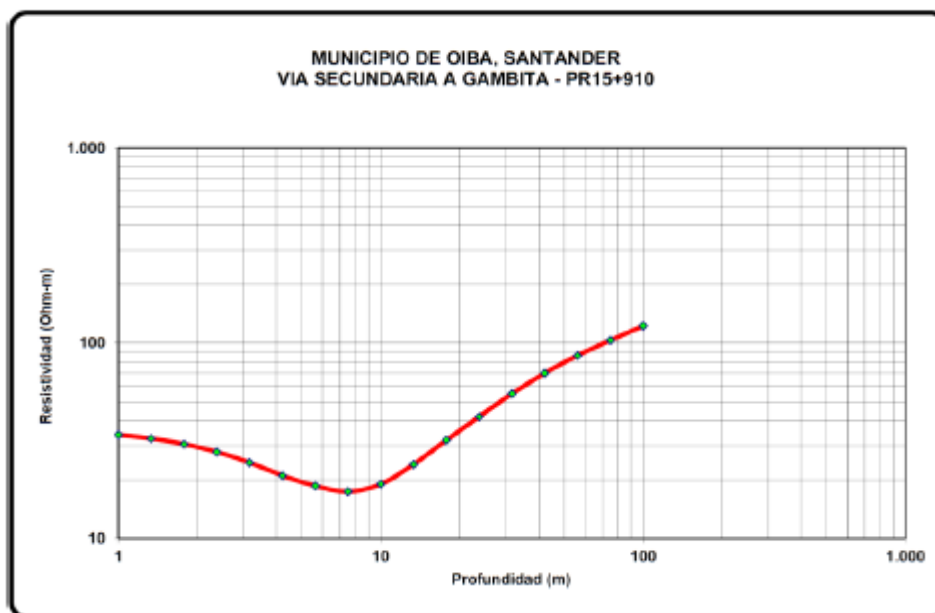
```

Resistividades aparentes y resistencias del sitio de ejecución

AB/2 (m)	K (m)	Resistencia (Ohm)	Resistividad (Ohm-m)
1,33	5,62	5,800711744	32,60
1,78	10,62	2,871939736	30,50

2,37	19,36	1,435950413	27,80
3,16	34,95	0,701001431	24,50
4,22	62,88	0,333969466	21,00
5,63	112,06	0,165982509	18,60
7,50	200,12	0,086947831	17,40
10,00	356,30	0,053325849	19,00
13,34	634,60	0,037819099	24,00
17,78	1127,88	0,028371813	32,00
23,71	2006,23	0,020934788	42,00
31,62	255,52	0,215247339	55,00
42,17	461,74	0,151600468	70,00
56,23	828,21	0,103838398	86,00
74,99	1480,29	0,06958096	103,00
100,00	2637,50	0,046255924	122,00

Curva Sondeo Eléctrico Vertical



ANEXO D: RESULTADOS ENSAYOS DE LABORATORIO NOV DE 2011

ANEXO D.

RESULTADOS

ENSAYO DE

LABORATORIO

NOVIEMBRE DE

2011



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO CARACTERIZACION MATERIALES DE CONSTRUCCION
ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123

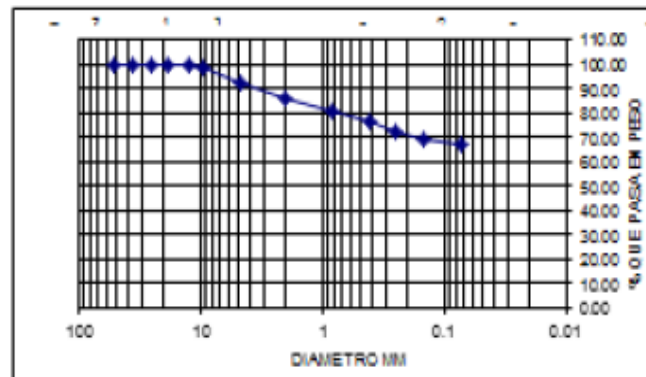
FECHA : 13 de Abril de 2012
PROYECTO : ESTABILIZACION DEL TALUD VIA VADOREAL-GAMBITA
LOCALIZACION : K 15+900 AL K 15+960 DEL MUNICIPIO DE GAMBITA

SONDEO : S1.
MUESTRA : 1
PROFUNDIDAD : 1m

PESO TARA (qr)		
TARA+MUESTRA HUMEDA (qr)		
TARA+MUESTRA SECA (qr)		
PESO AGUA (qr)		
PESO MUEST. SECA (qr)		
HUMEDAD (%)		

PESO INICIAL DE LA MUESTRA qr: 700
PESO DESPUES DEL LAVADO qr: 234.2
PORCENTAJE DE ERROR %: 0.20

MALLA No	ABERTURA	PESO SUELO RETENIDO	PORCIENTO O RETENIDO PARCIAL	% QUE PASA LA MALLA	MALLA No	ABERTURA	PESO SUELO RETENIDO	PORCIENTO O RETENIDO PARCIAL	% QUE PASA LA MALLA
****	mm	qr	%	%	****	mm	qr	%	%
2"	50.8	0.00	0.00	100.00	10	2	47.20	6.74	85.70
1 1/2"	36.1	0.00	0.00	100.00	20	0.84	31.9	4.56	81.14
1"	25.4	0.00	0.00	100.00	40	0.42	29.7	4.24	76.90
3/4"	19.05	0.00	0.00	100.00	60	0.25	27.4	3.91	72.99
1/2"	12.7	3.10	0.44	99.56	100	0.143	22.1	3.16	69.83
3/8"	9.52	3.40	0.49	99.07	200	0.074	17.2	2.46	67.37
No 4	4.75	46.40	6.63	92.44	PASA 200	*****	470.20		
SUMA	*****	52.90	7.56		SUMA	*****	645.70	25.07	
					TOTAL		645.60		



GRAVAS- 7.56 %
ARENAS- 25.07 %
FINOS- 67.37 %

CLASIFICACION SUCS: ML - Limo inorganico de baja plasticidad

Fuente: Castillo y Turizo, 2012



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO CARACTERIZACION MATERIALES DE CONSTRUCCION
ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123

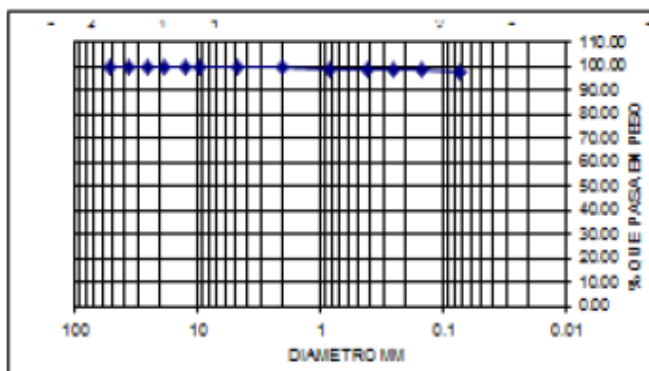
FECHA : 13 de Abril de 2012
PROYECTO : ESTABILIZACION DEL TALUD VIA VADOREAL-GAMBITA
LOCALIZACION K 15+900 AL K 15+960 DEL MUNICIPIO DE GAMBITA

SONDEO : S2.
MUESTRA : 2
PROFUNDIDAD : 1m

PESO TARA (qr)		
TARA+MUESTRA HUMEDA (qr)		
TARA+MUESTRA SECA (qr)		
PESO AGUA (qr)		
PESO MUEST. SECA (qr)		
HUMEDAD (%)		

PESO INICIAL DE LA MUESTRA qr: 700
 PESO DESPUES DEL LAVADO qr: 23.1
 PORCENTAJE DE ERROR %: 0.20

MALLA N°	ABERTURA	PESO SUELO RETENIDO	PORCIENTO O RETENIDO PARCIAL	% QUE PASA LA MALLA	MALLA N°	ABERTURA	PESO SUELO RETENIDO	PORCIENTO O RETENIDO PARCIAL	% QUE PASA LA MALLA
****	mm	qr	%	%	****	mm	qr	%	%
2"	50.8	0.00	0.00	100.00	10	2	2.40	0.34	99.56
1 1/2"	36.1	0.00	0.00	100.00	20	0.84	2.7	0.39	99.17
1"	25.4	0.00	0.00	100.00	40	0.42	2.6	0.37	98.80
3/4"	19.05	0.00	0.00	100.00	60	0.25	1.9	0.27	98.53
1/2"	12.7	0.00	0.00	100.00	100	0.149	1.6	0.23	98.30
3/8"	9.52	0.00	0.00	100.00	200	0.074	6.9	0.99	97.31
No 4	4.75	0.70	0.10	99.90	PASA 200	****	679.80		
SUMA	*****	0.70	0.10		SUMA	*****	697.90	2.59	
					TOTAL		697.60		



GRAVAS- 0.10 %
 ARENAS - 2.59 %
 FINOS- 97.31 %

CLASIFICACION SUCS: ML - Limo inorganico de baja plasticidad

Fuente: Castillo y Turizo, 2012



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
LIMITES DE ATTERBERG INY E- 125-126

FECHA : 13 de Abril de 2012
PROYECTO : ESTABILIZACION DEL TALUD VIA VADOREAL-GAMBITA
LOCALIZACION K 15+900 AL K 15+960 DEL MUNICIPIO DE GAMBITA

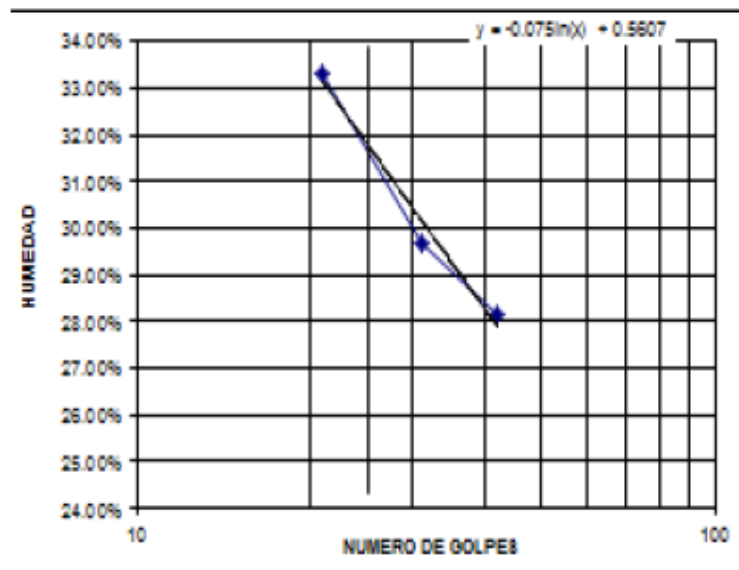
SONDEO : S1.
MUESTRA : 1
PROFUNDIDAD : 1m

LIMITE LIQUIDO

CAPSULA N°	HUERO DE GOLPES	PESO CAPSULA	PESO CAPSULA - SUELO HUMEDO	PESO CAPSULA - SUELO SECO	PESO DEL AGUA	PESO SUELO SECO	CONTENIDO DE AGUA
		gr	gr	gr	gr	gr	%
100	42	8.8	36.1	30.1	6	21.3	28.17%
200	31	7.7	32.6	26.9	5.7	19.2	29.69%
12	21	8.40	30.8	25.2	5.6	16.8	33.33%

LIMITE PLASTICO

1		6.9	16.3	14.42	1.88	7.52	25.00%
2		6.8	16.6	14.65	1.95	7.85	24.84%



LIMITE LIQUIDO: 32%
 LIM. PLASTICO: 25%
 IND. DE PLASTI.: 7%
 CLASIFICACION SUOS.: ML

Fuente: Castillo y Turizo, 2012



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LIMITES DE ATTERBERG INV E- 125-126

FECHA : 13 de Abril de 2012
PROYECTO : ESTABILIZACION DEL TALUD VIA VADOREAL-GAMBITA
LOCALIZACION: K 15+900 AL K 15+960 DEL MUNICIPIO DE GAMBITA

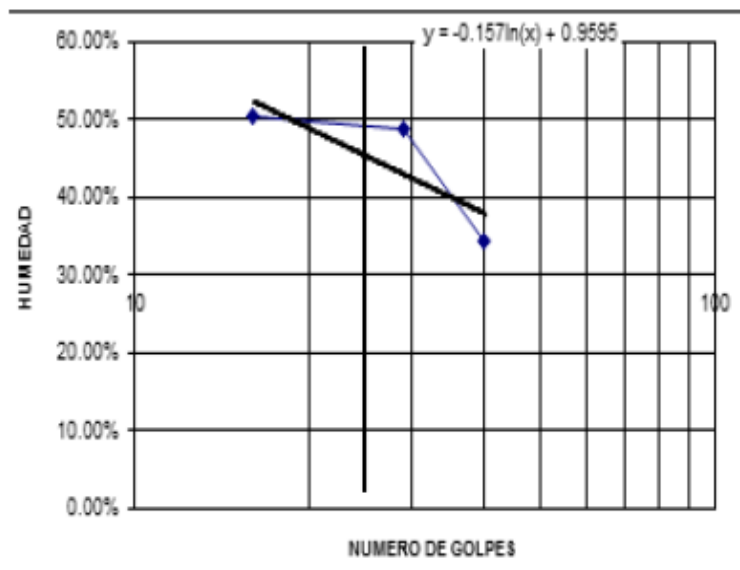
SONDEO : S2
MUESTRA : 2
PROFUNDIDAD : 1m

LIMITE LIQUIDO

CAPSULA No	NUMERO DE GOLPES	PESO CAPSULA	PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO	PESO CAPSULA + SUELO SECO	PESO DEL AGUA	PESO SUELO SECO	CONTENIDO DE AGUA
		gr	gr	gr	gr	gr	%
8	40	6.8	24.4	19.9	4.5	13.1	34.35%
19	29	6.70	23.5	18	5.5	11.3	48.67%
1	16	7.2	25.1	19.1	6	11.9	50.42%

LIMITE PLASTICO

1	6.8	16.7	14.2	2.5	7.4	33.78%
2	6.7	18.4	15.36	3.04	8.66	35.10%



LIMITE LIQUIDO : 45%
 LIM. PLASTICO : 34%
 IND. DE PLASTI. : 11%
 CLASIFICACION SUCS. ML

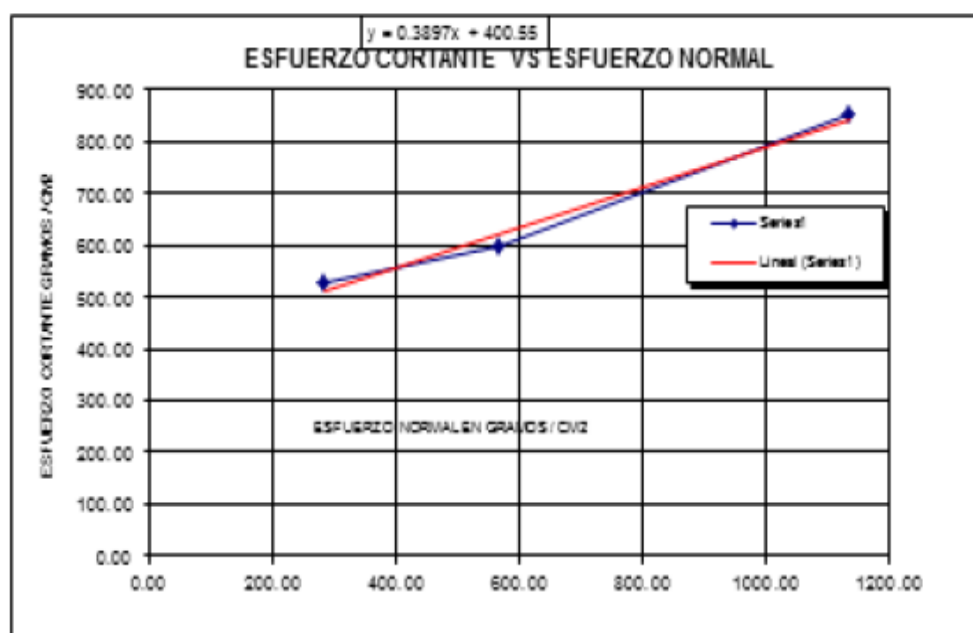
Fuente: Castillo y Turizo, 2012



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
ENSAYO DE CORTE DIRECTO SATURADO - CARGAS MAXIMAS INV E-154

FECHA	13 de Abril de 2012	SONDEO	S1.
PROYECTO	ESTABILIZACION DEL TALUD VIA VADOREAL-GAMBI	MUESTRA	1- SATURADA
LOCALIZACION	K 15+900 AL K 15+960 DEL MUNICIPIO DE GAMBITA	PROFUNDIDAD	1m

CARGA VERTICAL	AREA	CARGA HORIZONTAL	ESFUERZO NORMAL	ESFUERZO CORTANTE
gramas	cm ²	MAXIMA EN gramas	gr/cm ²	gr/cm ²
8000	28.15	14800	284.20	525.78
16000	28.15	16900	568.41	600.38
32000	28.15	23950	1136.81	850.83



HUMEDAD %	33
PENDIENTE	0.3897
ANGULO FRICCION	21 grados
COHESION	400.55 gr/cm ²
COHESION	4006 kg/m ²

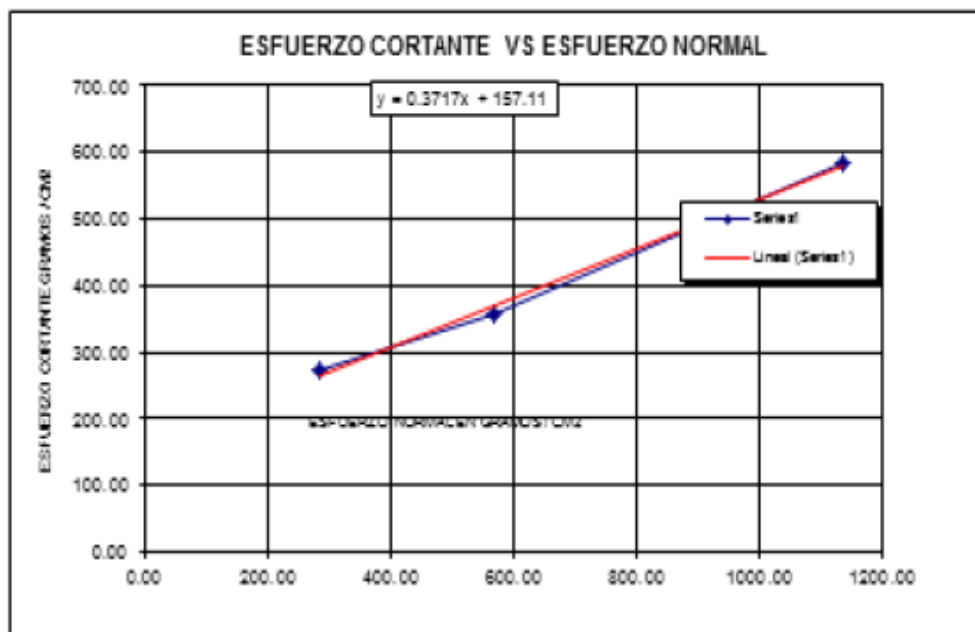
Fuente: Castillo y Turizo, 2012



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
ENSAYO DE CORTE DIRECTO SATURADO - CARGAS RESIDUALES INV E-154

FECHA	13 de Abril de 2012	SONDEO	S1.
PROYECTO	ESTABILIZACION DEL TALUD VIA VADOREAL-GAMBI	MUESTRA	1- SATURADA
LOCALIZACION	K 15+900 AL K 15+960 DEL MUNICIPIO DE GAMBITA	PROFUNDIDAD	1m

CARGA VERTICAL	AREA	CARGA HORIZONTAL	ESFUERZO NORMAL	ESFUERZO CORTANTE
gramas	cm ²	MAXIMA EN gramas	gr/cm ²	gr/cm ²
8000	28.15	7625	284.20	270.88
16000	28.15	10025	356.41	356.14
32000	28.15	16430	583.68	583.68



HUMEDAD %	33
PENDIENTE	0.3717
ANGULO FRICCION	20 grados
COHESION	157.11 gr/cm ²
COHESION	1571 kgr/m ²

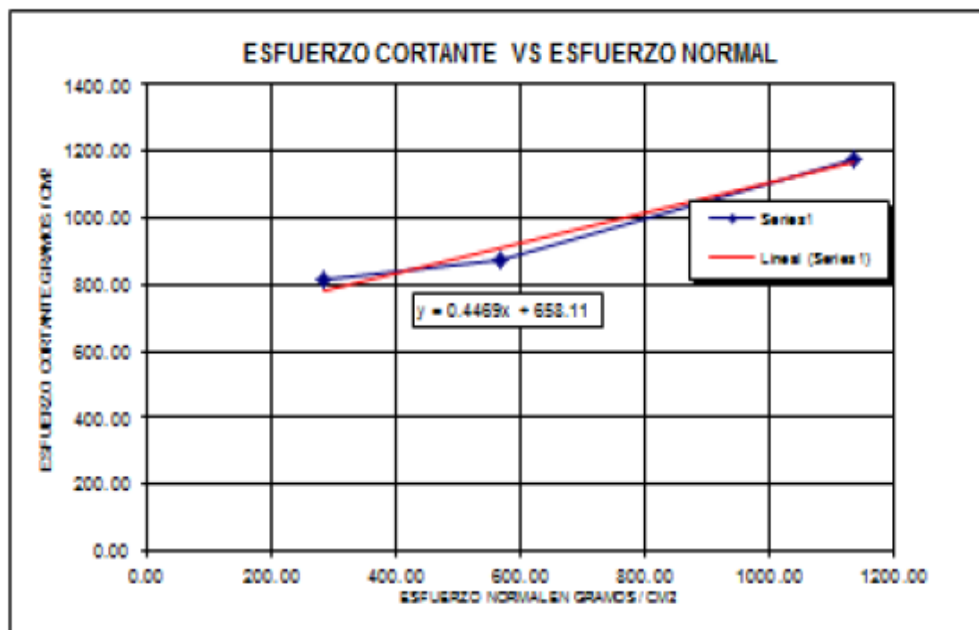
Fuente: Castillo y Turizo, 2012



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
ENSAYO DE CORTE DIRECTO NATURAL - CARGAS MAXIMAS INV E-154

FECHA	13 de Abril de 2012	SONDEO	S1.
PROYECTO	ESTABILIZACION DEL TALUD VIA VADOREAL-GAMBI	MUESTRA	1- NATURAL
LOCALIZACION	K 15+900 AL K 15+960 DEL MUNICIPIO DE GAMBITA	PROFUNDIDAD	1m

CARGA VERTICAL	AREA	CARGA HORIZONTAL	ESFUERZO NORMAL	ESFUERZO CORTANTE
gramas	cm ²	MAXIMA EN gramas	gr/cm ²	gr/cm ²
8000	28.15	22850	284.20	811.76
16000	28.15	24550	568.41	872.15
32000	28.15	33200	1136.81	1179.44



HUMEDAD %	29
PENDIENTE	0.4469
ANGULO FRICCION	24 grados
COHESION	658.11 gr/cm ²
COHESION	6581 kgr/m ²

Fuente: Castillo y Turizo, 2012

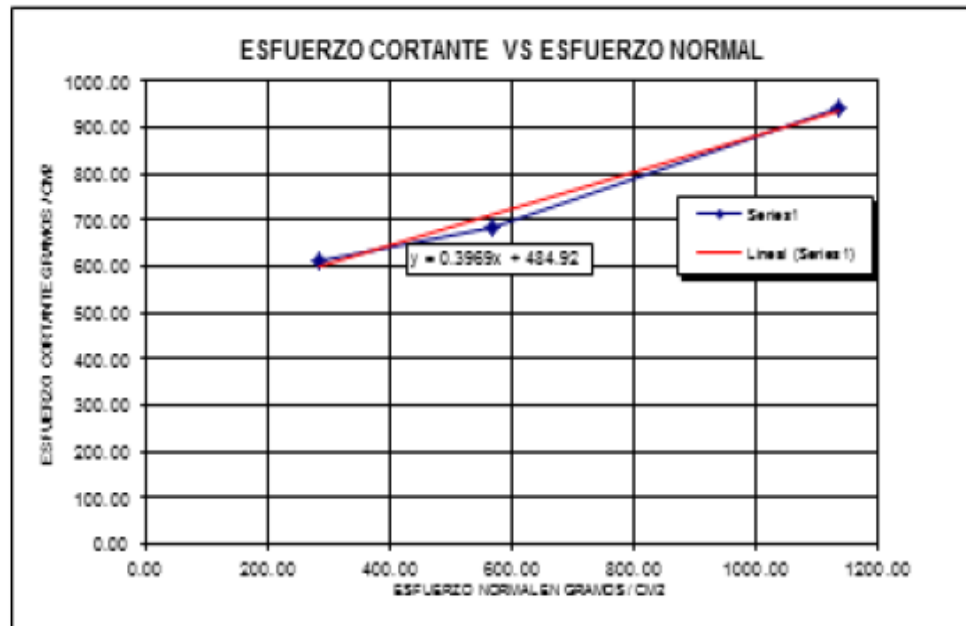


UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE CORTE DIRECTO NATURAL - CARGAS RESIDUALES INV E-154

FECHA	13 de Abril de 2012	SONDEO	S1.
PROYECTO	ESTABILIZACION DEL TALUD VIA VADOREAL-GAMBI	MUESTRA	1- NATURAL
LOCALIZACION	K 15+900 AL K 15+960 DEL MUNICIPIO DE GAMBITA	PROFUNDIDAD	1m

CARGA VERTICAL	AREA	CARGA HORIZONTAL	ESFUERZO NORMAL	ESFUERZO CORTANTE
gramos	cm ²	MAXIMA EN gramos	gr/cm ²	gr/cm ²
8000	28.15	17275	284.20	613.70
16000	28.15	19325	568.41	686.53
32000	28.15	26575	1136.81	944.09



HUMEDAD %	29	
PENDIENTE	0.3969	
ANGULO FRICC	22	grados
COHESION	482.92	gr/cm ²
COHESION	4829	kgf/m ²

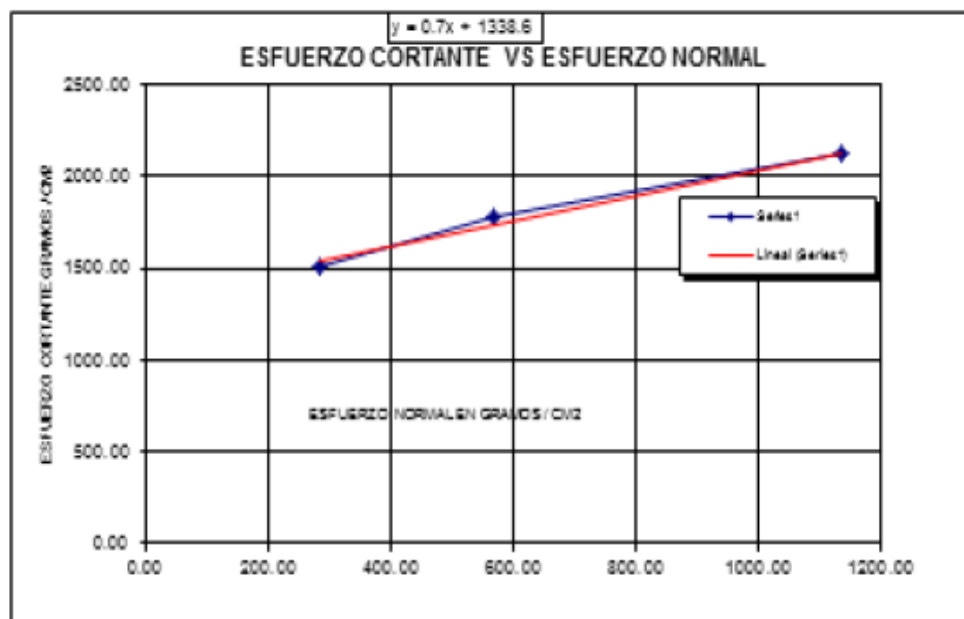
Fuente: Castillo y Turizo, 2012



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
ENSAYO DE CORTE DIRECTO COMPACTADO - CARGAS MAXIMAS INV E-154

FECHA	13 de Abril de 2012	SONDEO	S1.
PROYECTO	ESTABILIZACION DEL TALUD VIA VADOREAL-GAMBI	MUESTRA	1-COMPACTADA
LOCALIZACION	K 15+900 AL K 15+960 DEL MUNICIPIO DE GAMBITA	PROFUNDIDAD	1m

CARGA VERTICAL	AREA	CARGA HORIZONTAL	ESFUERZO NORMAL	ESFUERZO CORTANTE
gramas	cm ²	MAXIMA EN gramas	gr/cm ²	gr/cm ²
8000	28.15	42500	284.20	1509.83
16000	28.15	50050	568.41	1778.05
32000	28.15	59690	1136.81	2120.51



HUMEDAD %	15	
PENDIENTE	0.7	
ANGULO FRICCI	35	grados
COHESION	1338.6	gr/cm2
COHESION	13386	kg/m2

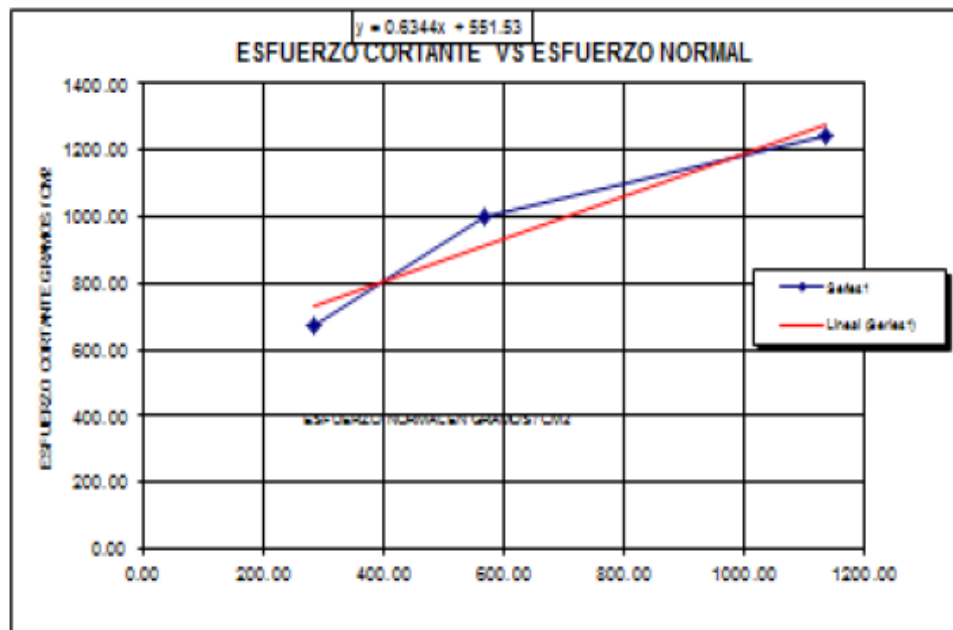
Fuente: Castillo y Turizo, 2012



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
ENSAYO DE CORTE DIRECTO COMPACTADO - CARGAS RESIDUALES INV E-154

FECHA	13 de Abril de 2012	SONDEO	S1.
PROYECTO	ESTABILIZACION DEL TALUD VIA VADOREAL-GAMBI	MUESTRA	1- COMPACTADA
LOCALIZACION	K 15+900 AL K 15+960 DEL MUNICIPIO DE GAMBITA	PROFUNDIDAD	1m

CARGA VERTICAL	AREA	CARGA HORIZONTAL	ESFUERZO NORMAL	ESFUERZO CORTANTE
gramos	cm ²	MAXIMA EN gramos	gr/cm ²	gr/cm ²
8000	28.15	18960	284.20	673.56
16000	28.15	28135	568.41	999.51
32000	28.15	35005	1136.81	1243.57



HUMEDAD %	15
PENDIENTE	0.6344
ANGULO FRICCION	32 grados
COHESION	551.53 gr/cm ²
COHESION	5515 kgr/m ²

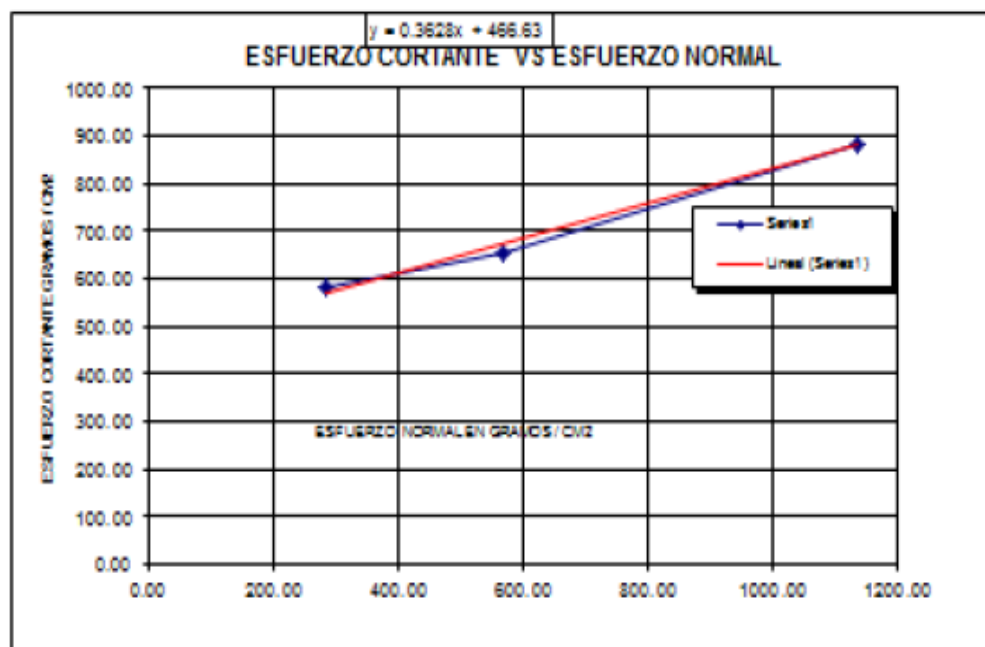
Fuente: Castillo y Turizo, 2012



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
ENSAYO DE CORTE DIRECTO SATURADO - CARGAS MAXIMAS INV E-154

FECHA	13 de Abril de 2012	SONDEO	S2
PROYECTO	ESTABILIZACION DEL TALUD VIA VADOREAL-GAMBI	MUESTRA	2 - SATURADA
LOCALIZACION	K 15+900 AL K 15+960 DEL MUNICIPIO DE GAMBITA	PROFUNDIDAD	1m

CARGA VERTICAL	AREA	CARGA HORIZONTAL	ESFUERZO NORMAL	ESFUERZO CORTANTE
gramas	cm ²	MAXIMA EN gramas	gr/cm ²	gr/cm ²
8000	28.15	16350	284.20	580.84
16000	28.15	18470	568.41	656.15
32000	28.15	24900	1136.81	884.58



HUMEDAD %	32
PENDIENTE	0.3628
ANGULO FRICCION	20 grados
COHESION	466.63 gr/cm ²
COHESION	4666 kg/m ²

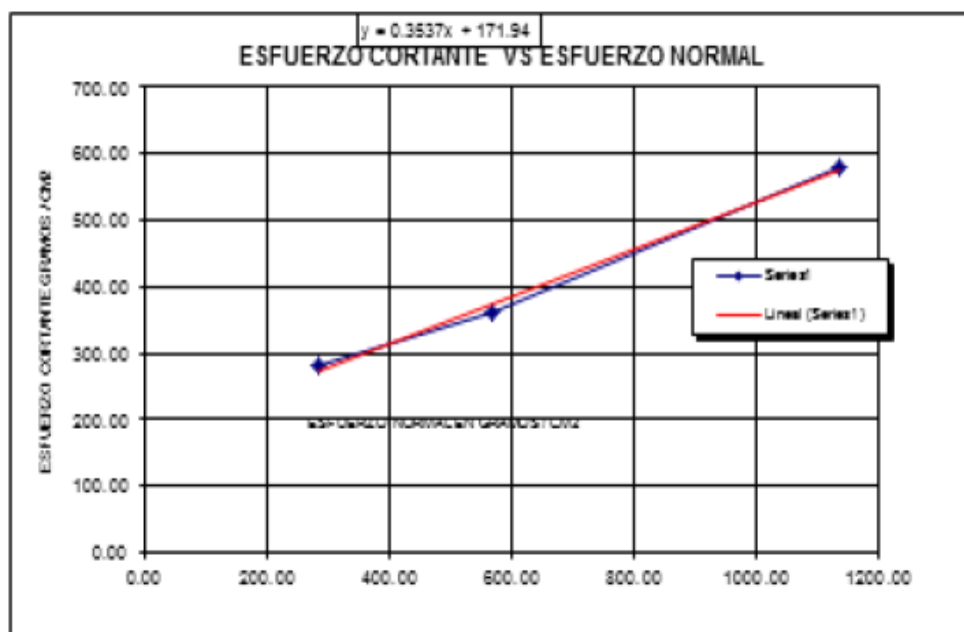
Fuente: Castillo y Turizo, 2012



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
ENSAYO DE CORTE DIRECTO SATURADO - CARGAS RESIDUALES INV E-154

FECHA	13 de Abril de 2012	SONDEO	S2
PROYECTO	ESTABILIZACION DEL TALUD VIA VADOREAL-GAMBI	MUESTRA	2 - SATURADA
LOCALIZACION	K 15+900 AL K 15+960 DEL MUNICIPIO DE GAMBITA	PROFUNDIDAD	1m

CARGA VERTICAL	AREA	CARGA HORIZONTAL	ESFUERZO NORMAL	ESFUERZO CORTANTE
gramas	cm ²	MÁXIMA EN gramas	gr/cm ²	gr/cm ²
8000	28.15	7885	284.20	280.12
16000	28.15	10175	361.41	361.47
32000	28.15	16265	577.81	577.82



HUMEDAD %	32
PENDIENTE	0.3537
ANGULO FRICCION	19 grados
COHESION	171.94 gr/cm ²
COHESION	1719 kg/m ²

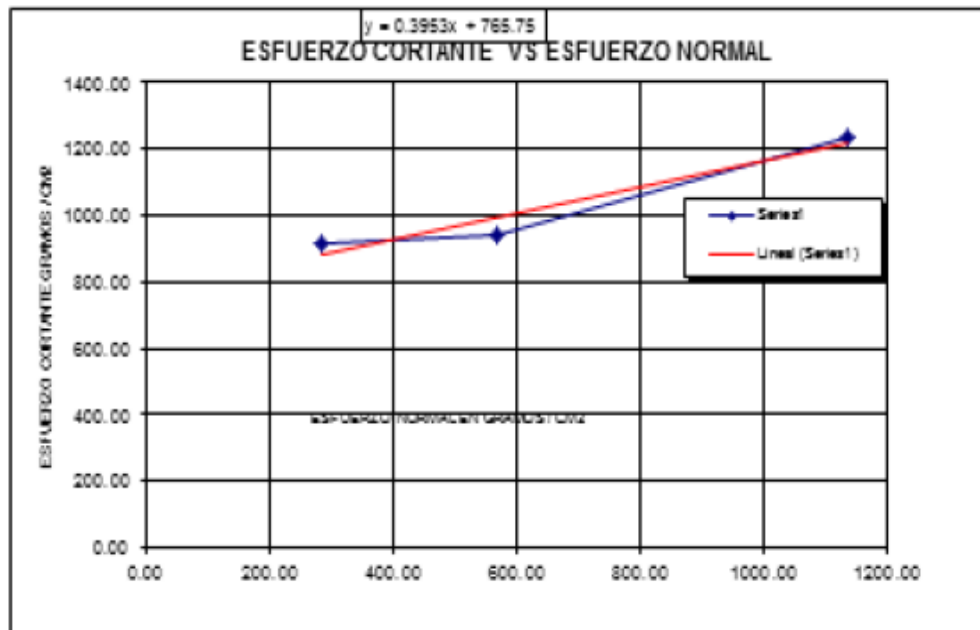
Fuente: Castillo y Turizo, 2012



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
ENSAYO DE CORTE DIRECTO NATURAL - CARGAS MAXIMAS INV E-154

FECHA	13 de Abril de 2012	SONDEO	S2
PROYECTO	ESTABILIZACION DEL TALUD VIA VADOREAL-GAMBI	MUESTRA	2-NATURAL
LOCALIZACION	K 15+900 AL K 15+960 DEL MUNICIPIO DE GAMBITA	PROFUNDIDAD	1m

CARGA VERTICAL	AREA	CARGA HORIZONTAL	ESFUERZO NORMAL	ESFUERZO CORTANTE
gramas	cm ²	MAXIMA EN gramas	gr/cm ²	gr/cm ²
8000	28.15	25650	284.20	911.23
16000	28.15	26480	568.41	940.71
32000	28.15	34670	1136.81	1231.67



HUMEDAD %	27	DE ENSAYO	
PENDIENTE	0.3953		primer dato ecuacion
ANGULO FRICCI	22	grados	
COHESION	765.75	gr/cm ²	segundo dato ecuacion
COHESION	7658	kgf/m ²	

Fuente: Castillo y Turizo, 2012

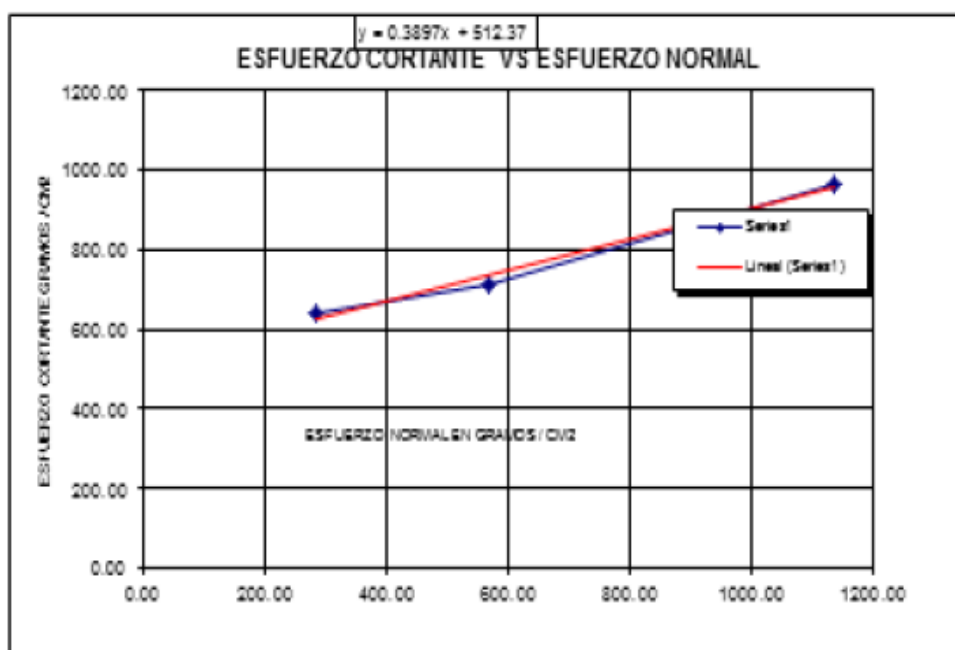


UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE CORTE DIRECTO NATURAL - CARGAS RESIDUALES INV E-154

FECHA	13 de Abril de 2012	SONDEO	S2
PROYECTO	ESTABILIZACION DEL TALUD VIA VADOREAL-GAMBI	MUESTRA	2 - NATURAL
LOCALIZACION	K 15+900 AL K 15+960 DEL MUNICIPIO DE GAMBITA	PROFUNDIDAD	1m

CARGA VERTICAL	AREA	CARGA HORIZONTAL	ESFUERZO NORMAL	ESFUERZO CORTANTE
gramos	cm ²	MAXIMA EN gramos	gr/cm ²	gr/cm ²
8000	28.15	17975	284.20	638.57
16000	28.15	20005	568.41	710.69
32000	28.15	27110	1136.81	963.09



HUMEDAD %	27
PENDIENTE	0.3897
ANGULO FRICCION	21 grados
COHESION	512.37 gr/cm ²
COHESION	5124 kg/m ²

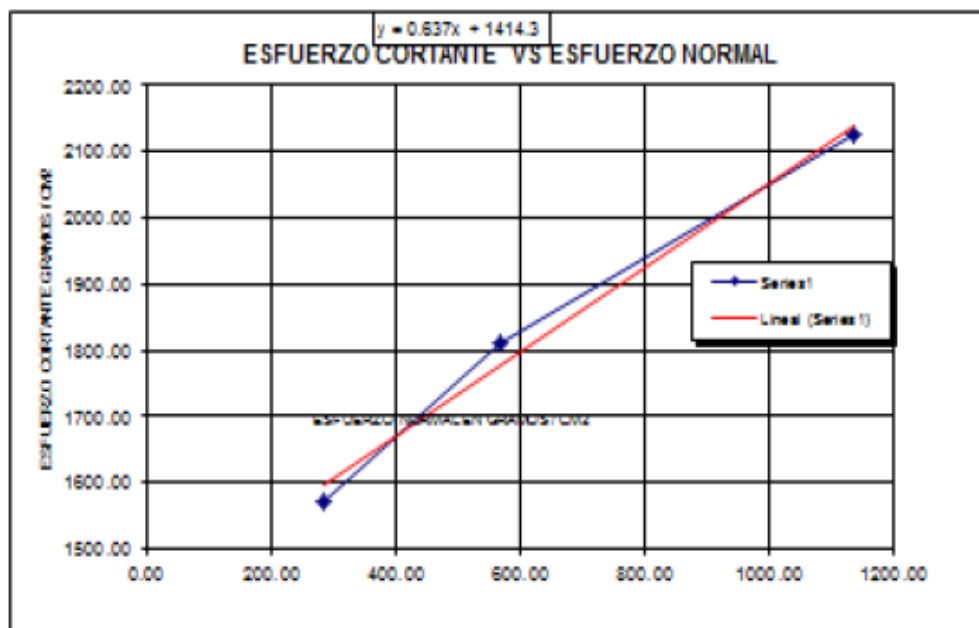
Fuente: Castillo y Turizo, 2012



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
ENSAYO DE CORTE DIRECTO COMPACTADO - CARGAS MAXIMAS INV E-154

FECHA	13 de Abril de 2012	SONDEO	S2
PROYECTO	ESTABILIZACION DEL TALUD VIA VADOREAL-GAMBI	HUESTRA	2 - COMPACTADA
LOCALIZACION	K 15+900 AL K 15+960 DEL MUNICIPIO DE GAMBITA	PROFUNDIDAD	1m

CARGA VERTICAL	AREA	CARGA HORIZONTAL	ESFUERZO NORMAL	ESFUERZO CORTANTE
gramas	cm ²	MAXIMA EN gramas	gr/cm ²	gr/cm ²
8000	28.15	44260	284.20	1572.35
16000	28.15	50970	568.41	1810.73
32000	28.15	59870	1136.81	2126.91



HUMEDAD %	16	
PENDIENTE	0.637	
ANGULO FRICCI	32	grados
COHESION	1414.1	gr/cm2
COHESION	14141	kg/m2

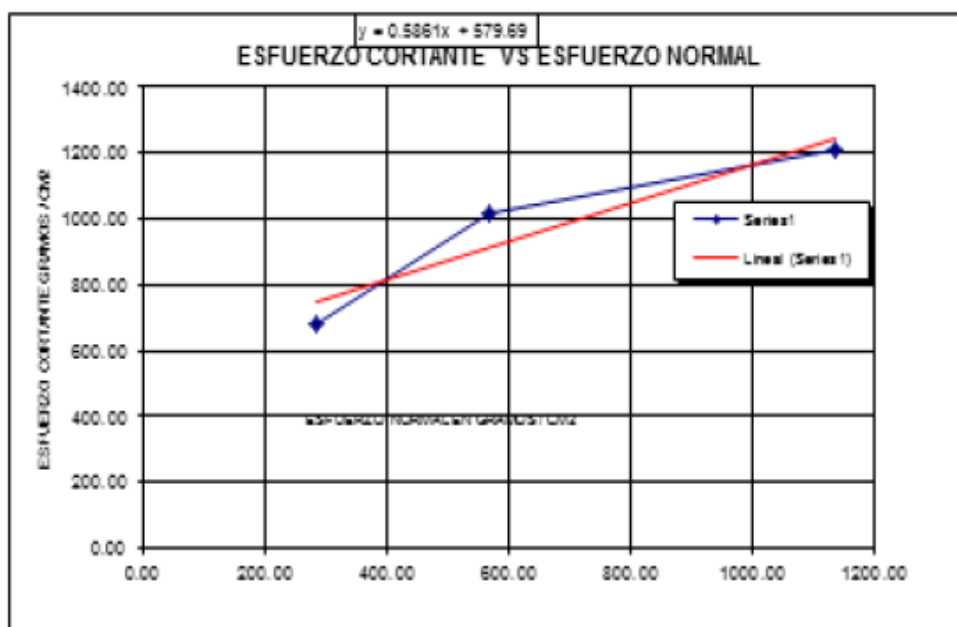
Fuente: Castillo y Turizo, 2012



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
ENSAYO DE CORTE DIRECTO COMPACTADO - CARGAS RESIDUALES INV E-154

FECHA	13 de Abril de 2012	SONDEO	S2
PROYECTO	ESTABILIZACION DEL TALUD VIA VADOREAL-GAMBI	MUESTRA	2 - COMPACTADA
LOCALIZACION	K 15+900 AL K 15+960 DEL MUNICIPIO DE GAMBITA	PROFUNDIDAD	1m

CARGA VERTICAL	AREA	CARGA HORIZONTAL	ESFUERZO NORMAL	ESFUERZO CORTANTE
gramas	cm ²	MÁXIMA EN gramas	gr/cm ²	gr/cm ²
8000	28.15	19070	284.20	677.47
16000	28.15	28600	568.41	1016.03
32000	28.15	34105	1136.81	1211.59



HUMEDAD %	16	
PENDIENTE	0.5861	
ANGULO FRICCIÓN	30	grados
COHESION	579.69	gr/cm2
COHESION	5797	kg/m2

Fuente: Castillo y Turizo, 2012



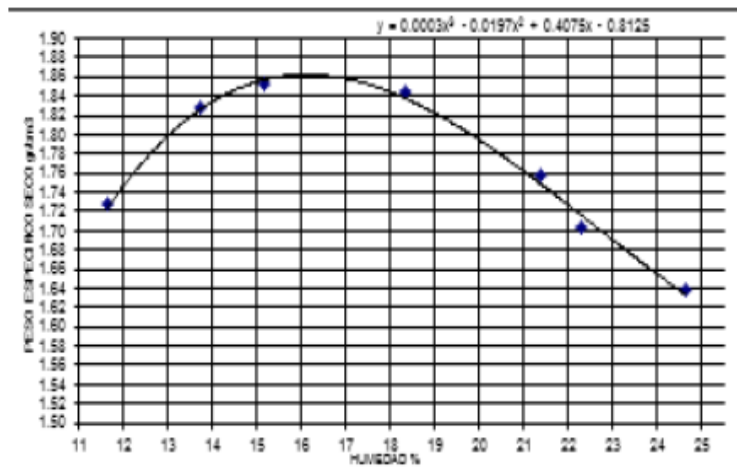
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
ENSAYO DE COMPACTACION
INV E - 142

FECHA : 13 de Abril de 2012 **SONDEO** S1.
PROYECTO : ESTABILIZACION DEL TALUD VIA VADOREAL-GAMBITA **MUESTRA** 1
LOCALIZACION: K 15+900 AL K 15+960 DEL MUNICIPIO DE GAMBITA **PROFUNDIDAD** 1m

TIPO DE ENSAYO	MODIFICADO
NUMERO DE CAPAS	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	55
MOLDE No	23
DIAMETRO MOLDE (cm)	10.00
ALTURA MOLDE (cm)	11.50
VOLUMEN MOLDE (cm ³)	903.21

PESO TARA (qr)	8.3	6.7	6.9	6.9	6.9	6.8	8.6	8.8	6.8	8.4	6.8	6.7	6.9	8.6
PESO DE TARA + SUELO HUMEDO (qr)	56.5	54.3	46.3	45.4	47.5	42.2	37.0	37.9	33.4	32.4	31.8	34.3	36.6	37.6
PESO DE TARA + SUELO SECO (qr)	51.5	49.3	41.5	40.8	42.2	37.5	32.6	33.4	28.8	28.1	27.4	29.1	30.6	32.0
PROMEDIO HUMEDAD %	11.66		13.72		15.16		18.31		21.37		22.29		24.62	

PESO MOLDE (qr)	4123	4123	4123	4123	4123	4123	4123
PESO DE MOLDE + SUELO HUMEDO (qr)	5864	5999	6049	6094	6049	6004	5966
PESO DEL SUELO HUMEDO (qr)	1741	1876	1926	1971	1926	1881	1843
DENSIDAD HUMEDA (qr/cm ³)	1.928	2.077	2.132	2.182	2.132	2.083	2.040
DENSIDAD SECA (qr/cm ³)	1.73	1.83	1.85	1.84	1.76	1.70	1.64



DENSIDAD MAXIMA gr/cm³ 1.86
HUMEDAD OPTIMA% 16.2

Fuente: Castillo y Turizo, 2012



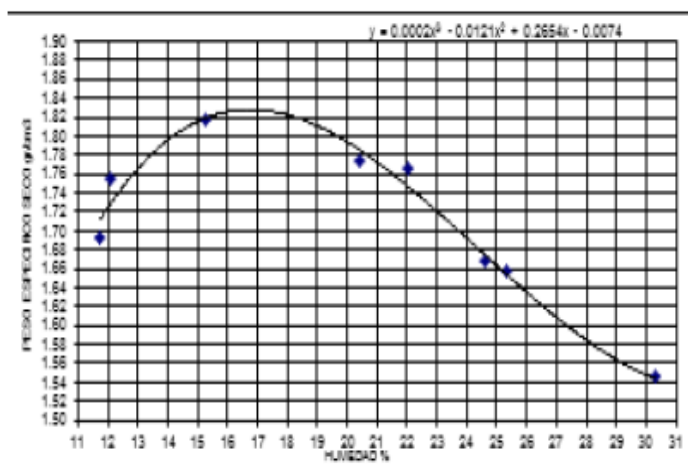
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
ENSAYO DE COMPACTACION
INV E - 142

FECHA : 13 de Abril de 2012 **SONDEO** S2
PROYECTO : ESTABILIZACION DEL TALUD VIA VADOREAL-GAMBITA **MUESTRA** 2
LOCALIZACION: K 15+900 AL K 15+960 DEL MUNICIPIO DE GAMBITA **PROFUNDID** 1m

TIPO DE ENSAYO	MODIFICADO
NUMERO DE CAPAS	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	55
MOLDE No	23
DIAMETRO MOLDE (cm)	10.00
ALTURA MOLDE (cm)	11.50
VOLUMEN MOLDE (cm ³)	903.21

PESO TARA (qr)	6.8	7.3	6.8	8.6	8	7.4	6.9	7.2	8.7	7.7	7.3	7.3	7.2	6.9	7.3	6.8
PESO DE TARA + SUELO HUMEDO (qr)	46.0	48.3	43.2	45.4	41.7	44.0	37.0	32.6	40.3	37.0	35.6	31.1	28.3	31.2	34.6	38.8
PESO DE TARA + SUELO SECO (qr)	41.5	44.4	39.3	41.4	37.2	39.2	31.9	28.3	34.5	31.8	30.0	26.4	23.7	26.7	28.3	31.3
PROMEDIO HUMEDAD %	11.74		12.10		15.25		20.39		22.83		24.64		25.30		30.31	

PESO MOLDE (qr)	4123	4123	4123	4123	4123	4123	4123	4123
PESO DE MOLDE + SUELO HUMEDO (qr)	5931	5898	6014	6051	6069	6000	5996	5941
PESO DEL SUELO HUMEDO (qr)	1708	1775	1891	1928	1946	1877	1873	1818
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	1.891	1.945	2.094	2.135	2.155	2.078	2.074	2.013
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.69	1.75	1.82	1.77	1.77	1.67	1.65	1.54



DENSIDAD MAXIMA gr/cm³ 1.83
HUMEDAD OPTIMA% 16.6

Fuente: Castillo y Turizo, 2012

ANEXO E.

RESULTADOS

ENSAYOS DE

LABORATORIO

FEBRERO DE

2012

ENSAYO DE CLASIFICACION
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126

PROYECTO:

CLIENTE:

LOCALIZACION: SUAITA - VIA GAMBITA

ABSCISA K15 + 950
SONDEO S#3
MUESTRA M1
PROF. 0,00 - 1,00 m.
FECHA: Marzo/2012

LÍMITES DE CONSISTENCIA

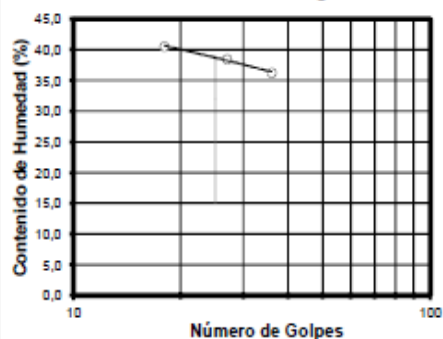
LÍMITE LÍQUIDO

Determinación No	1	2	3
No GOLPES	36	27	18
RECIP. No.	86	85	84
PESO DE RECIP. + S.H.	39,69	32,64	37,77
PESO DE RECIP. + S.S.	31,03	25,55	28,88
PESO RECIPIENTE	7,13	7,1	6,95
PESO AGUA	8,66	7,09	8,89
PESO SUELO SECO	23,90	18,45	21,93
% HUMEDAD	36,23	38,43	40,54

LÍMITE PLÁSTICO

			Humedad Natural
RECIP. No.	54	58	38
PESO DE RECIP. + S.H.	19,39	19,68	974,60
PESO DE RECIP. + S.S.	16,83	17,30	745,80
PESO RECIPIENTE	7,10	8,25	69,70
PESO AGUA	2,56	2,38	228,80
PESO SUELO SECO	9,73	9,05	676,10
% HUMEDAD	26,31	26,30	33,84

Límites de Atterberg



RESULTADOS

Límite Líquido 38,6 %
Límite Plástico 26,3 %
Índice Plástico 12,3 %

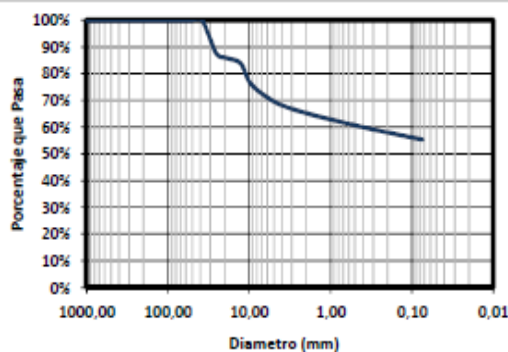
Gravas 30,7%
Arenas 14,0%
Finos 55,3%

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo 5
A.A.S.H.T.O. A - 6
U.S.C ML

GRADACIÓN

Peso inicial:	558,40	gr	Peso final:	249,60	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	69,6	12,5%	12,5%	87,5%
3/4"	19,00	9,5	1,7%	14,2%	85,8%
1/2"	12,70	11,7	2,1%		
3/8"	9,51	43,0	7,7%	24,0%	78,0%
4	4,76	37,6	6,7%	30,7%	69,3%
8	2,38				
10	2,00	22,8	4,1%	34,8%	65,2%
12	1,68				
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42	28,7	5,1%	39,9%	60,1%
50	0,30				
80	0,18				
100	0,15	16,1			
200	0,07	10,6	1,9%	44,7%	55,3%
Pasa 200		308,8	55,3%	100,0%	0,0%
Total		558,4			



OBSERVACIONES:

EDWIN F. VALENCIA PINZÓN
Ingeniero Civil
REVISÓ

FEDERICO OSORIO
Laboratorista
REALIZÓ

**ENSAYO DE CLASIFICACION
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126**

PROYECTO:	ABSCISA	K15 + 950
CLIENTE:	SONDEO	S#3
LOCALIZACION:	MUESTRA	M2
	PROF.	1,00 - 2,00 m.
	FECHA:	Marzo/2012

LÍMITES DE CONSISTENCIA

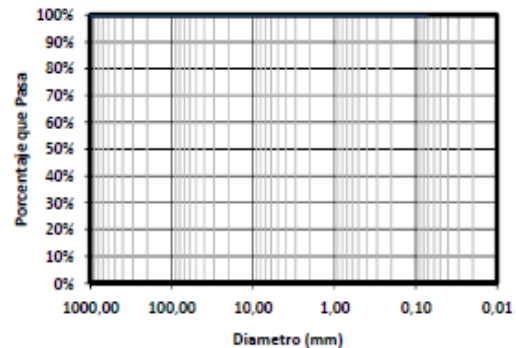
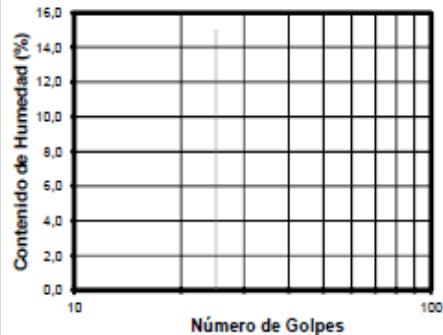
GRADACIÓN

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
No GOLPES			
RECIP. No.			
PESO DE RECIP. + S.H.			
PESO DE RECIP. + S.O.			
PESO RECIPIENTE			
PESO AGUA			
PESO SUELO SECO			
% HUMEDAD			

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
RECIP. No.			6
PESO DE RECIP. + S.H.			537,50
PESO DE RECIP. + S.O.			425,50
PESO RECIPIENTE			61,10
PESO AGUA			112,00
PESO SUELO SECO			364,40
% HUMEDAD			30,74

Peso inicial:		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				100,0%
8	2,38				
10	2,00				100,0%
12	1,68				
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42				100,0%
50	0,30				
80	0,18				
100	0,15				
200	0,07				100,0%
Pasa 200		0,0			100,0%
Total		0,0			

Límites de Atterberg



RESULTADOS

Límite Líquido _____ %
Límite Plástico _____ %
Índice Plástico _____ %

Gravas _____
Arenas _____
Finos _____

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo _____
A.A.S.H.T.O. _____
U.S.C _____

OBSERVACIONES:

EDWIN F. VALENCIA PINZÓN
Ingeniero Civil
REVISÓ

FEDERICO OSORIO
Laboratorista
REALIZÓ

ENSAYO DE CLASIFICACION
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126

PROYECTO:

CLIENTE:

LOCALIZACION: SUAITA - VIA GAMBITA

ABSCISA K15 + 950

SONDEO S#3

MUESTRA M3

PROF. 2,00 - 3,00 m.

FECHA: Marzo/2012

LÍMITES DE CONSISTENCIA

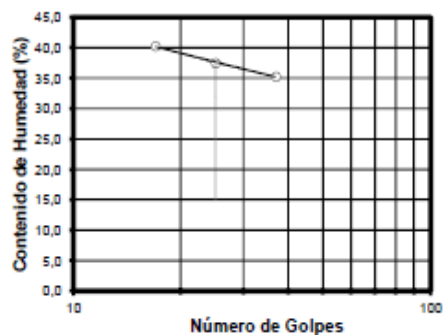
LÍMITE LÍQUIDO

Determinación No	1	2	3
No GOLPES	37	25	17
RECIP. No.	64	97	62
PESO DE RECIP. + S.H.	37,57	40,72	34,48
PESO DE RECIP. + S.S.	29,93	31,6	26,62
PESO RECIPIENTE	8,25	7,24	7,12
PESO AGUA	7,64	9,12	7,84
PESO SUELO SECO	21,68	24,36	19,50
% HUMEDAD	35,24	37,44	40,21

LÍMITE PLÁSTICO

			Humedad Natural
RECIP. No.	55	57	45
PESO DE RECIP. + S.H.	20,98	19,40	723,20
PESO DE RECIP. + S.S.	18,37	16,95	551,50
PESO RECIPIENTE	7,97	7,16	65,40
PESO AGUA	2,61	2,45	171,70
PESO SUELO SECO	10,40	9,79	488,10
% HUMEDAD	25,10	25,03	35,32

Límites de Atterberg



RESULTADOS

Límite Líquido	37,7	%
Límite Plástico	25,1	%
Índice Plástico	12,6	%

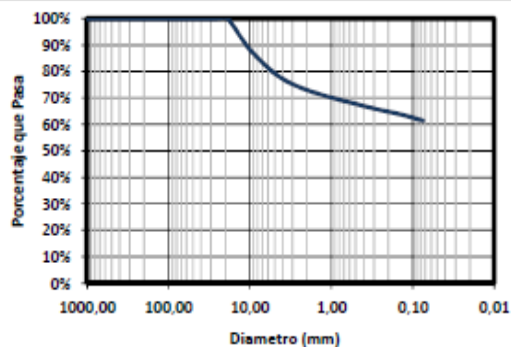
Gravas	21,2%
Arenas	17,5%
Finos	61,4%

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	6
A.A.S.H.T.O.	A - 6
U.S.C	ML

GRADACIÓN

Peso inicial:	685,30	gr	Peso final:	264,70	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	51,3	7,5%		
3/8"	9,51	34,5	5,0%	12,5%	87,5%
4	4,76	59,3	8,7%	21,2%	78,8%
8	2,38				
10	2,00	40,3	5,9%	27,1%	72,9%
12	1,68				
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42	40,2	5,9%	32,9%	67,1%
50	0,30				
80	0,18				
100	0,15	21,5			
200	0,07	17,6	2,6%	38,6%	61,4%
Pasa 200		420,6	61,4%	100,0%	0,0%
Total		685,3			



OBSERVACIONES:

EDWIN F. VALENCIA PINZÓN
Ingeniero Civil
REVISÓ

FEDERICO OSORIO
Laboratorista
REALIZÓ

ENSAYO DE CLASIFICACION
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126

PROYECTO:

CLIENTE:

LOCALIZACION: SUAITA - VIA GAMBITA

ABSCISA K15 + 950
SONDEO S#3
MUESTRA M4
PROF. 3,00 - 4,00 m.
FECHA: Marzo/2012

LÍMITES DE CONSISTENCIA

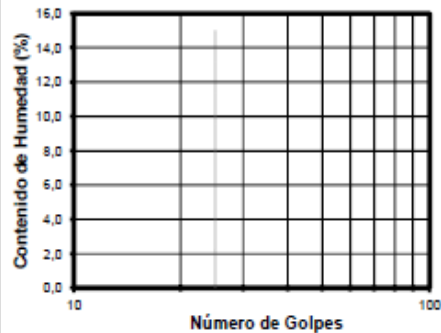
LÍMITE LÍQUIDO

Determinacion No	1	2	3
No GOLPES			
RECIP. No.			
PESO DE RECIP. + S.H.			
PESO DE RECIP. + S.S.			
PESO RECIPIENTE			
PESO AGUA			
PESO SUELO SECO			
% HUMEDAD			

LÍMITE PLÁSTICO

	Humedad Natural
RECIP. No.	17
PESO DE RECIP. + S.H.	1245,90
PESO DE RECIP. + S.S.	939,00
PESO RECIPIENTE	63,40
PESO AGUA	306,90
PESO SUELO SECO	875,60
% HUMEDAD	35,05

Límites de Atterberg



RESULTADOS

Límite Líquido _____ %
Límite Plástico _____ %
Índice Plástico _____ %

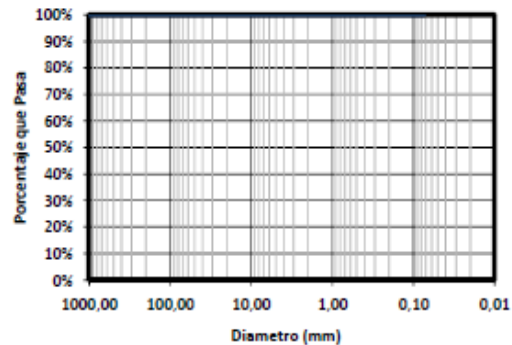
Gravas _____
Arenas _____
Finos _____

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo _____
A.A.S.H.T.O. _____
U.S.C _____

GRADACIÓN

Peso inicial:		gr	Peso final: 0,00 gr		
Tamiz (plg)	Tamiz (mm)	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76,10				
2 ½"	64,00				100,0%
2"	50,80				100,0%
1 ½"	38,10				100,0%
1"	25,40				100,0%
¾"	19,00				100,0%
½"	12,70				
⅜"	9,51				100,0%
4	4,76				100,0%
8	2,38				
10	2,00				100,0%
12	1,68				
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42				100,0%
50	0,30				
80	0,18				
100	0,15				
200	0,07				100,0%
Pasa 200		0,0			100,0%
Total		0,0			



OBSERVACIONES:

EDWIN F. VALENCIA PINZÓN
Ingeniero Civil
REVISÓ

FEDERICO OSORIO
Laboratorista
REALIZÓ

**ENSAYO DE CLASIFICACION
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126**

PROYECTO:

CLIENTE:

LOCALIZACION: SUAITA - VIA GAMBITA

ABSCISA K15 + 950
SONDEO S#3
MUESTRA M5
PROF. 4,00 - 5,00 m.
FECHA: Marzo/2012

LÍMITES DE CONSISTENCIA

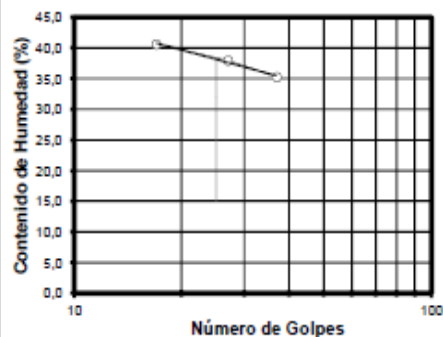
LÍMITE LÍQUIDO

Determinación No	1	2	3
No GOLPES	37	27	17
RECIP. No.	53	56	51
PESO DE RECIP. + S.H.	38,49	34,02	38,53
PESO DE RECIP. + S.S.	30,13	26,65	29,83
PESO RECIPIENTE	6,39	7,21	8,41
PESO AGUA	8,36	7,37	8,70
PESO SUELO SECO	23,74	19,44	21,42
% HUMEDAD	35,21	37,91	40,62

LÍMITE PLÁSTICO

	63	65	Humedad Natural
RECIP. No.	63	65	37
PESO DE RECIP. + S.H.	19,97	20,37	667,20
PESO DE RECIP. + S.S.	17,58	17,91	506,40
PESO RECIPIENTE	7,87	7,99	66,80
PESO AGUA	2,39	2,46	160,80
PESO SUELO SECO	9,71	9,92	439,60
% HUMEDAD	24,61	24,80	36,58

Límites de Atterberg



RESULTADOS

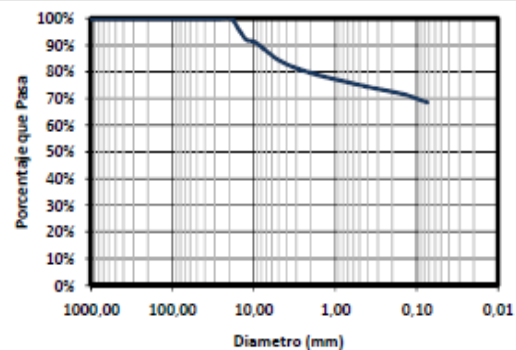
Límite Líquido	38,1	%
Límite Plástico	24,7	%
Índice Plástico	13,4	%
Gravas	15,9%	
Arenas	15,5%	
Finos	68,5%	

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	8
A.A.S.H.T.O.	A - 6
U.S.C	CL

GRADACIÓN

Peso inicial:	207,20	gr	Peso final:	65,20	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	15,9	7,7%		
3/8"	9,51	2,8	1,4%	9,0%	91,0%
4	4,76	14,3	6,9%	15,9%	84,1%
8	2,38				
10	2,00	9,3	4,5%	20,4%	79,6%
12	1,68				
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42	10,5	5,1%	25,5%	74,5%
50	0,30				
80	0,18				
100	0,15	5,9			
200	0,07	6,5	3,1%	31,5%	68,5%
Pasa 200		142,0	68,5%	100,0%	0,0%
Total		207,2			



OBSERVACIONES:

La muestra presenta dos estratos diferentes de 30 cm parecido a la muestra anterior y 16 cm de otro color (gris) parecido al material de la muestra #78

EDWIN F. VALENCIA PINZÓN
Ingeniero Civil
REVISÓ

FEDERICO OSORIO
Laboratorista
REALIZÓ

ENSAYO DE CLASIFICACION
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126

PROYECTO:

CLIENTE:

LOCALIZACION: SUAITA - VIA GAMBITA

ABSCISA K15 + 950
SONDEO S#3
MUESTRA M6
PROF. 5,00 - 6,00 m.
FECHA: Marzo/2012

LÍMITES DE CONSISTENCIA

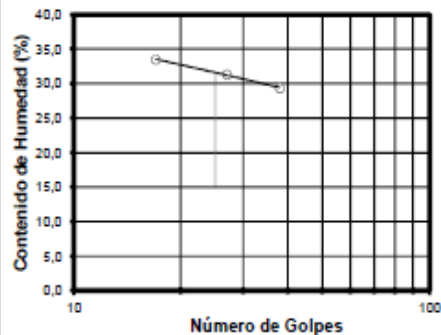
LÍMITE LÍQUIDO

Determinación No	1	2	3
No GOLPES	38	27	17
RECIP. No.	74	52	99
PESO DE RECIP. + S.H.	38,01	41,81	35,61
PESO DE RECIP. + S.S.	31,17	33,87	28,67
PESO RECIPIENTE	7,85	8,53	7,94
PESO AGUA	6,84	7,94	6,94
PESO SUELO SECO	23,32	25,34	20,73
% HUMEDAD	29,33	31,33	33,48

LÍMITE PLÁSTICO

			Humedad Natural
RECIP. No.	70	73	41
PESO DE RECIP. + S.H.	21,05	20,00	939,80
PESO DE RECIP. + S.S.	18,51	17,62	748,20
PESO RECIPIENTE	7,09	6,96	70,70
PESO AGUA	2,54	2,38	191,60
PESO SUELO SECO	11,42	10,66	677,50
% HUMEDAD	22,24	22,33	28,28

Límites de Atterberg



RESULTADOS

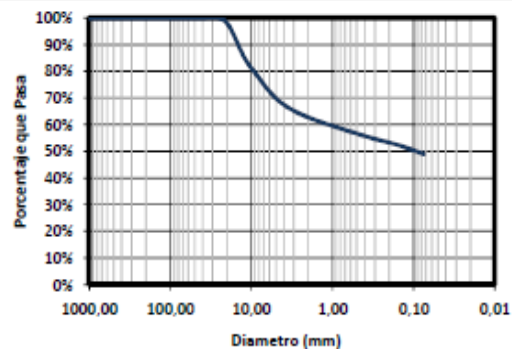
Límite Líquido	31,6	%
Límite Plástico	22,3	%
Índice Plástico	9,3	%
Gravas	30,7%	
Arenas	20,4%	
Finos	48,9%	

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	2
A.A.S.H.T.O.	A - 4
U.S.C	GC

GRADACIÓN

Peso inicial: 342,30 gr		Peso final: 175,00 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	9,9	2,9%	2,9%	97,1%
1/2"	12,70	37,9	11,1%		
3/8"	9,51	19,7	5,8%	19,7%	80,3%
4	4,76	37,6	11,0%	30,7%	69,3%
8	2,38				
10	2,00	22,5	6,6%	37,3%	62,7%
12	1,68				
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42	23,3	6,8%	44,1%	55,9%
50	0,30				
80	0,18				
100	0,15	12,8			
200	0,07	11,3	3,3%	51,1%	48,9%
Pasa 200		167,3	48,9%	100,0%	0,0%
Total		342,3			



OBSERVACIONES:

Muestra que presenta dos estratos, 25 cm del estrato de la muestra anterior y los 26 cm restantes de otro estrato
Color gris piedra

EDWIN F. VALENCIA PINZÓN
Ingeniero Civil
REVISÓ

FEDERICO OSORIO
Laborantista
REALIZÓ

ENSAYO DE CLASIFICACION
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126

PROYECTO:

CLIENTE:

LOCALIZACION: SUAITA - VIA GAMBITA

ABSCISA K15 + 950
SONDEO S#3
MUESTRA M7
PROF. 6,00 - 7,00 m.
FECHA: Marzo/2012

LÍMITES DE CONSISTENCIA

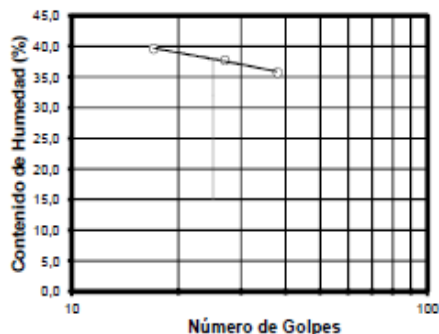
GRADACIÓN

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
No GOLPES	38	27	17
RECIP. No.	68	66	67
PESO DE RECIP. + S.H.	35,65	42,53	36,74
PESO DE RECIP. + S.S.	28,14	32,79	28,4
PESO RECIPIENTE	7,13	6,85	7,34
PESO AGUA	7,51	9,74	8,34
PESO SUELO SECO	21,01	25,84	21,06
% HUMEDAD	35,74	37,69	39,60

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
RECIP. No.	96	101	33
PESO DE RECIP. + S.H.	20,19	18,78	858,60
PESO DE RECIP. + S.S.	17,84	16,66	670,00
PESO RECIPIENTE	8,14	7,96	63,00
PESO AGUA	2,35	2,12	188,60
PESO SUELO SECO	9,70	8,70	607,00
% HUMEDAD	24,23	24,37	31,07

Peso inicial:	294,60	gr	Peso final:	117,60	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	17,2	5,8%	5,8%	94,2%
4	4,76	33,7	11,4%	17,3%	82,7%
8	2,38				
10	2,00	26,5	9,0%	26,3%	73,7%
12	1,68				
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42	22,3	7,6%	33,8%	66,2%
50	0,30				
80	0,18				
100	0,15	10,4			
200	0,07	7,5	2,5%	39,9%	60,1%
Pasa 200		177,0	60,1%	100,0%	0,0%
Total		294,6			

Límites de Atterberg

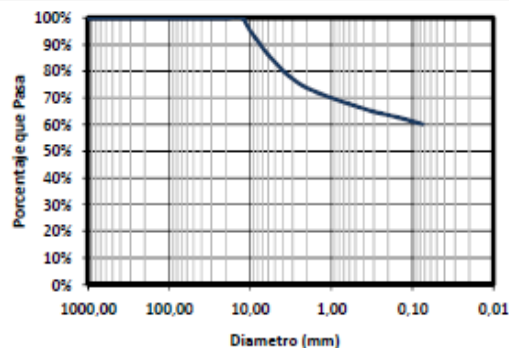


RESULTADOS

Límite Líquido	37,8	%
Límite Plástico	24,3	%
Índice Plástico	13,5	%
Gravas	17,3%	
Arenas	22,6%	
Finos	60,1%	

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	6
A.A.S.H.T.O.	A - 6
U.S.C	CL



OBSERVACIONES:

Muestra que presenta 2 estratos diferente, 11 cm parecidas al estrato de la muestra anterior y 38 de otro estrato
Color beige perlado

EDWIN F. VALENCIA PINZÓN
Ingeniero Civil
REVISÓ

FEDERICO OSORIO
Laboratorista
REALIZÓ

ENSAYO DE CLASIFICACION
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126

PROYECTO:

CLIENTE:

LOCALIZACION: SUAITA - VIA GAMBITA

ABSCISA K15 + 950

SONDEO S#3

MUESTRA M8

PROF. 7,00 - 8,00 m.

FECHA: Marzo/2012

LÍMITES DE CONSISTENCIA

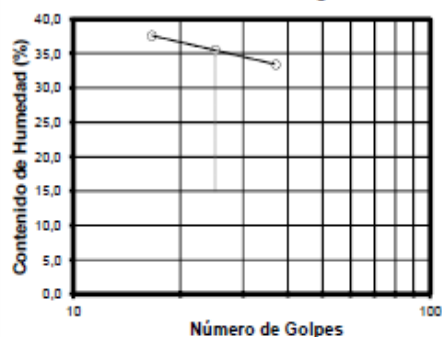
LÍMITE LÍQUIDO

Determinación No	1	2	3
No GOLPES	37	25	16,61
RECIP. No.	60	59	61
PESO DE RECIP. + S.H.	32,35	40,2	33,8
PESO DE RECIP. + S.S.	25,99	31,57	26,75
PESO RECIPIENTE	6,94	7,25	7,99
PESO AGUA	6,36	8,63	7,05
PESO SUELO SECO	19,05	24,32	18,76
% HUMEDAD	33,39	35,49	37,58

LÍMITE PLÁSTICO

			Humedad Natural
RECIP. No.	94	95	22
PESO DE RECIP. + S.H.	19,58	19,24	1220,40
PESO DE RECIP. + S.S.	17,13	16,71	925,40
PESO RECIPIENTE	7,80	7,01	62,30
PESO AGUA	2,45	2,53	295,00
PESO SUELO SECO	9,33	9,70	863,10
% HUMEDAD	26,26	26,08	34,18

Límites de Atterberg



RESULTADOS

Límite Líquido	35,5	%
Límite Plástico	26,2	%
Índice Plástico	9,3	%

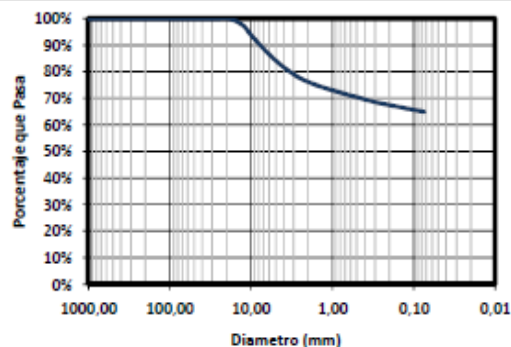
Gravas	16,4%
Arenas	18,8%
Finos	64,8%

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	5
A.A.S.H.T.O.	A - 4
U.S.C	ML

GRADACIÓN

Peso inicial:	539,60	gr	Peso final:	189,70	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	13,4	2,5%		
3/8"	9,51	24,3	4,5%	7,0%	93,0%
4	4,76	50,7	9,4%	16,4%	83,6%
8	2,38				
10	2,00	40,3	7,5%	23,9%	76,1%
12	1,68				
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42	35,0	6,5%	30,3%	69,7%
50	0,30				
80	0,18				
100	0,15	16,2			
200	0,07	9,8	1,8%	35,2%	64,8%
Pasa 200		349,9	64,8%	100,0%	0,0%
Total		539,6			



OBSERVACIONES:

Muestra que presenta dos estratos diferentes, 28 cm corresponden a la muestra anterior y 24 cm de otro estrato
Color beige perlado

EDWIN F. VALENCIA PINZÓN
Ingeniero Civil
REVISÓ

FEDERICO OSORIO
Laboratorista
REALIZÓ

ENSAYO DE CLASIFICACION
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126

PROYECTO: ABCISA K15 + 950
SONDEO S#3
MUESTRA M9
CLIENTE: PROF. 8,00 - 9,00 m.
LOCALIZACION: SUAITA - VIA GAMBITA FECHA: Marzo/2012

LÍMITES DE CONSISTENCIA

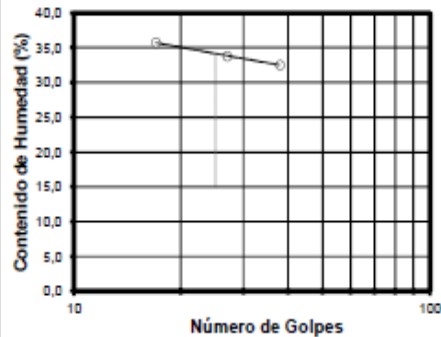
LÍMITE LÍQUIDO

Determinación No	1	2	3
No GOLPES	38	27	17
RECIP. No.	78	76	77
PESO DE RECIP. + S.H.	39,26	34,19	36,36
PESO DE RECIP. + S.S.	31,4	27,39	28,68
PESO RECIPIENTE	7,23	7,26	7,19
PESO AGUA	7,86	6,80	7,68
PESO SUELO SECO	24,17	20,13	21,49
% HUMEDAD	32,52	33,78	35,74

LÍMITE PLÁSTICO

			Humedad Natural
RECIP. No.	79	55	49
PESO DE RECIP. + S.H.	20,24	19,38	1000,00
PESO DE RECIP. + S.S.	17,96	17,13	773,80
PESO RECIPIENTE	8,15	6,93	63,70
PESO AGUA	2,28	2,25	226,20
PESO SUELO SECO	9,81	10,20	710,10
% HUMEDAD	23,24	22,06	31,85

Límites de Atterberg



RESULTADOS

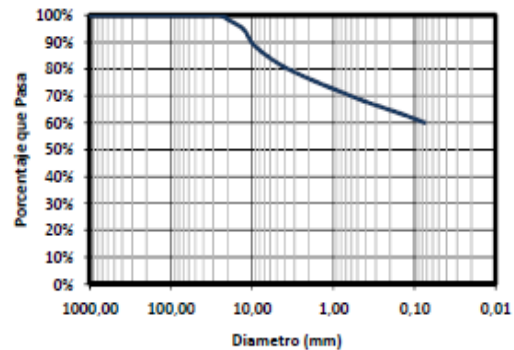
Límite Líquido	34,2	%
Límite Plástico	22,7	%
Índice Plástico	11,5	%
Gravas	18,0%	
Arenas	22,1%	
Finos	60,0%	

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	5
A.A.S.H.T.O.	A - 6
U.S.C	CL

GRADACIÓN

Peso inicial:	609,90	gr	Peso final:	244,00	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	11,9	2,0%	2,0%	98,0%
1/2"	12,70	20,2	3,3%		
3/8"	9,51	35,5	5,8%	11,1%	88,9%
4	4,76	41,9	6,9%	18,0%	82,0%
8	2,38				
10	2,00	34,5	5,7%	23,6%	76,4%
12	1,68				
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42	50,6	8,3%	31,9%	68,1%
50	0,30				
80	0,18				
100	0,15	28,2			
200	0,07	21,2	3,5%	40,0%	60,0%
Pasa 200		365,9	60,0%	100,0%	0,0%
Total		609,9			



OBSERVACIONES:

Muestra de un solo estrato muy parecido a la muestra anterior 24cm
Color amarillo curry

EDWIN F. VALENCIA PINZÓN
Ingeniero Civil
REVISÓ

FEDERICO OSORIO
Laboratorista
REALIZÓ

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126

PROYECTO:

CLIENTE:

LOCALIZACIÓN: SUAITA - VIA GAMBITA

ABSCISA K15 + 950
SONDEO S#3
MUESTRA M10
PROF. 9,00 - 10,00 m.
FECHA: Marzo/2012

LÍMITES DE CONSISTENCIA

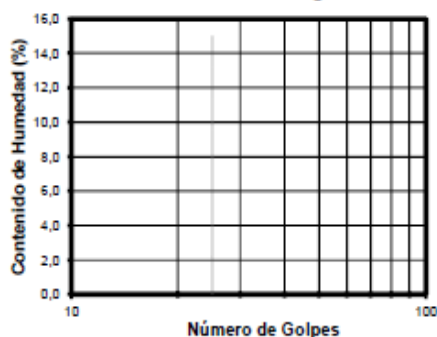
LÍMITE LÍQUIDO

Determinación No	1	2	3
No GOLPES			
RECIP. No.			
PESO DE RECIP. + S.H.			
PESO DE RECIP. + S.S.			
PESO RECIPIENTE			
PESO AGUA			
PESO SUELO SECO			
% HUMEDAD			

LÍMITE PLÁSTICO

	Humedad Natural
RECIP. No.	5
PESO DE RECIP. + S.H.	888,80
PESO DE RECIP. + S.S.	520,80
PESO RECIPIENTE	60,90
PESO AGUA	146,00
PESO SUELO SECO	459,70
% HUMEDAD	31,76

Límites de Atterberg



RESULTADOS

Límite Líquido _____ %
Límite Plástico _____ %
Índice Plástico _____ %

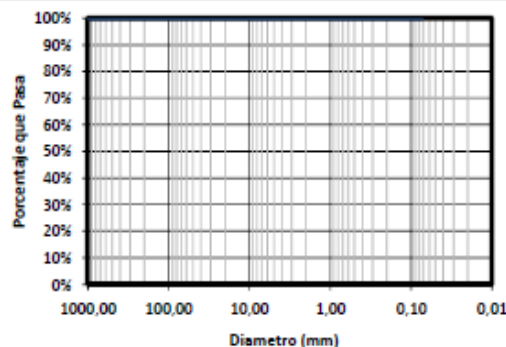
Gravas _____
Arenas _____
Finos _____

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo _____
A.A.S.H.T.O. _____
U.S.C. _____

GRADACIÓN

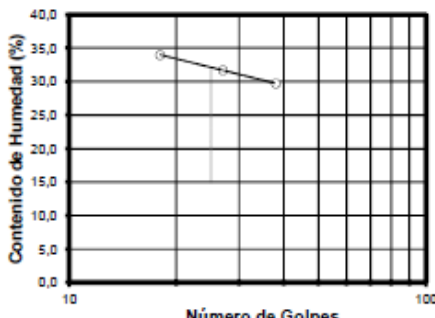
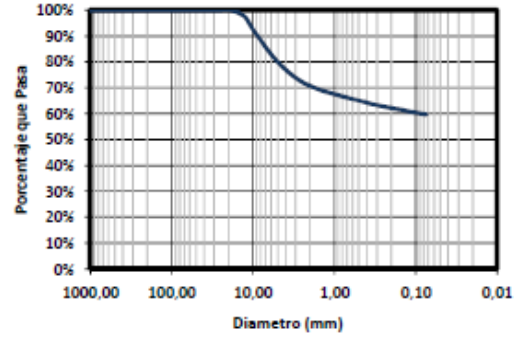
Peso inicial:		gr	Peso final: 0,00 gr		
Tamiz (plg)	Tamiz (mm)	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76,10				
2 1/2"	64,00				100,0%
2"	50,80				100,0%
1 1/2"	38,10				100,0%
1"	25,40				100,0%
3/4"	19,00				100,0%
1/2"	12,70				
3/8"	9,51				100,0%
4	4,76				100,0%
8	2,38				
10	2,00				100,0%
12	1,68				
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42				100,0%
50	0,30				
80	0,18				
100	0,15				
200	0,07				100,0%
Pasa 200		0,0			100,0%
Total		0,0			



OBSERVACIONES:

EDWIN F. VALENCIA PINZÓN
Ingeniero Civil
REVISÓ

FEDERICO OSORIO
Laboratorista
REALIZÓ

	ENSAYO DE CLASIFICACION LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126																																																																																																																																																																																		
PROYECTO: CLIENTE: LOCALIZACION: SUAITA - VIA GAMBITA		ABSCISA: K15 + 950 SONDEO: S#3 MUESTRA: M11 PROF.: 10,00 - 11,00 m. FECHA: Marzo/2012																																																																																																																																																																																	
LÍMITES DE CONSISTENCIA		GRADACIÓN																																																																																																																																																																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="4" style="text-align: center;">LÍMITE LÍQUIDO</th> </tr> <tr> <th>Determinación No</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> <tr> <td>No GOLPES</td> <td>38</td> <td>27</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>RECIP. No.</td> <td>83</td> <td>82</td> <td>81</td> </tr> <tr> <td>PESO DE RECIP. + S.H.</td> <td>33,95</td> <td>37,85</td> <td>36,56</td> </tr> <tr> <td>PESO DE RECIP. + S.S.</td> <td>27,82</td> <td>30,3</td> <td>29,1</td> </tr> <tr> <td>PESO RECIPIENTE</td> <td>7,18</td> <td>7,11</td> <td>7,15</td> </tr> <tr> <td>PESO AGUA</td> <td>6,13</td> <td>7,35</td> <td>7,46</td> </tr> <tr> <td>PESO SUELO SECO</td> <td>20,64</td> <td>23,19</td> <td>21,95</td> </tr> <tr> <td>% HUMEDAD</td> <td>29,70</td> <td>31,69</td> <td>33,99</td> </tr> </table>		LÍMITE LÍQUIDO				Determinación No	1	2	3	No GOLPES	38	27	18	RECIP. No.	83	82	81	PESO DE RECIP. + S.H.	33,95	37,85	36,56	PESO DE RECIP. + S.S.	27,82	30,3	29,1	PESO RECIPIENTE	7,18	7,11	7,15	PESO AGUA	6,13	7,35	7,46	PESO SUELO SECO	20,64	23,19	21,95	% HUMEDAD	29,70	31,69	33,99	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2">Peso inicial: 202,40 gr</th> <th colspan="3">Peso final: 81,70 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> <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>5,1</td><td>2,5%</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3/8"</td><td>9,51</td><td>12,2</td><td>6,0%</td><td>8,5%</td><td>91,5%</td></tr> <tr><td>4</td><td>4,76</td><td>24,5</td><td>12,1%</td><td>20,7%</td><td>79,3%</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>17,5</td><td>8,6%</td><td>29,3%</td><td>70,7%</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></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>30</td><td>0,59</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>40</td><td>0,42</td><td>12,8</td><td>6,3%</td><td>35,6%</td><td>64,4%</td></tr> <tr><td>50</td><td>0,30</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>80</td><td>0,18</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>100</td><td>0,15</td><td>6,0</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>200</td><td>0,07</td><td>3,6</td><td>1,8%</td><td>40,4%</td><td>59,6%</td></tr> <tr><td>Pasa 200</td><td></td><td>120,7</td><td>59,6%</td><td>100,0%</td><td>0,0%</td></tr> <tr><td>Total</td><td></td><td>202,4</td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	Peso inicial: 202,40 gr		Peso final: 81,70 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	5,1	2,5%			3/8"	9,51	12,2	6,0%	8,5%	91,5%	4	4,76	24,5	12,1%	20,7%	79,3%	8	2,38					10	2,00	17,5	8,6%	29,3%	70,7%	12	1,68					16	1,19					30	0,59					40	0,42	12,8	6,3%	35,6%	64,4%	50	0,30					80	0,18					100	0,15	6,0				200	0,07	3,6	1,8%	40,4%	59,6%	Pasa 200		120,7	59,6%	100,0%	0,0%	Total		202,4			
LÍMITE LÍQUIDO																																																																																																																																																																																			
Determinación No	1	2	3																																																																																																																																																																																
No GOLPES	38	27	18																																																																																																																																																																																
RECIP. No.	83	82	81																																																																																																																																																																																
PESO DE RECIP. + S.H.	33,95	37,85	36,56																																																																																																																																																																																
PESO DE RECIP. + S.S.	27,82	30,3	29,1																																																																																																																																																																																
PESO RECIPIENTE	7,18	7,11	7,15																																																																																																																																																																																
PESO AGUA	6,13	7,35	7,46																																																																																																																																																																																
PESO SUELO SECO	20,64	23,19	21,95																																																																																																																																																																																
% HUMEDAD	29,70	31,69	33,99																																																																																																																																																																																
Peso inicial: 202,40 gr		Peso final: 81,70 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	5,1	2,5%																																																																																																																																																																																
3/8"	9,51	12,2	6,0%	8,5%	91,5%																																																																																																																																																																														
4	4,76	24,5	12,1%	20,7%	79,3%																																																																																																																																																																														
8	2,38																																																																																																																																																																																		
10	2,00	17,5	8,6%	29,3%	70,7%																																																																																																																																																																														
12	1,68																																																																																																																																																																																		
16	1,19																																																																																																																																																																																		
30	0,59																																																																																																																																																																																		
40	0,42	12,8	6,3%	35,6%	64,4%																																																																																																																																																																														
50	0,30																																																																																																																																																																																		
80	0,18																																																																																																																																																																																		
100	0,15	6,0																																																																																																																																																																																	
200	0,07	3,6	1,8%	40,4%	59,6%																																																																																																																																																																														
Pasa 200		120,7	59,6%	100,0%	0,0%																																																																																																																																																																														
Total		202,4																																																																																																																																																																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">LÍMITE PLÁSTICO</th> <th style="text-align: center;">Humedad Natural</th> </tr> <tr> <td>RECIP. No.</td> <td>72</td> <td>53</td> <td>24</td> </tr> <tr> <td>PESO DE RECIP. + S.H.</td> <td>19,58</td> <td>19,76</td> <td>711,00</td> </tr> <tr> <td>PESO DE RECIP. + S.S.</td> <td>17,43</td> <td>17,39</td> <td>548,20</td> </tr> <tr> <td>PESO RECIPIENTE</td> <td>7,31</td> <td>6,39</td> <td>68,70</td> </tr> <tr> <td>PESO AGUA</td> <td>2,15</td> <td>2,37</td> <td>162,80</td> </tr> <tr> <td>PESO SUELO SECO</td> <td>10,12</td> <td>11,00</td> <td>479,50</td> </tr> <tr> <td>% HUMEDAD</td> <td>21,25</td> <td>21,55</td> <td>33,95</td> </tr> </table>		LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural	RECIP. No.	72	53	24	PESO DE RECIP. + S.H.	19,58	19,76	711,00	PESO DE RECIP. + S.S.	17,43	17,39	548,20	PESO RECIPIENTE	7,31	6,39	68,70	PESO AGUA	2,15	2,37	162,80	PESO SUELO SECO	10,12	11,00	479,50	% HUMEDAD	21,25	21,55	33,95																																																																																																																																																		
LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural																																																																																																																																																																																
RECIP. No.	72	53	24																																																																																																																																																																																
PESO DE RECIP. + S.H.	19,58	19,76	711,00																																																																																																																																																																																
PESO DE RECIP. + S.S.	17,43	17,39	548,20																																																																																																																																																																																
PESO RECIPIENTE	7,31	6,39	68,70																																																																																																																																																																																
PESO AGUA	2,15	2,37	162,80																																																																																																																																																																																
PESO SUELO SECO	10,12	11,00	479,50																																																																																																																																																																																
% HUMEDAD	21,25	21,55	33,95																																																																																																																																																																																
Límites de Atterberg 																																																																																																																																																																																			
RESULTADOS <table style="width: 100%;"> <tr> <td>Límite Líquido</td> <td>32,1</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Límite Plástico</td> <td>21,4</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Índice Plástico</td> <td>10,7</td> <td>%</td> </tr> <tr><td colspan="3"> </td></tr> <tr> <td>Gravas</td> <td>20,7%</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Arenas</td> <td>19,7%</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Finos</td> <td>59,6%</td> <td></td> </tr> </table>		Límite Líquido	32,1	%	Límite Plástico	21,4	%	Índice Plástico	10,7	%				Gravas	20,7%		Arenas	19,7%		Finos	59,6%		OBSERVACIONES:																																																																																																																																																												
Límite Líquido	32,1	%																																																																																																																																																																																	
Límite Plástico	21,4	%																																																																																																																																																																																	
Índice Plástico	10,7	%																																																																																																																																																																																	
Gravas	20,7%																																																																																																																																																																																		
Arenas	19,7%																																																																																																																																																																																		
Finos	59,6%																																																																																																																																																																																		
CLASIFICACIÓN <table style="width: 100%;"> <tr> <td>Índice de Grupo</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>A.A.S.H.T.O.</td> <td>A - 6</td> </tr> <tr> <td>U.S.C</td> <td>CL</td> </tr> </table>		Índice de Grupo	4	A.A.S.H.T.O.	A - 6	U.S.C	CL	EDWIN F. VALENCIA PINZÓN <i>Ingeniero Civil</i> REVISÓ FEDERICO OSORIO <i>Laboratorista</i> REALIZÓ																																																																																																																																																																											
Índice de Grupo	4																																																																																																																																																																																		
A.A.S.H.T.O.	A - 6																																																																																																																																																																																		
U.S.C	CL																																																																																																																																																																																		

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126

PROYECTO:

CLIENTE:

LOCALIZACIÓN: SUAITA - VIA GAMBITA

ABSCISA: K15 + 950

SONDEO: S#3

MUESTRA: M12

PROF.: 11,00 - 12,00 m.

FECHA: Marzo/2012

LÍMITES DE CONSISTENCIA

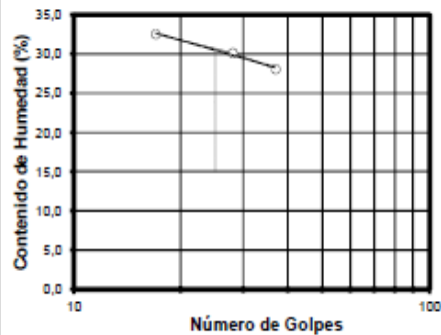
LÍMITE LÍQUIDO

Determinación No	1	2	3
No GOLPES	37	28	17
RECIP. No.	99	57	52
PESO DE RECIP. + S.H.	39,19	38,31	38,11
PESO DE RECIP. + S.S.	32,34	31,1	30,85
PESO RECIPIENTE	7,94	7,16	8,53
PESO AGUA	6,85	7,21	7,28
PESO SUELO SECO	24,40	23,94	22,32
% HUMEDAD	28,07	30,12	32,53

LÍMITE PLÁSTICO

			Humedad Natural
RECIP. No.	51	98	3
PESO DE RECIP. + S.H.	20,50	20,64	894,10
PESO DE RECIP. + S.S.	18,34	18,21	716,20
PESO RECIPIENTE	8,41	6,82	64,60
PESO AGUA	2,16	2,43	177,90
PESO SUELO SECO	9,93	11,39	651,60
% HUMEDAD	21,75	21,33	27,30

Límites de Atterberg



RESULTADOS

Límite Líquido: 30,4 %
Límite Plástico: 21,5 %
Índice Plástico: 8,9 %

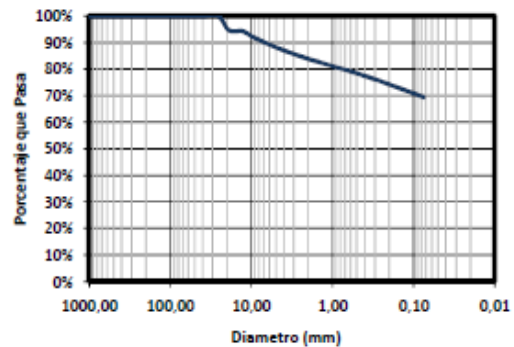
Gravas: 12,1 %
Arenas: 18,6 %
Finos: 69,3 %

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo: 5
A.A.S.H.T.O.: A - 4
U.S.C.: CL

GRADACIÓN

Peso inicial:	511,70	gr	Peso final:	156,90	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	27,6	5,4%	5,4%	94,6%
1/2"	12,70	2,1	0,4%		
3/8"	9,51	11,2	2,2%	8,0%	92,0%
4	4,76	20,9	4,1%	12,1%	87,9%
8	2,38				
10	2,00	20,7	4,0%	16,1%	83,9%
12	1,68				
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42	31,9	6,2%	22,4%	77,6%
50	0,30				
80	0,18				
100	0,15	24,7			
200	0,07	17,8	3,5%	30,7%	69,3%
Pasa 200		354,8	69,3%	100,0%	0,0%
Total		511,7			



OBSERVACIONES:

Color beige perlado

EDWIN F. VALENCIA PINZÓN
Ingeniero Civil
REVISÓ

FEDERICO OSORIO
Laboratorista
REALIZÓ

ENSAYO DE CLASIFICACION
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126

PROYECTO: _____ ABCISA K15 + 950
SONDEO S#3
MUESTRA M13
CLIENTE: _____ PROF. 12,00 - 13,00 m.
LOCALIZACION: SUAITA - VIA GAMBITA FECHA: Marzo/2012

LÍMITES DE CONSISTENCIA

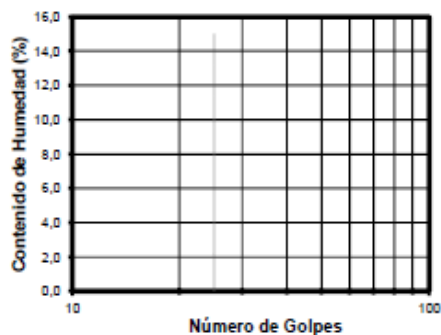
LÍMITE LÍQUIDO

Determinación No	1	2	3
No GOLPES			
RECIP. No.			
PESO DE RECIP. + S.H.			
PESO DE RECIP. + S.S.			
PESO RECIPIENTE			
PESO AGUA			
PESO SUELO SECO			
% HUMEDAD			

LÍMITE PLÁSTICO

	Humedad Natural
RECIP. No.	4
PESO DE RECIP. + S.H.	789,00
PESO DE RECIP. + S.S.	631,70
PESO RECIPIENTE	62,20
PESO AGUA	137,30
PESO SUELO SECO	569,50
% HUMEDAD	24,11

Límites de Atterberg



RESULTADOS

Límite Líquido _____ %
Límite Plástico _____ %
Índice Plástico _____ %

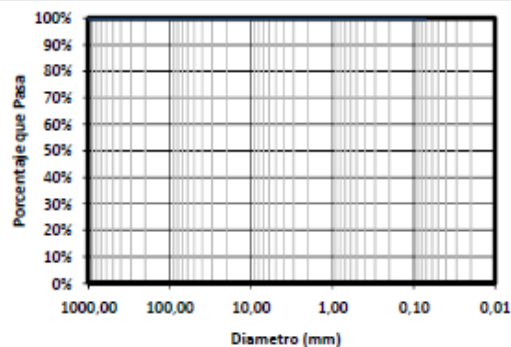
Gravas _____
Arenas _____
Finos _____

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo _____
A.A.S.H.T.O. _____
U.S.C _____

GRADACIÓN

Peso inicial:		gr	Peso final: 0,00 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				100,0%
8	2,38				
10	2,00				100,0%
12	1,88				
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42				100,0%
50	0,30				
80	0,18				
100	0,15				
200	0,07				100,0%
Pasa 200		0,0			100,0%
Total		0,0			

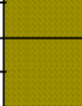
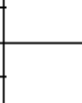


OBSERVACIONES:

EDWIN F. VALENCIA PINZÓN
Ingeniero Civil
REVISÓ

FEDERICO OSORIO
Laboratorista
REALIZÓ

	FORMATO DE CAMPO	
	PROYECTO:	ABSCISA: K15 + 950
	CLIENTE: Suaita - Via Gambita	SONDEO: S#3
		PROF: 0,00 - 13,00 m. FECHA: Marzo/2012

PROFUNDIDAD (m)		ESTRATIFICACION	No. Muestra	Toma de Muestras			N SPT	DESCRIPCION	S.U.C.S	HUMEDAD NATURAL (%)	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO	% PASA 300	NIVEL PRELÁTICO	
DE	HASTA			0 - 6"	6" - 12"	12" - 18"										
0,00			1	2	1	2	3	Muestra compuesta por limo inorganico de alta plasticidad color amarillo miel	ML	33,84	38,6	26,3	12,3	55,3		
	1,00			1	1	2	3									
1,00			2	1	1	1	2				30,74					
	2,00			2	2	2	2		4							
2,00			3	15	4	4	8	Muestra compuesta por limo inorganico de alta plasticidad color amarillo miel	ML	35,32	37,7	25,1	12,6	61,4		
	3,00			4	4	4	8									
3,00			4	5	4	6	10				35,05					
	4,00			5	6	6	6		12							
4,00			5	5	5	5	10	Muestra compuesta por arcilla inorganica de baja a media plasticidad color gris	CL	36,58	38,1	24,7	13,4	68,5		
	5,00			5	6	5	11									
5,00			6	10	9	9	18	Muestra compuesta por grava arcillosa color gris piedra	GC	28,28	31,6	22,3	9,3	48,9		
	6,00			11	10	10	20									
6,00			7	7	7	8	15	Muestra compuesta por arcilla inorganica de baja a media plasticidad color beige perlado	CL	31,07	37,8	24,3	13,5	60,1		
	7,00			8	13	15	28									
7,00			8	9	12	14	26	Muestra compuesta por limo inorganico de alta plasticidad color beige perlado	ML	34,18	35,5	26,2	9,3	64,8		
	8,00			15	14	13	27									
8,00			9	12	12	10	22	Muestra compuesta por arcilla inorganica de baja a media plasticidad color amarillo curry	CL	31,85	34,2	22,7	11,5	60		
	9,00			10	10	12	22									
9,00			10	10	11	12	23				31,76					
	10,00			11	12	11	23									
10,00			11	14	14	13	27	Muestra compuesta por arcilla inorganica de baja a media plasticidad color amarillo curry	CL	33,95	32,1	21,4	10,7	59,6		
	11,00			15	15	15	30									
11,00			12	17	19	21	40	Muestra compuesta por arcilla inorganica de baja a media plasticidad color beige perlado	CL	27,3	30,4	21,5	8,9	69,3		
	12,00			21	26	28	54									
12,00			13	28	27	31	58				24,1					
	13,00			37	34	48	82									

	Grava bien gradada		Grava arcillosa		Arena limosa		Arcilla inorganica de baja a media plasticidad
	Grava mal gradada		Arena bien gradada		Arena arcillosa		Limo organico de baja plasticidad
	Grava limosa		Arena mal gradada		Limo inorganico de baja a media plasticidad		Limo inorganico de alta plasticidad
	Arcilla inorganica de alta plasticidad		Limo organico de plasticidad media a alta		Grava mal gradada ligeramente limosa		Arena arcillosa ligeramente limosa

EDWIN F. VALENCIA PINZÓN
Ingeniero Civil
Revisó

FEDERICO OSORIO
Laboratorista
Ensayo y Cálculo

CLASIFICACIONES

SONDEO 4

ENSAYO DE CLASIFICACION
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126

PROYECTO:

CLIENTE:

LOCALIZACION: SUAITA - VIA GAMBITA

ABSCISA KM15 + 950

SONDEO S#4

MUESTRA M1

PROF. 0,00 - 3,00 m.

FECHA: Marzo/2012

LÍMITES DE CONSISTENCIA

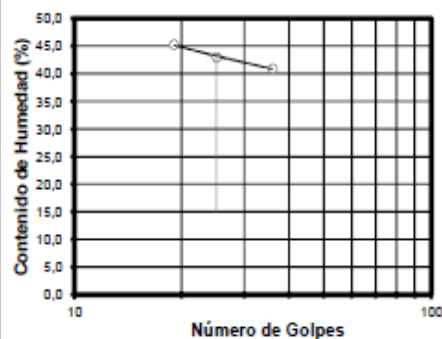
LÍMITE LÍQUIDO

Determinación No	1	2	3
No GOLPES	36	25	19
RECIP. No.	86	89	94
PESO DE RECIP. + S.H.	35,77	33,62	42,29
PESO DE RECIP. + S.S.	27,46	25,62	31,55
PESO RECIPIENTE	7,13	7,01	7,8
PESO AGUA	8,31	8,00	10,74
PESO SUELO SECO	20,33	18,61	23,75
% HUMEDAD	40,88	42,99	45,22

LÍMITE PLÁSTICO

			Humedad Natural
RECIP. No.	67	85	20
PESO DE RECIP. + S.H.	20,58	20,30	756,40
PESO DE RECIP. + S.S.	17,48	17,22	579,00
PESO RECIPIENTE	7,34	7,10	63,40
PESO AGUA	3,10	3,08	177,40
PESO SUELO SECO	10,14	10,12	515,60
% HUMEDAD	30,57	30,43	34,41

Límites de Atterberg



RESULTADOS

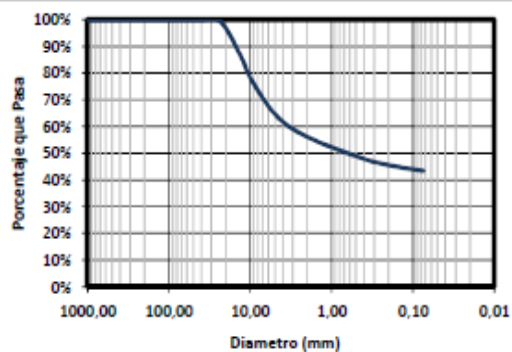
Límite Líquido	43,3	%
Límite Plástico	30,5	%
Índice Plástico	12,8	%
Gravas	36,0%	
Arenas	20,6%	
Finos	43,4%	

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	3
A.A.S.H.T.O.	A - 7 - 5
U.S.C	GM

GRADACIÓN

Peso inicial:	551,70	gr	Peso final:	312,04	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	23,5	4,3%	4,3%	95,7%
1/2"	12,70	56,5	10,2%		
3/8"	9,51	46,3	8,4%	22,9%	77,1%
4	4,76	72,3	13,1%	36,0%	64,0%
8	2,38				
10	2,00	43,4	7,9%	43,9%	56,1%
12	1,68				
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42	44,4	8,1%	51,9%	48,1%
50	0,30				
80	0,18				
100	0,15	18,0			
200	0,07	7,6	1,4%	56,6%	43,4%
Pasa 200		239,7	43,4%	100,0%	0,0%
Total		551,7			



OBSERVACIONES:

Material de color amarillo azafra

EDWIN F. VALENCIA PINZÓN
Ingeniero Civil
REVISÓ

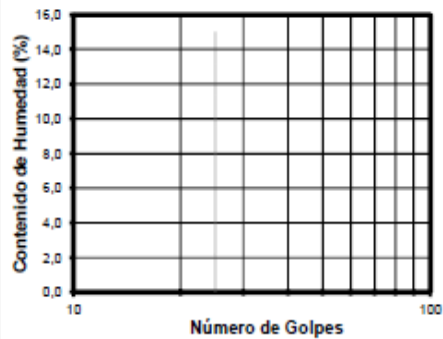
FEDERICO OSORIO
Laboratorista
REALIZÓ

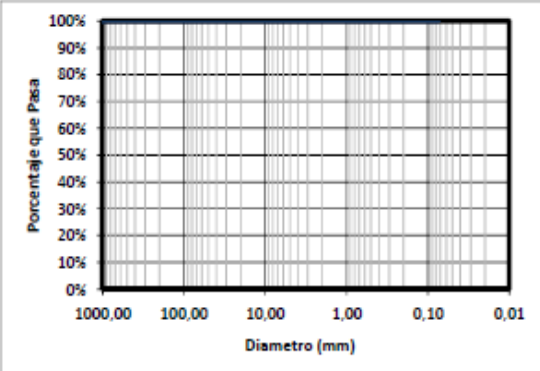
	ENSAYO DE CLASIFICACION LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126	
PROYECTO: CLIENTE: LOCALIZACION: SUAITA - VIA GAMBITA	ABSCISA: KM15 + 950 SONDEO: S#4 MUESTRA: M2 PROF.: 3,00 - 5,00 m. FECHA: Marzo/2012	

LÍMITES DE CONSISTENCIA				GRADACIÓN					
LÍMITE LÍQUIDO				Peso inicial: _____ gr Peso final: _____ 0,00 gr					
Determinación No	1	2	3	Tamiz (plg)	Tamiz (mm)	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
No GOLPES				3"	76,10				
RECIP. No.				2 1/2"	64,00				100,0%
PESO DE RECIP. + S.H.				2"	50,80				100,0%
PESO DE RECIP. + S.S.				1 1/2"	38,10				100,0%
PESO RECIPIENTE				1"	25,40				100,0%
PESO AGUA				3/4"	19,00				100,0%
PESO SUELO SECO				1/2"	12,70				
% HUMEDAD				3/8"	9,51				100,0%
				4	4,76				100,0%
				8	2,38				
				10	2,00				100,0%
				12	1,68				
				16	1,19				
				30	0,59				
				40	0,42				100,0%
				50	0,30				
				80	0,18				
				100	0,15				
				200	0,07				100,0%
				Pasa 200		0,0			100,0%
				Total		0,0			

LÍMITE PLÁSTICO				Humedad Natural
RECIP. No.				30
PESO DE RECIP. + S.H.				936,30
PESO DE RECIP. + S.S.				668,40
PESO RECIPIENTE				64,40
PESO AGUA				267,90
PESO SUELO SECO				604,00
% HUMEDAD				44,35

Límites de Atterberg





RESULTADOS		OBSERVACIONES:	
Límite Líquido	_____ %	_____ _____ _____	
Límite Plástico	_____ %		
Índice Plástico	_____ %		
Gravas	_____		
Arenas	_____		
Finos	_____		

CLASIFICACIÓN	
Índice de Grupo	_____
A.A.S.H.T.O.	_____
U.S.C	_____

EDWIN F. VALENCIA PINZÓN
 Ingeniero Civil
 REVISÓ

FEDERICO OSORIO
 Laboratorista
 REALIZÓ

ENSAYO DE CLASIFICACION
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126

PROYECTO:

CLIENTE:

LOCALIZACION: SUAITA - VIA GAMBITA

ABSCISA: KM15 + 050
SONDEO: S#4
MUESTRA: M3
PROF.: 5,00 - 6,00 m.
FECHA: Marzo/2012

LÍMITES DE CONSISTENCIA

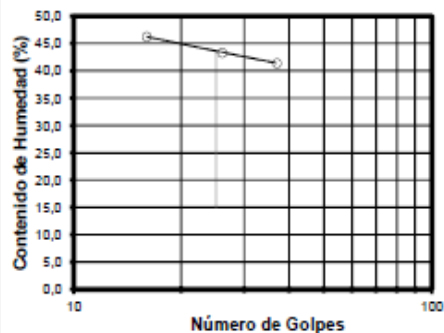
LÍMITE LÍQUIDO

Determinación No	1	2	3
No GOLPES	37	26	16
RECIP. No.	59	65	62
PESO DE RECIP. + S.H.	33,96	31,95	36,77
PESO DE RECIP. + S.S.	26,14	24,71	27,4
PESO RECIPIENTE	7,25	7,99	7,12
PESO AGUA	7,82	7,24	9,37
PESO SUELO SECO	18,89	16,72	20,28
% HUMEDAD	41,40	43,30	46,20

LÍMITE PLÁSTICO

	60	70	Humedad Natural
RECIP. No.	60	70	23
PESO DE RECIP. + S.H.	20,20	19,42	839,30
PESO DE RECIP. + S.S.	17,05	16,48	605,80
PESO RECIPIENTE	6,94	7,09	65,70
PESO AGUA	3,15	2,94	233,50
PESO SUELO SECO	10,11	9,39	540,10
% HUMEDAD	31,16	31,31	43,23

Límites de Atterberg



RESULTADOS

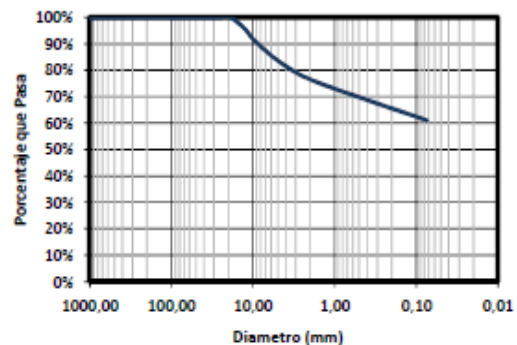
Límite Líquido	43,6	%
Límite Plástico	31,2	%
Índice Plástico	12,4	%
Gravas	16,8%	
Arenas	22,2%	
Finos	61,0%	

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	7
A.A.S.H.T.O.	A - 7 - 5
U.S.C	ML

GRADACIÓN

Peso inicial:	513,30	gr	Peso final:	200,00	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	21,8	4,2%		
3/8"	9,51	24,1	4,7%	8,9%	91,1%
4	4,76	40,4	7,9%	16,8%	83,2%
8	2,38				
10	2,00	34,2	6,7%	23,5%	76,5%
12	1,68				
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42	38,9	7,6%	31,1%	68,9%
50	0,30				
80	0,18				
100	0,15	24,1			
200	0,07	16,5	3,2%	39,0%	61,0%
Pasa 200		313,3	61,0%	100,0%	0,0%
Total		513,3			



OBSERVACIONES:

Color amarillo azafran

EDWIN F. VALENCIA PINZÓN
Ingeniero Civil
REVISÓ

FEDERICO OSORIO
Laboratorista
REALIZÓ

**ENSAYO DE CLASIFICACION
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126**

PROYECTO:

CLIENTE:

LOCALIZACION: SUAITA - VIA GAMBITA

ABSCISA KM15 + 950

SONDEO S#4

MUESTRA M4

PROF. 6,00 - 7,00 m.

FECHA: Marzo/2012

LÍMITES DE CONSISTENCIA

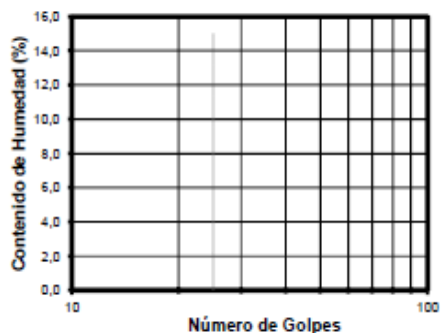
LÍMITE LÍQUIDO

Determinacion No	1	2	3
No GOLPES			
RECIP. No.			
PESO DE RECIP. + S.H.			
PESO DE RECIP. + S.S.			
PESO RECIPIENTE			
PESO AGUA			
PESO SUELO SECO			
% HUMEDAD			

LÍMITE PLÁSTICO

	Humedad Natural
RECIP. No.	60
PESO DE RECIP. + S.H.	1256,90
PESO DE RECIP. + S.S.	956,60
PESO RECIPIENTE	125,30
PESO AGUA	300,30
PESO SUELO SECO	831,30
% HUMEDAD	36,12

Límites de Atterberg



RESULTADOS

Límite Líquido _____ %
Límite Plástico _____ %
Índice Plástico _____ %

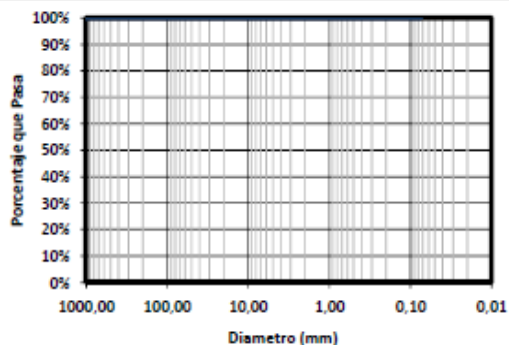
Gravas _____
Arenas _____
Finos _____

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo _____
A.A.S.H.T.O. _____
U.S.C _____

GRADACIÓN

Peso inicial:		gr	Peso final: 0,00 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				100,0%
8	2,38				
10	2,00				100,0%
12	1,68				
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42				100,0%
50	0,30				
80	0,18				
100	0,15				
200	0,07				100,0%
Pasa 200		0,0			100,0%
Total		0,0			



OBSERVACIONES:

EDWIN F. VALENCIA PINZÓN
Ingeniero Civil
REVISÓ

FEDERICO OSORIO
Laboratorista
REALIZÓ

ENSAYO DE CLASIFICACION
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126

PROYECTO:

CLIENTE:

LOCALIZACION: SUAITA - VIA GAMBITA

ABSCISA KM15 + 950

SONDEO S#4

MUESTRA M5

PROF. 7,00 - 8,00 m.

FECHA: Marzo/2012

LÍMITES DE CONSISTENCIA

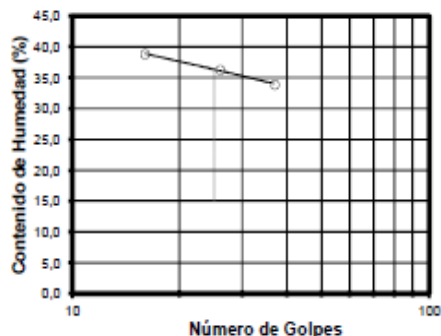
LÍMITE LÍQUIDO

Determinación No	1	2	3
No GOLPES	37	26	16
RECIP. No.	96	64	97
PESO DE RECIP. + S.H.	32,95	32,64	32,03
PESO DE RECIP. + S.S.	26,67	26,15	25,1
PESO RECIPIENTE	8,14	8,25	7,24
PESO AGUA	6,28	6,49	6,93
PESO SUELO SECO	18,53	17,90	17,86
% HUMEDAD	33,89	36,26	38,80

LÍMITE PLÁSTICO

			Humedad Natural
RECIP. No.	61	73	51
PESO DE RECIP. + S.H.	20,75	20,87	1004,30
PESO DE RECIP. + S.S.	18,23	18,10	787,50
PESO RECIPIENTE	7,99	6,96	107,10
PESO AGUA	2,52	2,77	216,80
PESO SUELO SECO	10,24	11,14	680,40
% HUMEDAD	24,61	24,87	31,86

Límites de Atterberg



RESULTADOS

Límite Líquido	36,3	%
Límite Plástico	24,7	%
Índice Plástico	11,5	%

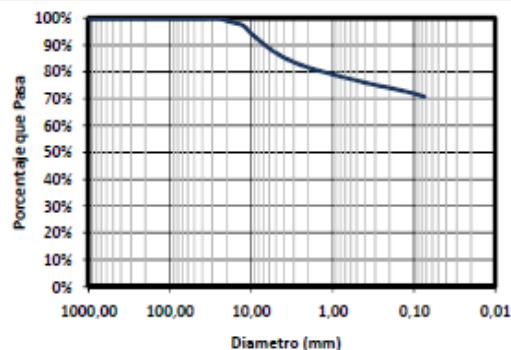
Gravas	13,3%
Arenas	15,9%
Finos	70,7%

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	7
A.A.S.H.T.O.	A - 6
U.S.C	ML

GRADACIÓN

Peso inicial:	610,70	gr	Peso final:	178,70	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	7,4	1,2%	1,2%	98,8%
1/2"	12,70	9,4	1,5%		
3/8"	9,51	22,0	3,6%	6,4%	93,6%
4	4,76	42,5	7,0%	13,3%	86,7%
8	2,38				
10	2,00	31,1	5,1%	18,4%	81,6%
12	1,68				
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42	33,3	5,5%	23,9%	76,1%
50	0,30				
80	0,18				
100	0,15	17,9			
200	0,07	15,1	2,5%	29,3%	70,7%
Pasa 200		432,0	70,7%	100,0%	0,0%
Total		610,7			



OBSERVACIONES:

Material color gris oliva

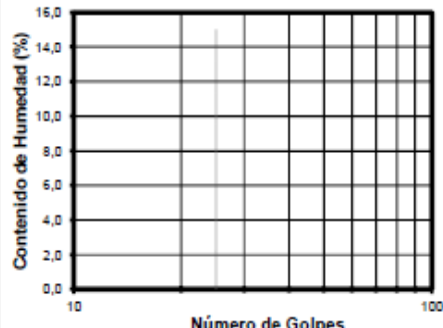
EDWIN F. VALENCIA PINZÓN
Ingeniero Civil
REVISÓ

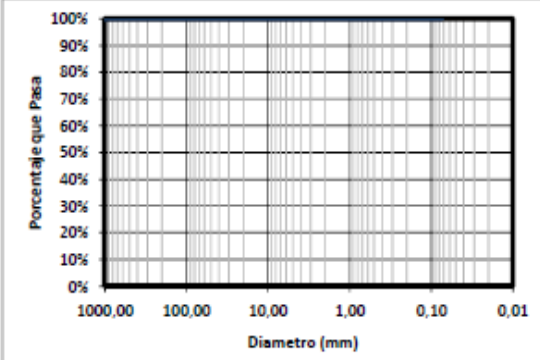
FEDERICO OSORIO
Laboratorista
REALIZÓ

	ENSAYO DE CLASIFICACION LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126	
PROYECTO:		ABSCISA: KM15 + 950 SONDEO: S#4 MUESTRA: M6 PROF.: 8,00 - 9,00 m. FECHA: Marzo/2012
CLIENTE:		
LOCALIZACION: SUAITA - VIA GAMBITA		

LÍMITES DE CONSISTENCIA 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></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>RECIP. No.</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>PESO DE RECIP. + S.H.</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>PESO DE RECIP. + S.S.</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>PESO RECIPIENTE</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>PESO AGUA</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>PESO SUELO SECO</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>% HUMEDAD</td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> LÍMITE PLÁSTICO <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th></th> <th>Humedad Natural</th> </tr> <tr><td>RECIP. No.</td><td>57</td></tr> <tr><td>PESO DE RECIP. + S.H.</td><td>1038,80</td></tr> <tr><td>PESO DE RECIP. + S.S.</td><td>805,70</td></tr> <tr><td>PESO RECIPIENTE</td><td>101,20</td></tr> <tr><td>PESO AGUA</td><td>233,10</td></tr> <tr><td>PESO SUELO SECO</td><td>704,50</td></tr> <tr><td>% HUMEDAD</td><td>33,09</td></tr> </table>	Determinación No	1	2	3	No GOLPES				RECIP. No.				PESO DE RECIP. + S.H.				PESO DE RECIP. + S.S.				PESO RECIPIENTE				PESO AGUA				PESO SUELO SECO				% HUMEDAD					Humedad Natural	RECIP. No.	57	PESO DE RECIP. + S.H.	1038,80	PESO DE RECIP. + S.S.	805,70	PESO RECIPIENTE	101,20	PESO AGUA	233,10	PESO SUELO SECO	704,50	% HUMEDAD	33,09	GRADACIÓN <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2">Peso inicial: gr</th> <th colspan="3">Peso final: 0,00 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> <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></td><td></td><td></td><td>100,0%</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></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>30</td><td>0,59</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>40</td><td>0,42</td><td></td><td></td><td></td><td>100,0%</td></tr> <tr><td>50</td><td>0,30</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>80</td><td>0,18</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>100</td><td>0,15</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>200</td><td>0,07</td><td></td><td></td><td></td><td>100,0%</td></tr> <tr><td>Pasa 200</td><td></td><td>0,0</td><td></td><td></td><td>100,0%</td></tr> <tr><td>Total</td><td></td><td>0,0</td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	Peso inicial: gr		Peso final: 0,00 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				100,0%	8	2,38					10	2,00				100,0%	12	1,68					16	1,19					30	0,59					40	0,42				100,0%	50	0,30					80	0,18					100	0,15					200	0,07				100,0%	Pasa 200		0,0			100,0%	Total		0,0			
Determinación No	1	2	3																																																																																																																																																																																											
No GOLPES																																																																																																																																																																																														
RECIP. No.																																																																																																																																																																																														
PESO DE RECIP. + S.H.																																																																																																																																																																																														
PESO DE RECIP. + S.S.																																																																																																																																																																																														
PESO RECIPIENTE																																																																																																																																																																																														
PESO AGUA																																																																																																																																																																																														
PESO SUELO SECO																																																																																																																																																																																														
% HUMEDAD																																																																																																																																																																																														
	Humedad Natural																																																																																																																																																																																													
RECIP. No.	57																																																																																																																																																																																													
PESO DE RECIP. + S.H.	1038,80																																																																																																																																																																																													
PESO DE RECIP. + S.S.	805,70																																																																																																																																																																																													
PESO RECIPIENTE	101,20																																																																																																																																																																																													
PESO AGUA	233,10																																																																																																																																																																																													
PESO SUELO SECO	704,50																																																																																																																																																																																													
% HUMEDAD	33,09																																																																																																																																																																																													
Peso inicial: gr		Peso final: 0,00 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				100,0%																																																																																																																																																																																									
8	2,38																																																																																																																																																																																													
10	2,00				100,0%																																																																																																																																																																																									
12	1,68																																																																																																																																																																																													
16	1,19																																																																																																																																																																																													
30	0,59																																																																																																																																																																																													
40	0,42				100,0%																																																																																																																																																																																									
50	0,30																																																																																																																																																																																													
80	0,18																																																																																																																																																																																													
100	0,15																																																																																																																																																																																													
200	0,07				100,0%																																																																																																																																																																																									
Pasa 200		0,0			100,0%																																																																																																																																																																																									
Total		0,0																																																																																																																																																																																												

Límites de Atterberg





RESULTADOS Límite Líquido _____ % Límite Plástico _____ % Índice Plástico _____ % Gravas _____ Arenas _____ Finos _____ CLASIFICACIÓN Índice de Grupo _____ A.A.S.H.T.O. _____ U.S.C _____	OBSERVACIONES:
--	---

EDWIN F. VALENCIA PINZÓN Ingeniero Civil REVISÓ	FEDERICO OSORIO Laboratorista REALIZÓ	
---	---	--

ENSAYO DE CLASIFICACION
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126

PROYECTO:

CLIENTE:

LOCALIZACION: SUAITA - VIA GAMBITA

ABSCISA KM15 + 950

SONDEO S#4

MUESTRA M7

PROF. 9,00 - 10,00 m.

FECHA: Marzo/2012

LÍMITES DE CONSISTENCIA

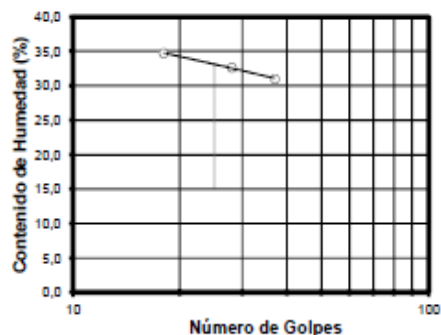
LÍMITE LÍQUIDO

Determinación No	1	2	3
No GOLPES	37	28	18
RECIP. No.	68	84	56
PESO DE RECIP. + S.H.	31,81	32,55	34,61
PESO DE RECIP. + S.S.	25,97	26,25	27,55
PESO RECIPIENTE	7,13	6,95	7,21
PESO AGUA	5,84	6,30	7,06
PESO SUELO SECO	18,84	19,30	20,34
% HUMEDAD	31,00	32,64	34,71

LÍMITE PLÁSTICO

			Humedad Natural
RECIP. No.	55	66	58
PESO DE RECIP. + S.H.	20,64	20,55	1247,10
PESO DE RECIP. + S.S.	17,76	17,98	967,70
PESO RECIPIENTE	7,97	6,95	107,50
PESO AGUA	2,88	2,57	279,40
PESO SUELO SECO	9,79	11,03	860,20
% HUMEDAD	29,42	23,30	32,48

Límites de Atterberg



RESULTADOS

Límite Líquido 33,1 %
Límite Plástico 26,4 %
Índice Plástico 6,7 %

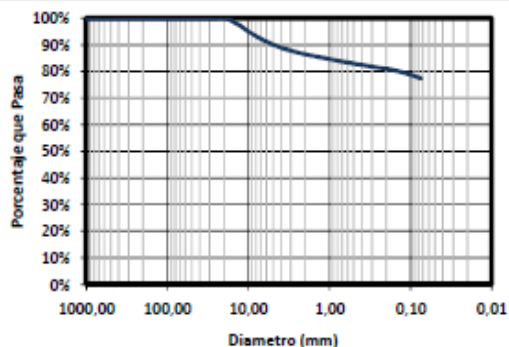
Gravas 10,2%
Arenas 12,4%
Finos 77,4%

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo 5
A.A.S.H.T.O. A - 4
U.S.C. ML

GRADACIÓN

Peso inicial: 860,10 gr		Peso final: 194,00 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	24,1	2,8%		
3/8"	9,51	22,9	2,7%	5,5%	94,5%
4	4,76	40,7	4,7%	10,2%	89,8%
8	2,38				
10	2,00	28,7	3,3%	13,5%	86,5%
12	1,68				
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42	34,1	4,0%	17,5%	82,5%
50	0,30				
80	0,18				
100	0,15	19,4			
200	0,07	24,1	2,8%	22,6%	77,4%
Pasa 200		666,1	77,4%	100,0%	0,0%
Total		860,1			

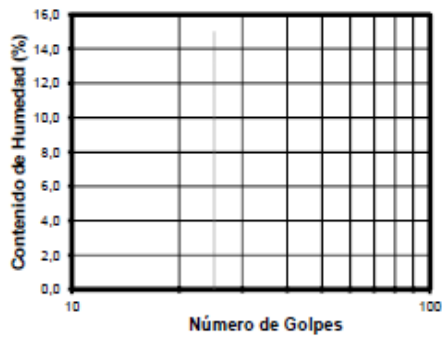
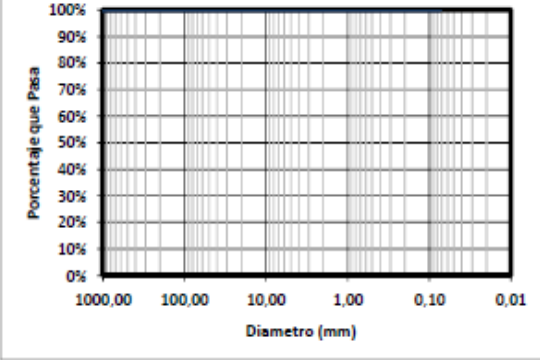


OBSERVACIONES:

Muestra color gris raton

EDWIN F. VALENCIA PINZÓN
Ingeniero Civil
REVISÓ

FEDERICO OSORIO
Laboratorista
REALIZÓ

	ENSAYO DE CLASIFICACIÓN LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126																																																																																																																																																																																																																																	
PROYECTO: CLIENTE: LOCALIZACIÓN: SUAITA - VIA GAMBITA		ABSCISA: KM15 + 950 SONDEO: S#4 MUESTRA: M8 PROF.: 10,00 - 11,00 m. FECHA: Marzo/2012																																																																																																																																																																																																																																
LÍMITES DE CONSISTENCIA		GRADACIÓN																																																																																																																																																																																																																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="4" style="text-align: center;">LÍMITE LÍQUIDO</th> </tr> <tr> <th style="width: 20%;">Determinación No</th> <th style="width: 10%;">1</th> <th style="width: 10%;">2</th> <th style="width: 10%;">3</th> </tr> <tr><td>No GOLFES</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>RECIP. No.</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>PESO DE RECIP. + S.H.</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>PESO DE RECIP. + S.S.</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>PESO RECIPIENTE</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>PESO AGUA</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>PESO SUELO SECO</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>% HUMEDAD</td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		LÍMITE LÍQUIDO				Determinación No	1	2	3	No GOLFES				RECIP. No.				PESO DE RECIP. + S.H.				PESO DE RECIP. + S.S.				PESO RECIPIENTE				PESO AGUA				PESO SUELO SECO				% HUMEDAD				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2">Peso inicial:</th> <th colspan="2">gr</th> <th colspan="2">Peso final:</th> <th colspan="2">0,00 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> <th></th> <th></th> </tr> <tr><td>3"</td><td>76,10</td><td></td><td></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><td></td><td></td></tr> <tr><td>2"</td><td>50,80</td><td></td><td></td><td></td><td>100,0%</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1 1/2"</td><td>38,10</td><td></td><td></td><td></td><td>100,0%</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1"</td><td>25,40</td><td></td><td></td><td></td><td>100,0%</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3/4"</td><td>19,00</td><td></td><td></td><td></td><td>100,0%</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1/2"</td><td>12,70</td><td></td><td></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><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td>4,76</td><td></td><td></td><td></td><td>100,0%</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td>2,38</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td>2,00</td><td></td><td></td><td></td><td>100,0%</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>12</td><td>1,68</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>16</td><td>1,19</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>30</td><td>0,59</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>40</td><td>0,42</td><td></td><td></td><td></td><td>100,0%</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>50</td><td>0,30</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>80</td><td>0,18</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>100</td><td>0,15</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>200</td><td>0,07</td><td></td><td></td><td></td><td>100,0%</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Pasa 200</td><td></td><td>0,0</td><td></td><td></td><td>100,0%</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Total</td><td></td><td>0,0</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	Peso inicial:		gr		Peso final:		0,00 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				100,0%			8	2,38							10	2,00				100,0%			12	1,68							16	1,19							30	0,59							40	0,42				100,0%			50	0,30							80	0,18							100	0,15							200	0,07				100,0%			Pasa 200		0,0			100,0%			Total		0,0					
LÍMITE LÍQUIDO																																																																																																																																																																																																																																		
Determinación No	1	2	3																																																																																																																																																																																																																															
No GOLFES																																																																																																																																																																																																																																		
RECIP. No.																																																																																																																																																																																																																																		
PESO DE RECIP. + S.H.																																																																																																																																																																																																																																		
PESO DE RECIP. + S.S.																																																																																																																																																																																																																																		
PESO RECIPIENTE																																																																																																																																																																																																																																		
PESO AGUA																																																																																																																																																																																																																																		
PESO SUELO SECO																																																																																																																																																																																																																																		
% HUMEDAD																																																																																																																																																																																																																																		
Peso inicial:		gr		Peso final:		0,00 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				100,0%																																																																																																																																																																																																																													
8	2,38																																																																																																																																																																																																																																	
10	2,00				100,0%																																																																																																																																																																																																																													
12	1,68																																																																																																																																																																																																																																	
16	1,19																																																																																																																																																																																																																																	
30	0,59																																																																																																																																																																																																																																	
40	0,42				100,0%																																																																																																																																																																																																																													
50	0,30																																																																																																																																																																																																																																	
80	0,18																																																																																																																																																																																																																																	
100	0,15																																																																																																																																																																																																																																	
200	0,07				100,0%																																																																																																																																																																																																																													
Pasa 200		0,0			100,0%																																																																																																																																																																																																																													
Total		0,0																																																																																																																																																																																																																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">LÍMITE PLÁSTICO</th> <th style="text-align: center;">Humedad Natural</th> </tr> <tr> <td>RECIP. No.</td> <td></td> <td>21</td> </tr> <tr> <td>PESO DE RECIP. + S.H.</td> <td></td> <td>1289,20</td> </tr> <tr> <td>PESO DE RECIP. + S.S.</td> <td></td> <td>1033,80</td> </tr> <tr> <td>PESO RECIPIENTE</td> <td></td> <td>113,40</td> </tr> <tr> <td>PESO AGUA</td> <td></td> <td>255,40</td> </tr> <tr> <td>PESO SUELO SECO</td> <td></td> <td>920,40</td> </tr> <tr> <td>% HUMEDAD</td> <td></td> <td>27,75</td> </tr> </table>		LÍMITE PLÁSTICO		Humedad Natural	RECIP. No.		21	PESO DE RECIP. + S.H.		1289,20	PESO DE RECIP. + S.S.		1033,80	PESO RECIPIENTE		113,40	PESO AGUA		255,40	PESO SUELO SECO		920,40	% HUMEDAD		27,75																																																																																																																																																																																																									
LÍMITE PLÁSTICO		Humedad Natural																																																																																																																																																																																																																																
RECIP. No.		21																																																																																																																																																																																																																																
PESO DE RECIP. + S.H.		1289,20																																																																																																																																																																																																																																
PESO DE RECIP. + S.S.		1033,80																																																																																																																																																																																																																																
PESO RECIPIENTE		113,40																																																																																																																																																																																																																																
PESO AGUA		255,40																																																																																																																																																																																																																																
PESO SUELO SECO		920,40																																																																																																																																																																																																																																
% HUMEDAD		27,75																																																																																																																																																																																																																																
Límites de Atterberg 																																																																																																																																																																																																																																		
RESULTADOS		OBSERVACIONES: 																																																																																																																																																																																																																																
Límite Líquido N.L. % Límite Plástico N.P. % Índice Plástico - %																																																																																																																																																																																																																																		
Gravas 0,0% Arenas 0,0% Finos 100,0%																																																																																																																																																																																																																																		
CLASIFICACIÓN																																																																																																																																																																																																																																		
Índice de Grupo 0 A.A.S.H.T.O. A - 4 U.S.C ML																																																																																																																																																																																																																																		
EDWIN F. VALENCIA PINZÓN Ingeniero Civil REVISÓ		FEDERICO OSORIO Laboratorista REALIZÓ																																																																																																																																																																																																																																

ENSAYO DE CLASIFICACION
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126

PROYECTO:

CLIENTE:

LOCALIZACION: SUAITA - VIA GAMBITA

ABSCISA: KM15 + 050

SONDEO: S#4

MUESTRA: M9

PROF.: 11,00 - 12,00 m.

FECHA: Marzo/2012

LÍMITES DE CONSISTENCIA

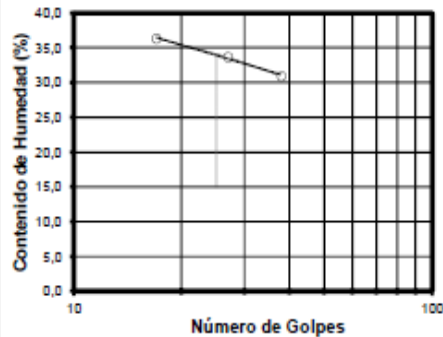
LÍMITE LÍQUIDO

Determinación No	1	2	3
No GOLPES	38	27	17
RECIP. No.	74	95	63
PESO DE RECIP. + S.H.	37,09	33,52	35,59
PESO DE RECIP. + S.S.	30,18	26,84	28,2
PESO RECIPIENTE	7,85	7,01	7,87
PESO AGUA	6,91	6,68	7,39
PESO SUELO SECO	22,33	19,83	20,33
% HUMEDAD	30,94	33,69	36,35

LÍMITE PLÁSTICO

			Humedad Natural
RECIP. No.	54	101	4
PESO DE RECIP. + S.H.	21,18	21,46	1090,30
PESO DE RECIP. + S.S.	18,59	18,99	863,80
PESO RECIPIENTE	7,10	7,96	104,50
PESO AGUA	2,59	2,47	226,50
PESO SUELO SECO	11,49	11,03	759,30
% HUMEDAD	22,54	22,39	29,83

Límites de Atterberg



RESULTADOS

Límite Líquido	33,9	%
Límite Plástico	22,5	%
Índice Plástico	11,4	%

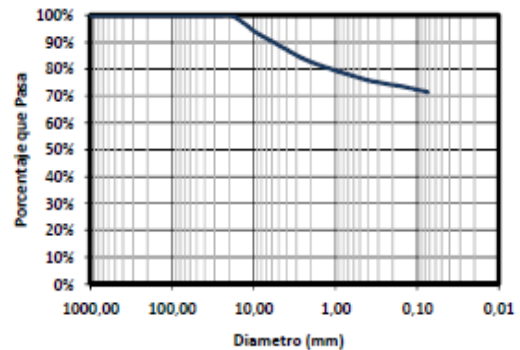
Gravas	11,4%
Arenas	17,1%
Finos	71,4%

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	7
A.A.S.H.T.O.	A - 6
U.S.C	CL

GRADACIÓN

Peso inicial:	715,60	gr	Peso final:	204,60	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	24,1	3,4%		
3/8"	9,51	20,8	2,9%	6,3%	93,7%
4	4,76	37,0	5,2%	11,4%	88,6%
8	2,38				
10	2,00	42,4	5,9%	17,4%	82,6%
12	1,68				
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42	47,4	6,6%	24,0%	76,0%
50	0,30				
80	0,18				
100	0,15	18,3			
200	0,07	14,6	2,0%	28,6%	71,4%
Pasa 200		511,0	71,4%	100,0%	0,0%
Total		715,6			



OBSERVACIONES:

Material de color gris oliva

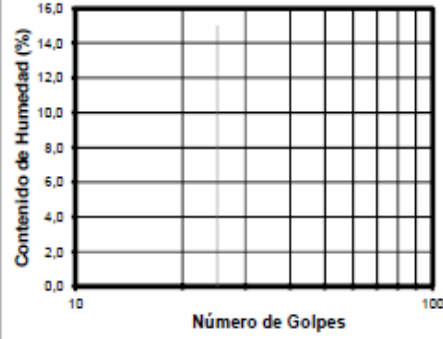
EDWIN F. VALENCIA PINZÓN
Ingeniero Civil
REVISÓ

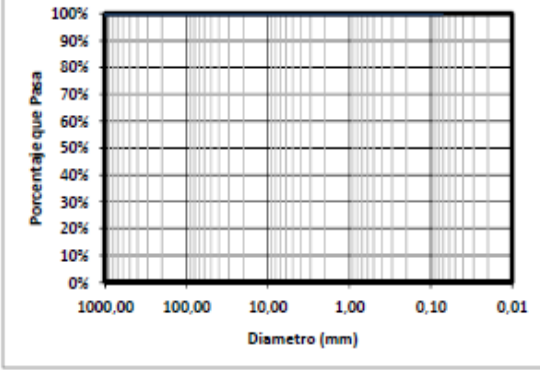
FEDERICO OSORIO
Laboratorista
REALIZÓ

	ENSAYO DE CLASIFICACION LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126	
PROYECTO: CLIENTE: LOCALIZACION: SUAITA - VIA GAMBITA	ABSCISA: KM15 + 950 SONDEO: S#4 MUESTRA: M10 PROF. 12,00 - 14,00 m. FECHA: Marzo/2012	

LÍMITES DE CONSISTENCIA 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></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>RECIP. No.</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>PESO DE RECIP. + S.H.</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>PESO DE RECIP. + S.S.</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>PESO RECIPIENTE</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>PESO AGUA</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>PESO SUELO SECO</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>% HUMEDAD</td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> LÍMITE PLÁSTICO <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th></th> <th>Humedad Natural</th> </tr> <tr><td>RECIP. No.</td><td>61</td></tr> <tr><td>PESO DE RECIP. + S.H.</td><td>1163,30</td></tr> <tr><td>PESO DE RECIP. + S.S.</td><td>941,70</td></tr> <tr><td>PESO RECIPIENTE</td><td>140,50</td></tr> <tr><td>PESO AGUA</td><td>221,60</td></tr> <tr><td>PESO SUELO SECO</td><td>801,20</td></tr> <tr><td>% HUMEDAD</td><td>27,66</td></tr> </table>	Determinación No	1	2	3	No GOLPES				RECIP. No.				PESO DE RECIP. + S.H.				PESO DE RECIP. + S.S.				PESO RECIPIENTE				PESO AGUA				PESO SUELO SECO				% HUMEDAD					Humedad Natural	RECIP. No.	61	PESO DE RECIP. + S.H.	1163,30	PESO DE RECIP. + S.S.	941,70	PESO RECIPIENTE	140,50	PESO AGUA	221,60	PESO SUELO SECO	801,20	% HUMEDAD	27,66	GRADACIÓN <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Peso inicial:</th> <th>gr</th> <th>Peso final:</th> <th>0,00 gr</th> </tr> <tr> <th>Tamiz (plg)</th> <th>Tamiz (mm)</th> <th>Peso (gr)</th> <th>% Reten. % Ret.Acum % Pasa</th> </tr> <tr><td>3"</td><td>76,10</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2 1/2"</td><td>64,00</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2"</td><td>50,80</td><td></td><td>100,0%</td></tr> <tr><td>1 1/2"</td><td>38,10</td><td></td><td>100,0%</td></tr> <tr><td>1"</td><td>25,40</td><td></td><td>100,0%</td></tr> <tr><td>3/4"</td><td>19,00</td><td></td><td>100,0%</td></tr> <tr><td>1/2"</td><td>12,70</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3/8"</td><td>9,51</td><td></td><td>100,0%</td></tr> <tr><td>4</td><td>4,76</td><td></td><td>100,0%</td></tr> <tr><td>8</td><td>2,38</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td>2,00</td><td></td><td>100,0%</td></tr> <tr><td>12</td><td>1,68</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>16</td><td>1,19</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>30</td><td>0,59</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>40</td><td>0,42</td><td></td><td>100,0%</td></tr> <tr><td>50</td><td>0,30</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>80</td><td>0,18</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>100</td><td>0,15</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>200</td><td>0,07</td><td></td><td>100,0%</td></tr> <tr><td>Pasa 200</td><td></td><td>0,0</td><td>100,0%</td></tr> <tr><td>Total</td><td></td><td>0,0</td><td></td></tr> </table>	Peso inicial:	gr	Peso final:	0,00 gr	Tamiz (plg)	Tamiz (mm)	Peso (gr)	% Reten. % Ret.Acum % Pasa	3"	76,10			2 1/2"	64,00			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		100,0%	12	1,68			16	1,19			30	0,59			40	0,42		100,0%	50	0,30			80	0,18			100	0,15			200	0,07		100,0%	Pasa 200		0,0	100,0%	Total		0,0	
Determinación No	1	2	3																																																																																																																																														
No GOLPES																																																																																																																																																	
RECIP. No.																																																																																																																																																	
PESO DE RECIP. + S.H.																																																																																																																																																	
PESO DE RECIP. + S.S.																																																																																																																																																	
PESO RECIPIENTE																																																																																																																																																	
PESO AGUA																																																																																																																																																	
PESO SUELO SECO																																																																																																																																																	
% HUMEDAD																																																																																																																																																	
	Humedad Natural																																																																																																																																																
RECIP. No.	61																																																																																																																																																
PESO DE RECIP. + S.H.	1163,30																																																																																																																																																
PESO DE RECIP. + S.S.	941,70																																																																																																																																																
PESO RECIPIENTE	140,50																																																																																																																																																
PESO AGUA	221,60																																																																																																																																																
PESO SUELO SECO	801,20																																																																																																																																																
% HUMEDAD	27,66																																																																																																																																																
Peso inicial:	gr	Peso final:	0,00 gr																																																																																																																																														
Tamiz (plg)	Tamiz (mm)	Peso (gr)	% Reten. % Ret.Acum % Pasa																																																																																																																																														
3"	76,10																																																																																																																																																
2 1/2"	64,00																																																																																																																																																
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		100,0%																																																																																																																																														
12	1,68																																																																																																																																																
16	1,19																																																																																																																																																
30	0,59																																																																																																																																																
40	0,42		100,0%																																																																																																																																														
50	0,30																																																																																																																																																
80	0,18																																																																																																																																																
100	0,15																																																																																																																																																
200	0,07		100,0%																																																																																																																																														
Pasa 200		0,0	100,0%																																																																																																																																														
Total		0,0																																																																																																																																															

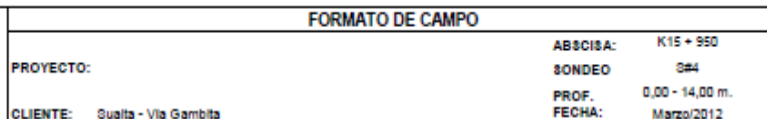
Límites de Atterberg





RESULTADOS Límite Líquido _____ % Límite Plástico _____ % Índice Plástico _____ % Gravas _____ Arenas _____ Finos _____ CLASIFICACIÓN Índice de Grupo _____ A.A.S.H.T.O. _____ U.S.C. _____	OBSERVACIONES:
--	---

EDWIN F. VALENCIA PINZÓN Ingeniero Civil REVISÓ	FEDERICO OSORIO Laboratorista REALIZÓ	
--	--	--



FEDERICO OSORIO
Laboratorista
Ensayo y Cálculo

CLASIFICACIONES

SONDEO 5

ENSAYO DE CLASIFICACION
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126

PROYECTO:

CLIENTE:

LOCALIZACION: SUAITA - VIA GAMBITA

ABSCISA K15 + 950
SONDEO S#5
MUESTRA M1
PROF. 0,00 - 1,00 m.
FECHA: Marzo/2012

LÍMITES DE CONSISTENCIA

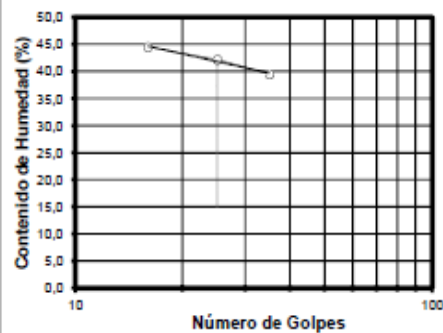
LÍMITE LÍQUIDO

Determinación No	1	2	3
No GOLPES	35	25	16
RECIP. No.	51	82	83
PESO DE RECIP. + S.H.	37,34	40,35	32,2
PESO DE RECIP. + S.S.	29,16	30,49	24,5
PESO RECIPIENTE	8,41	7,11	7,18
PESO AGUA	8,18	9,86	7,70
PESO SUELO SECO	20,75	23,38	17,32
% HUMEDAD	39,42	42,17	44,46

LÍMITE PLÁSTICO

			Humedad Natural
RECIP. No.	76	78	27
PESO DE RECIP. + S.H.	22,08	18,18	555,70
PESO DE RECIP. + S.S.	18,81	15,76	451,80
PESO RECIPIENTE	7,26	7,26	63,70
PESO AGUA	3,27	2,42	103,90
PESO SUELO SECO	11,55	8,50	388,10
% HUMEDAD	28,31	28,47	26,77

Límites de Atterberg



RESULTADOS

Límite Líquido 41,8 %
Límite Plástico 28,4 %
Índice Plástico 13,4 %

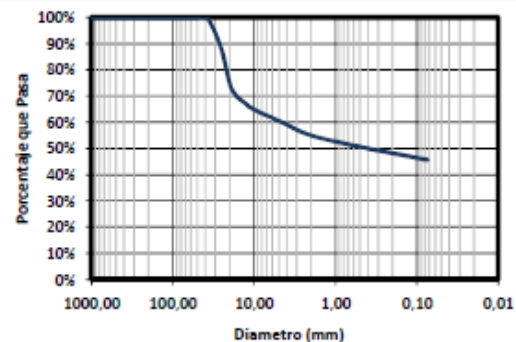
Gravas 39,7%
Arenas 14,7%
Finos 45,6%

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo 3
A.A.S.H.T.O. A - 7 - 6
U.S.C GM

GRADACIÓN

Peso inicial: 597,10 gr		Peso final: 324,70 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	70,7	11,8%	11,8%	88,2%
3/4"	19,00	91,5	15,3%	27,2%	72,8%
1/2"	12,70	34,3	5,7%		
3/8"	9,51	15,8	2,6%	35,6%	64,4%
4	4,76	24,8	4,2%	39,7%	60,3%
8	2,38				
10	2,00	31,8	5,3%	45,0%	55,0%
12	1,68				
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42	28,9	4,8%	49,9%	50,1%
50	0,30				
80	0,18				
100	0,15	16,0			
200	0,07	10,9	1,8%	54,4%	45,6%
Pasa 200		272,4	45,6%	100,0%	0,0%
Total		597,1			



OBSERVACIONES:

Color amarillo trafico

EDWIN F. VALENCIA PINZÓN
Ingeniero Civil
REVISÓ

FEDERICO OSORIO
Laboratorista
REALIZÓ

ENSAYO DE CLASIFICACION
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126

PROYECTO:

CLIENTE:

LOCALIZACION: SUAITA - VIA GAMBITA

ABSCISA K15 + 950

SONDEO S#5

MUESTRA M2

PROF. 1,00 - 3,00 m.

FECHA: Marzo/2012

LÍMITES DE CONSISTENCIA

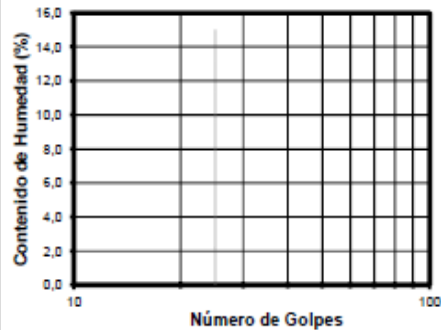
LÍMITE LÍQUIDO

Determinación No	1	2	3
No GOLPES			
RECIP. No.			
PESO DE RECIP. + S.H.			
PESO DE RECIP. + S.S.			
PESO RECIPIENTE			
PESO AGUA			
PESO SUELO SECO			
% HUMEDAD			

LÍMITE PLÁSTICO

	Humedad Natural
RECIP. No.	11
PESO DE RECIP. + S.H.	1054,10
PESO DE RECIP. + S.S.	810,70
PESO RECIPIENTE	67,30
PESO AGUA	243,40
PESO SUELO SECO	743,40
% HUMEDAD	32,74

Límites de Atterberg



RESULTADOS

Límite Líquido _____ %
Límite Plástico _____ %
Índice Plástico _____ %

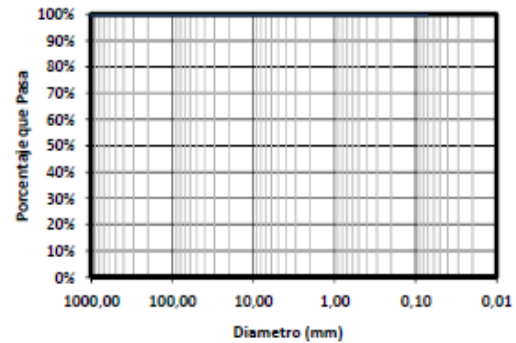
Gravas _____
Arenas _____
Finos _____

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo _____
A.A.S.H.T.O. _____
U.S.C _____

GRADACIÓN

Peso inicial:		gr	Peso final: 0,00 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				100,0%
8	2,38				
10	2,00				100,0%
12	1,68				
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42				100,0%
50	0,30				
80	0,18				
100	0,15				
200	0,07				100,0%
Pasa 200		0,0			100,0%
Total		0,0			



OBSERVACIONES:

EDWIN F. VALENCIA PINZÓN
Ingeniero Civil
REVISÓ

FEDERICO OSORIO
Laboratorista
REALIZÓ

ENSAYO DE CLASIFICACION
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126

PROYECTO: ABSICISA K15 + 950
SONDEO: S#5
MUESTRA: M3
CLIENTE: PROF. 3,00 - 4,00 m.
LOCALIZACION: SUAITA - VIA GAMBITA FECHA: Marzo/2012

LÍMITES DE CONSISTENCIA

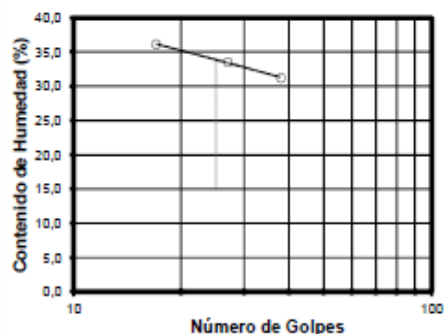
LÍMITE LÍQUIDO

Determinación No	1	2	3
No GOLPES	38	27	17
RECIP. No.	79	100	99
PESO DE RECIP. + S.H.	31,52	34,71	33,23
PESO DE RECIP. + S.S.	25,96	27,78	26,52
PESO RECIPIENTE	8,15	7,11	7,94
PESO AGUA	5,56	6,93	6,71
PESO SUELO SECO	17,81	20,67	18,58
% HUMEDAD	31,22	33,53	36,11

LÍMITE PLÁSTICO

			Humedad Natural
RECIP. No.	58	71	5
PESO DE RECIP. + S.H.	19,48	20,14	1059,30
PESO DE RECIP. + S.S.	17,47	17,80	1011,50
PESO RECIPIENTE	8,25	7,18	60,90
PESO AGUA	2,01	2,34	47,80
PESO SUELO SECO	9,22	10,62	950,60
% HUMEDAD	21,80	22,03	5,03

Límites de Atterberg



RESULTADOS

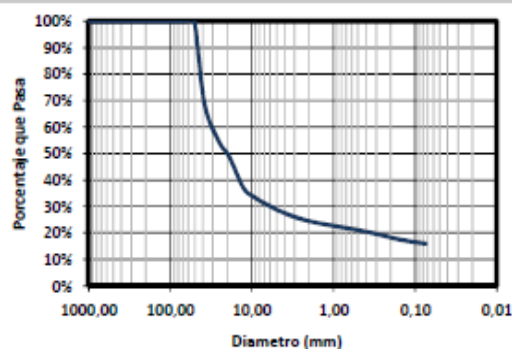
Límite Líquido	33,8	%
Límite Plástico	21,9	%
Índice Plástico	11,9	%
Gravas	71,5%	
Arenas	12,6%	
Finos	15,9%	

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	0
A.A.S.H.T.O.	A - 2 - 6
U.S.C	GC

GRADACIÓN

Peso inicial:	967,30 gr	Peso final:	813,10 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	302,1	31,2%	31,2%	68,8%
1"	25,40	137,7	14,2%	45,5%	54,5%
3/4"	19,00	55,0	5,7%	51,2%	48,8%
1/2"	12,70	114,8	11,9%		
3/8"	9,51	32,2	3,3%	66,3%	33,7%
4	4,76	49,4	5,1%	71,5%	28,5%
8	2,38				
10	2,00	39,4	4,1%	75,5%	24,5%
12	1,68				
16	1,19				
30	0,60				
40	0,42	37,5	3,9%	79,4%	20,6%
50	0,30				
80	0,18				
100	0,15	30,5			
200	0,07	14,5	1,5%	84,1%	15,9%
Pasa 200		154,2	15,9%	100,0%	0,0%
Total		967,3			



OBSERVACIONES:

Color amarillo maíz

EDWIN F. VALENCIA PINZÓN
Ingeniero Civil
REVISÓ

FEDERICO OSORIO
Laboratorista
REALIZÓ

ENSAYO DE CLASIFICACION
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126

PROYECTO: ABCISA K15 + 950
SONDEO: S#5
MUESTRA: M4
CLIENTE: PROF. 4,00 - 5,00 m.
LOCALIZACION: SUAITA - VIA GAMBITA **FECHA:** Marzo/2012

LÍMITES DE CONSISTENCIA

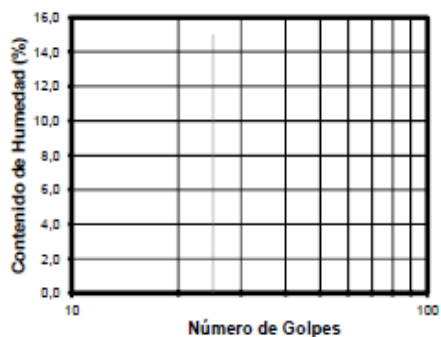
LÍMITE LÍQUIDO

Determinación No	1	2	3
No GOLPES			
RECIP. No.			
PESO DE RECIP. + S.H.			
PESO DE RECIP. + S.S.			
PESO RECIPIENTE			
PESO AGUA			
PESO SUELO SECO			
% HUMEDAD			

LÍMITE PLÁSTICO

	Humedad Natural
RECIP. No.	47
PESO DE RECIP. + S.H.	825,00
PESO DE RECIP. + S.S.	626,10
PESO RECIPIENTE	72,00
PESO AGUA	198,90
PESO SUELO SECO	554,10
% HUMEDAD	35,90

Límites de Atterberg



RESULTADOS

Límite Líquido _____ %
Límite Plástico _____ %
Índice Plástico _____ %

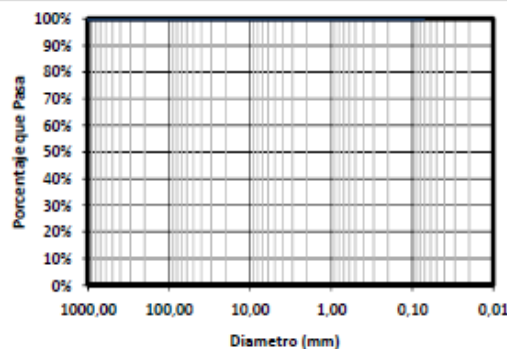
Gravas _____
Arenas _____
Finos _____

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo _____
A.A.S.H.T.O. _____
U.S.C _____

GRADACIÓN

Peso inicial:		gr	Peso final: 0,00 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				100,0%
8	2,38				
10	2,00				100,0%
12	1,68				
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42				100,0%
50	0,30				
80	0,18				
100	0,15				
200	0,07				100,0%
Pasa 200		0,0			100,0%
Total		0,0			



OBSERVACIONES:

EDWIN F. VALENCIA PINZÓN
Ingeniero Civil
REVISÓ

FEDERICO OSORIO
Laboratorista
REALIZÓ

ENSAYO DE CLASIFICACION
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126

PROYECTO:

CLIENTE:

LOCALIZACION: SUAITA - VIA GAMBITA

ABSCISA K15 + 950

SONDEO S#5

MUESTRA M5

PROF. 5,00 - 7,00 m.

FECHA: Marzo/2012

LÍMITES DE CONSISTENCIA

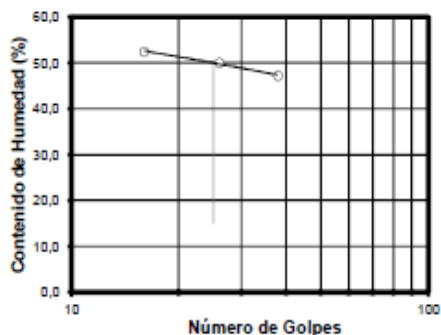
LÍMITE LÍQUIDO

Determinación No	1	2	3
No GOLPES	38	26	16
RECIP. No.	52	81	98
PESO DE RECIP. + S.H.	35,72	31,53	28,97
PESO DE RECIP. + S.S.	27,01	23,4	21,35
PESO RECIPIENTE	8,53	7,15	6,82
PESO AGUA	8,71	8,13	7,62
PESO SUELO SECO	18,48	16,25	14,53
% HUMEDAD	47,13	50,03	52,44

LÍMITE PLÁSTICO

			Humedad Natural
RECIP. No.	72	57	46
PESO DE RECIP. + S.H.	19,63	19,03	1187,80
PESO DE RECIP. + S.S.	16,40	15,93	965,00
PESO RECIPIENTE	7,31	7,16	67,00
PESO AGUA	3,23	3,10	222,80
PESO SUELO SECO	9,09	8,77	898,00
% HUMEDAD	35,53	35,35	24,81

Límites de Atterberg



RESULTADOS

Límite Líquido 49,9 %
Límite Plástico 35,4 %
Índice Plástico 14,4 %

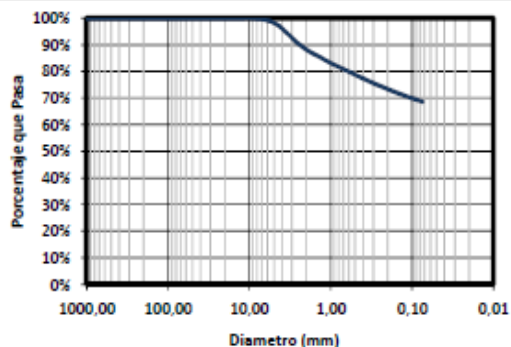
Gravas 2,1 %
Arenas 29,4 %
Finos 68,6 %

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo 11
A.A.S.H.T.O. A - 7 - 5
U.S.C ML

GRADACIÓN

Peso inicial: 517,80 gr		Peso final: 162,80 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	10,8	2,1%	2,1%	97,9%
8	2,38				
10	2,00	50,1	9,7%	11,8%	88,2%
12	1,68				
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42	55,1	10,6%	22,4%	77,6%
50	0,30				
80	0,18				
100	0,15	29,7			
200	0,07	17,1	3,3%	31,4%	68,6%
Pasa 200		355,0	68,6%	100,0%	0,0%
Total		517,8			



OBSERVACIONES:

Color amarillo pastel

EDWIN F. VALENCIA PINZÓN
Ingeniero Civil
REVISÓ

FEDERICO OSORIO
Laboratorista
REALIZÓ

ENSAYO DE CLASIFICACION
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126

PROYECTO:

CLIENTE:

LOCALIZACION: SUAITA - VIA GAMBITA

ABSCISA K15 + 950
SONDEO S#5
MUESTRA M6
PROF. 7,00 - 9,00 m.
FECHA: Marzo/2012

LÍMITES DE CONSISTENCIA

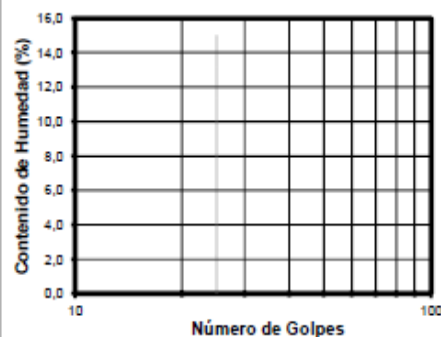
LÍMITE LÍQUIDO

Determinación No	1	2	3
No GOLPES			
RECIP. No.			
PESO DE RECIP. + S.H.			
PESO DE RECIP. + S.S.			
PESO RECIPIENTE			
PESO AGUA			
PESO SUELO SECO			
% HUMEDAD			

LÍMITE PLÁSTICO

	Humedad Natural
RECIP. No.	48
PESO DE RECIP. + S.H.	900,30
PESO DE RECIP. + S.S.	634,20
PESO RECIPIENTE	67,60
PESO AGUA	266,10
PESO SUELO SECO	566,60
% HUMEDAD	46,96

Límites de Atterberg



RESULTADOS

Límite Líquido _____ %
Límite Plástico _____ %
Índice Plástico _____ %

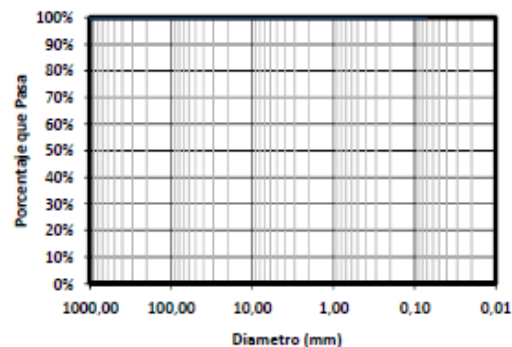
Gravas _____
Arenas _____
Finos _____

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo _____
A.A.S.H.T.O. _____
U.S.C. _____

GRADACIÓN

Peso inicial: gr			Peso final: 0,00 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				100,0%
8	2,38				
10	2,00				100,0%
12	1,68				
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42				100,0%
50	0,30				
80	0,18				
100	0,15				
200	0,07				100,0%
Pasa 200		0,0			100,0%
Total		0,0			



OBSERVACIONES:

EDWIN F. VALENCIA PINZÓN
Ingeniero Civil
REVISÓ

FEDERICO OSORIO
Laboratorista
REALIZÓ

ENSAYO DE CLASIFICACION
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126

PROYECTO: ABCISA K15 + 950
SONDEO S#5
MUESTRA M7
CLIENTE: PROF. 9,00 - 10,00 m.
LOCALIZACION: SUAITA - VIA GAMBITA FECHA: Marzo/2012

LÍMITES DE CONSISTENCIA

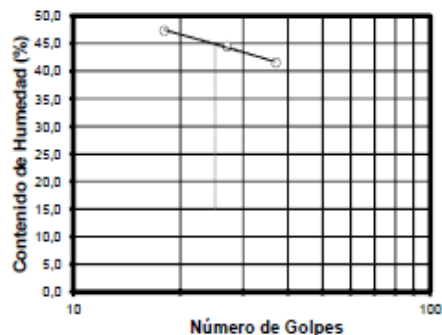
LÍMITE LÍQUIDO

Determinación No	1	2	3
No GOLPES	37	27	18
RECIP. No.	80	53	77
PESO DE RECIP. + S.H.	33,15	31,35	32,25
PESO DE RECIP. + S.S.	25,46	23,67	24,2
PESO RECIPIENTE	6,93	6,39	7,19
PESO AGUA	7,69	7,68	8,05
PESO SUELO SECO	18,53	17,28	17,01
% HUMEDAD	41,50	44,44	47,33

LÍMITE PLÁSTICO

			Humedad Natural
RECIP. No.	66	95	29
PESO DE RECIP. + S.H.	18,29	19,64	957,40
PESO DE RECIP. + S.S.	15,56	16,61	673,40
PESO RECIPIENTE	6,95	7,01	66,80
PESO AGUA	2,73	3,03	284,00
PESO SUELO SECO	8,61	9,60	606,60
% HUMEDAD	31,71	31,56	46,82

Límites de Atterberg



RESULTADOS

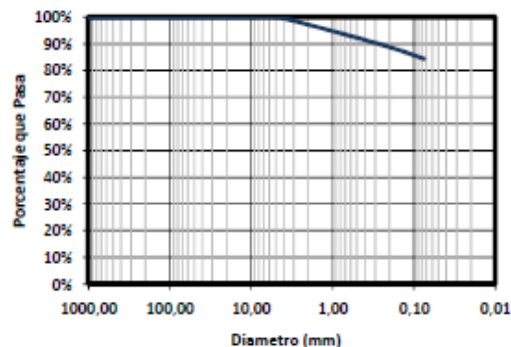
Límite Líquido	44,8	%
Límite Plástico	31,6	%
Índice Plástico	13,1	%
Gravas	0,1	%
Arenas	15,6	%
Finos	84,3	%

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	13
A.A.S.H.T.O.	A - 7 - 5
U.S.C	ML

GRADACIÓN

Peso inicial:	575,50	gr	Peso final:	90,60	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	0,7	0,1%	0,1%	99,9%
8	2,38				
10	2,00	15,6	2,7%	2,8%	97,2%
12	1,68				
16	1,19				
30	0,60				
40	0,42	32,4	5,6%	8,5%	91,5%
50	0,30				
80	0,18				
100	0,15	23,1			
200	0,07	18,8	3,3%	15,7%	84,3%
Pasa 200		484,9	84,3%	100,0%	0,0%
Total		575,5			



OBSERVACIONES:

Color amarillo azafran

EDWIN F. VALENCIA PINZÓN
Ingeniero Civil
REVISÓ

FEDERICO OSORIO
Laboratorista
REALIZÓ

ENSAYO DE CLASIFICACION
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126

PROYECTO:

CLIENTE:

LOCALIZACION: SUAITA - VIA GAMBITA

ABSCISA K15 + 950

SONDEO S#5

MUESTRA M8

PROF. 10,00 - 11,00 m.

FECHA: Marzo/2012

LÍMITES DE CONSISTENCIA

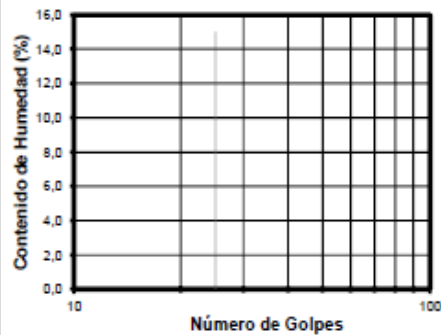
LÍMITE LÍQUIDO

Determinación No	1	2	3
No GOLPES			
RECIP. No.			
PESO DE RECIP. + S.H.			
PESO DE RECIP. + S.S.			
PESO RECIPIENTE			
PESO AGUA			
PESO SUELO SECO			
% HUMEDAD			

LÍMITE PLÁSTICO

	Humedad Natural
RECIP. No.	13
PESO DE RECIP. + S.H.	1160,90
PESO DE RECIP. + S.S.	888,10
PESO RECIPIENTE	64,30
PESO AGUA	272,80
PESO SUELO SECO	823,80
% HUMEDAD	33,11

Límites de Atterberg



RESULTADOS

Límite Líquido _____ %
Límite Plástico _____ %
Índice Plástico _____ %

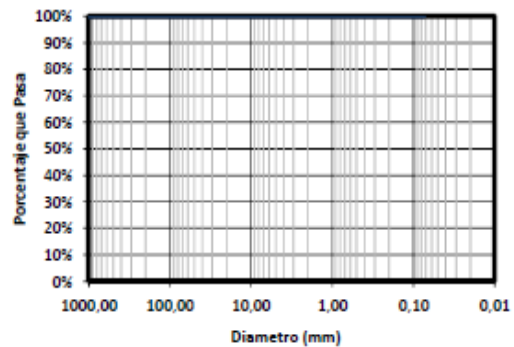
Gravas _____
Arenas _____
Finos _____

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo _____
A.A.S.H.T.O. _____
U.S.C _____

GRADACIÓN

Peso inicial:		gr	Peso final: 0,00 gr		
Tamiz (plg)	Tamiz (mm)	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76,10				
2 ½"	64,00				100,0%
2"	50,80				100,0%
1 ½"	38,10				100,0%
1"	25,40				100,0%
¾"	19,00				100,0%
½"	12,70				
⅜"	9,51				100,0%
4	4,76				100,0%
8	2,38				
10	2,00				100,0%
12	1,68				
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42				100,0%
50	0,30				
80	0,18				
100	0,15				
200	0,07				100,0%
Pasa 200		0,0			100,0%
Total		0,0			



OBSERVACIONES:

EDWIN F. VALENCIA PINZÓN
Ingeniero Civil
REVISÓ

FEDERICO OSORIO
Laboratorista
REALIZÓ

ENSAYO DE CLASIFICACION
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126

PROYECTO:

CLIENTE:

LOCALIZACION: SUAITA - VIA GAMBITA

ABSCISA K15 + 950

SONDEO S#5

MUESTRA M9

PROF. 11,00 - 12,00 m.

FECHA: Marzo/2012

LÍMITES DE CONSISTENCIA

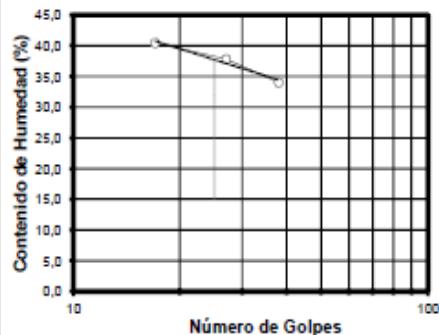
LÍMITE LÍQUIDO

Determinación No	1	2	3
No. GOLPES	38	27	17
RECIP. No.	63	54	68
PESO DE RECIP. + S.H.	34,98	31,83	31,82
PESO DE RECIP. + S.S.	28,1	25,05	24,71
PESO RECIPIENTE	7,87	7,1	7,13
PESO AGUA	6,88	6,78	7,11
PESO SUELO SECO	20,23	17,95	17,58
% HUMEDAD	34,01	37,77	40,44

LÍMITE PLÁSTICO

			Humedad Natural
RECIP. No.	59	64	7
PESO DE RECIP. + S.H.	19,17	19,82	1050,10
PESO DE RECIP. + S.S.	16,68	17,40	818,20
PESO RECIPIENTE	7,25	8,25	62,10
PESO AGUA	2,49	2,42	231,90
PESO SUELO SECO	9,43	9,15	756,10
% HUMEDAD	26,41	26,45	30,67

Límites de Atterberg



RESULTADOS

Límite Líquido 37,6 %
Límite Plástico 26,4 %
Índice Plástico 11,2 %

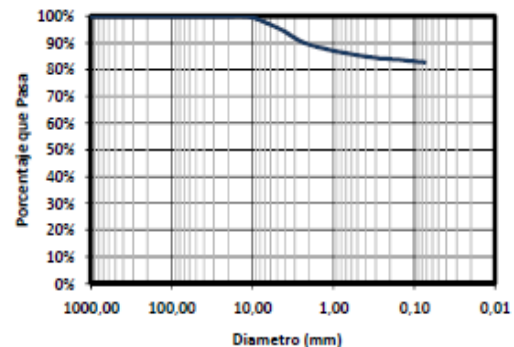
Gravas 4,5%
Arenas 12,8%
Finos 82,7%

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo 10
A.A.S.H.T.O. A - 6
U.S.C. ML

GRADACIÓN

Peso inicial:	804,50	gr	Peso final:	139,50	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				
3/8"	9,51	6,4	0,8%	0,8%	99,2%
4	4,76	30,1	3,7%	4,5%	95,5%
8	2,38				
10	2,00	49,1	6,1%	10,6%	89,4%
12	1,68				
16	1,19				
30	0,69				
40	0,42	35,3	4,4%	15,0%	85,0%
50	0,30				
80	0,18				
100	0,15	10,5			
200	0,07	8,1	1,0%	17,3%	82,7%
Pasa 200		665,0	82,7%	100,0%	0,0%
Total		804,5			



OBSERVACIONES:

Color amarillo azafran

EDWIN F. VALENCIA PINZÓN
Ingeniero Civil
REVISÓ

FEDERICO OSORIO
Laboratorista
REALIZÓ

ENSAYO DE CLASIFICACION
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126

PROYECTO:

CLIENTE:

LOCALIZACION: SUAITA - VIA GAMBITA

ABSCISA K15 + 950
SONDEO S#5
MUESTRA M10
PROF. 12,00 - 13,00 m.
FECHA: Marzo/2012

LÍMITES DE CONSISTENCIA

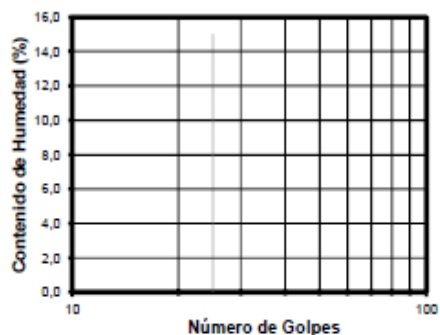
LÍMITE LÍQUIDO

Determinación No	1	2	3
No GOLPES			
RECIP. No.			
PESO DE RECIP. + S.H.			
PESO DE RECIP. + S.S.			
PESO RECIPIENTE			
PESO AGUA			
PESO SUELO SECO			
% HUMEDAD			

LÍMITE PLÁSTICO

	Humedad Natural
RECIP. No.	34
PESO DE RECIP. + S.H.	1142,00
PESO DE RECIP. + S.S.	888,80
PESO RECIPIENTE	60,90
PESO AGUA	253,20
PESO SUELO SECO	827,90
% HUMEDAD	30,58

Límites de Atterberg



RESULTADOS

Límite Líquido _____ %
Límite Plástico _____ %
Índice Plástico _____ %

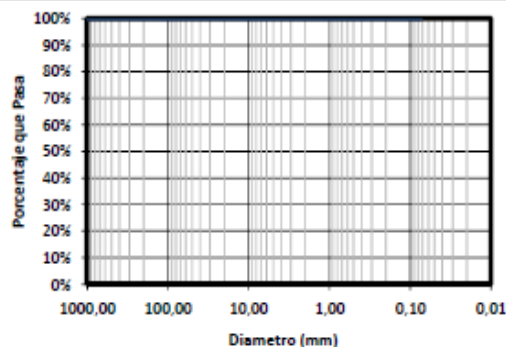
Gravas _____
Arenas _____
Finos _____

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo _____
A.A.S.H.T.O. _____
U.S.C _____

GRADACIÓN

Peso inicial:		gr	Peso final: 0,00 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				100,0%
8	2,38				
10	2,00				100,0%
12	1,68				
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42				100,0%
50	0,30				
80	0,18				
100	0,15				
200	0,07				100,0%
Pasa 200		0,0			100,0%
Total		0,0			



OBSERVACIONES:

EDWIN F. VALENCIA PINZÓN
Ingeniero Civil
REVISÓ

FEDERICO OSORIO
Laboratorista
REALIZÓ

ENSAYO DE CLASIFICACION
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126

PROYECTO:

CLIENTE:

LOCALIZACION: SUAITA - VIA GAMBITA

ABSCISA K15 + 950

SONDEO S#5

MUESTRA M11

PROF. 13,00 - 14,00 m.

FECHA: Marzo/2012

LÍMITES DE CONSISTENCIA

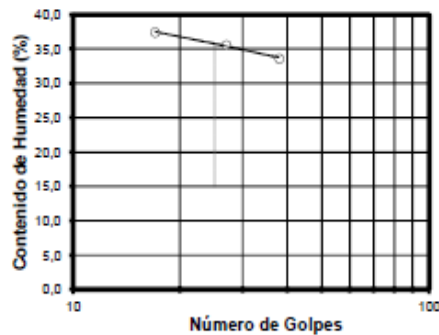
GRADACIÓN

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
No GOLPES	38	27	17
RECIP. No.	74	55	56
PESO DE RECIP. + S.H.	31,94	29,61	26,49
PESO DE RECIP. + S.S.	25,88	23,93	21,24
PESO RECIPIENTE	7,85	7,97	7,21
PESO AGUA	6,06	5,88	5,25
PESO SUELO SECO	18,03	15,96	14,03
% HUMEDAD	33,61	35,59	37,42

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
RECIP. No.	84	97	9
PESO DE RECIP. + S.H.	19,74	19,84	927,50
PESO DE RECIP. + S.S.	17,23	17,37	715,70
PESO RECIPIENTE	6,95	7,24	61,60
PESO AGUA	2,51	2,47	211,80
PESO SUELO SECO	10,28	10,13	654,10
% HUMEDAD	24,42	24,38	32,38

Peso inicial:	350,40	gr	Peso final:	104,80	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	11,2	3,2%		
3/8"	9,51	0,0		3,2%	96,8%
4	4,76	4,7	1,3%	4,5%	95,5%
8	2,38				
10	2,00	28,7	8,2%	12,7%	87,3%
12	1,68				
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42	35,6	10,2%	22,9%	77,1%
50	0,30				
80	0,18				
100	0,15	12,9			
200	0,07	11,7	3,3%	29,9%	70,1%
Pasa 200		245,6	70,1%	100,0%	0,0%
Total		350,4			

Límites de Atterberg



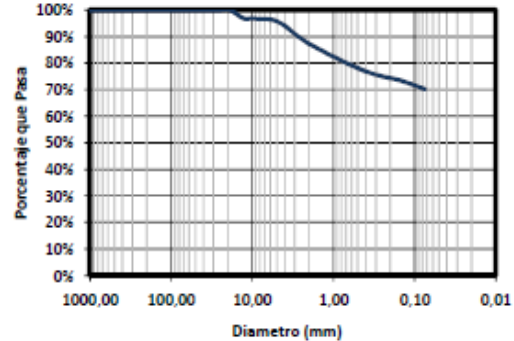
RESULTADOS

Límite Líquido 35,7 %
Límite Plástico 24,4 %
Índice Plástico 11,3 %

Gravas 4,5%
Arenas 25,4%
Finos 70,1%

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo 7
A.A.S.H.T.O. A - 6
U.S.C ML

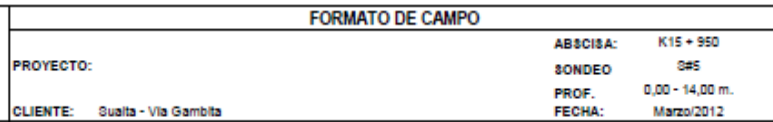


OBSERVACIONES:

Color amarillo azafran

EDWIN F. VALENCIA PINZÓN
Ingeniero Civil
REVISÓ

FEDERICO OSORIO
Laboratorista
REALIZÓ



FEDERICO OSORIO
Laboratorista
Ensayo y Cálculo

ENSAYO DE CLASIFICACION
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126

PROYECTO: **ABSCISA** KM15 + 050
SONDEO S#6
MUESTRA M1
CLIENTE: **PROF.** 0,00 - 1,00 m.
LOCALIZACION: **SUAITA - VIA GAMBITA** **FECHA:** Marzo/2012

LÍMITES DE CONSISTENCIA

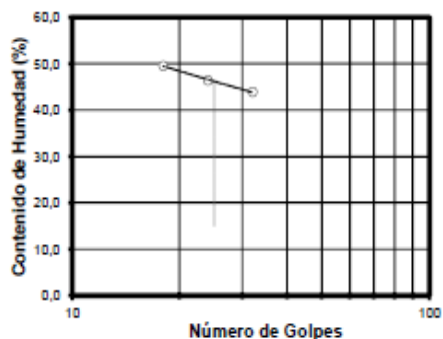
LÍMITE LÍQUIDO

Determinación No	1	2	3
No GOLPES	32	24	18
RECIP. No.	31	32	33
PESO DE RECIP. + S.H.	33,99	28,97	28,09
PESO DE RECIP. + S.S.	26,19	22,44	21,29
PESO RECIPIENTE	8,41	8,35	7,56
PESO AGUA	7,80	6,53	6,80
PESO SUELO SECO	17,78	14,09	13,73
% HUMEDAD	43,87	46,34	49,53

LÍMITE PLÁSTICO

			Humedad Natural
RECIP. No.	34	35	26
PESO DE RECIP. + S.H.	15,03	15,20	755,70
PESO DE RECIP. + S.S.	13,19	13,34	584,50
PESO RECIPIENTE	7,44	7,50	63,60
PESO AGUA	1,84	1,86	171,20
PESO SUELO SECO	5,75	5,84	520,90
% HUMEDAD	32,00	31,85	32,87

Límites de Atterberg



RESULTADOS

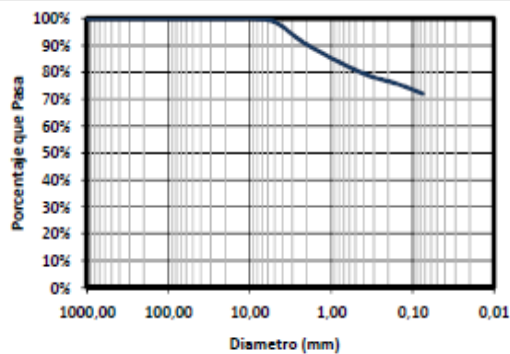
Límite Líquido	46,2	%
Límite Plástico	31,9	%
Índice Plástico	14,3	%
Gravas	1,6%	
Arenas	26,5%	
Finos	71,9%	

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	11
A.A.S.H.T.O.	A - 7 - 5
U.S.C	ML

GRADACIÓN

Peso inicial:	450,60	gr	Peso final:	126,40	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	7,1	1,6%	1,6%	98,4%
8	2,38				
10	2,00	36,6	8,1%	9,7%	90,3%
12	1,68				
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42	47,6	10,6%	20,3%	79,7%
50	0,30				
80	0,18				
100	0,15	18,9			
200	0,07	16,2	3,6%	28,1%	71,9%
Pasa 200		324,2	71,9%	100,0%	0,0%
Total		450,6			



OBSERVACIONES:

Color amarillo sol

EDWIN F. VALENCIA PINZÓN
Ingeniero Civil
REVISÓ

FEDERICO OSORIO
Laboratorista
REALIZÓ

**ENSAYO DE CLASIFICACION
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126**

PROYECTO:

ABSCISA: KM15 + 950

SONDEO: S#6

CLIENTE:

MUESTRA: M2

PROF.: 1,00 - 3,00 m.

LOCALIZACION: SUAITA - VIA GAMBITA

FECHA: Marzo/2012

LÍMITES DE CONSISTENCIA

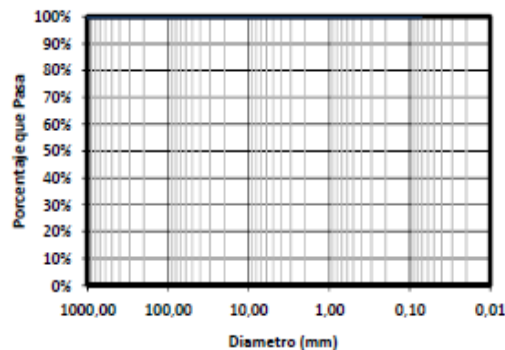
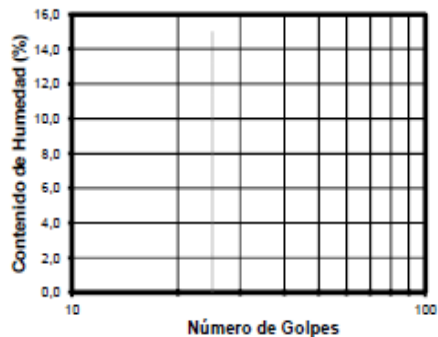
GRADACIÓN

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
No GOLPES			
RECIP. No.			
PESO DE RECIP. + S.H.			
PESO DE RECIP. + S.S.			
PESO RECIPIENTE			
PESO AGUA			
PESO SUELO SECO			
% HUMEDAD			

LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
RECIP. No.			18
PESO DE RECIP. + S.H.			615,80
PESO DE RECIP. + S.S.			464,60
PESO RECIPIENTE			65,20
PESO AGUA			151,20
PESO SUELO SECO			399,40
% HUMEDAD			37,86

Peso inicial:		gr			
Tamiz (plg)		Tamiz (mm)		Peso final:	
				0,00 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				100,0%
12	1,68				
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42				100,0%
50	0,30				
80	0,18				
100	0,15				
200	0,07				100,0%
Pasa 200		0,0			100,0%
Total		0,0			

Límites de Atterberg



RESULTADOS

Límite Líquido _____ %
Límite Plástico _____ %
Índice Plástico _____ %

Gravas _____
Arenas _____
Finos _____

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo _____
A.A.S.H.T.O. _____
U.S.C _____

OBSERVACIONES:

EDWIN F. VALENCIA PINZÓN
Ingeniero Civil
REVISÓ

FEDERICO OSORIO
Laboratorista
REALIZÓ

ENSAYO DE CLASIFICACION
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126

PROYECTO: ABCISA KM15 + 950
SONDEO: S#8
MUESTRA: M3
CLIENTE: PROF. 3,00 - 4,00 m.
LOCALIZACION: SUAITA - VIA GAMBITA FECHA: Marzo/2012

LÍMITES DE CONSISTENCIA

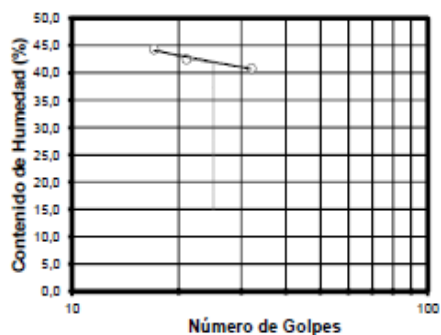
LÍMITE LÍQUIDO

Determinación No	1	2	3
No GOLPES	32	21	17
RECIP. No.	11	12	13
PESO DE RECIP. + S.H.	28,25	27,55	25,83
PESO DE RECIP. + S.S.	22,44	21,84	20,39
PESO RECIPIENTE	8,19	8,4	8,12
PESO AGUA	5,81	5,71	5,44
PESO SUELO SECO	14,25	13,44	12,27
% HUMEDAD	40,77	42,49	44,34

LÍMITE PLÁSTICO

			Humedad Natural
RECIP. No.	14	15	42
PESO DE RECIP. + S.H.	17,27	18,72	1200,20
PESO DE RECIP. + S.S.	15,03	16,17	869,90
PESO RECIPIENTE	8,13	8,33	64,60
PESO AGUA	2,24	2,55	330,30
PESO SUELO SECO	6,90	7,84	805,30
% HUMEDAD	32,46	32,53	41,02

Límites de Atterberg



RESULTADOS

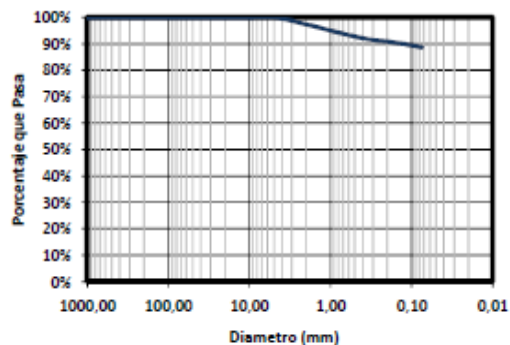
Límite Líquido	42,0	%
Límite Plástico	32,5	%
Índice Plástico	9,5	%
Gravas	0,1	%
Arenas	11,3	%
Finos	88,6	%

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	11
A.A.S.H.T.O.	A - 5
U.S.C	ML

GRADACIÓN

Peso inicial:	543,90	gr	Peso final:	61,80	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	0,3	0,1%	0,1%	99,9%
8	2,38				
10	2,00	14,2	2,6%	2,7%	97,3%
12	1,68				
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42	27,9	5,1%	7,8%	92,2%
50	0,30				
80	0,18				
100	0,15	10,4			
200	0,07	9,0	1,7%	11,4%	88,6%
Pasa 200		482,1	88,6%	100,0%	0,0%
Total		543,9			

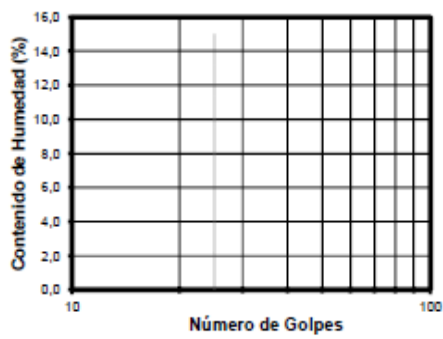
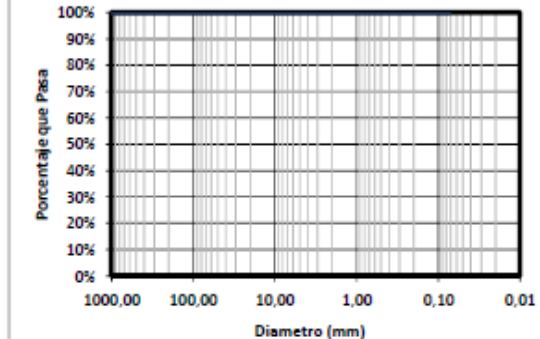


OBSERVACIONES:

Color amarillo sol

EDWIN F. VALENCIA PINZÓN
Ingeniero Civil
REVISÓ

FEDERICO OSORIO
Laboratorista
REALIZÓ

	ENSAYO DE CLASIFICACIÓN LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126																																									
PROYECTO: CLIENTE: LOCALIZACIÓN: SUAITA - VIA GAMBITA	ABSCISA: KM15 + 950 SONDEO: S#6 MUESTRA: M4 PROF.: 4,00 - 5,00 m. FECHA: Marzo/2012																																									
LÍMITES DE CONSISTENCIA GRADACIÓN																																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4" style="text-align: center;">LÍMITE LÍQUIDO</th> </tr> <tr> <th style="width: 25%;">Determinación No</th> <th style="width: 12.5%;">1</th> <th style="width: 12.5%;">2</th> <th style="width: 12.5%;">3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>No GOLPES</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>RECIP. No.</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>PESO DE RECIP. + S.H.</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>PESO DE RECIP. + S.S.</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>PESO RECIPIENTE</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>PESO AGUA</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>PESO SUELO SECO</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>% HUMEDAD</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>			LÍMITE LÍQUIDO				Determinación No	1	2	3	No GOLPES				RECIP. No.				PESO DE RECIP. + S.H.				PESO DE RECIP. + S.S.				PESO RECIPIENTE				PESO AGUA				PESO SUELO SECO				% HUMEDAD			
LÍMITE LÍQUIDO																																										
Determinación No	1	2	3																																							
No GOLPES																																										
RECIP. No.																																										
PESO DE RECIP. + S.H.																																										
PESO DE RECIP. + S.S.																																										
PESO RECIPIENTE																																										
PESO AGUA																																										
PESO SUELO SECO																																										
% HUMEDAD																																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">LÍMITE PLÁSTICO</th> <th style="text-align: center;">Humedad Natural</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>RECIP. No.</td><td></td><td></td><td>39</td></tr> <tr><td>PESO DE RECIP. + S.H.</td><td></td><td></td><td>1080,10</td></tr> <tr><td>PESO DE RECIP. + S.S.</td><td></td><td></td><td>763,00</td></tr> <tr><td>PESO RECIPIENTE</td><td></td><td></td><td>67,70</td></tr> <tr><td>PESO AGUA</td><td></td><td></td><td>297,10</td></tr> <tr><td>PESO SUELO SECO</td><td></td><td></td><td>695,30</td></tr> <tr><td>% HUMEDAD</td><td></td><td></td><td>42,73</td></tr> </tbody> </table>			LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural	RECIP. No.			39	PESO DE RECIP. + S.H.			1080,10	PESO DE RECIP. + S.S.			763,00	PESO RECIPIENTE			67,70	PESO AGUA			297,10	PESO SUELO SECO			695,30	% HUMEDAD			42,73								
LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural																																							
RECIP. No.			39																																							
PESO DE RECIP. + S.H.			1080,10																																							
PESO DE RECIP. + S.S.			763,00																																							
PESO RECIPIENTE			67,70																																							
PESO AGUA			297,10																																							
PESO SUELO SECO			695,30																																							
% HUMEDAD			42,73																																							
Límites de Atterberg  																																										
<table style="width: 100%;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">RESULTADOS</td> <td rowspan="5" style="width: 40%; vertical-align: top;"> OBSERVACIONES: </td> </tr> <tr> <td>Límite Líquido</td> <td>_____ %</td> </tr> <tr> <td>Límite Plástico</td> <td>_____ %</td> </tr> <tr> <td>Índice Plástico</td> <td>_____ %</td> </tr> <tr> <td>Gravas</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>Arenas</td> <td>_____</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Finos</td> <td>_____</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">CLASIFICACIÓN</td> </tr> <tr> <td>Índice de Grupo</td> <td>_____</td> <td></td> </tr> <tr> <td>A.A.S.H.T.O.</td> <td>_____</td> <td></td> </tr> <tr> <td>U.S.C</td> <td>_____</td> <td></td> </tr> </table>			RESULTADOS		OBSERVACIONES: 	Límite Líquido	_____ %	Límite Plástico	_____ %	Índice Plástico	_____ %	Gravas	_____	Arenas	_____		Finos	_____		CLASIFICACIÓN			Índice de Grupo	_____		A.A.S.H.T.O.	_____		U.S.C	_____												
RESULTADOS		OBSERVACIONES: 																																								
Límite Líquido	_____ %																																									
Límite Plástico	_____ %																																									
Índice Plástico	_____ %																																									
Gravas	_____																																									
Arenas	_____																																									
Finos	_____																																									
CLASIFICACIÓN																																										
Índice de Grupo	_____																																									
A.A.S.H.T.O.	_____																																									
U.S.C	_____																																									
EDWIN F. VALENCIA PINZÓN <i>Ingeniero Civil</i> REVISÓ FEDERICO OSORIO <i>Laboratorista</i> REALIZÓ																																										

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126

PROYECTO:

CLIENTE:

LOCALIZACIÓN: SUAITA - VIA GAMBITA

ABSCISA: KM15 + 950

SONDEO: S#6

MUESTRA: M5

PROF.: 5,00 -6,00 m.

FECHA: Marzo/2012

LÍMITES DE CONSISTENCIA

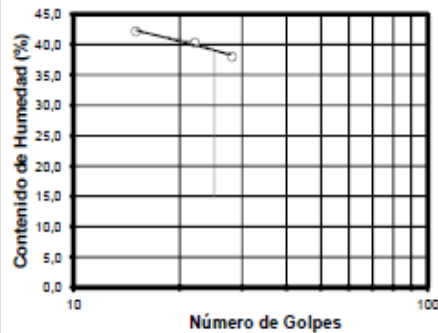
LÍMITE LÍQUIDO

Determinación No	1	2	3
No GOLPES	28	22	15
RECIP. No.	8	6	7
PESO DE RECIP. + S.H.	30,67	27,86	24,87
PESO DE RECIP. + S.S.	24,59	22,09	19,6
PESO RECIPIENTE	8,58	7,78	7,1
PESO AGUA	6,08	5,77	5,27
PESO SUELO SECO	16,01	14,31	12,50
% HUMEDAD	37,98	40,32	42,16

LÍMITE PLÁSTICO

	9	10	Humedad Natural
RECIP. No.			14
PESO DE RECIP. + S.H.	15,30	15,78	1101,10
PESO DE RECIP. + S.S.	13,89	14,15	827,10
PESO RECIPIENTE	8,55	8,19	68,20
PESO AGUA	1,41	1,63	274,00
PESO SUELO SECO	5,34	5,96	758,90
% HUMEDAD	26,40	27,35	36,10

Límites de Atterberg



RESULTADOS

Límite Líquido 39,0 %
Límite Plástico 26,9 %
Índice Plástico 12,1 %

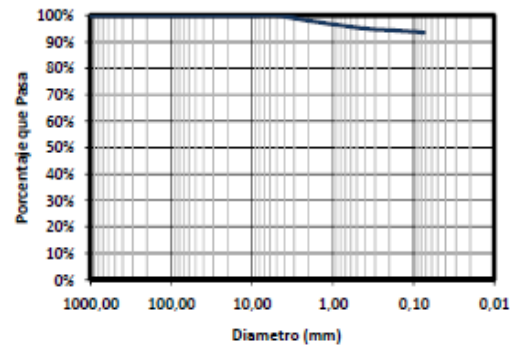
Gravas 0,1 %
Arenas 6,4 %
Finos 93,5 %

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo 13
A.A.S.H.T.O. A - 6
U.S.C ML

GRADACIÓN

Peso inicial:	662,20	gr	Peso final:	43,00	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	0,6	0,1%	0,1%	99,9%
8	2,38				
10	2,00	12,9	1,9%	2,0%	98,0%
12	1,68				
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42	18,8	2,8%	4,9%	95,1%
50	0,30				
80	0,18				
100	0,15	6,4			
200	0,07	4,3	0,6%	6,5%	93,5%
Pasa 200		619,2	93,5%	100,0%	0,0%
Total		662,2			



OBSERVACIONES:

Color amarillo sol

EDWIN F. VALENCIA PINZÓN
Ingeniero Civil
REVISÓ

FEDERICO OSORIO
Laboratorista
REALIZÓ

ENSAYO DE CLASIFICACION
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126

PROYECTO:

CLIENTE:

LOCALIZACION: SUAITA - VIA GAMBITA

ABSCISA: KM15 + 950
SONDEO: S#6
MUESTRA: M6
PROF.: 6,00 - 8,00 m.
FECHA: Marzo/2012

LÍMITES DE CONSISTENCIA

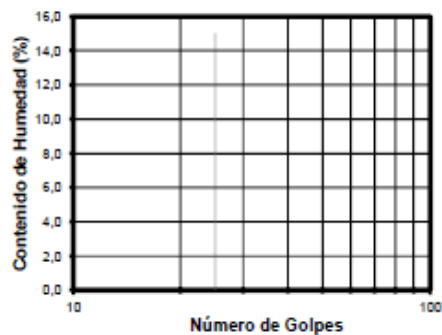
LÍMITE LÍQUIDO

Determinación No	1	2	3
No GOLPES			
RECIP. No.			
PESO DE RECIP. + S.H.			
PESO DE RECIP. + S.S.			
PESO RECIPIENTE			
PESO AGUA			
PESO SUELO SECO			
% HUMEDAD			

LÍMITE PLÁSTICO

	Humedad Natural
RECIP. No.	18
PESO DE RECIP. + S.H.	933,30
PESO DE RECIP. + S.S.	663,20
PESO RECIPIENTE	61,90
PESO AGUA	270,10
PESO SUELO SECO	601,30
% HUMEDAD	44,82

Límites de Atterberg



RESULTADOS

Límite Líquido _____ %
Límite Plástico _____ %
Índice Plástico _____ %

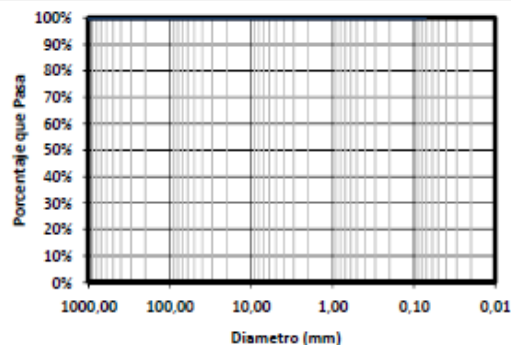
Gravas _____
Arenas _____
Finos _____

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo _____
A.A.S.H.T.O. _____
U.S.C _____

GRADACIÓN

Peso inicial: gr			Peso final: 0,00 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				100,0%
8	2,38				
10	2,00				100,0%
12	1,68				
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42				100,0%
50	0,30				
80	0,18				
100	0,15				
200	0,07				100,0%
Pasa 200		0,0			100,0%
Total		0,0			



OBSERVACIONES:

EDWIN F. VALENCIA PINZÓN
Ingeniero Civil
REVISÓ

FEDERICO OSORIO
Laboratorista
REALIZÓ

ENSAYO DE CLASIFICACION
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126

PROYECTO:

CLIENTE:

LOCALIZACION: SUAITA - VIA GAMBITA

ABSCISA KM15 + 950
SONDEO S#6
MUESTRA M7
PROF. 8,00 - 11,00 m.
FECHA: Marzo/2012

LÍMITES DE CONSISTENCIA

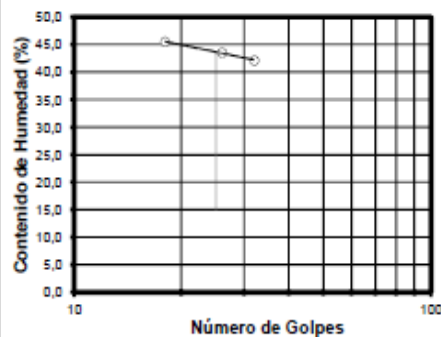
LÍMITE LÍQUIDO

Determinación No	1	2	3
No GOLPES	32	26	18
RECIP. No.	26	27	28
PESO DE RECIP. + S.H.	32,99	32,5	29,25
PESO DE RECIP. + S.S.	25,64	25,05	22,55
PESO RECIPIENTE	8,18	7,92	7,81
PESO AGUA	7,35	7,45	6,70
PESO SUELO SECO	17,46	17,13	14,74
% HUMEDAD	42,10	43,49	45,45

LÍMITE PLÁSTICO

			Humedad Natural
RECIP. No.	29	30	36
PESO DE RECIP. + S.H.	16,82	16,81	978,90
PESO DE RECIP. + S.S.	14,80	14,77	672,30
PESO RECIPIENTE	8,56	8,38	64,50
PESO AGUA	2,02	2,04	306,80
PESO SUELO SECO	6,24	6,39	607,80
% HUMEDAD	32,37	31,92	50,44

Límites de Atterberg



RESULTADOS

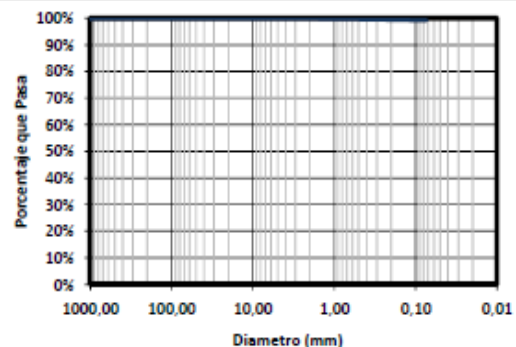
Límite Líquido	43,6	%
Límite Plástico	32,1	%
Índice Plástico	11,4	%
Gravas	0,0%	
Arenas	0,9%	
Finos	99,1%	

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	15
A.A.S.H.T.O.	A - 7 - 5
U.S.C	ML

GRADACIÓN

Peso inicial:	266,30	gr	Peso final:	2,40	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				100,0%
8	2,38				
10	2,00	0,2	0,1%	0,1%	99,9%
12	1,68				
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42	1,1	0,4%	0,5%	99,5%
50	0,30				
80	0,18				
100	0,15	0,6			
200	0,07	0,5	0,2%	0,9%	99,1%
Pasa 200		263,9	99,1%	100,0%	0,0%
Total		266,3			



OBSERVACIONES:

EDWIN F. VALENCIA PINZÓN
Ingeniero Civil
REVISÓ

FEDERICO OSORIO
Laboratorista
REALIZÓ

ENSAYO DE CLASIFICACION
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN
I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126

PROYECTO:

CLIENTE:

LOCALIZACION: SUAITA - VIA GAMBITA

ABSCISA: KM15 + 950
SONDEO: S#8
MUESTRA: M8
PROF.: 11,00 - 12,60 m.
FECHA: Marzo/2012

LÍMITES DE CONSISTENCIA

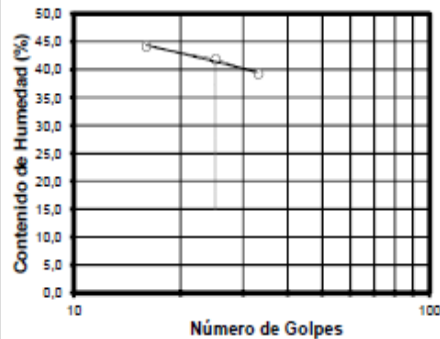
LÍMITE LÍQUIDO

Determinación No	1	2	3
No GOLPES	33	25	16
RECIP. No.	3	2	1
PESO DE RECIP. + S.H.	31,41	34,4	31,37
PESO DE RECIP. + S.S.	24,92	26,73	24,35
PESO RECIPIENTE	8,37	8,4	8,46
PESO AGUA	6,49	7,67	7,02
PESO SUELO SECO	16,55	18,33	15,89
% HUMEDAD	39,21	41,84	44,18

LÍMITE PLÁSTICO

RECIP. No.	4	5	Humedad Natural
PESO DE RECIP. + S.H.	15,29	15,29	1097,40
PESO DE RECIP. + S.S.	13,41	13,50	841,10
PESO RECIPIENTE	7,38	7,69	62,50
PESO AGUA	1,88	1,79	256,30
PESO SUELO SECO	6,03	5,81	778,60
% HUMEDAD	31,18	30,81	32,92

Límites de Atterberg



RESULTADOS

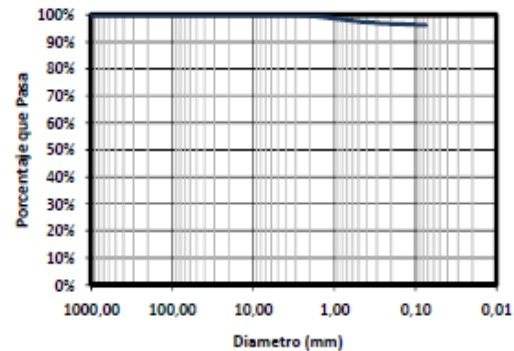
Límite Líquido	41,3	%
Límite Plástico	31,0	%
Índice Plástico	10,4	%
Gravas	0,0	%
Arenas	3,9	%
Finos	96,1	%

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	13
A.A.S.H.T.O.	A - 5
U.S.C	ML

GRADACIÓN

Peso inicial:	390,00	gr	Peso final:	15,20	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				100,0%
8	2,38				
10	2,00	1,5	0,4%	0,4%	99,6%
12	1,68				
16	1,19				
30	0,59				
40	0,42	9,1	2,3%	2,7%	97,3%
50	0,30				
80	0,18				
100	0,15	3,0			
200	0,07	1,6	0,4%	3,9%	96,1%
Pasa 200		374,8	96,1%	100,0%	0,0%
Total		390,0			



OBSERVACIONES:

Color amarillo sol

EDWIN F. VALENCIA PINZÓN
Ingeniero Civil
REVISÓ

FEDERICO OSORIO
Laboratorista
REALIZÓ

FORMATO DE CAMPO	
PROYECTO:	ABSCISA: K15 + 950 SONDEO: S#6
CLIENTE: Sualta - Via Gambita	PROF: 0,00 - 12,00 m. FECHA: Marzo/2012

[illegible]

	Grava bien graduada		Grava arcillosa		Arena limosa		Arcilla inorganica de baja a media plasticidad
	Grava mal graduada		Arena bien graduada		Arena arcillosa		Limo organico de baja plasticidad
	Grava limosa		Arena mal graduada		Limo inorganico de baja a media plasticidad		Limo inorganico de alta plasticidad
	Arcilla inorganica de alta plasticidad		Limo organico de plasticidad media a alta		Grava mal graduada ligeramente limosa		Arena arcillosa ligeramente limosa

EDWIN F. VALENCIA PINZÓN
Ingeniero Civil
Revisor

FEDERICO OSORIO
Laboratorista
Ensayo y Cálculo

ANEXOS F.

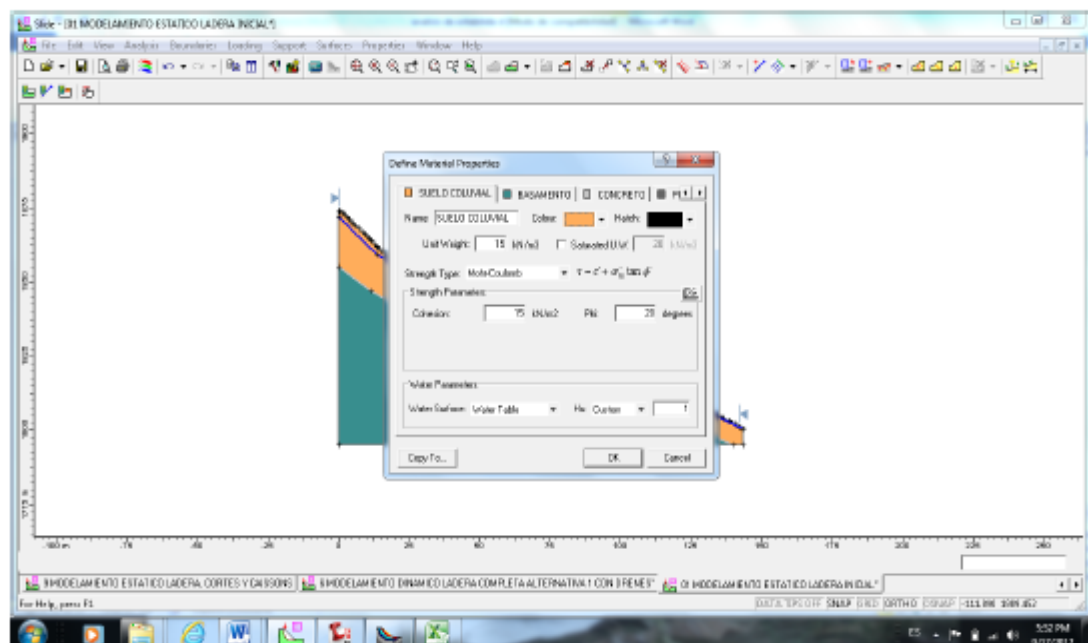
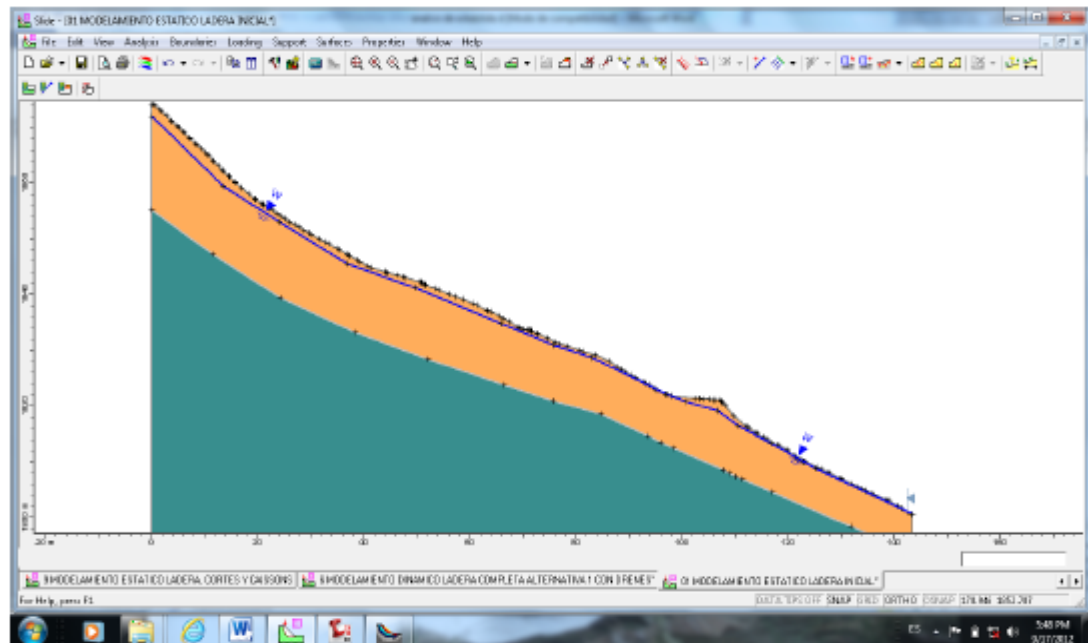
MODELAMIENTO

DEL TALUD CON

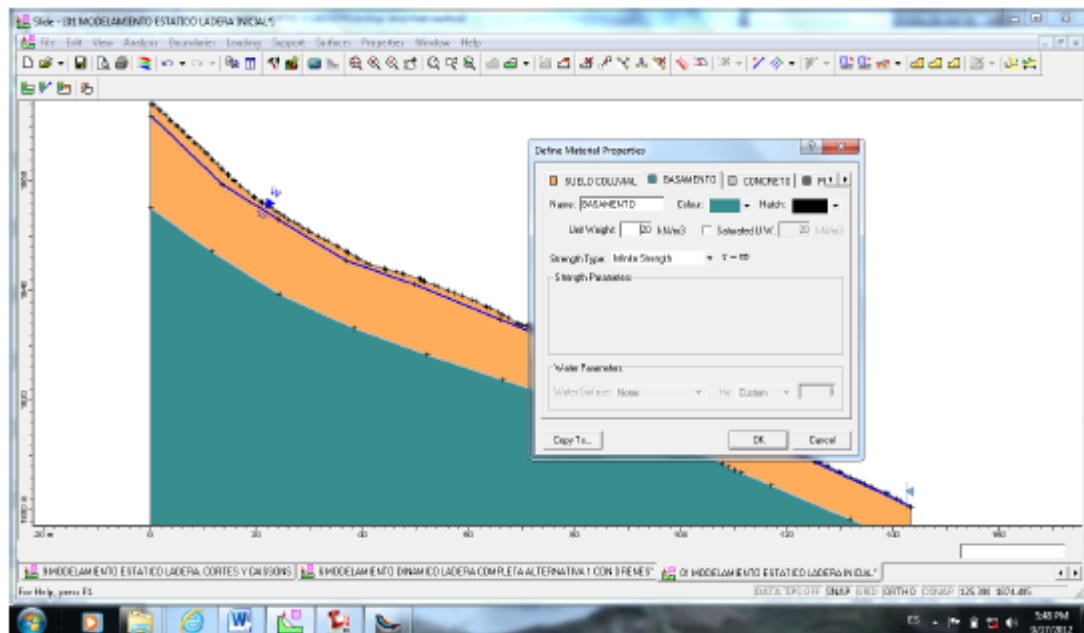
OBRAS

PROPUESTA

ANEXO F. MODELAMIENTO DEL TALUD CON DIFERENTES SITUACIONES

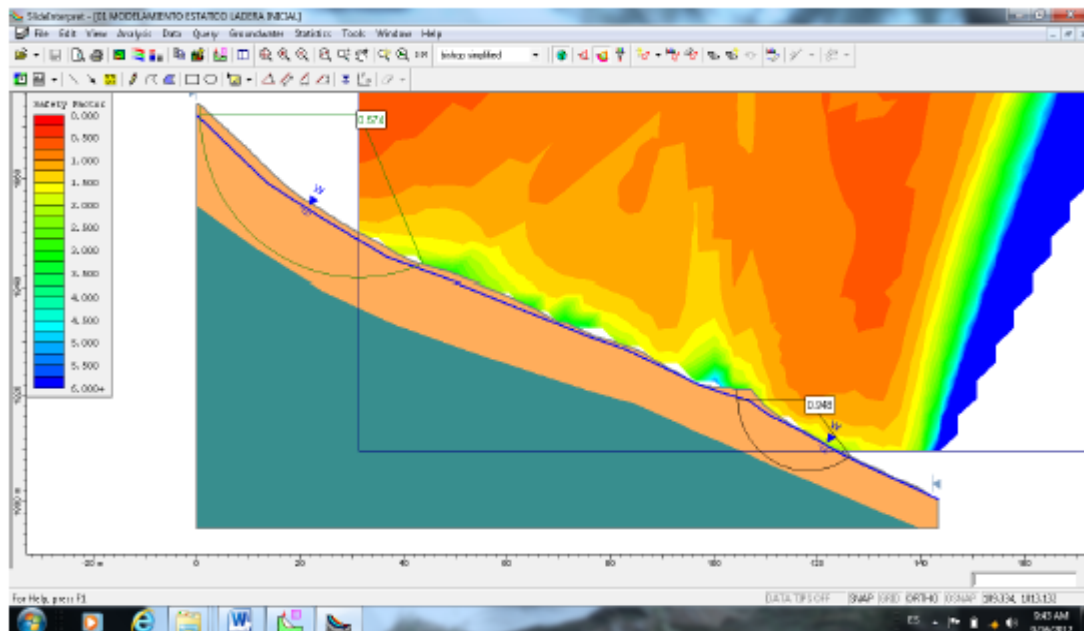


ANEXO F. MODELAMIENTO DEL TALUD CON DIFERENTES SITUACIONES



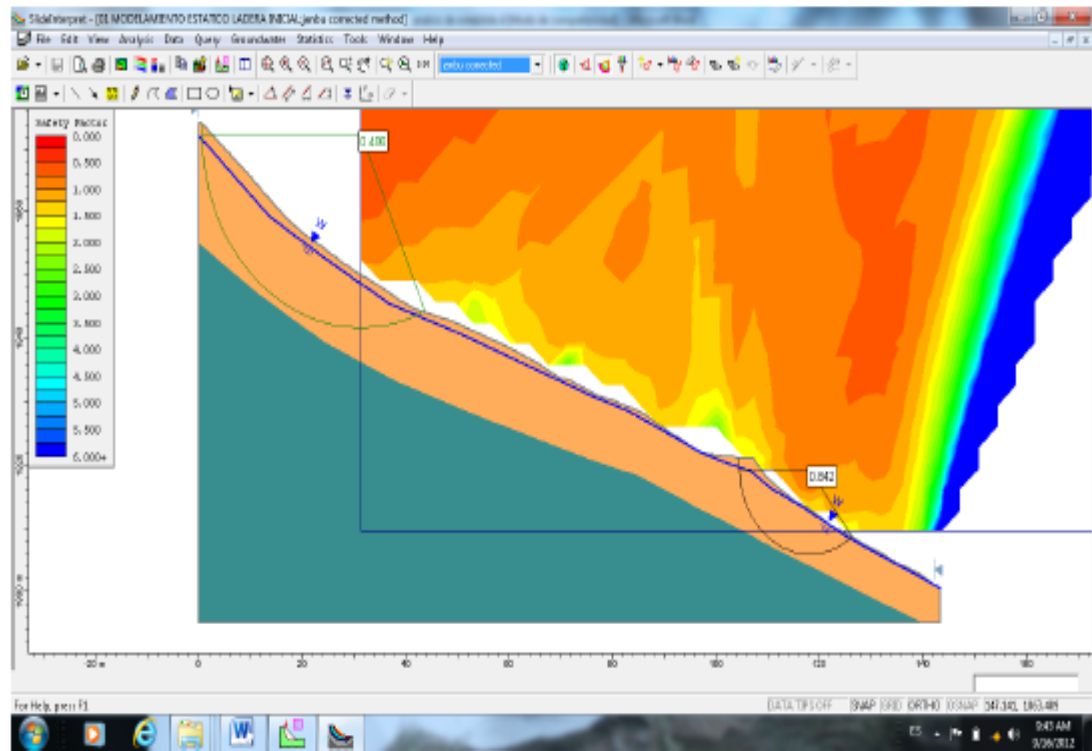
Modelo de estabilidad ladera inicial ANTES DE LA CONSTRUCCION DEL GAVION-SATURADO-ESTATICO

BISHOP

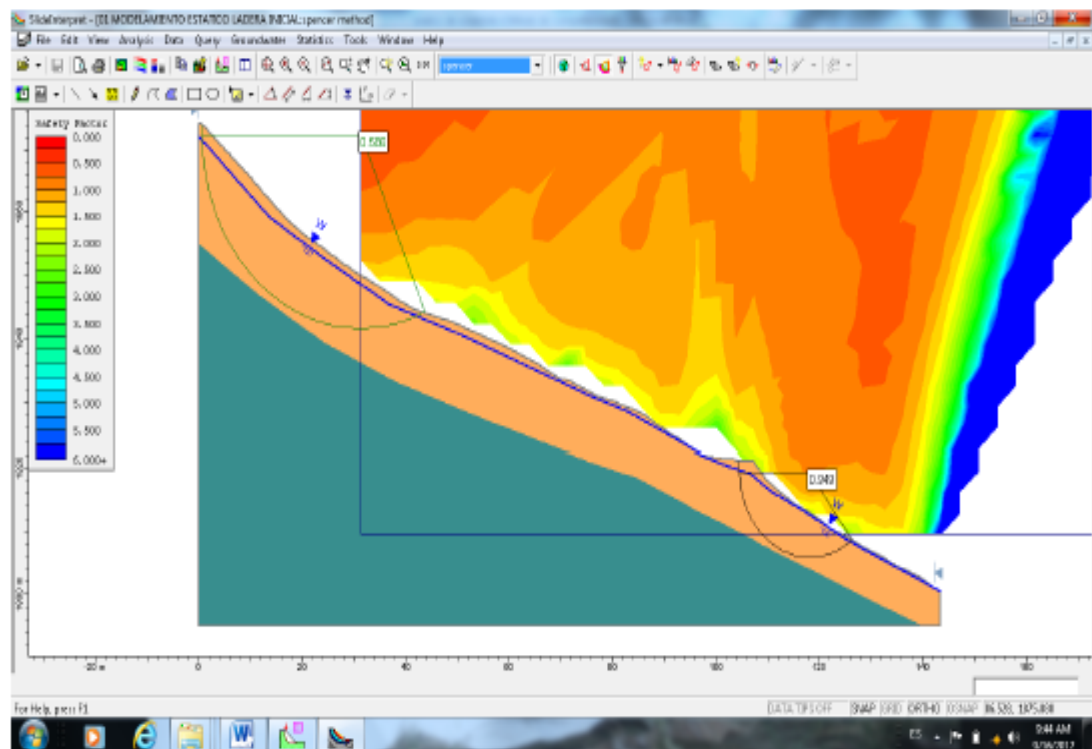


JAMBU

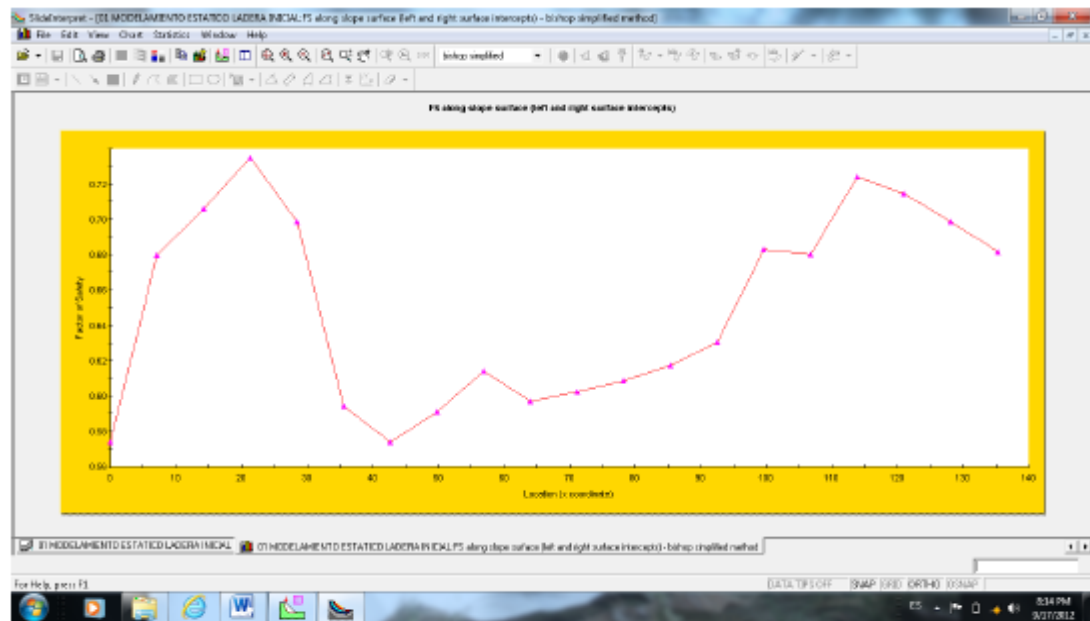
ANEXO F. MODELAMIENTO DEL TALUD CON DIFERENTES SITUACIONES



SPENCER

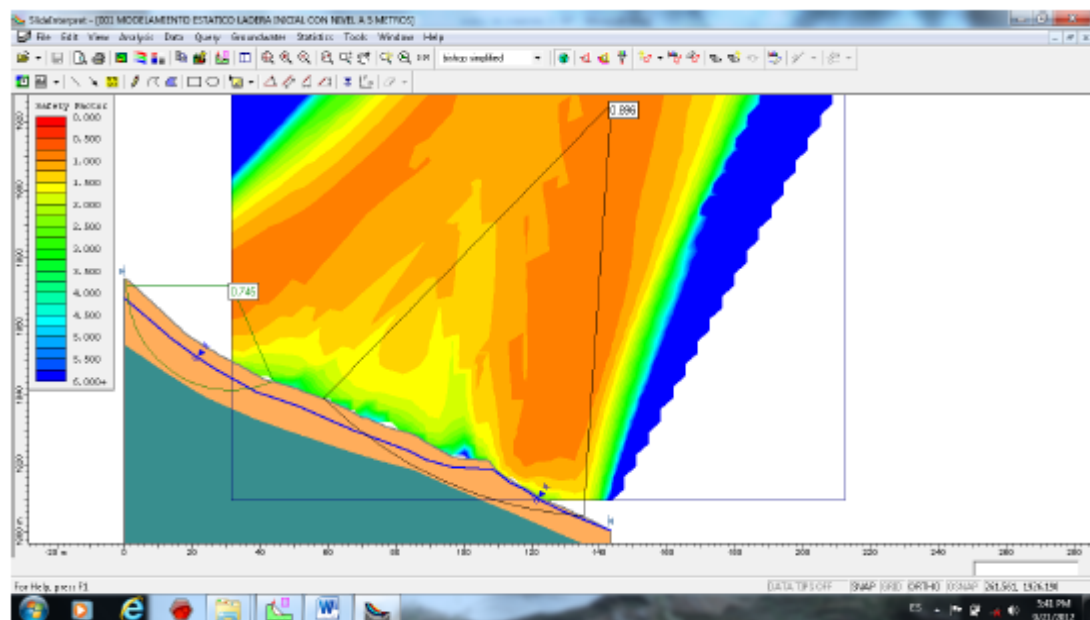


ANEXO F. MODELAMIENTO DEL TALUD CON DIFERENTES SITUACIONES

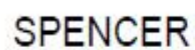


Modelo de estabilidad ladera inicial ESTATICO CON NIVEL A 5 METROS

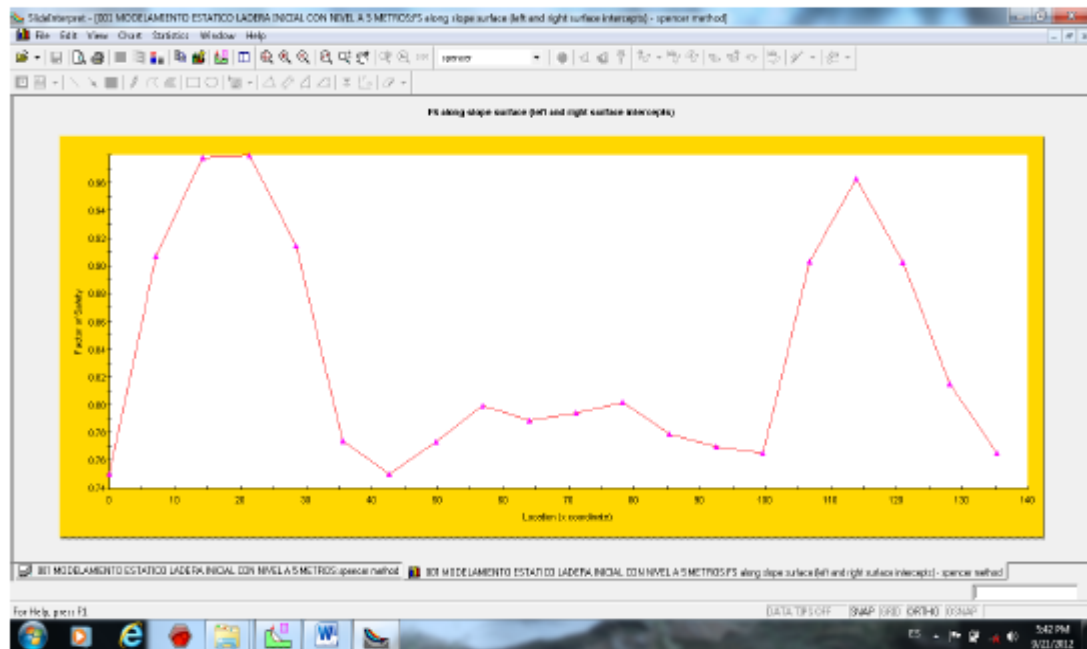
BISHOP



JAMBU

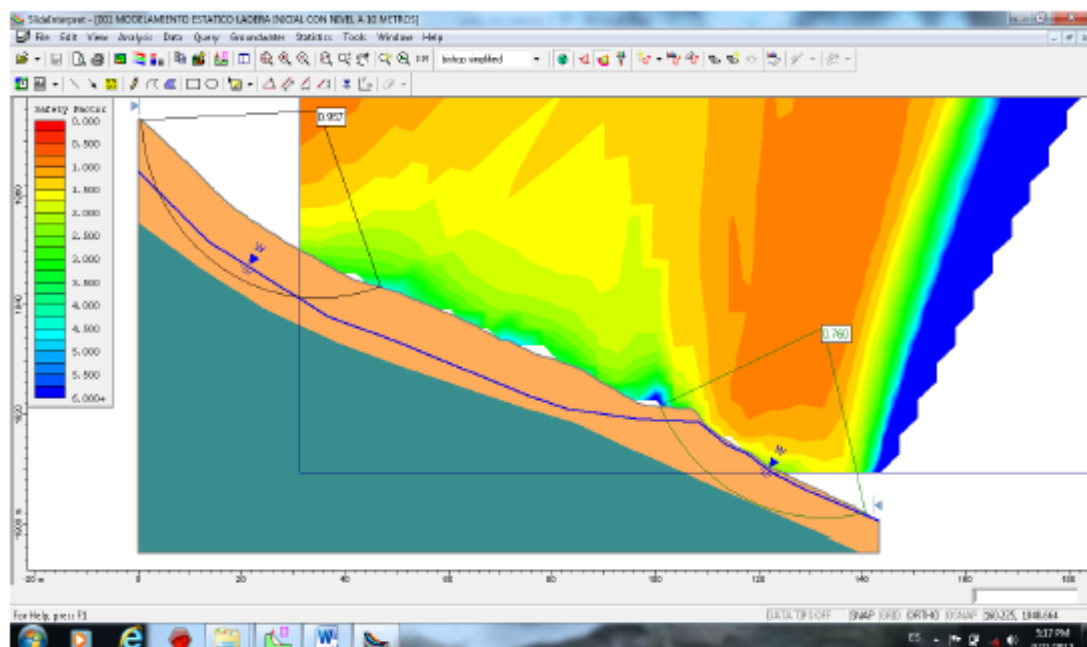


ANEXO F. MODELAMIENTO DEL TALUD CON DIFERENTES SITUACIONES



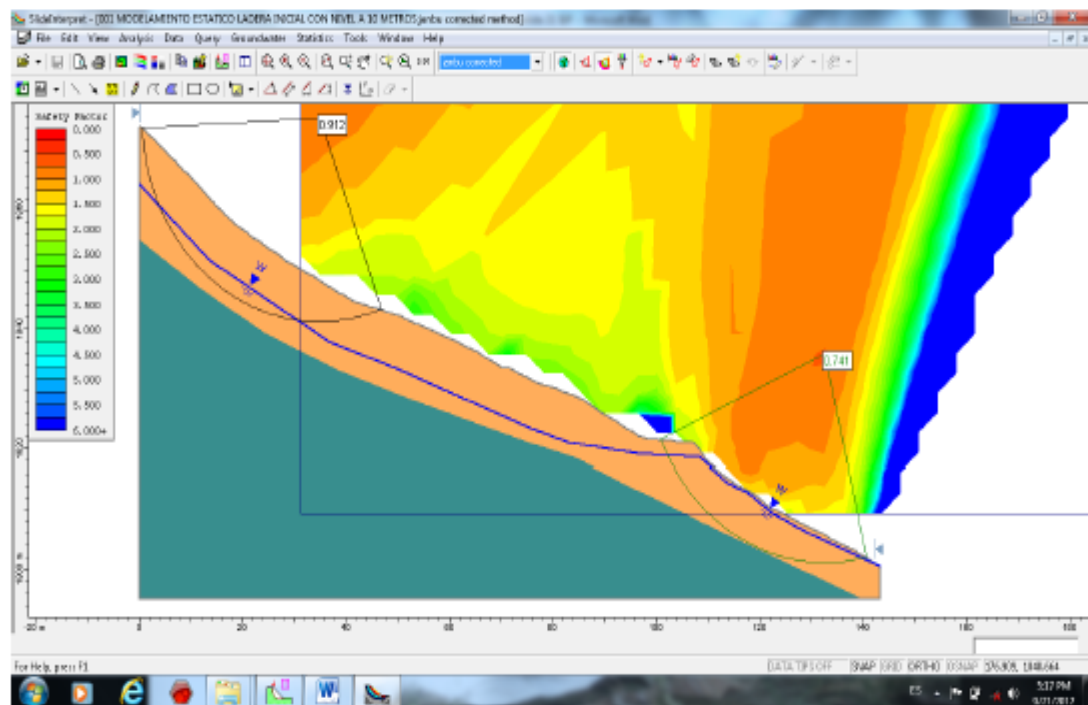
Modelo de estabilidad ladera inicial ESTATICO CON NIVEL A 10 METROS

BISHOP

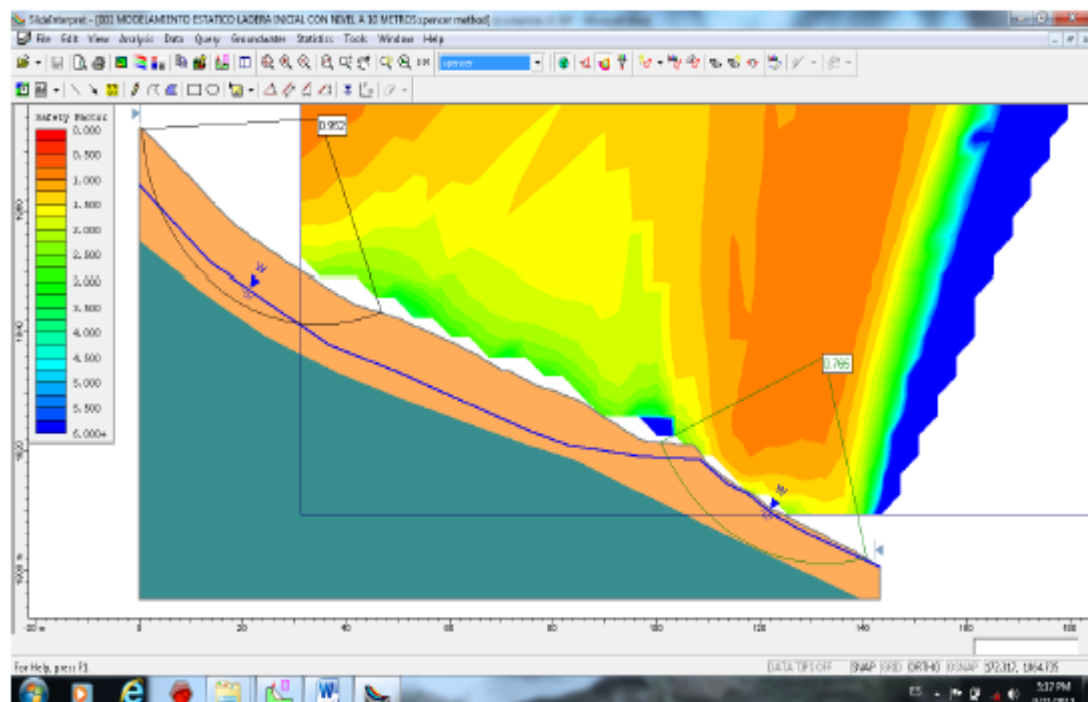


ANEXO F. MODELAMIENTO DEL TALUD CON DIFERENTES SITUACIONES

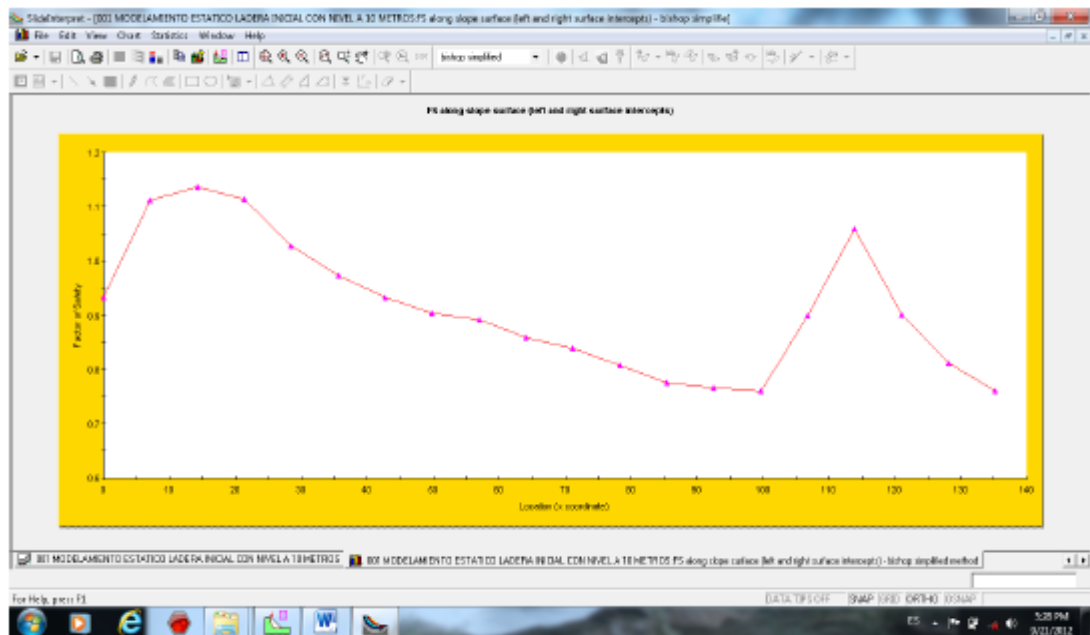
JAMBU



SPENCER

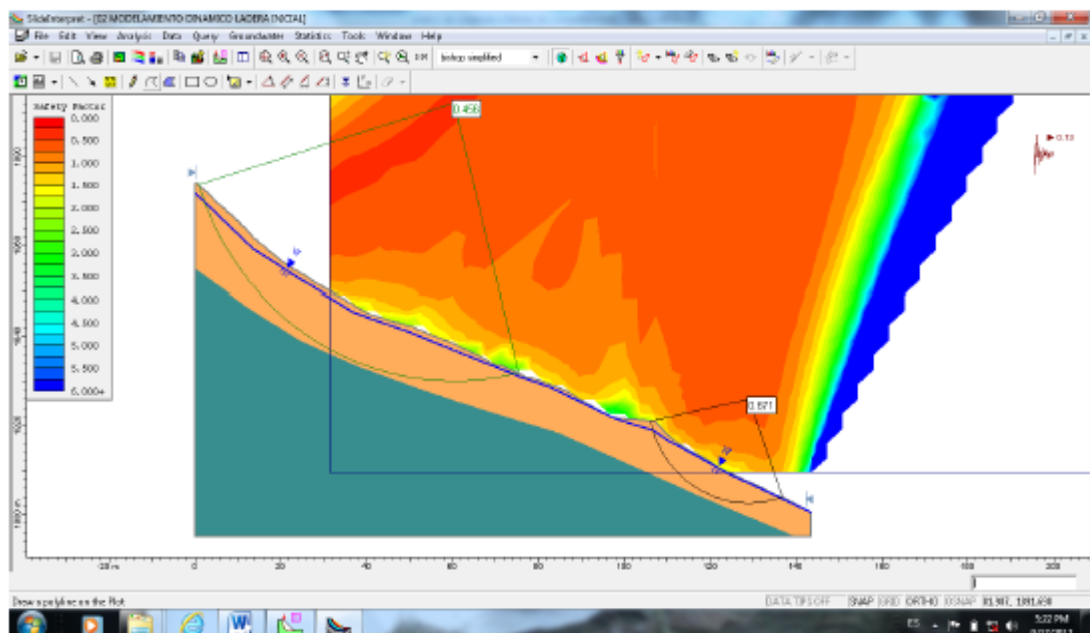


ANEXO F. MODELAMIENTO DEL TALUD CON DIFERENTES SITUACIONES



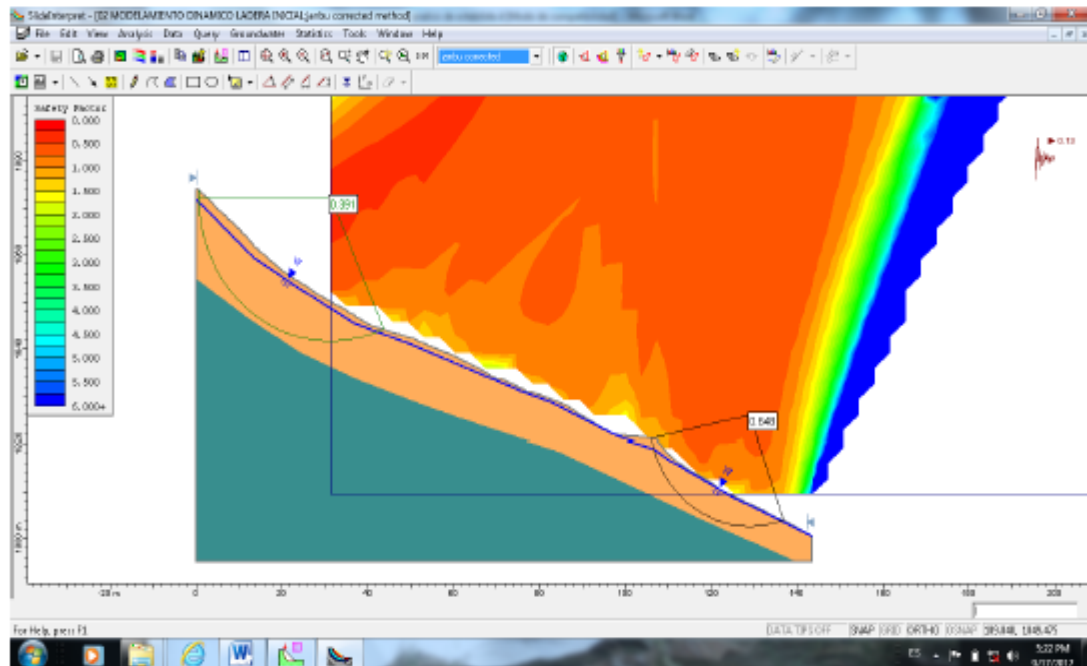
Modelo de estabilidad ladera inicial ANTES DE LA CONSTRUCCION DEL GAVION - SATURADO - SEUDOESTATICO.

BISHOP

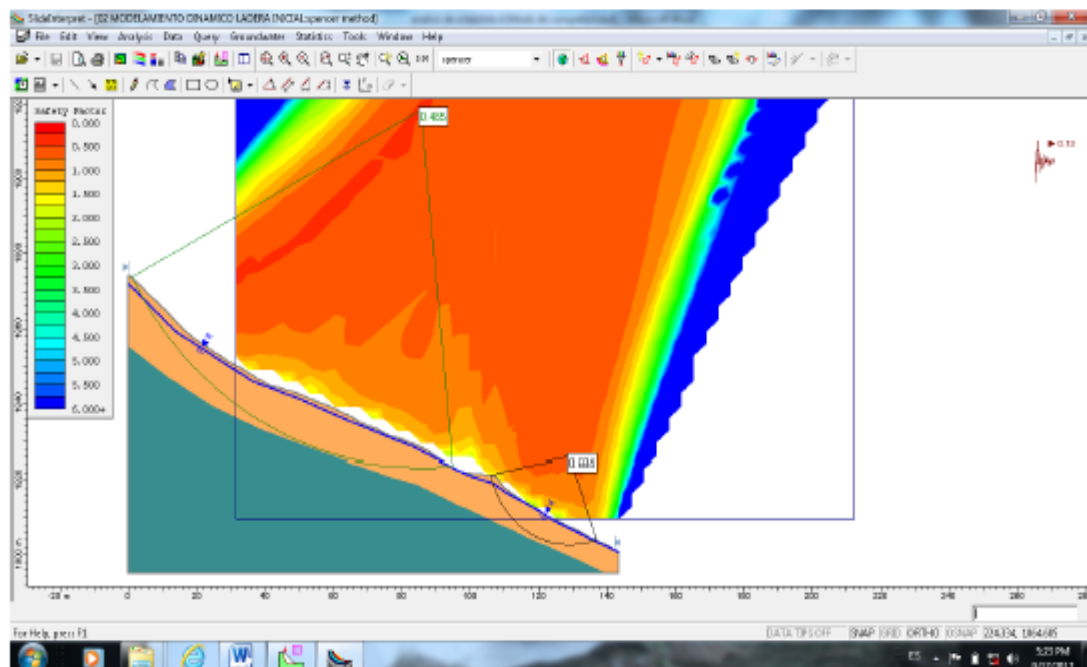


ANEXO F. MODELAMIENTO DEL TALUD CON DIFERENTES SITUACIONES

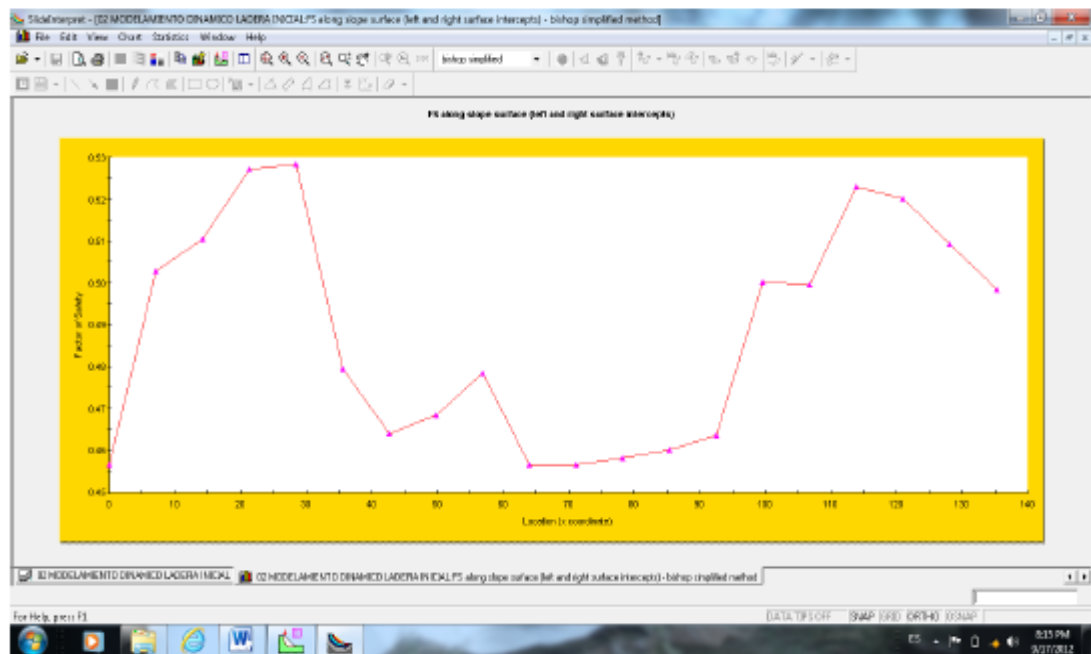
JAMBU



SPENCER

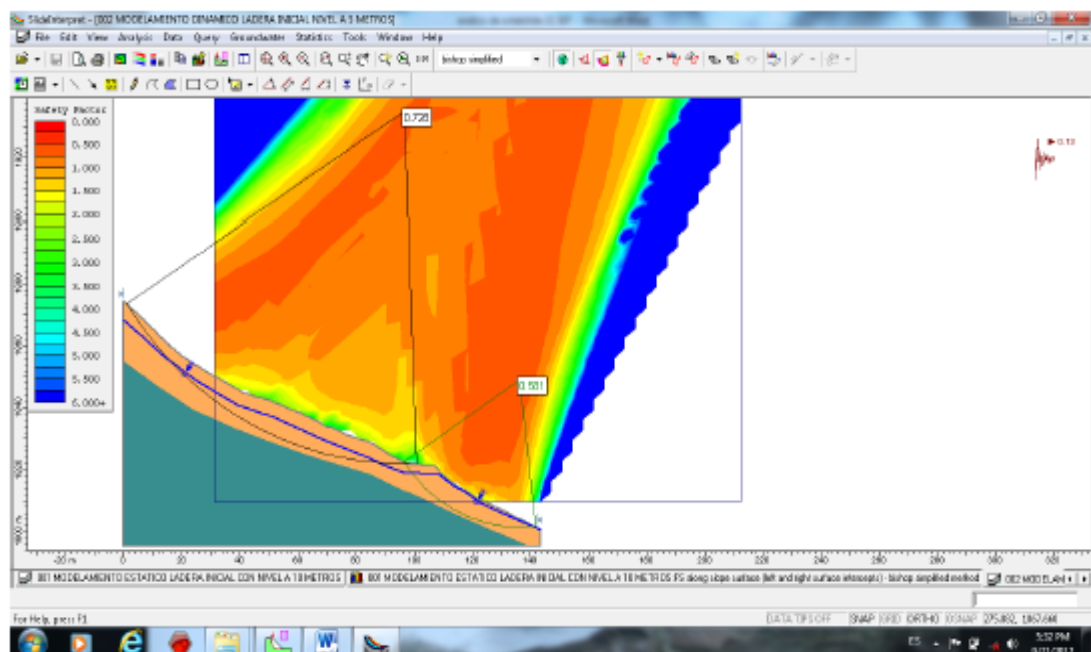


ANEXO F. MODELAMIENTO DEL TALUD CON DIFERENTES SITUACIONES

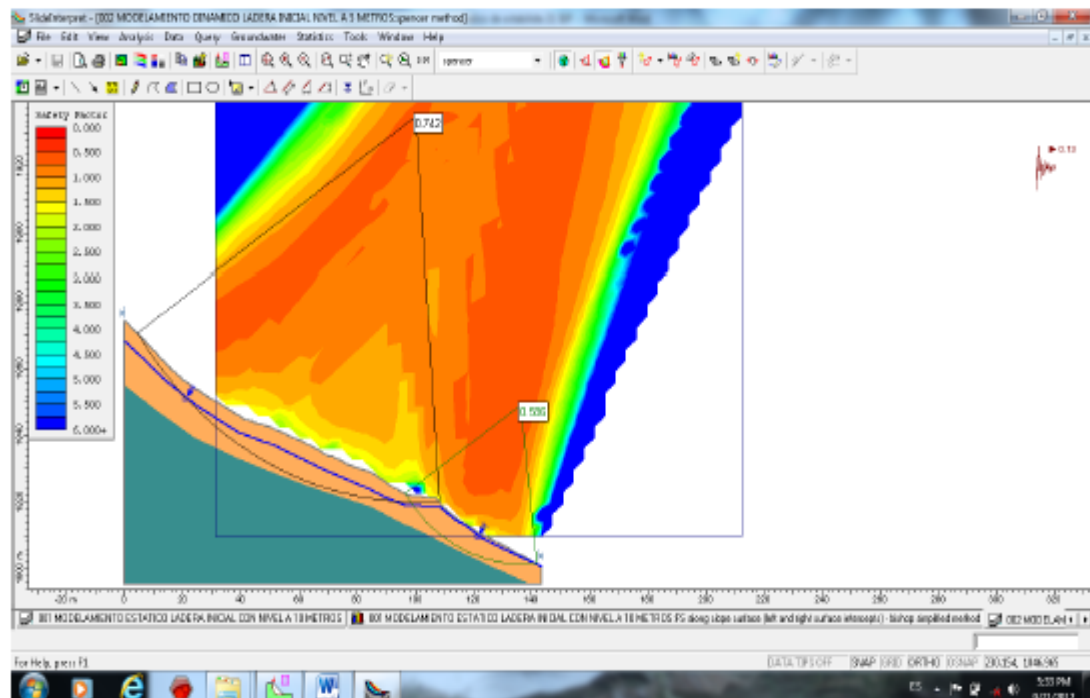
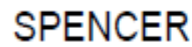


Modelo de estabilidad ladera inicial PSEUDO ESTATICO CON NIVEL A 5 METROS

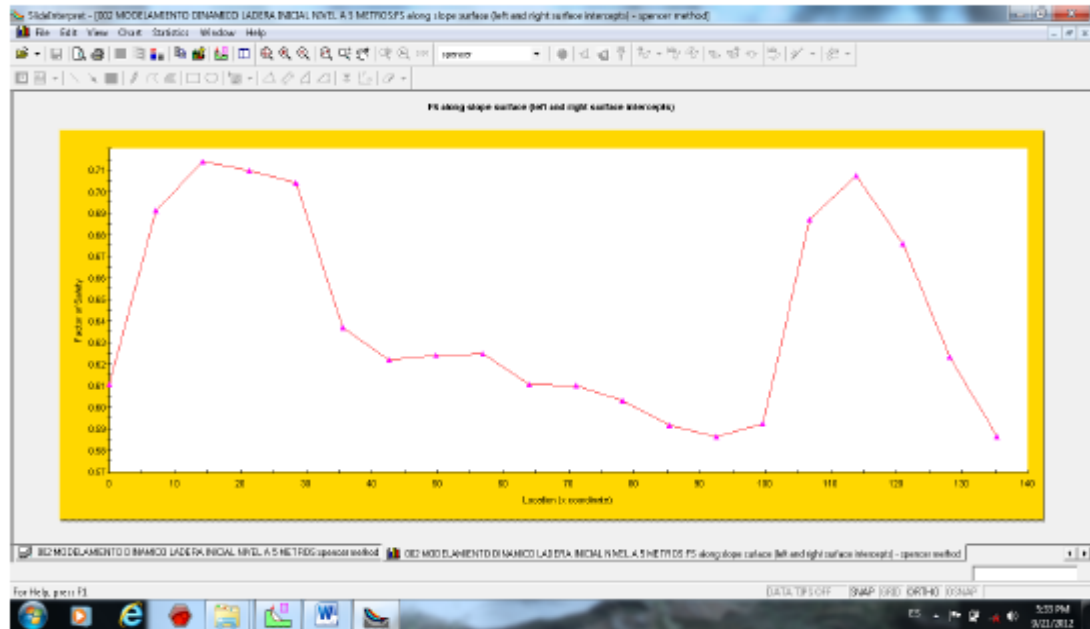
BISHOP



JAMBU

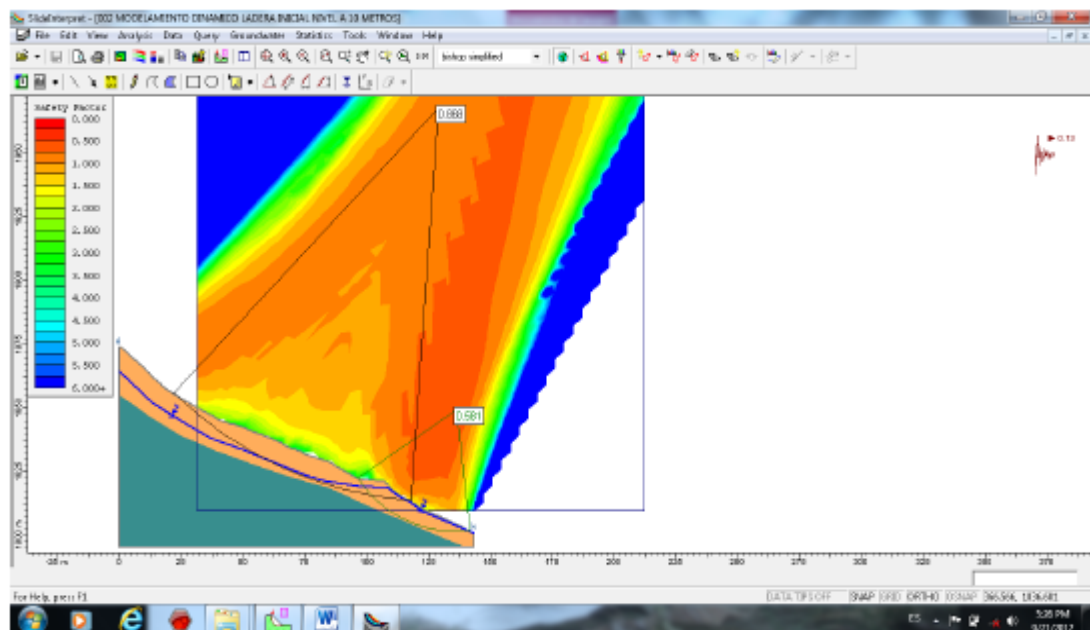


ANEXO F. MODELAMIENTO DEL TALUD CON DIFERENTES SITUACIONES



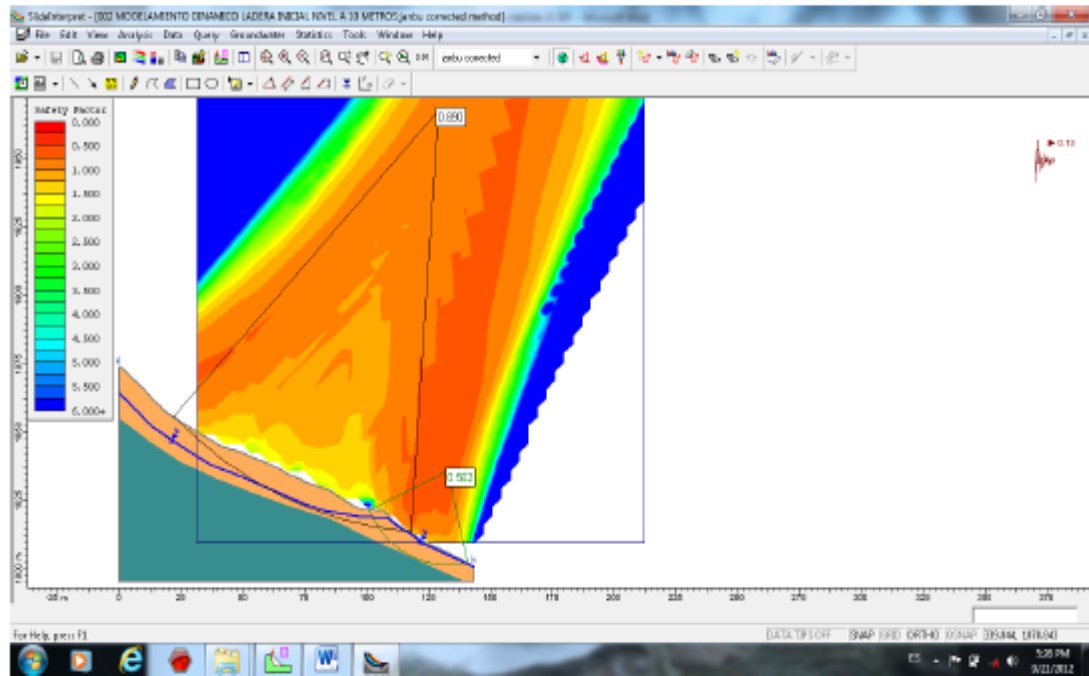
Modelo de estabilidad ladera inicial SEUDO ESTATICO CON NIVEL A 10 M

BISHOP

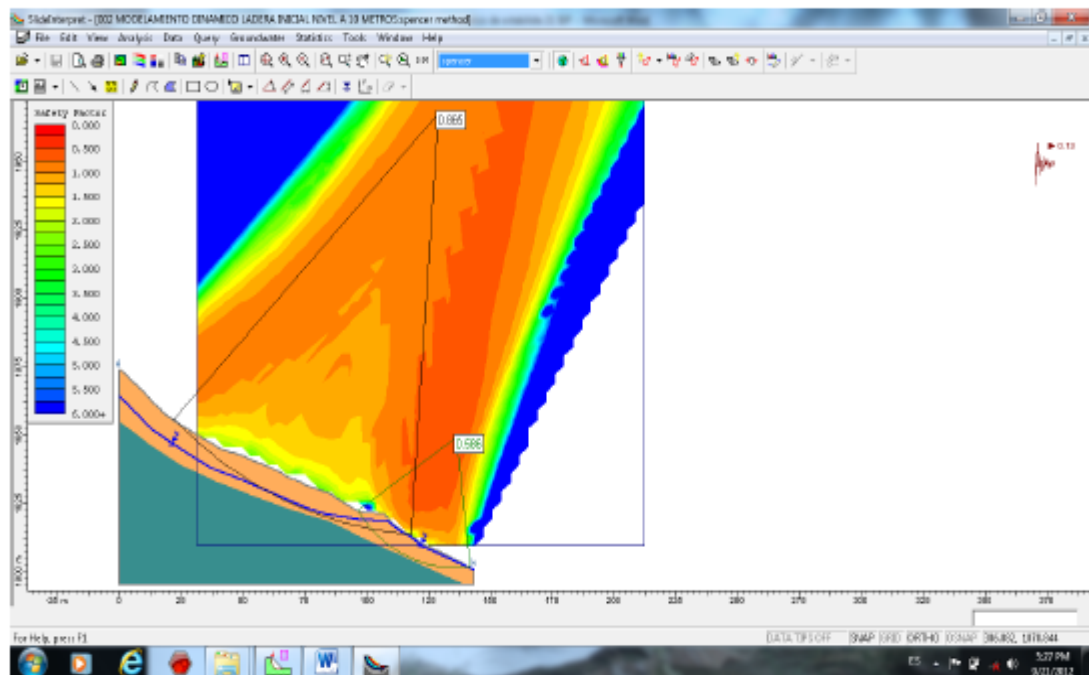


ANEXO F. MODELAMIENTO DEL TALUD CON DIFERENTES SITUACIONES

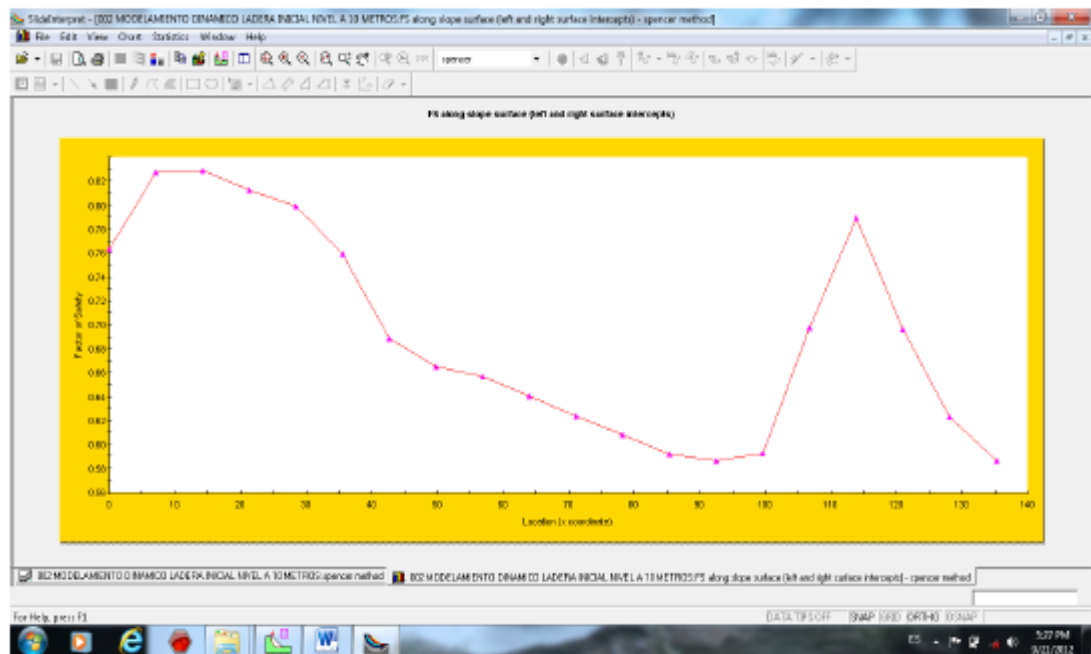
JAMBU



SPENCER

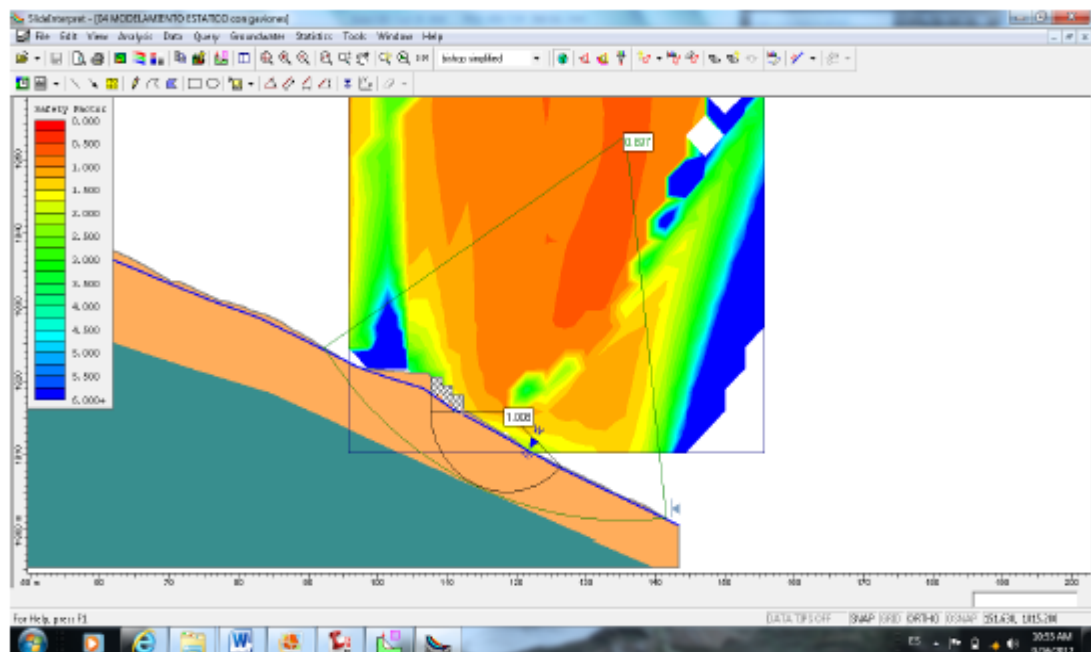


ANEXO F. MODELAMIENTO DEL TALUD CON DIFERENTES SITUACIONES



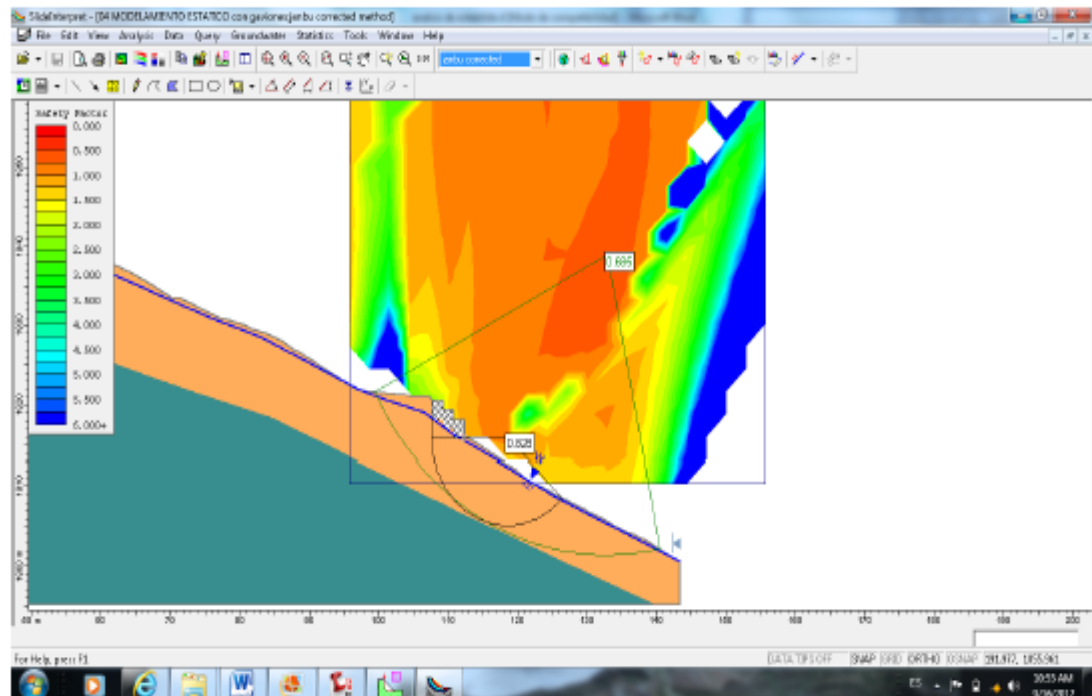
MODELO DE ESTABILIDAD DESPUES DE LA CONSTRUCCION DEL GAVION-SATURADO- ESTATICO

BISHOP

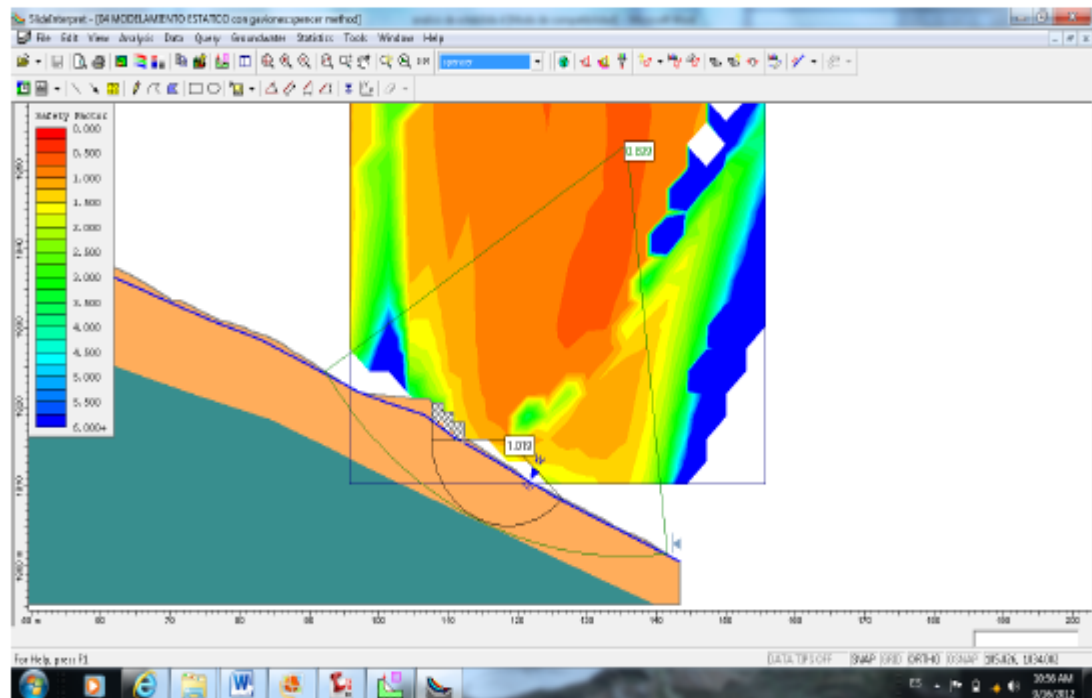


ANEXO F. MODELAMIENTO DEL TALUD CON DIFERENTES SITUACIONES

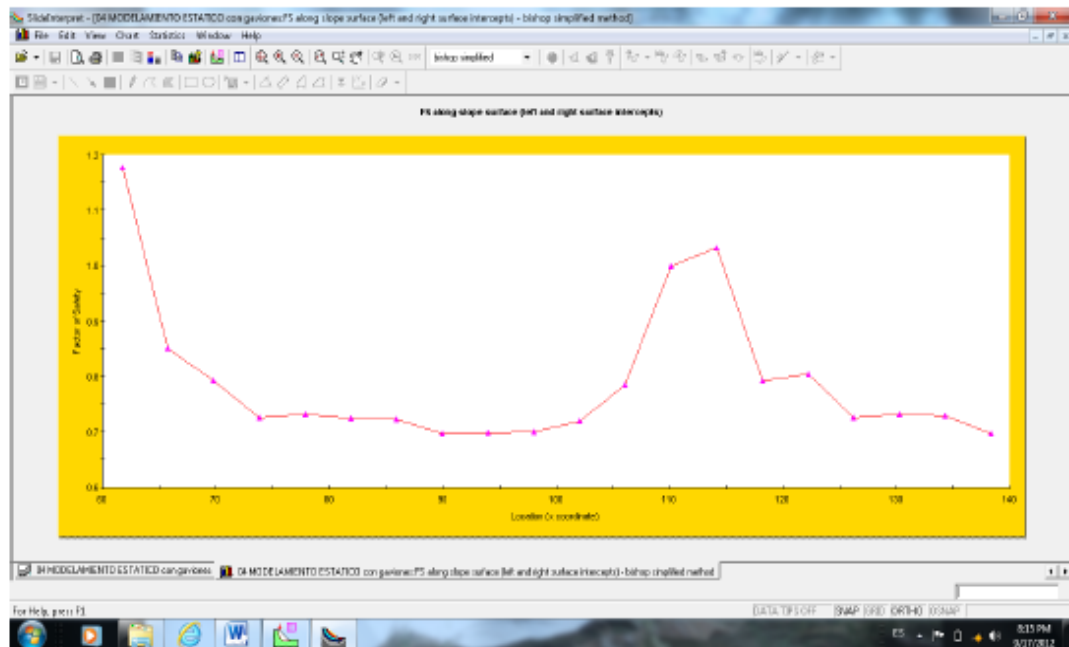
JAMBU



SPENCER

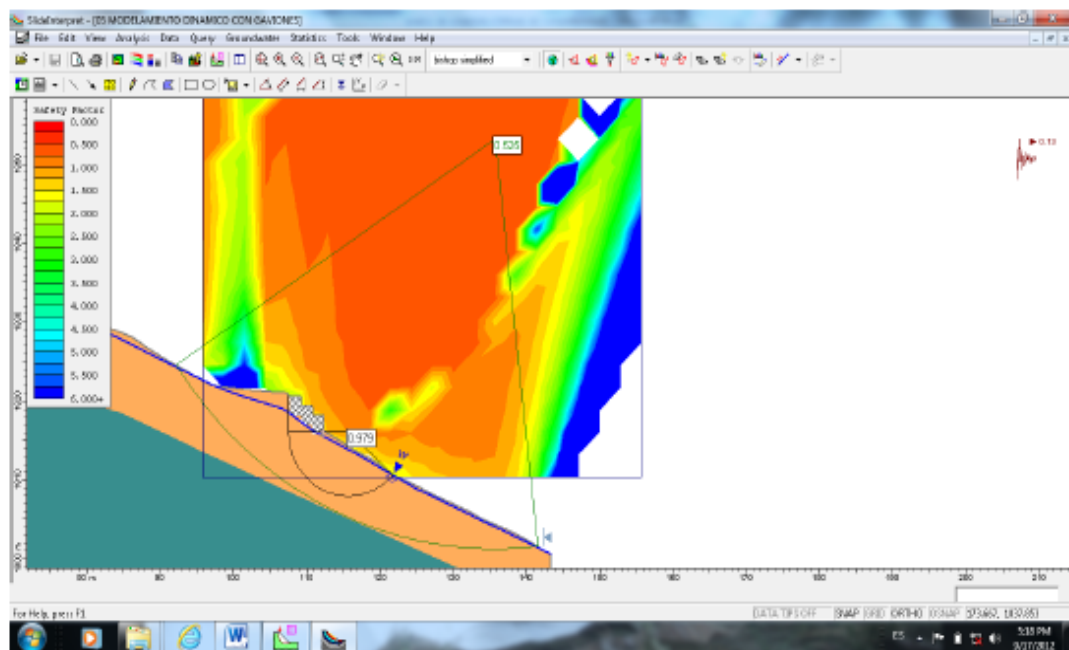


ANEXO F. MODELAMIENTO DEL TALUD CON DIFERENTES SITUACIONES



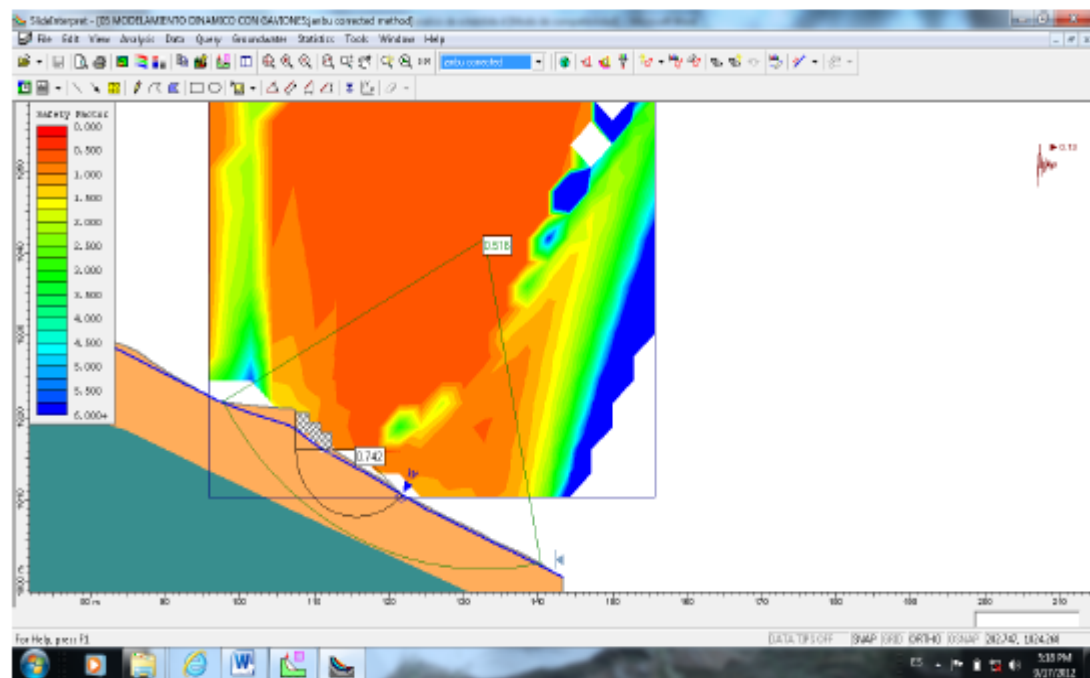
MODELO DE ESTABILIDAD DESPUES DE LA CONSTRUCCION DEL GAVION -SATURADO- SEUDO ESTATICO

BISHOP

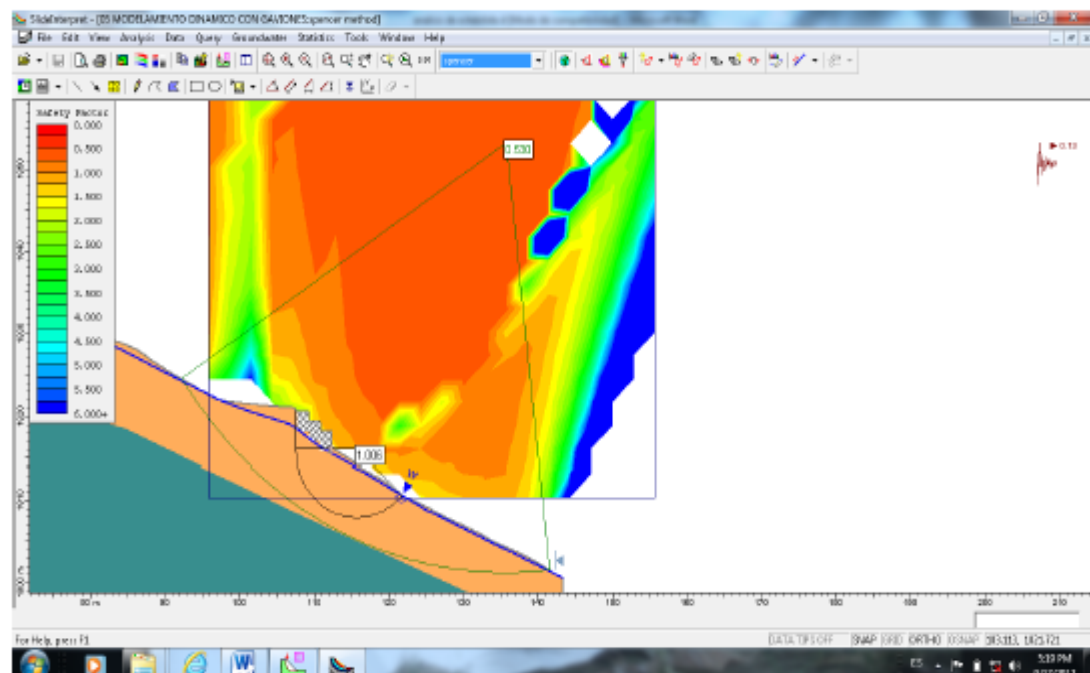


JAMBU

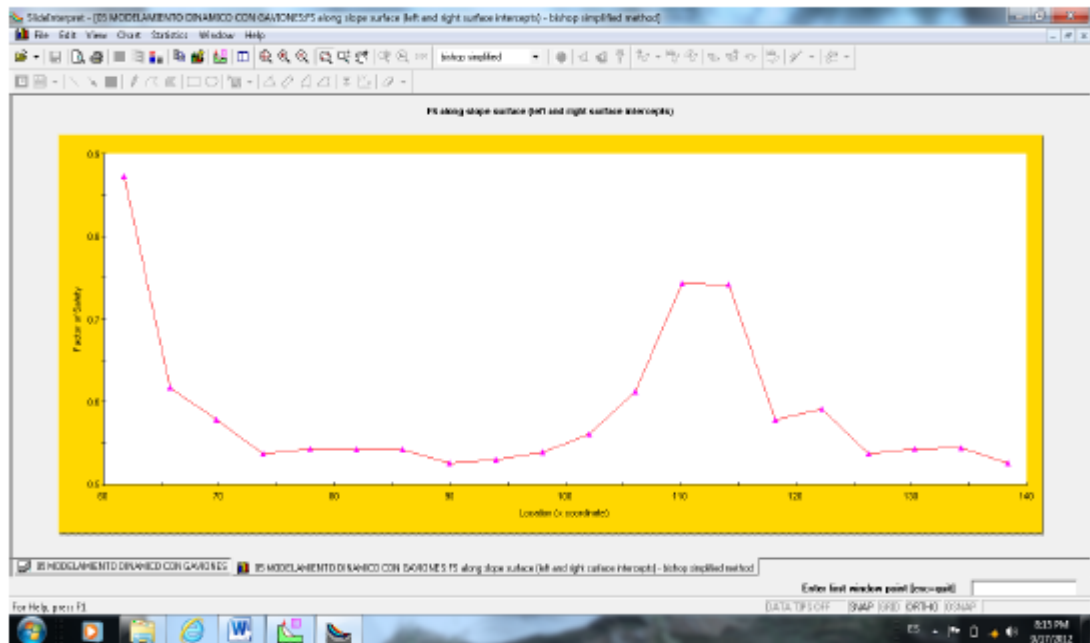
ANEXO F. MODELAMIENTO DEL TALUD CON DIFERENTES SITUACIONES



SPENCER



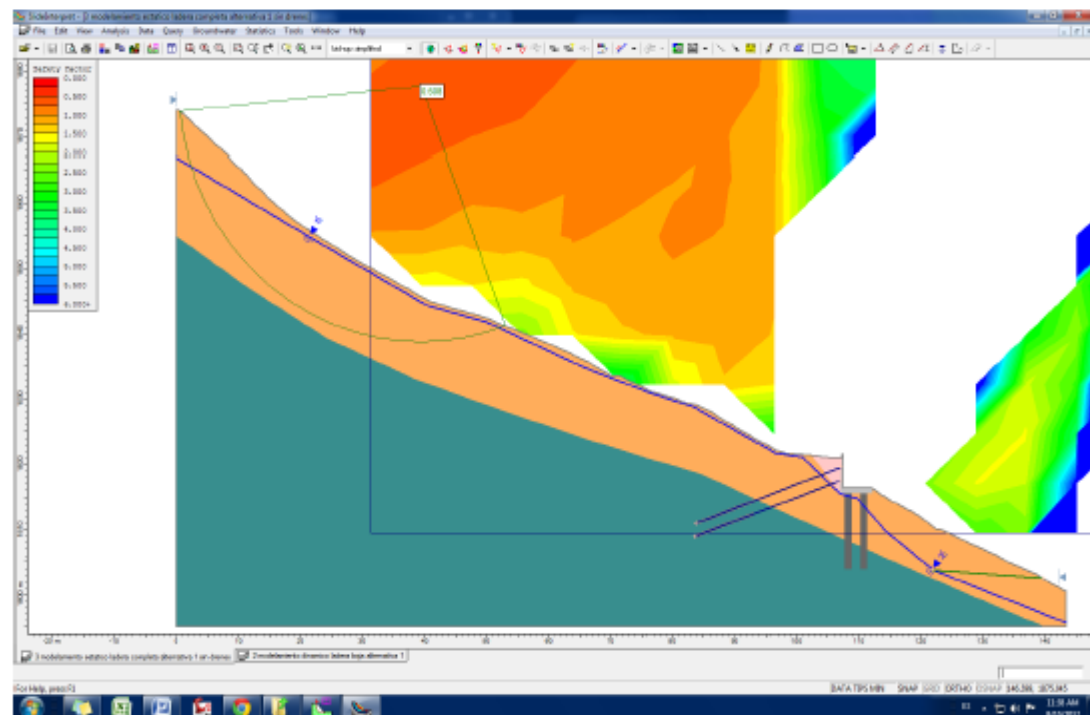
ANEXO F. MODELAMIENTO DEL TALUD CON DIFERENTES SITUACIONES



MODELAMIENTO CON OBRAS PROPUESTAS.

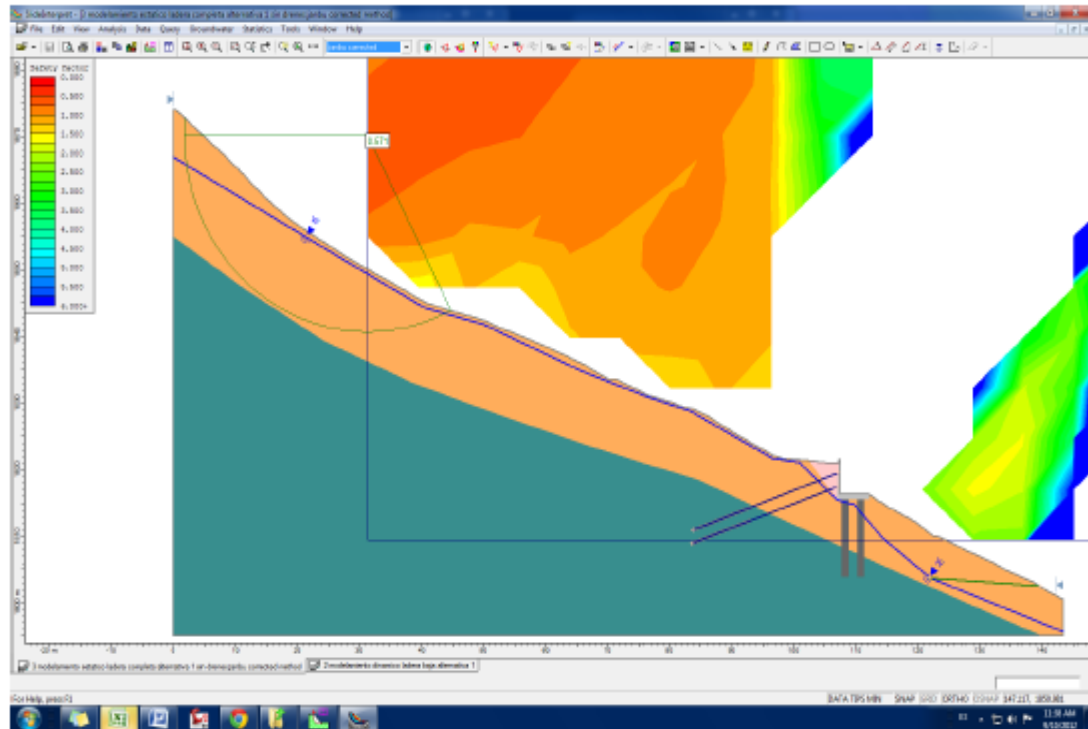
MODELAMIENTO LADERA COMPLETA, SIN DRENES, MURO SOBRE CAISONS- ESTÁTICO

BISHOP

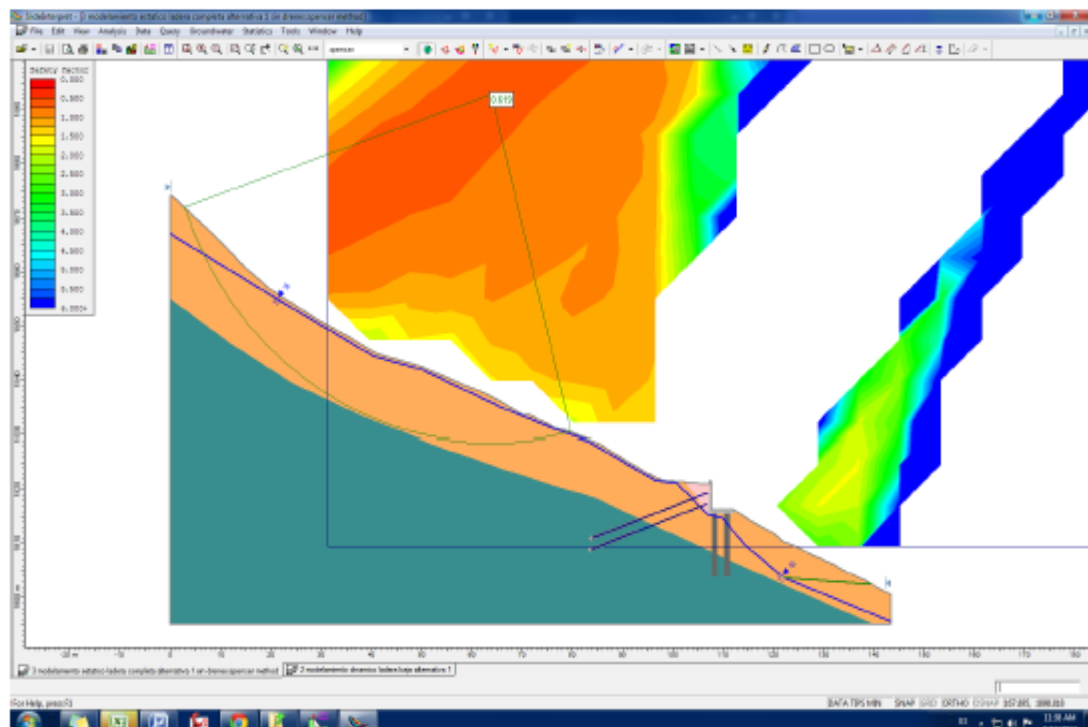


ANEXO F. MODELAMIENTO DEL TALUD CON DIFERENTES SITUACIONES

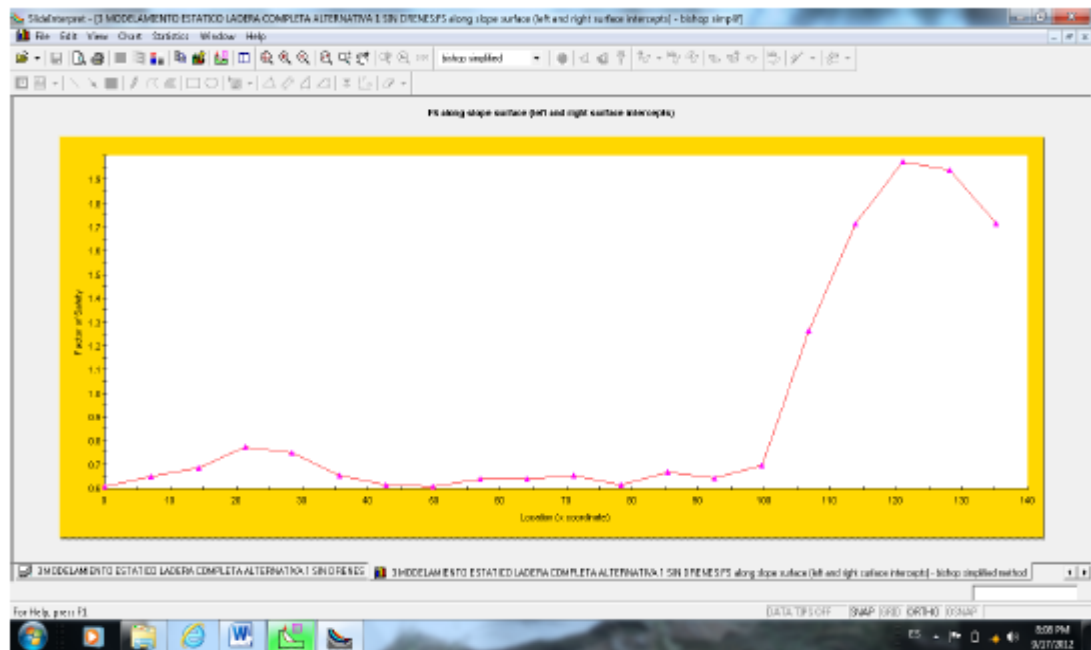
JANBU



SPENCER

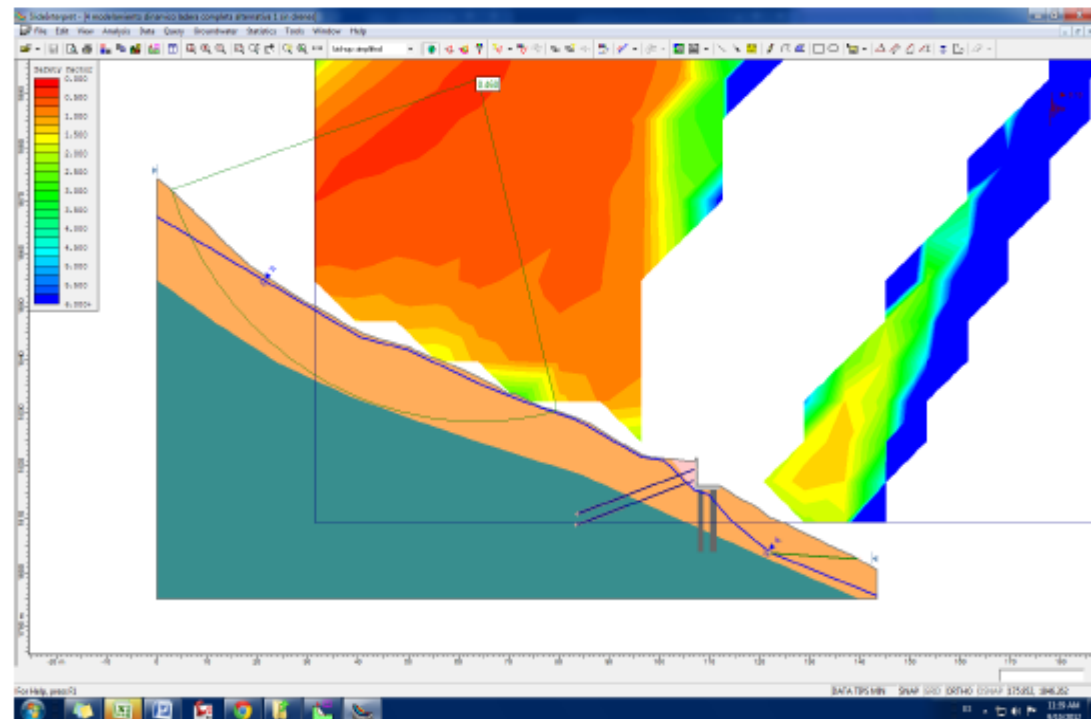


ANEXO F. MODELAMIENTO DEL TALUD CON DIFERENTES SITUACIONES



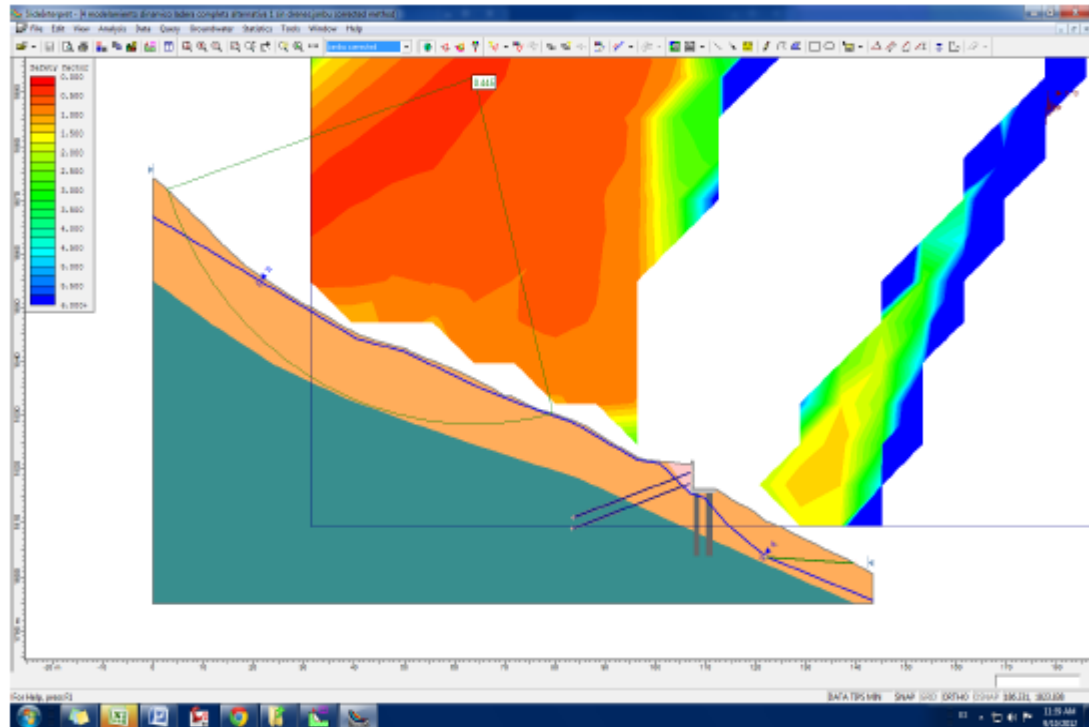
MODELAMIENTO LADERA COMPLETA, SIN DRE3NES, MURO SOBRE CAISSONS - PSEUDO ESTATICO

BISHOP

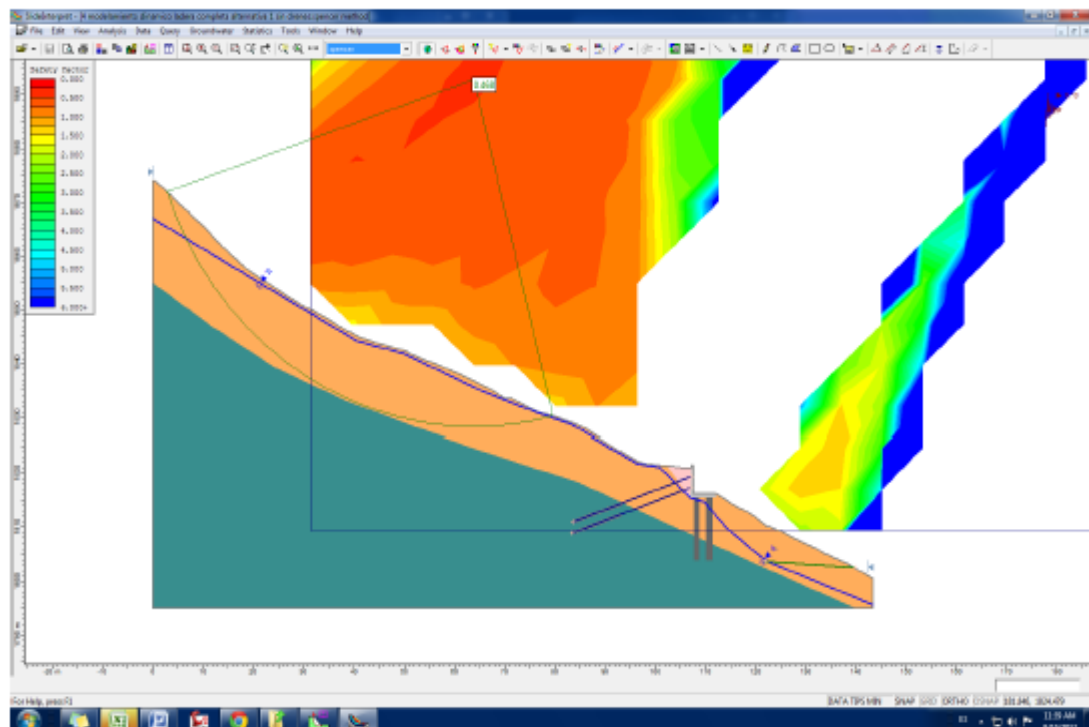


ANEXO F. MODELAMIENTO DEL TALUD CON DIFERENTES SITUACIONES

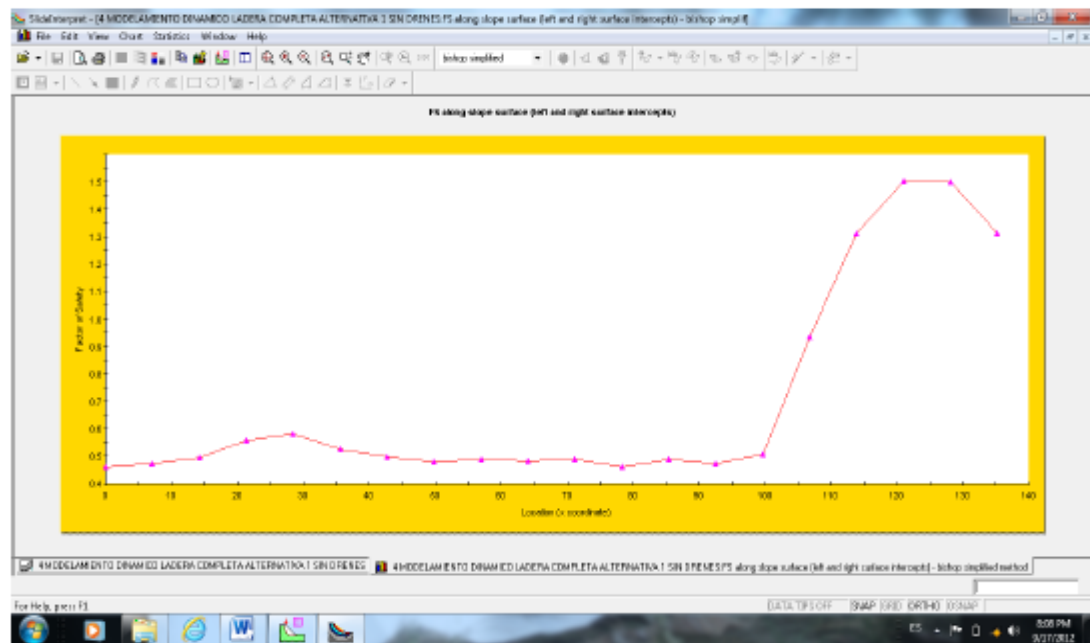
JANBU



SPENCER

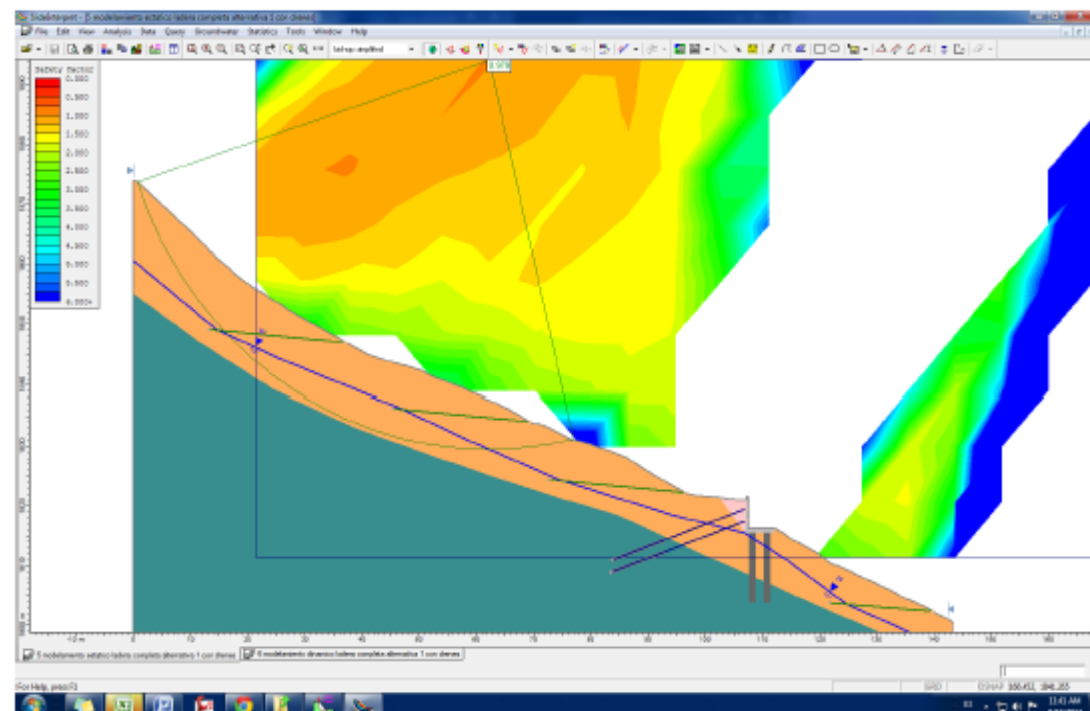


ANEXO F. MODELAMIENTO DEL TALUD CON DIFERENTES SITUACIONES



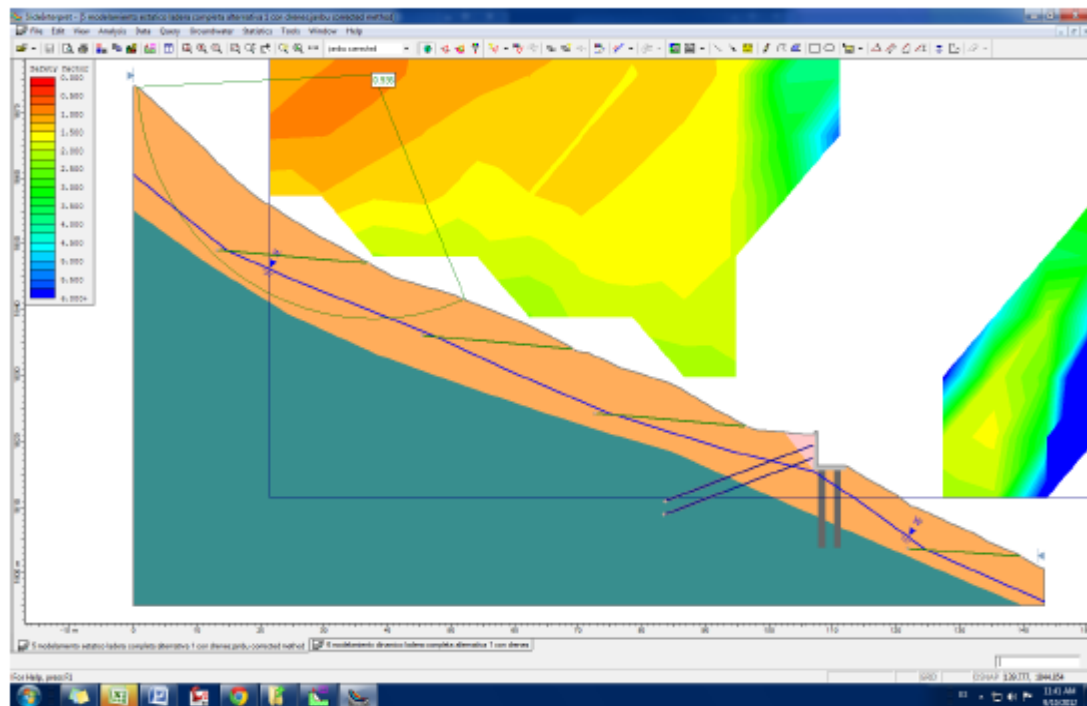
MODELAMIENTO LADERA COMPLETA CON DRENES, MURO SOBRE CAISSONS - ESTÁTICO

BISHOP

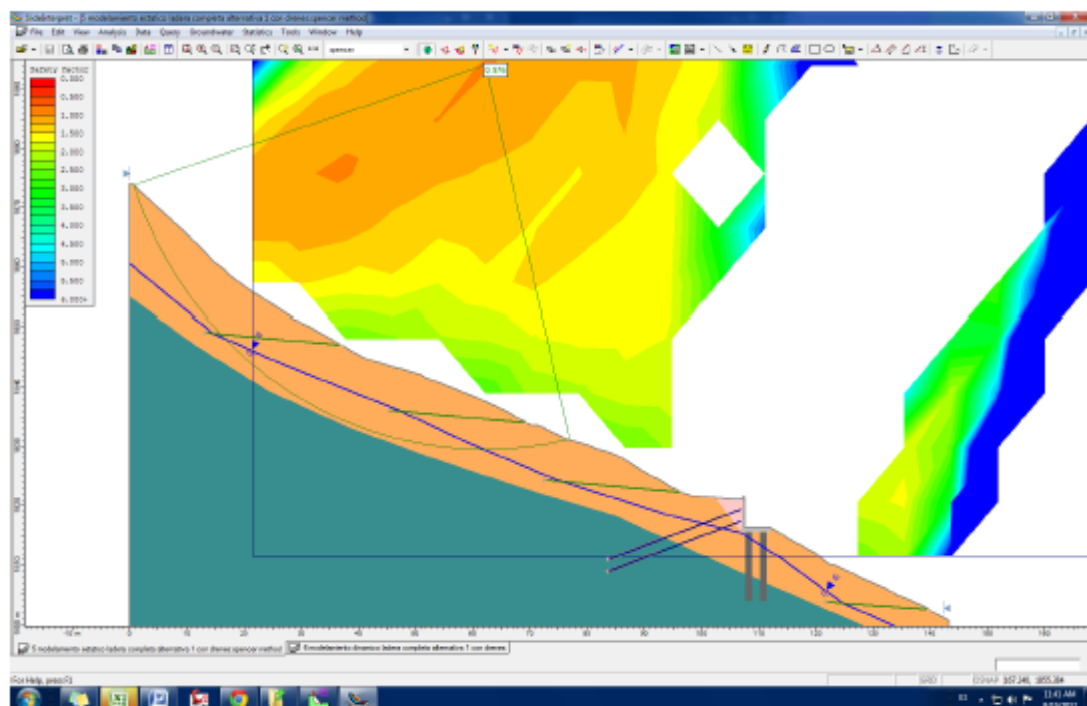


ANEXO F. MODELAMIENTO DEL TALUD CON DIFERENTES SITUACIONES

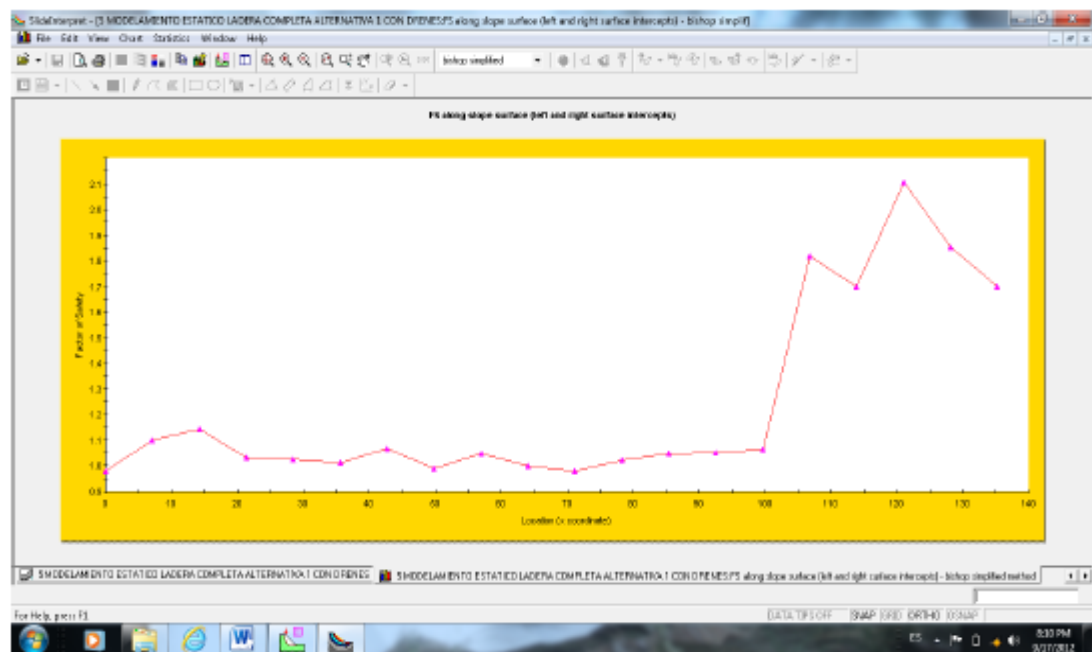
JANBU



SPENCER

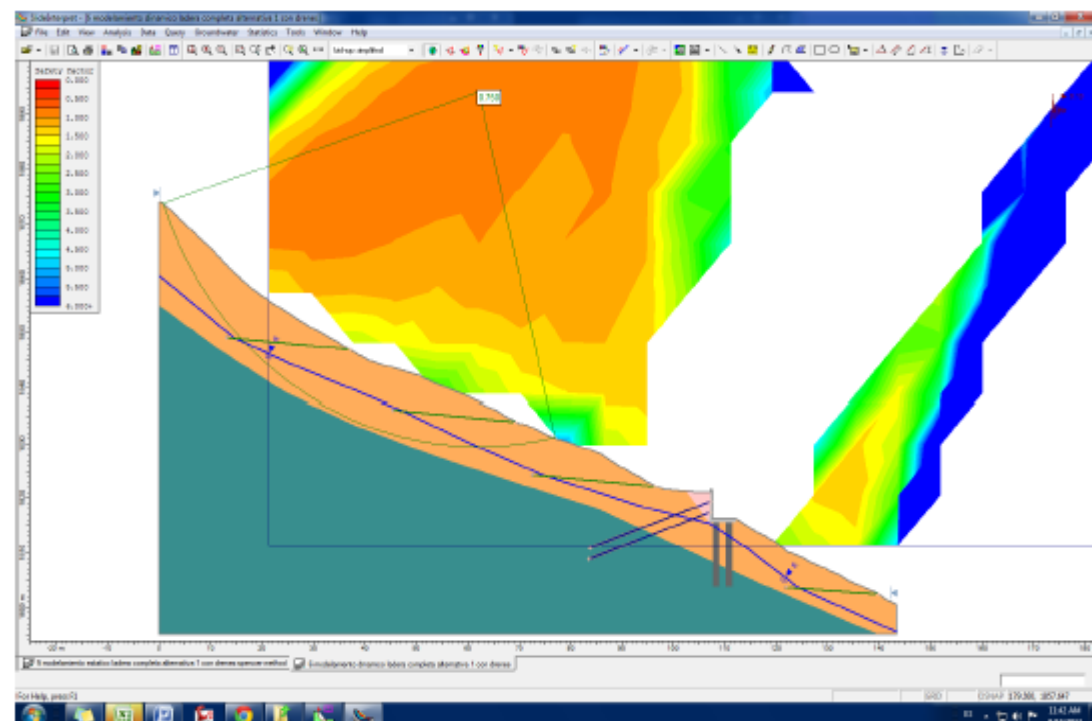


ANEXO F. MODELAMIENTO DEL TALUD CON DIFERENTES SITUACIONES



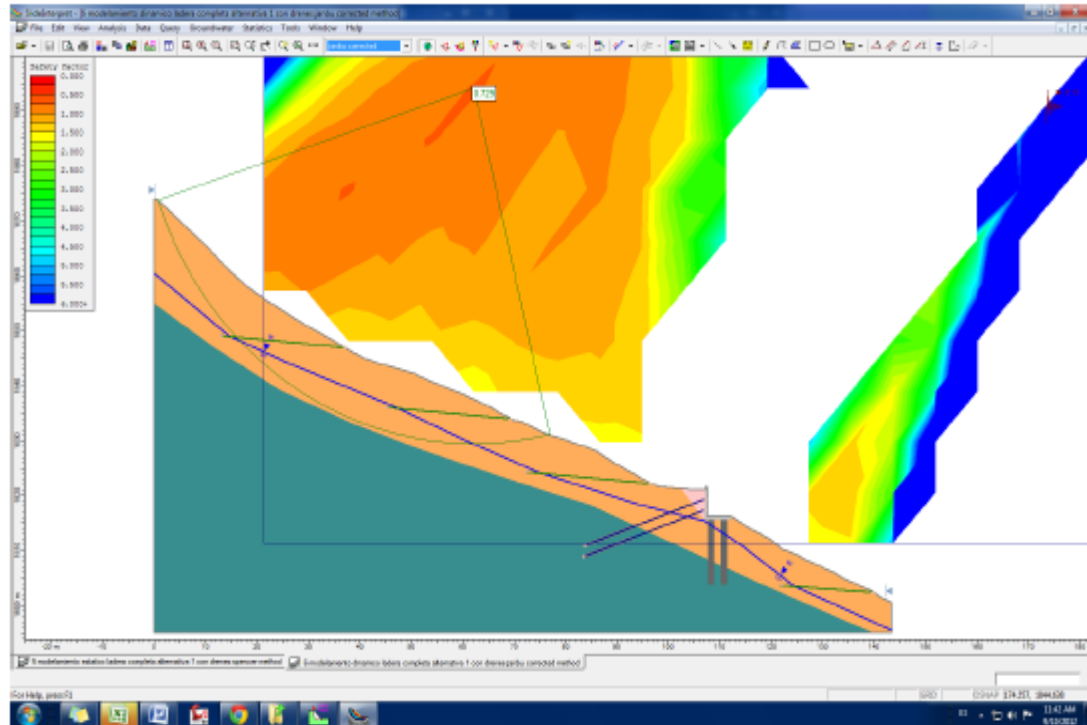
MODELAMIENTO LADERA COMPLETA CON DRENES, MURO SOBRE CAISSONS - PSEUDO ESTATICOS

BISHOP

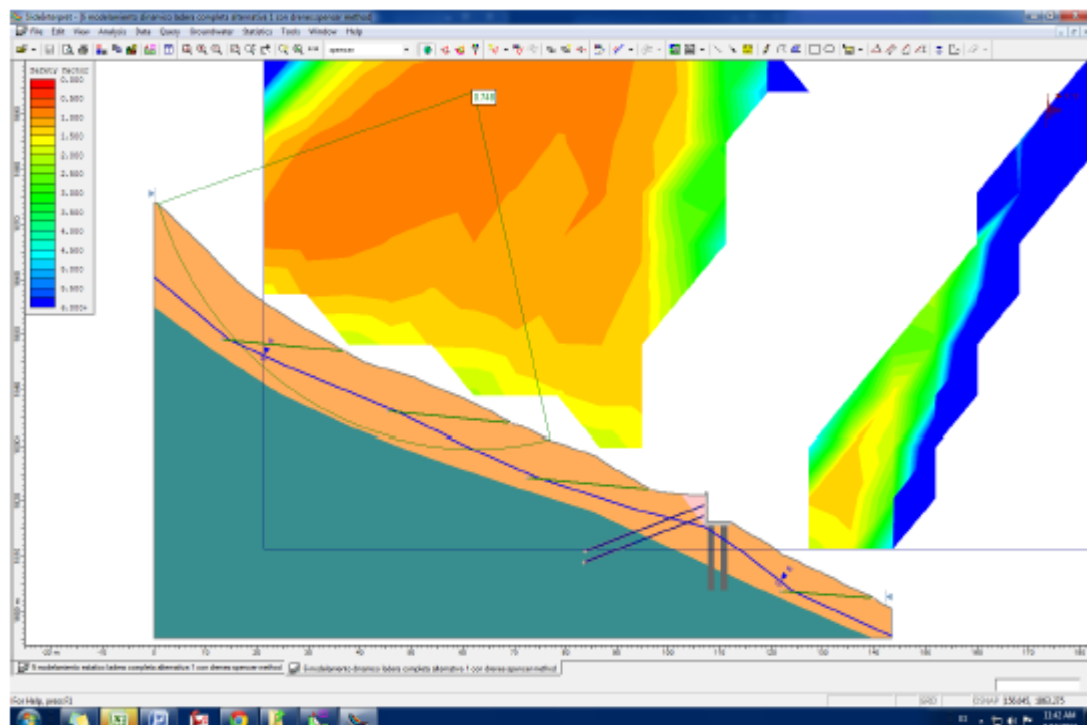


ANEXO F. MODELAMIENTO DEL TALUD CON DIFERENTES SITUACIONES

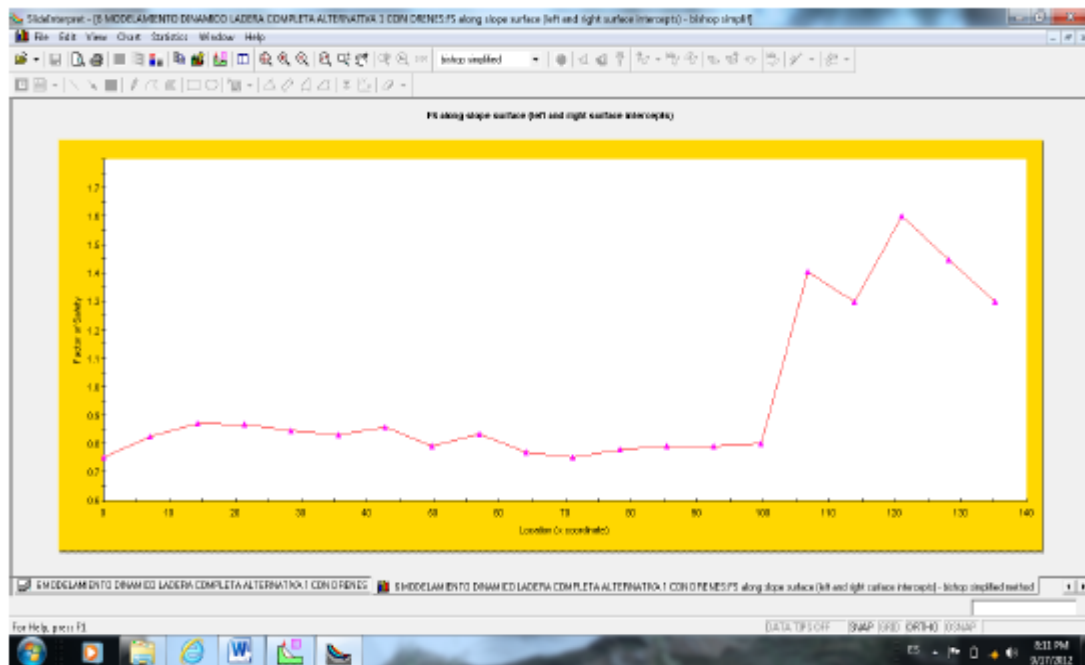
JANBU



SPENCER

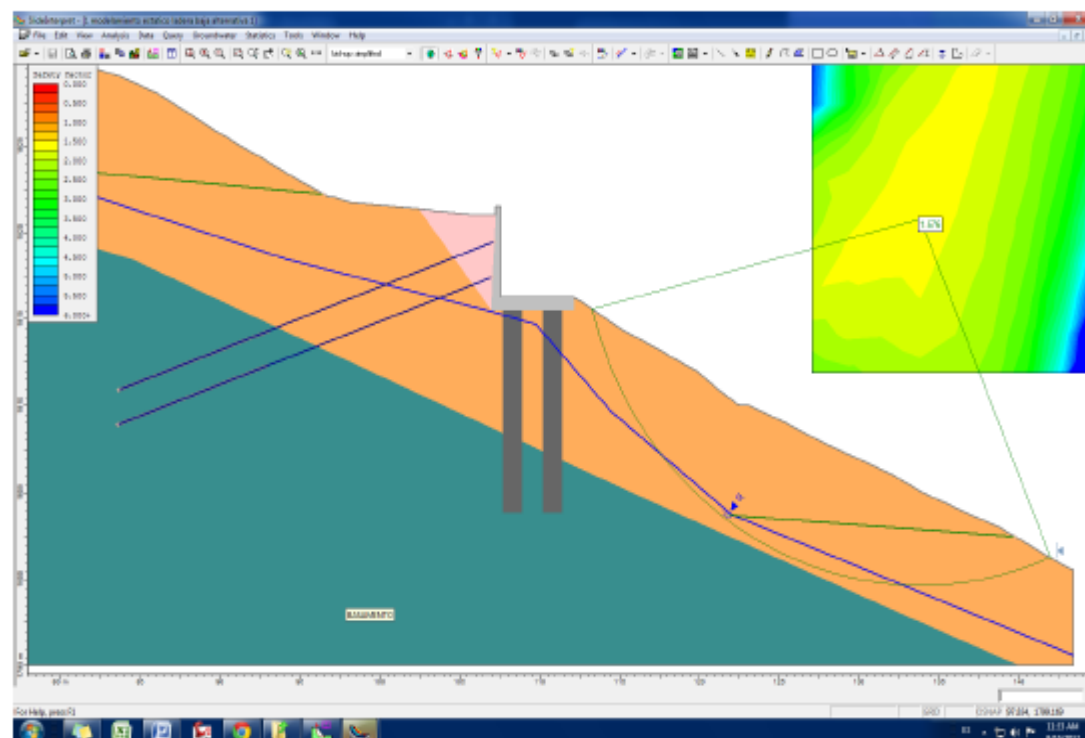


ANEXO F. MODELAMIENTO DEL TALUD CON DIFERENTES SITUACIONES



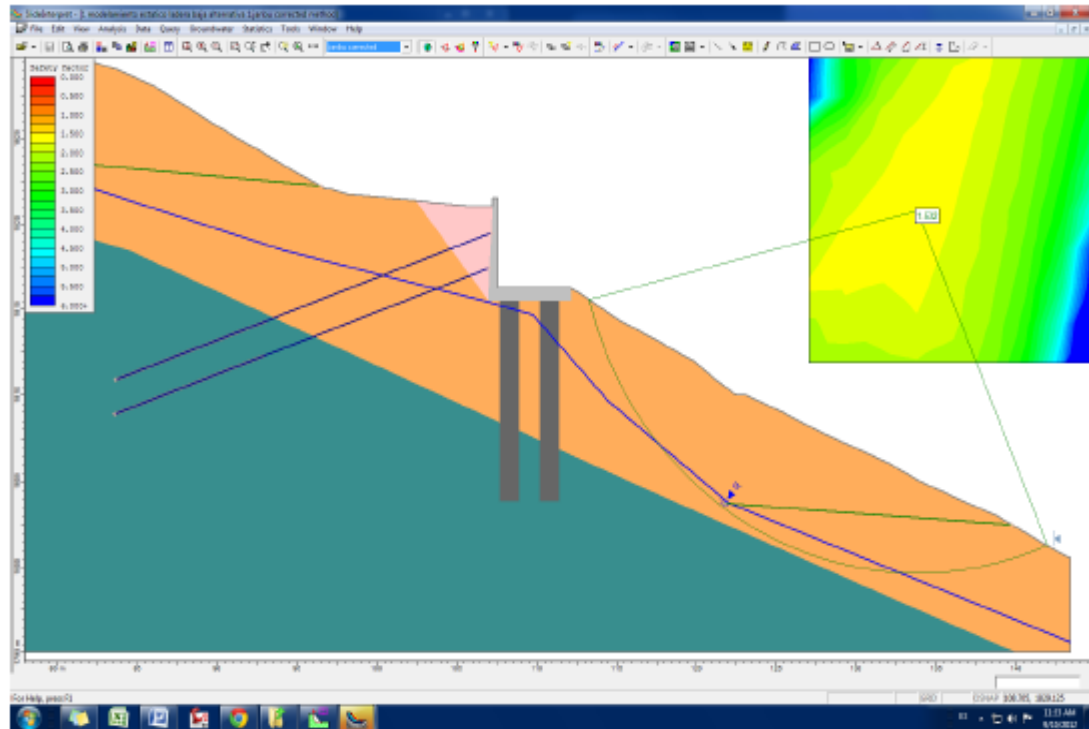
MODELAMIENTO LADERA BAJA ESTATICO, CON MURO SOBRE CAISSONS

BISHOP

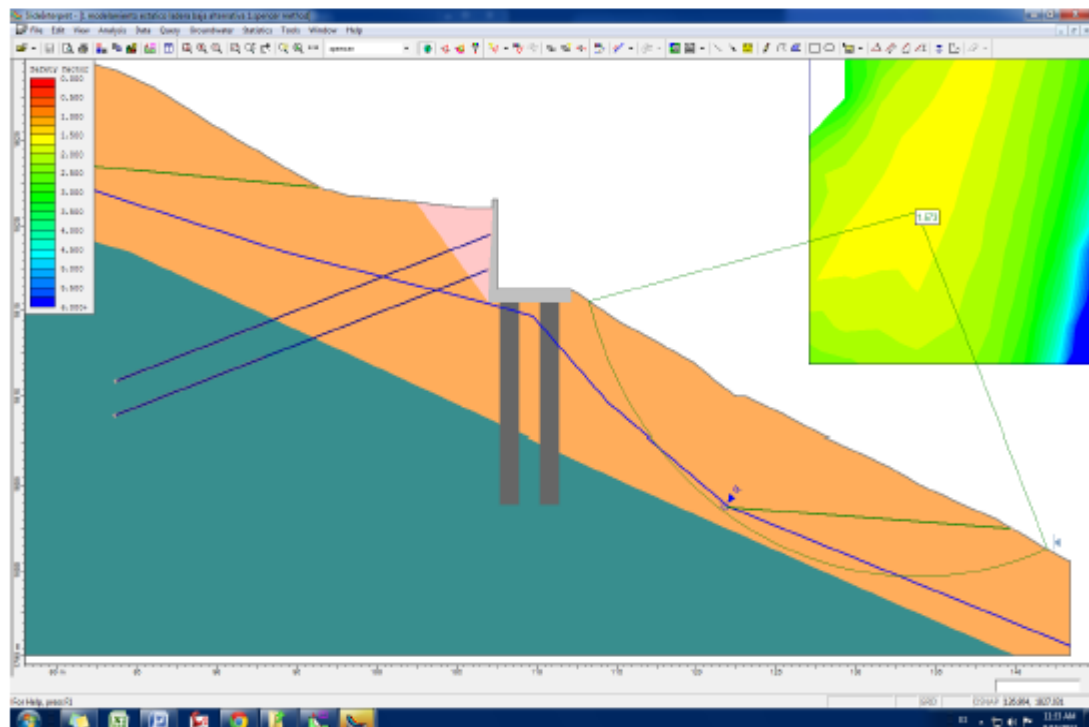


ANEXO F. MODELAMIENTO DEL TALUD CON DIFERENTES SITUACIONES

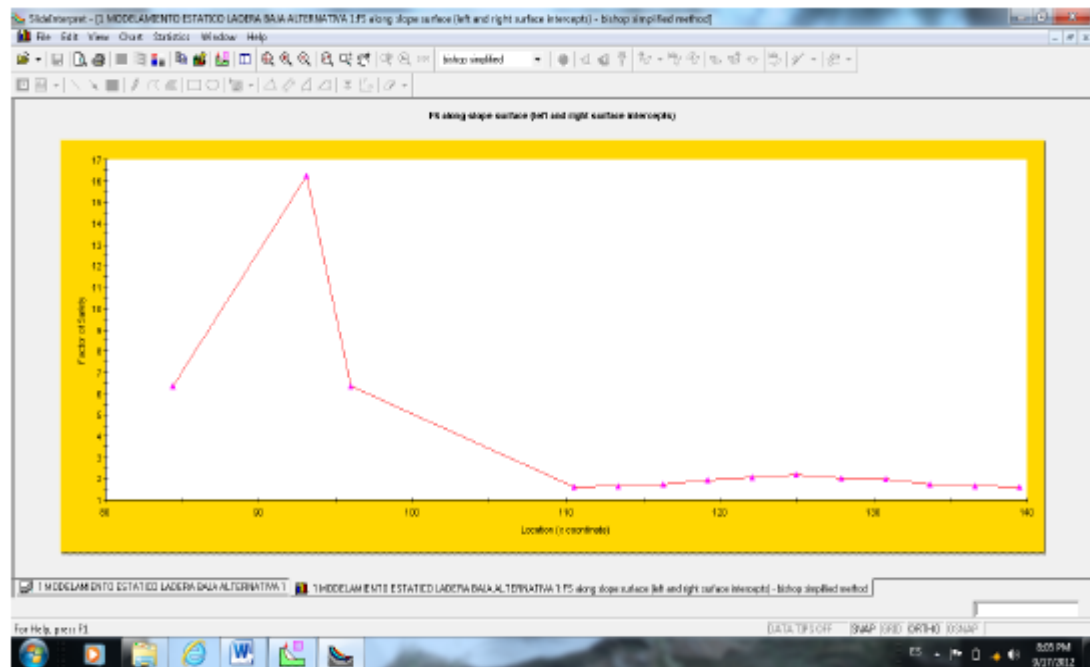
JANBU



SPENCER

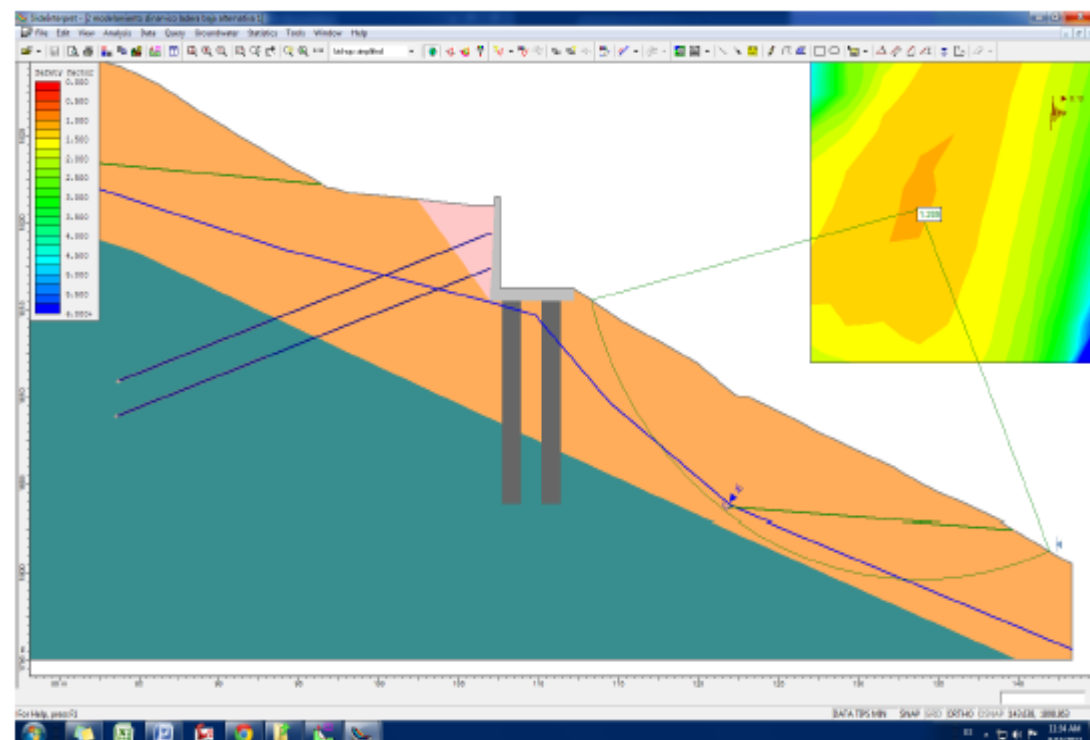


ANEXO F. MODELAMIENTO DEL TALUD CON DIFERENTES SITUACIONES



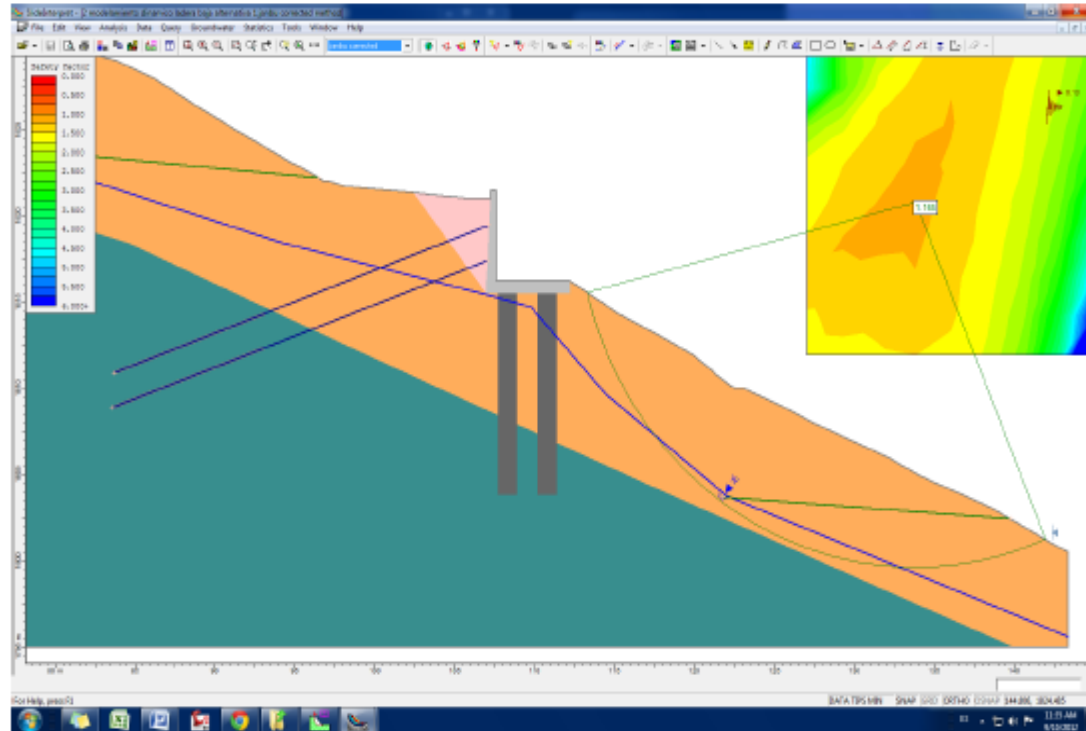
MODELAMIENTO LADERA BAJA, MURO SOBRE CAISSONS - PSEUDO ESTATICO

BISHOP

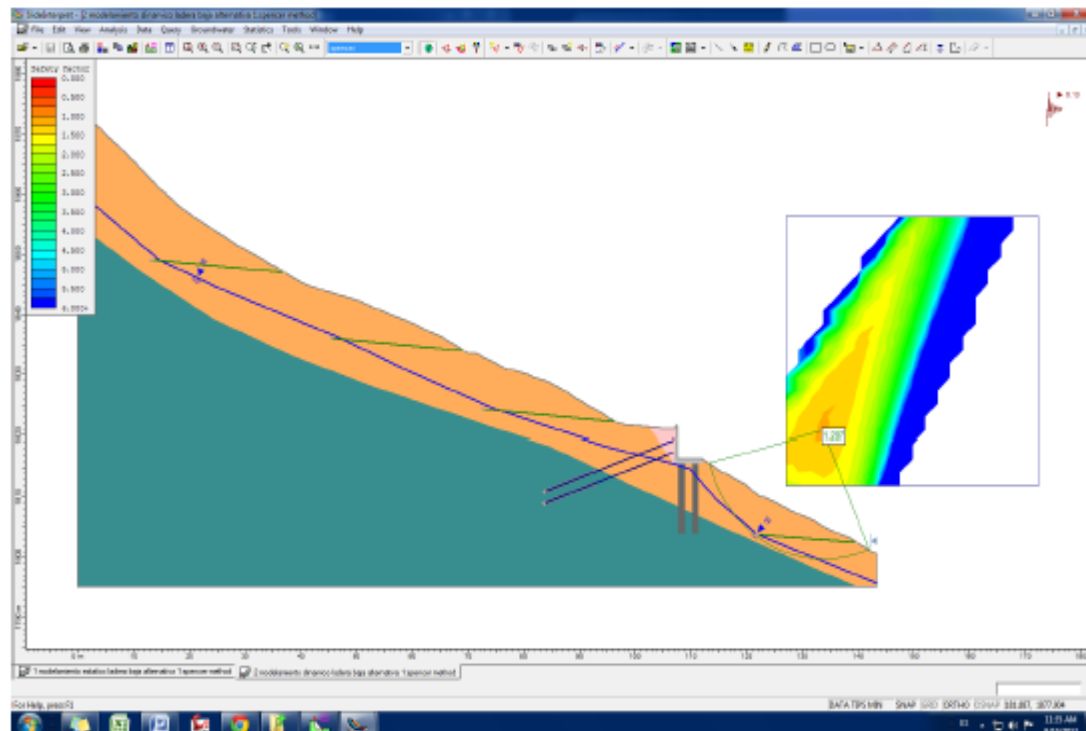


ANEXO F. MODELAMIENTO DEL TALUD CON DIFERENTES SITUACIONES

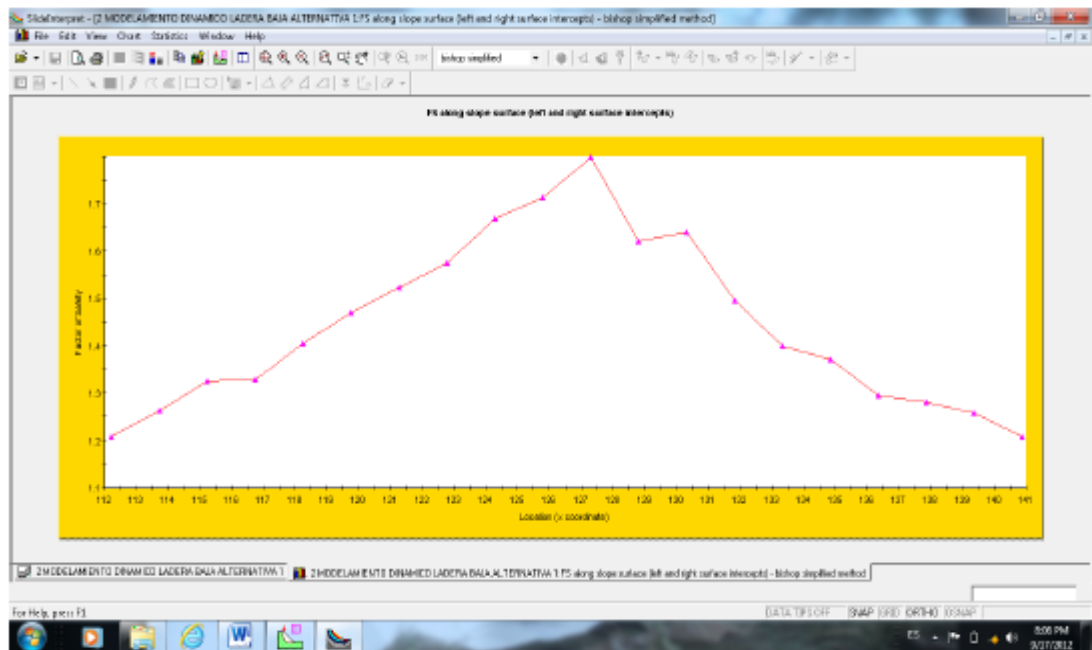
JANBU



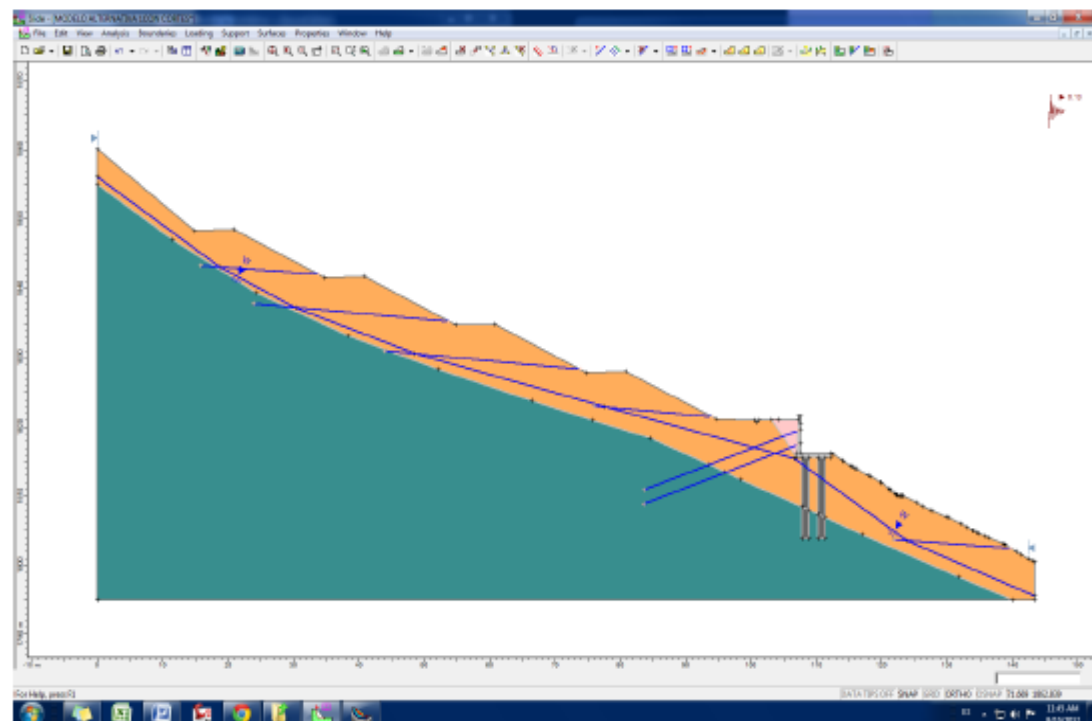
SPENCER



ANEXO F. MODELAMIENTO DEL TALUD CON DIFERENTES SITUACIONES

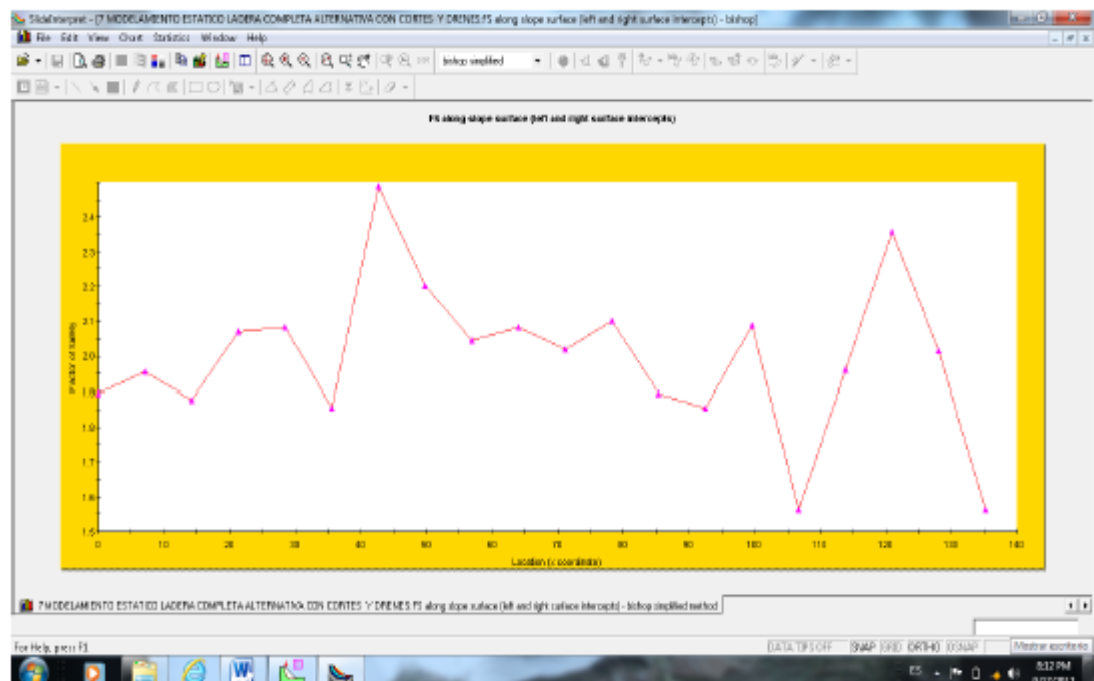
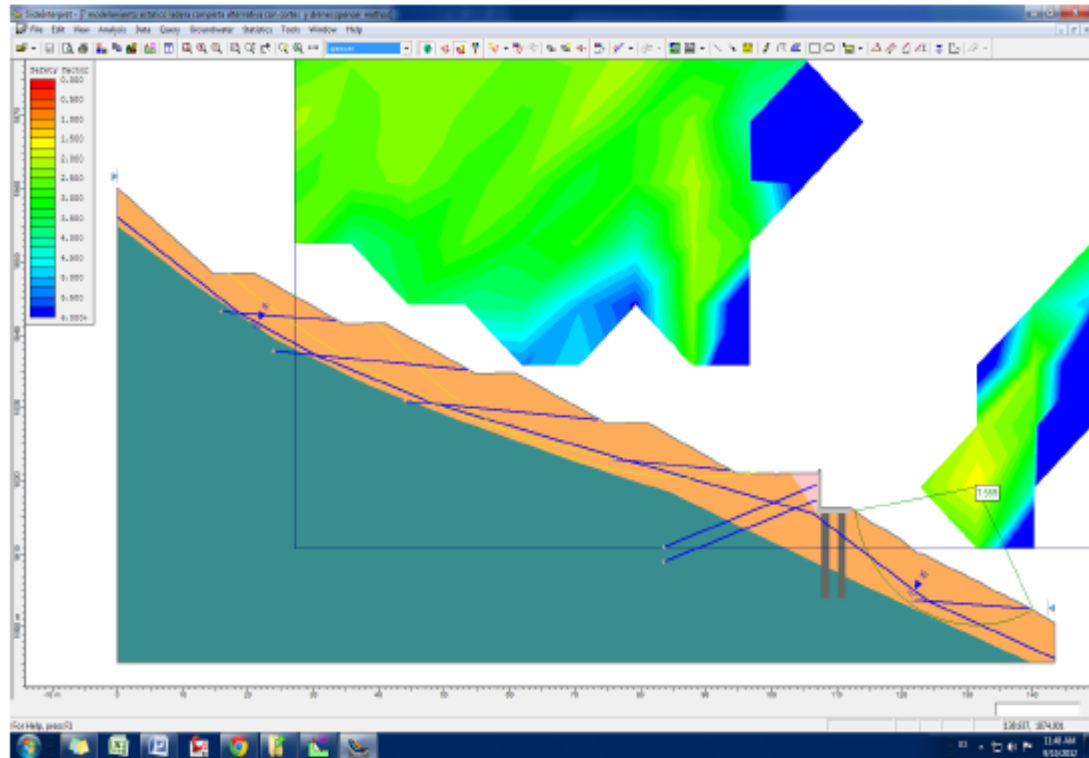


MODELO CON CORTES, DRENES Y MURO SOBRE CAISSONS - ESTATICO (alternativa 1)



ANEXO F. MODELAMIENTO DEL TALUD CON DIFERENTES SITUACIONES

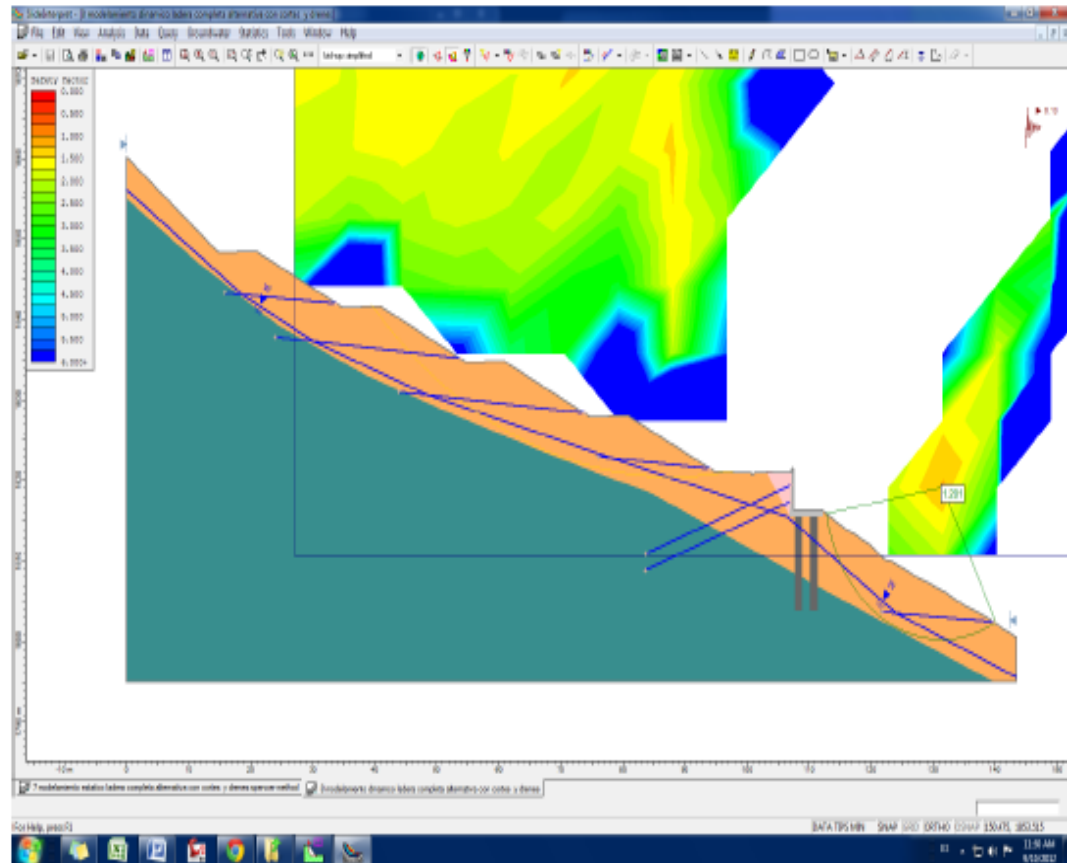
SPENCER



ANEXO F. MODELAMIENTO DEL TALUD CON DIFERENTES SITUACIONES

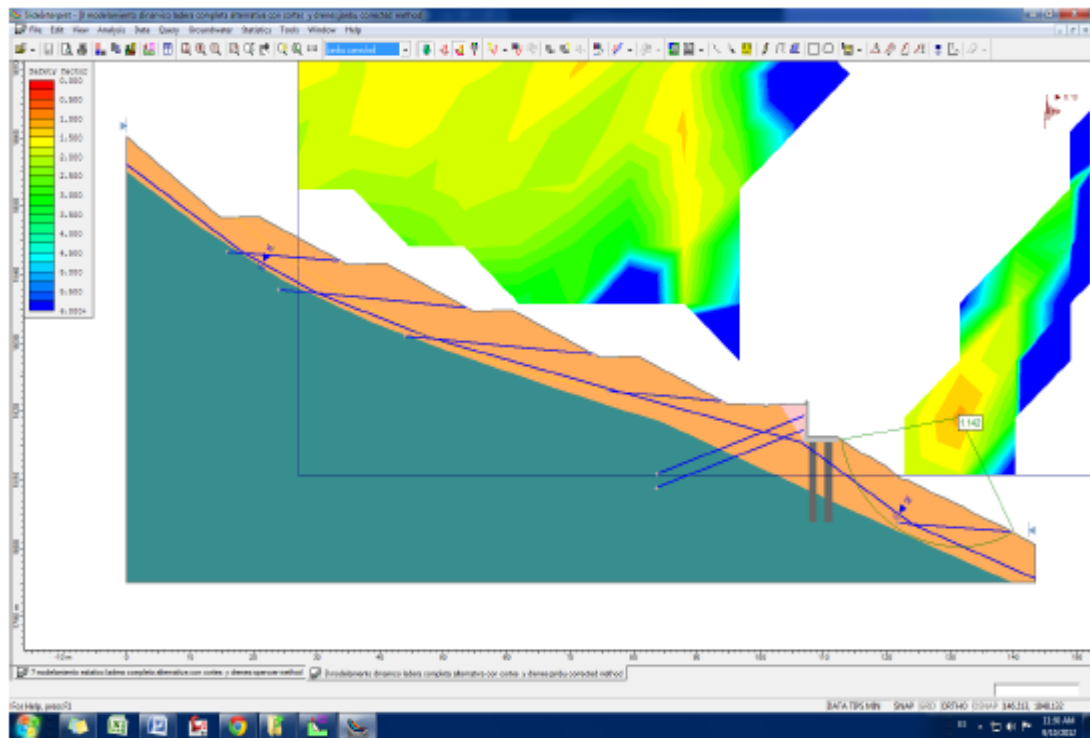
MODELO CON CORTES, DRENES Y MURO SOBRE CAISSONS PSEUDO ESTATICO (Alternativa 1)

BISHOP

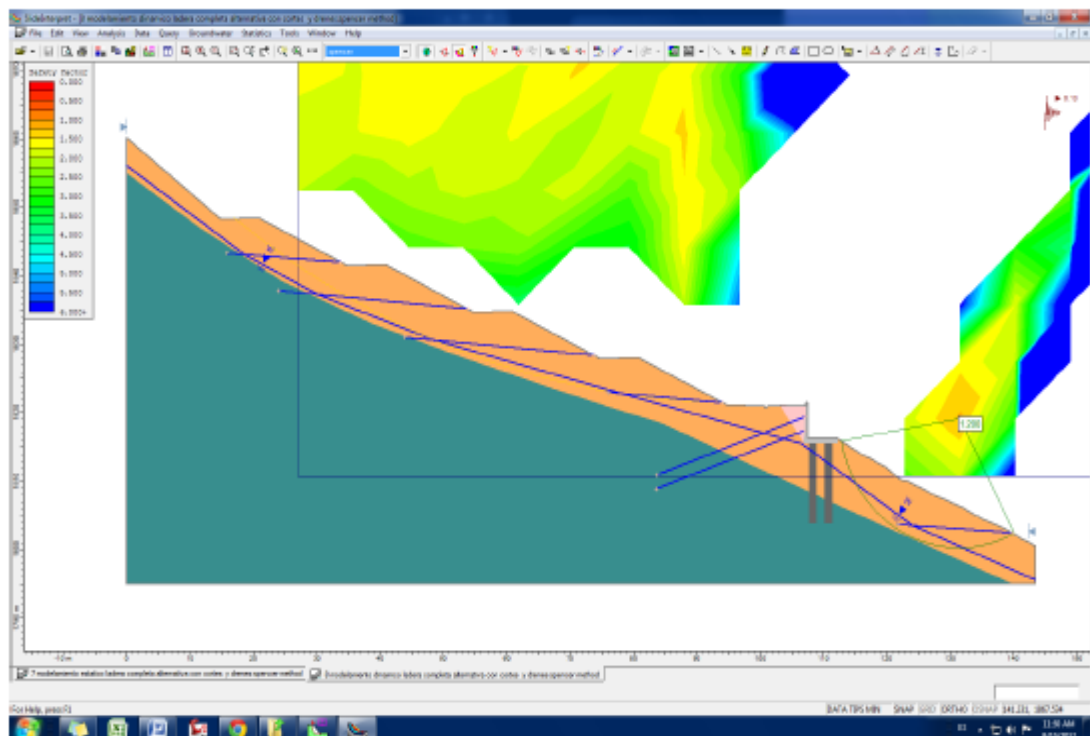


ANEXO F. MODELAMIENTO DEL TALUD CON DIFERENTES SITUACIONES

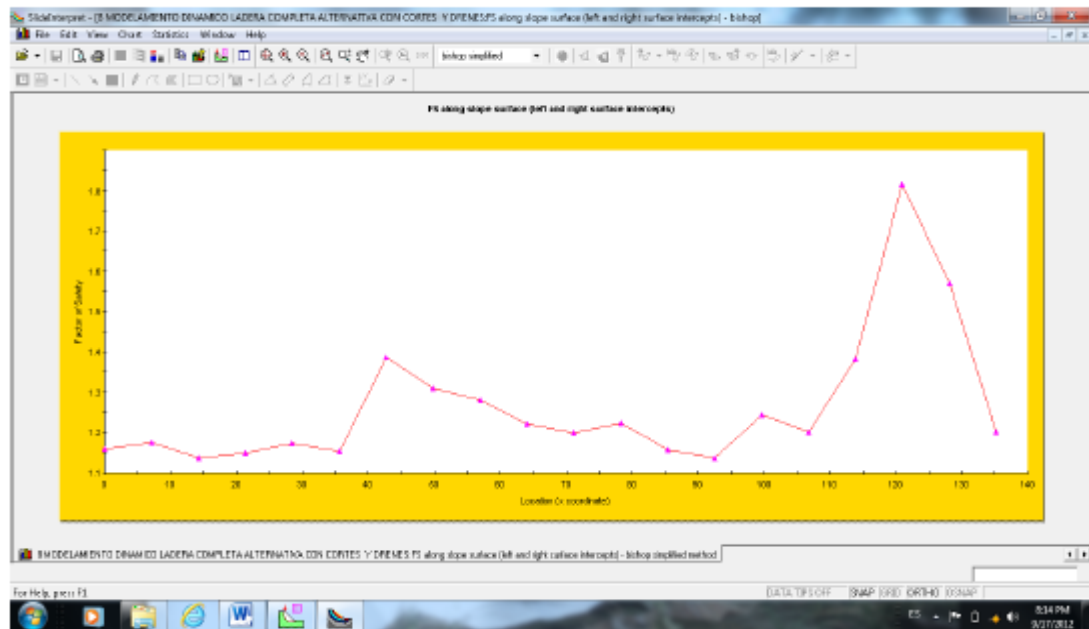
JANBU



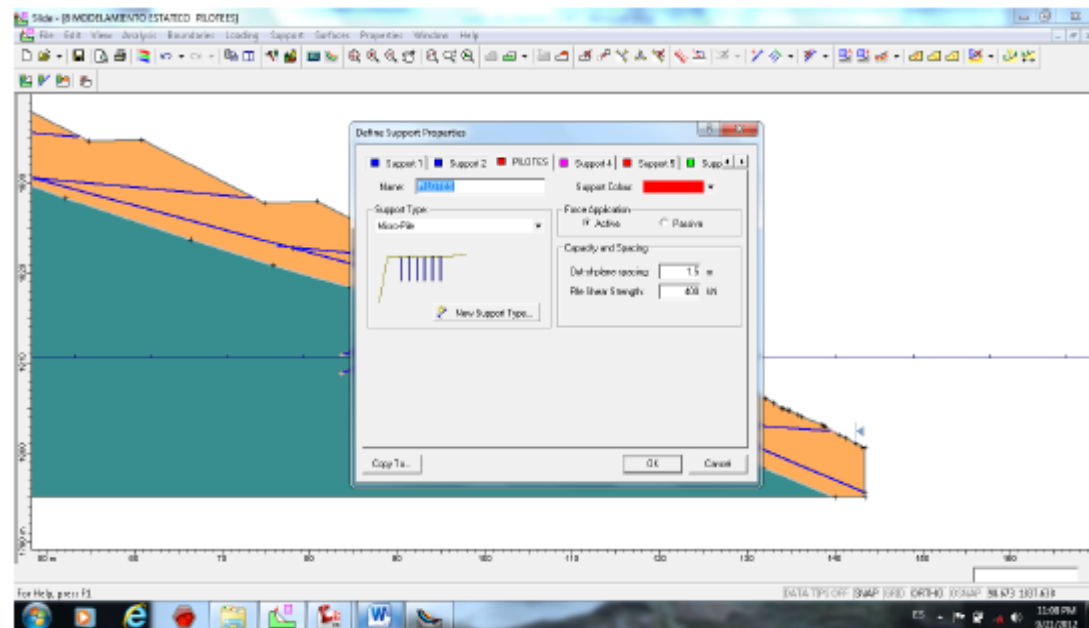
SPENCER



ANEXO F. MODELAMIENTO DEL TALUD CON DIFERENTES SITUACIONES

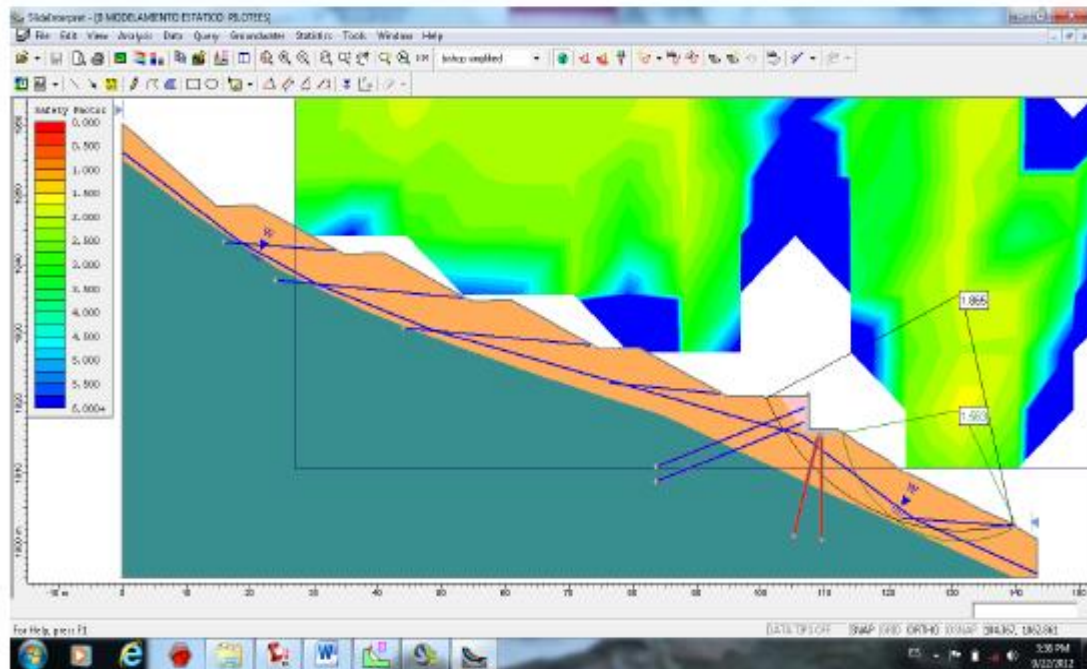


MODELAMIENTO CON CORTES, DRENES Y MURO SOBRE MICROPILOTES - ESTATICO (Alternativa 2)

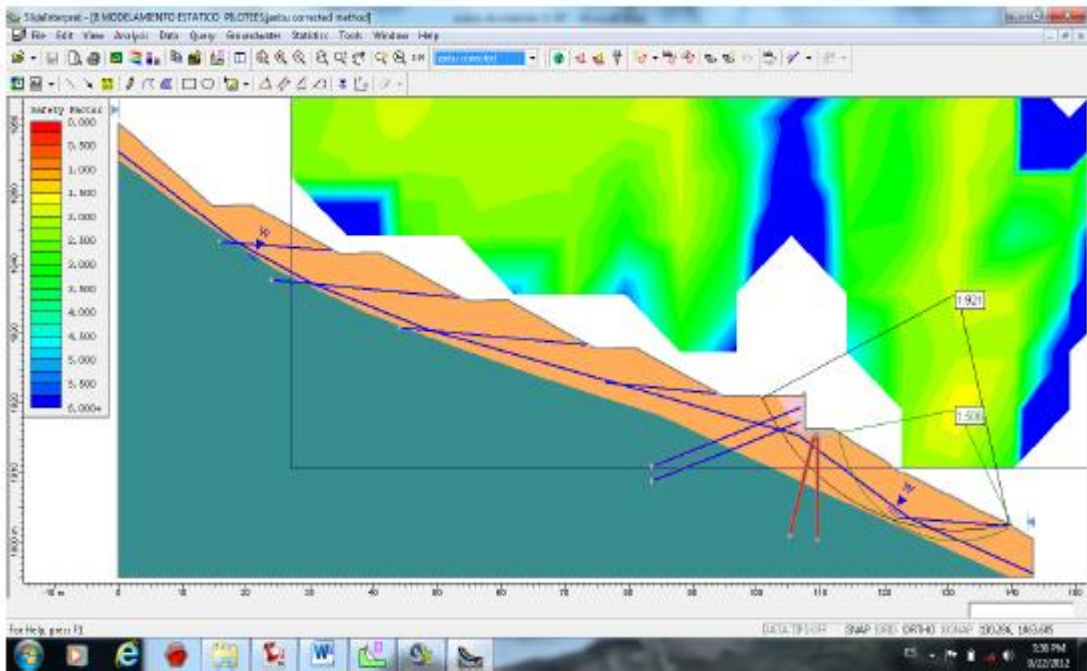


BISHOP

ANEXO F. MODELAMIENTO DEL TALUD CON DIFERENTES SITUACIONES

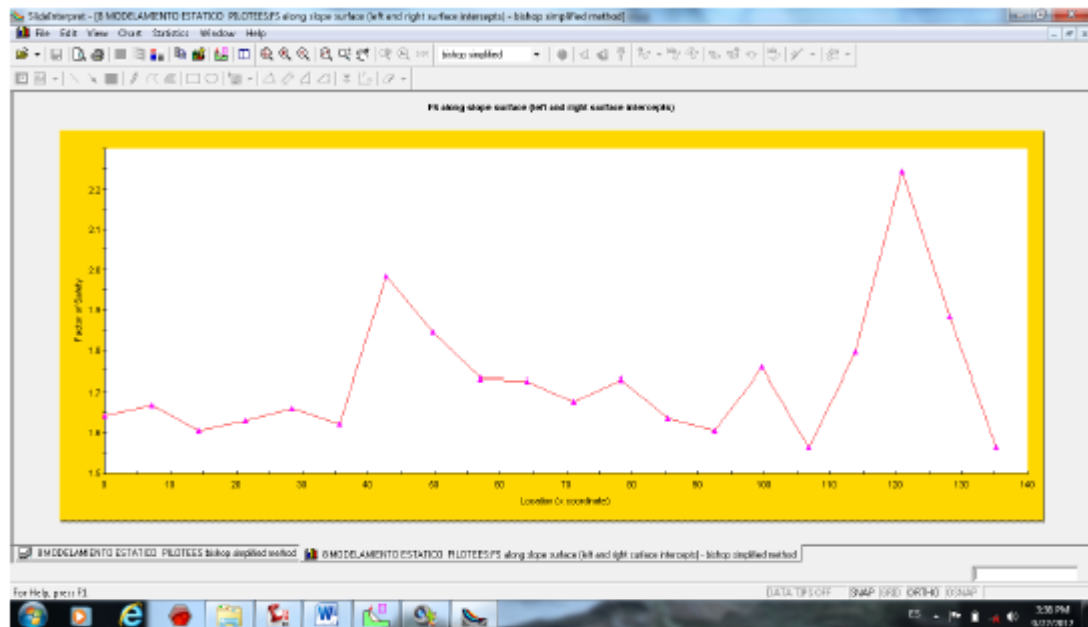
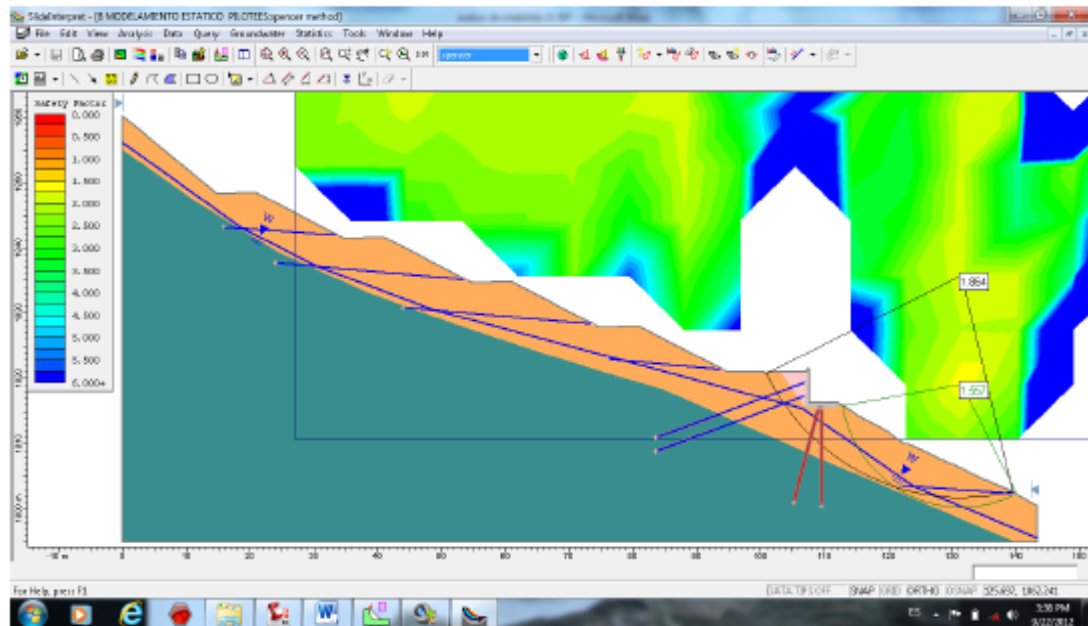


JAMBU



SPENCER

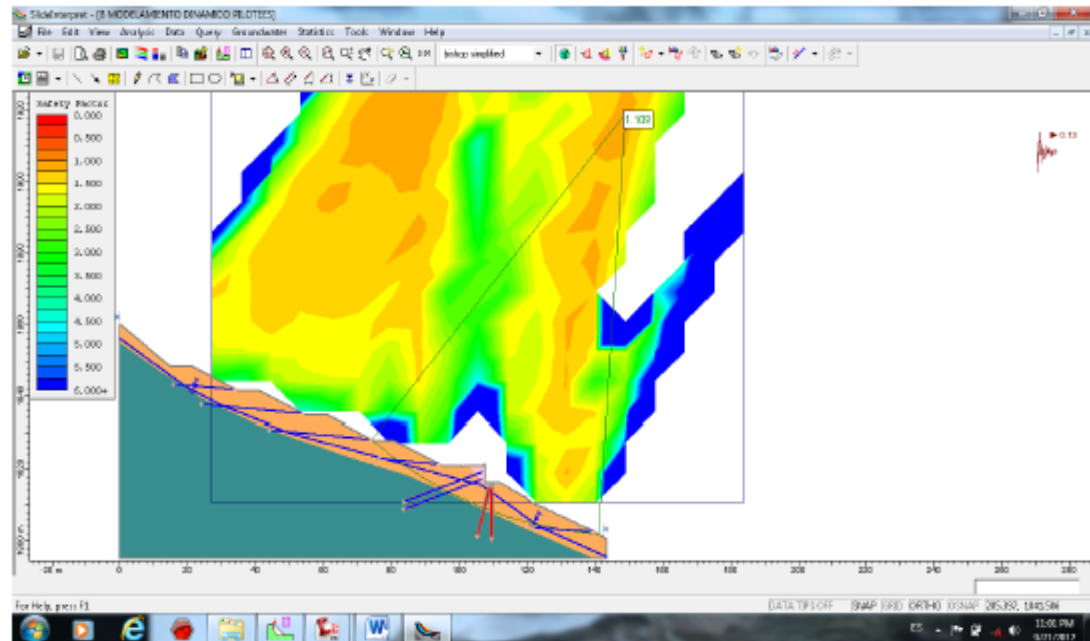
ANEXO F. MODELAMIENTO DEL TALUD CON DIFERENTES SITUACIONES



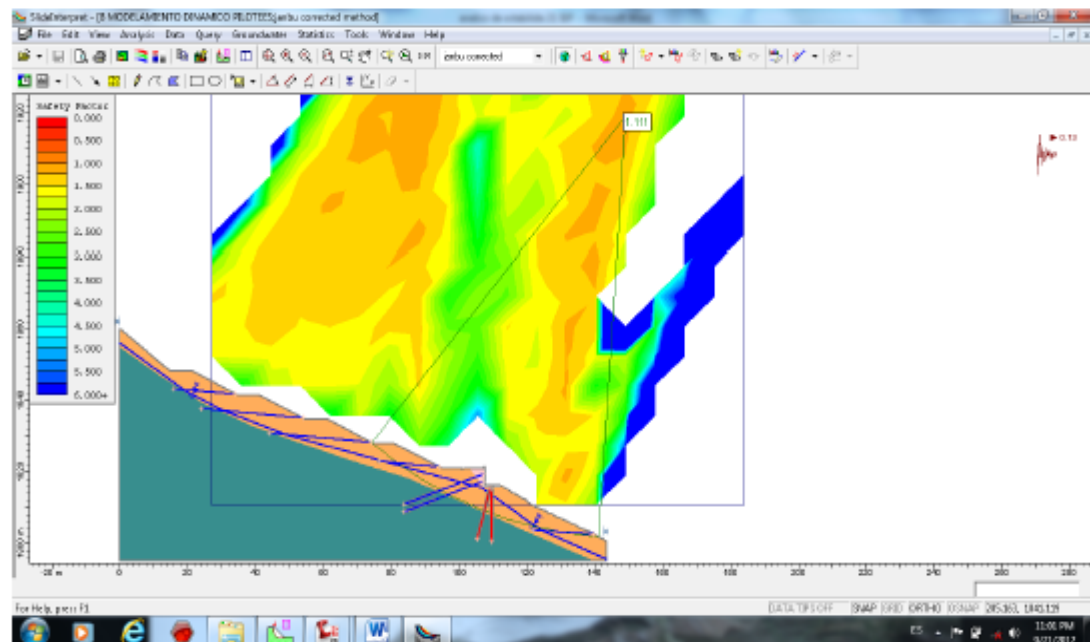
MODELAMIENTO CON CORTES, DRENES Y MURO SOBRE MICROPILOTES - PSEUDOESTADICO (Alternativa 2)

ANEXO F. MODELAMIENTO DEL TALUD CON DIFERENTES SITUACIONES

BISHOP

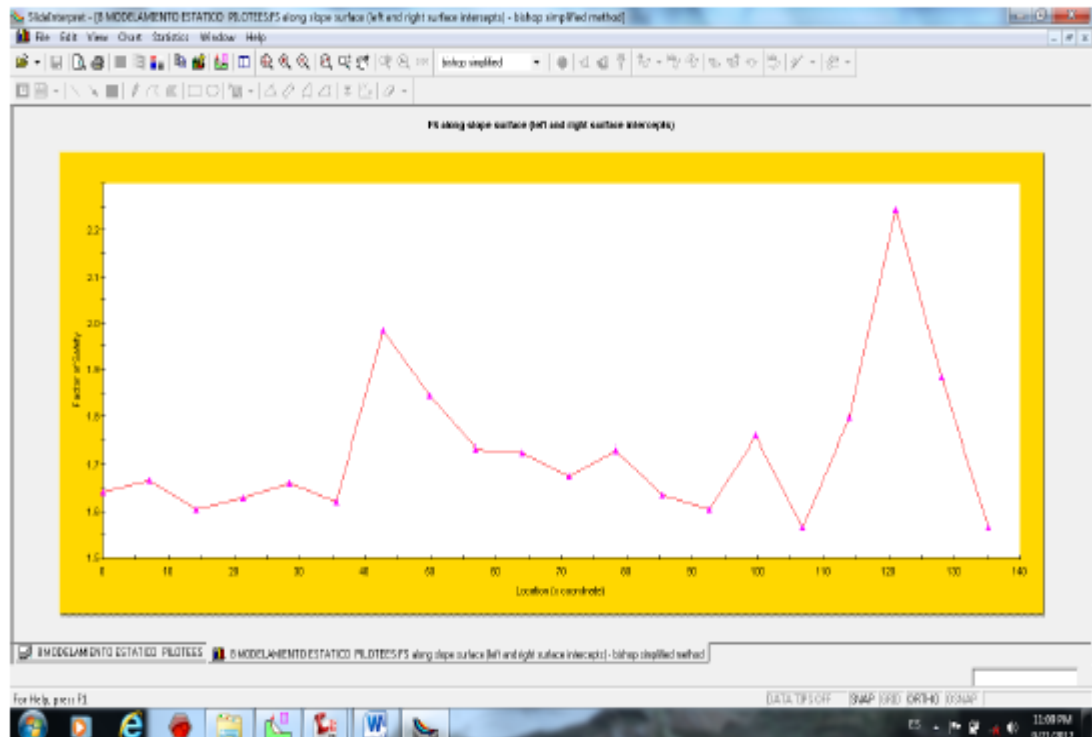
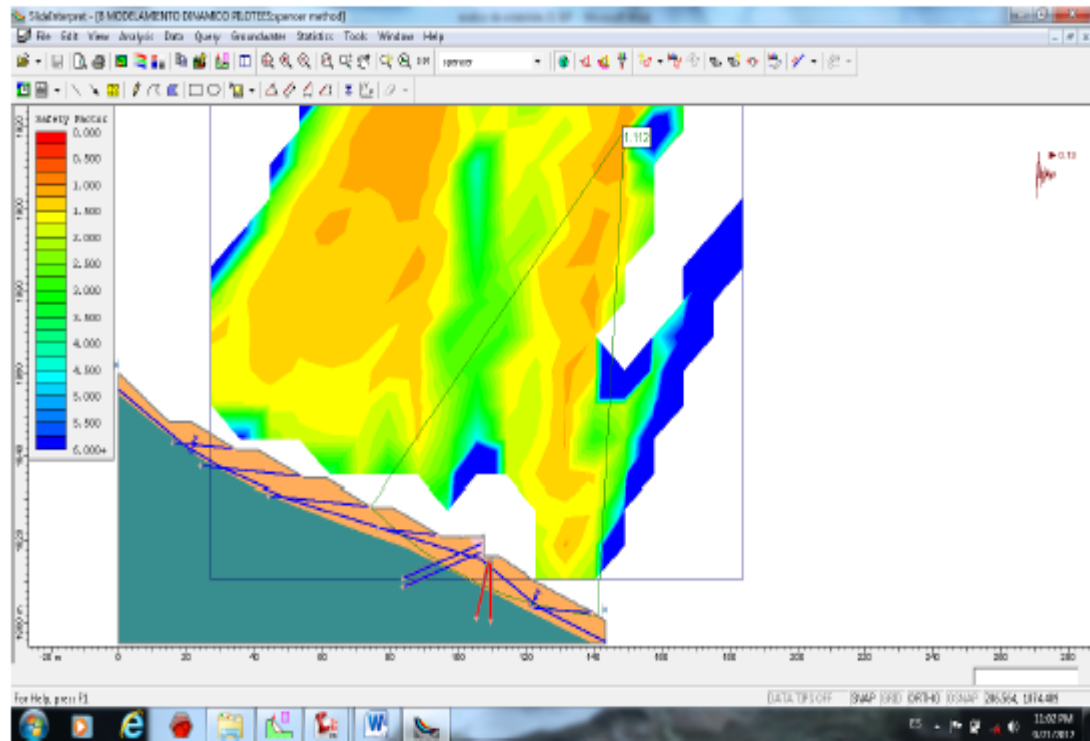


JAMBU



SPENCER

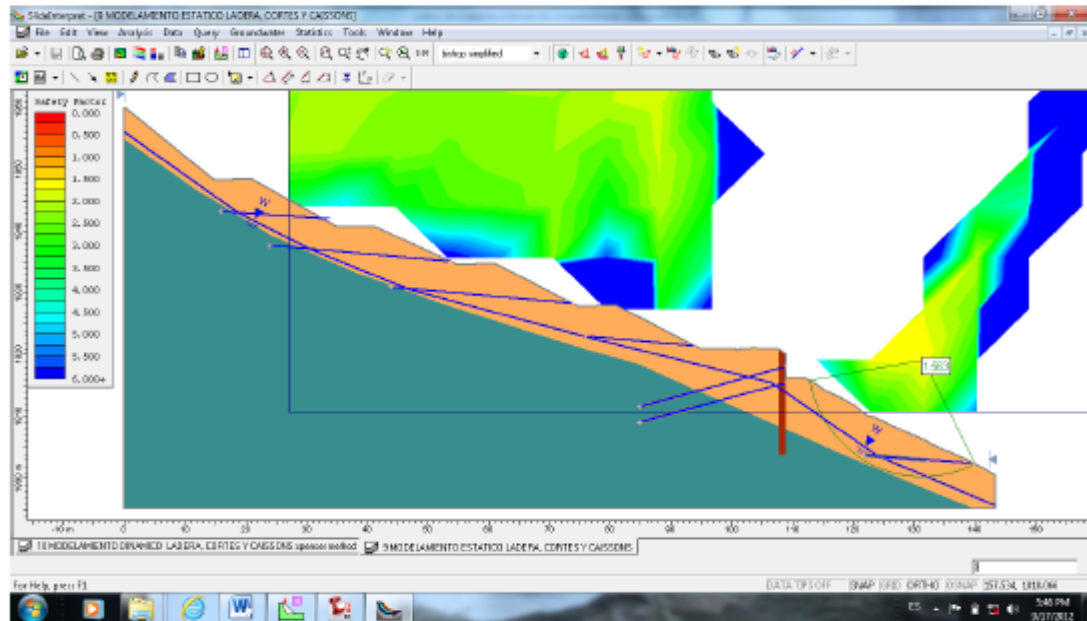
ANEXO F. MODELAMIENTO DEL TALUD CON DIFERENTES SITUACIONES



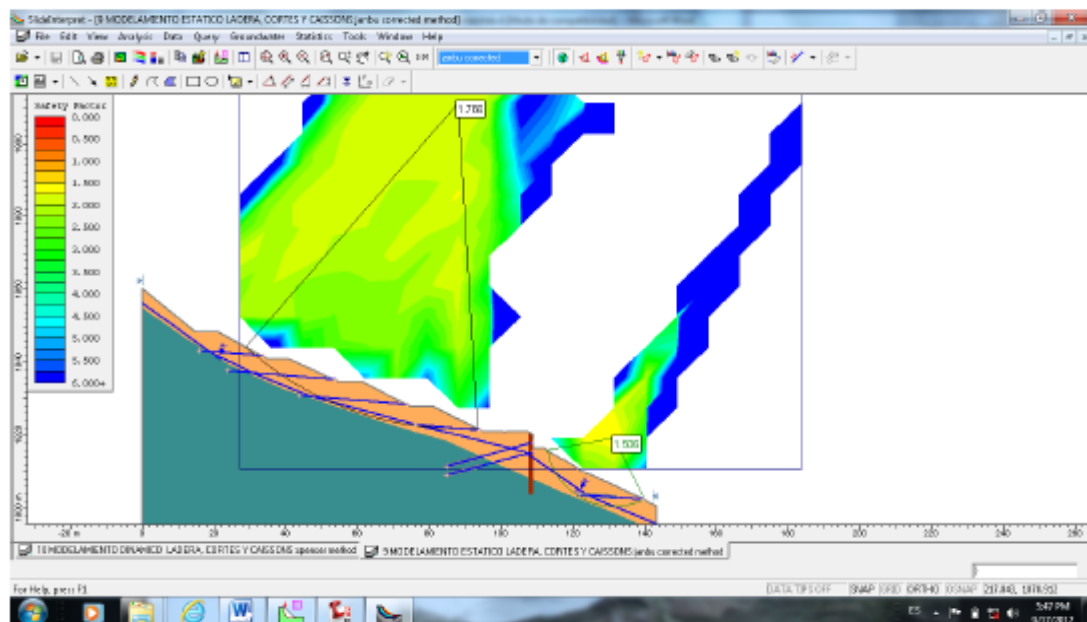
ANEXO F. MODELAMIENTO DEL TALUD CON DIFERENTES SITUACIONES

MODELO DE ESTABILIDAD CON CORTES, DRENES Y CAISSONS - ESTATICO (Alternativa 3)

BISHOP

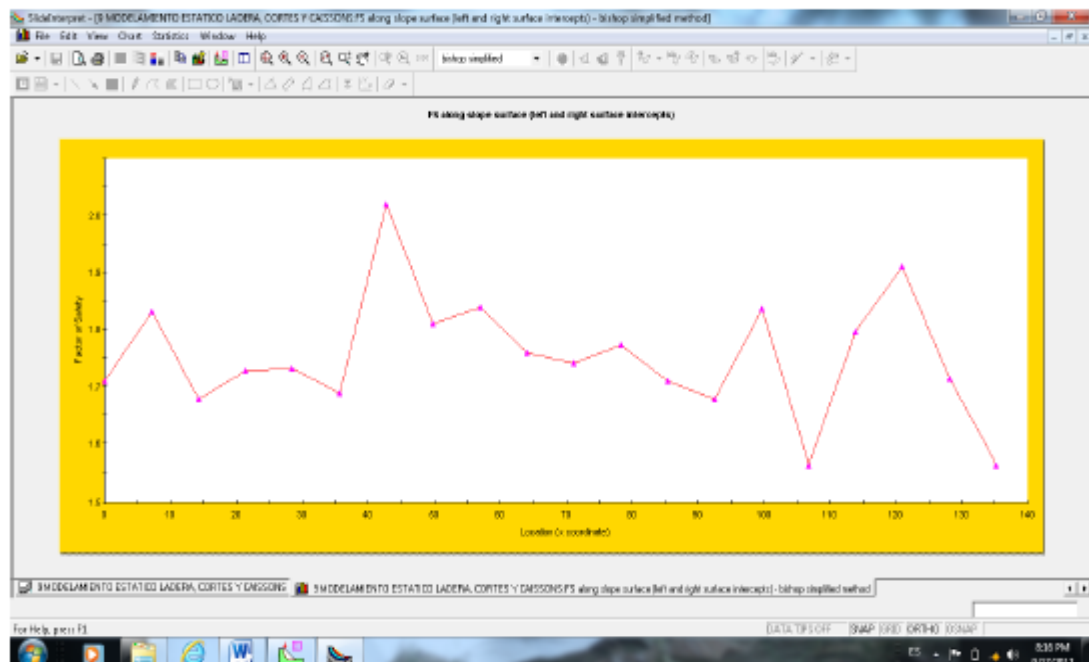
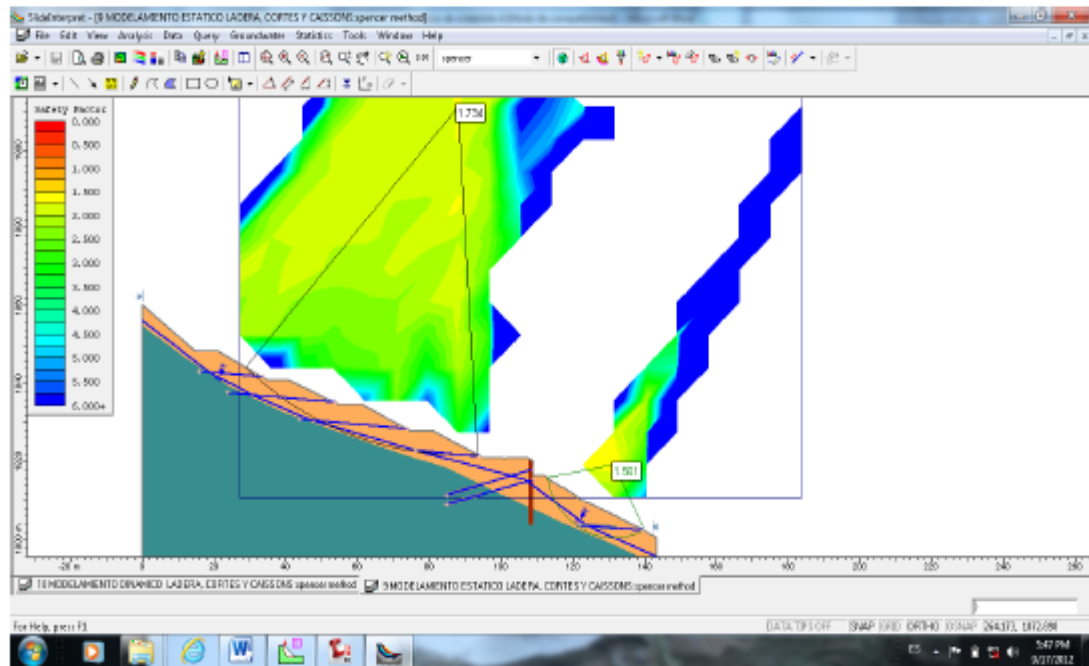


Jambu



ANEXO F. MODELAMIENTO DEL TALUD CON DIFERENTES SITUACIONES

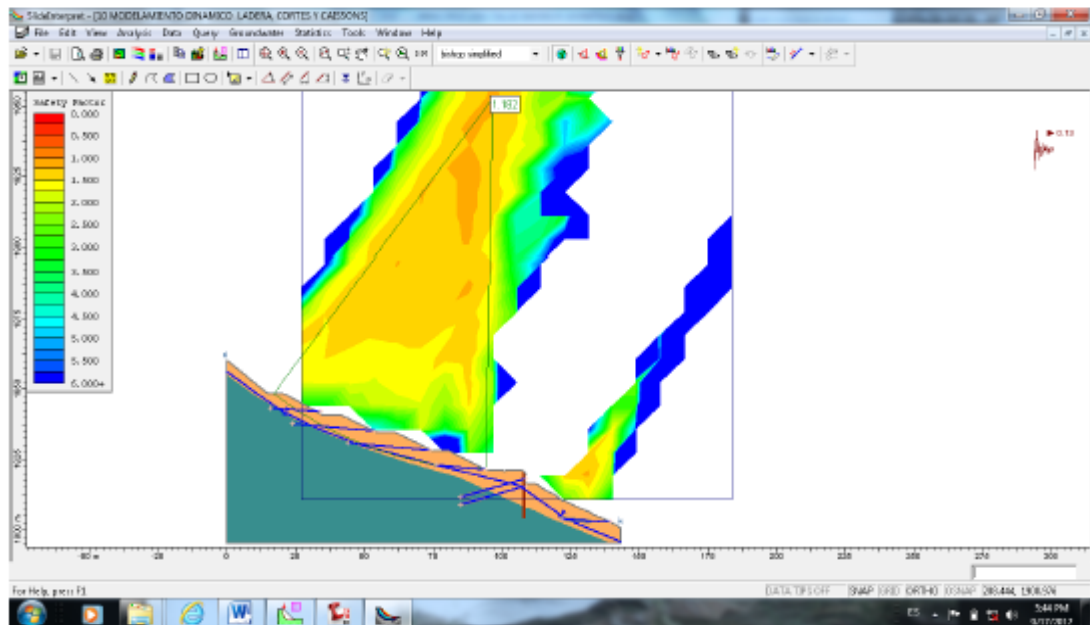
Spencer



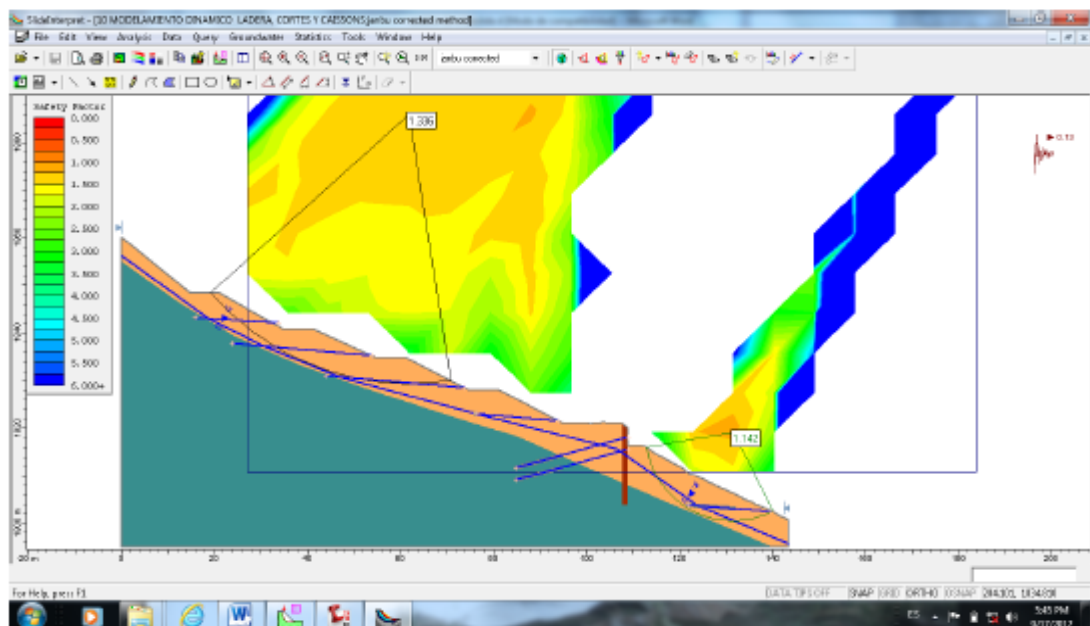
ANEXO F. MODELAMIENTO DEL TALUD CON DIFERENTES SITUACIONES

MODELO DE ESTABILIDAD CON CORTES DRENES Y CAISSON - PSEUDO ESTATICO (Alternativa 3)

Bishop

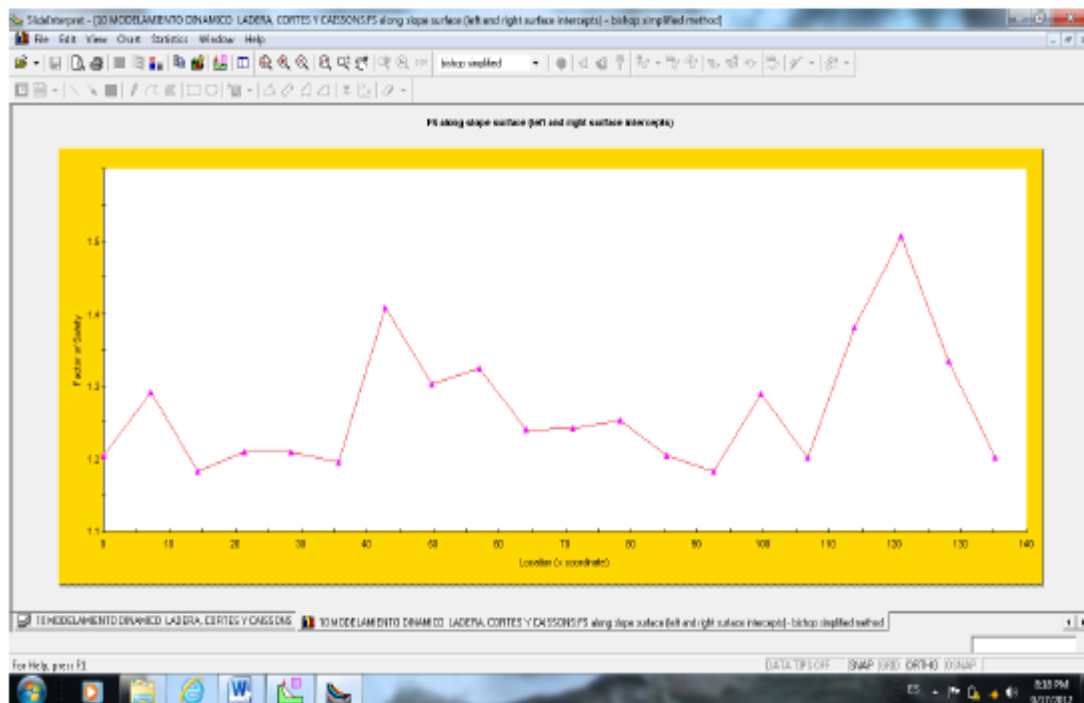
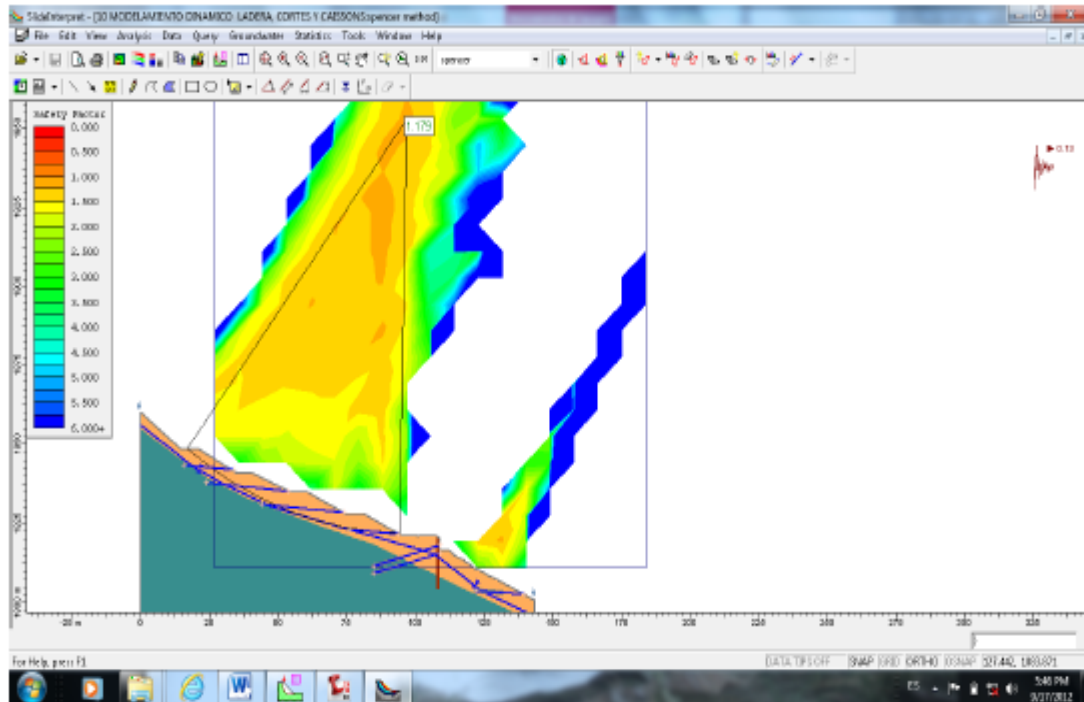


Jambu



ANEXO F. MODELAMIENTO DEL TALUD CON DIFERENTES SITUACIONES

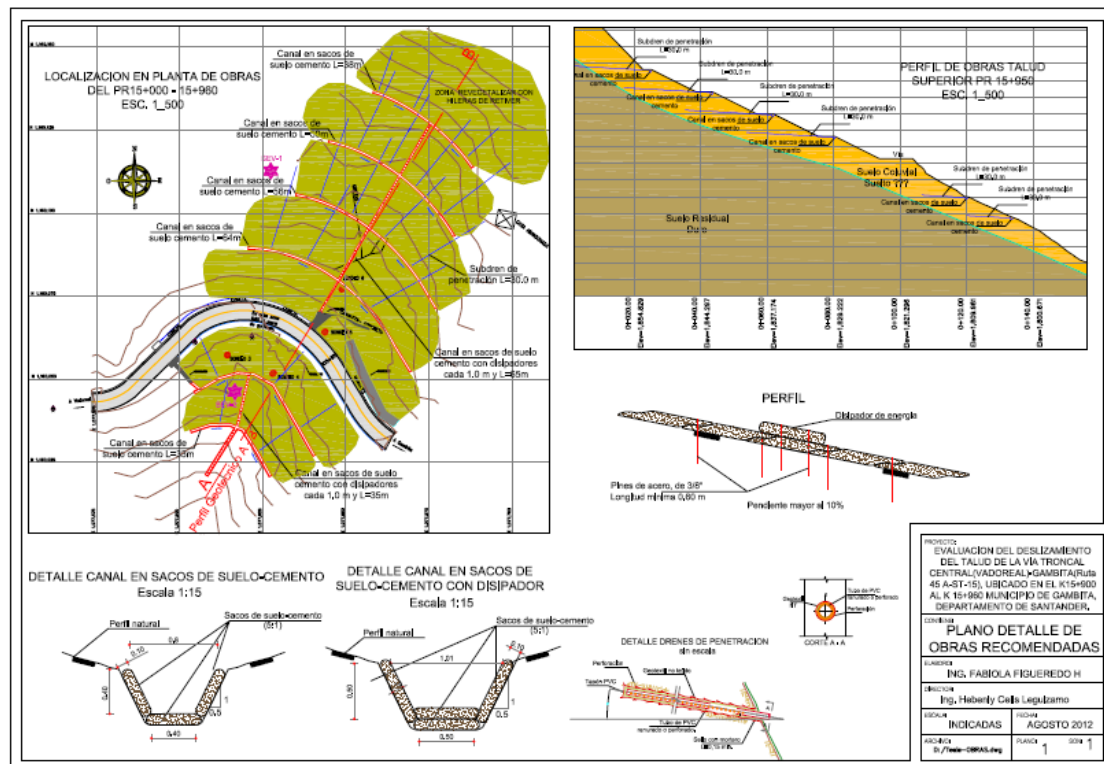
Spencer



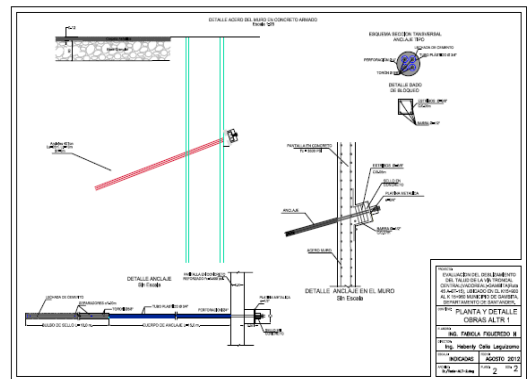
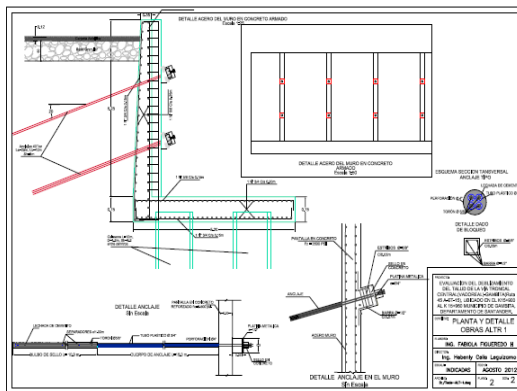
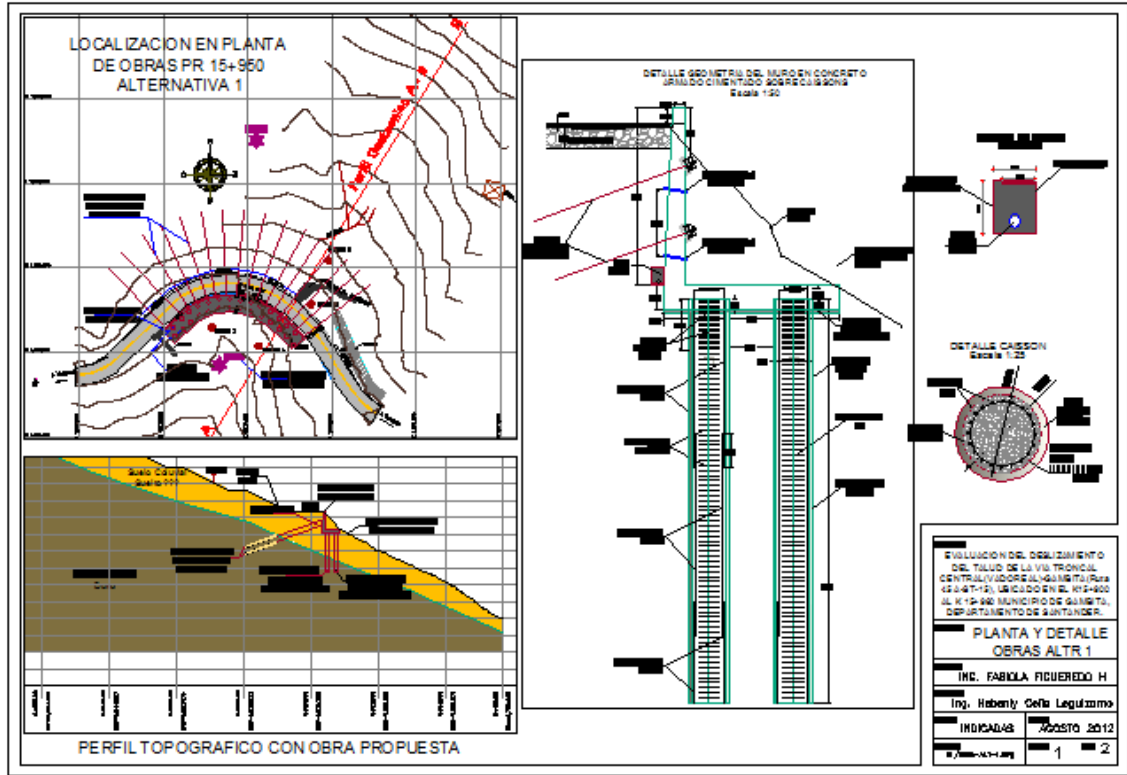
ANEXO G. ANEXOS G. PLANOS DE LAS OBRAS PROPUESTAS.

ALTERNATIVA 1 (LA SELECCIONADA EN EL PROYECTO)

TALUD SUPERIOR

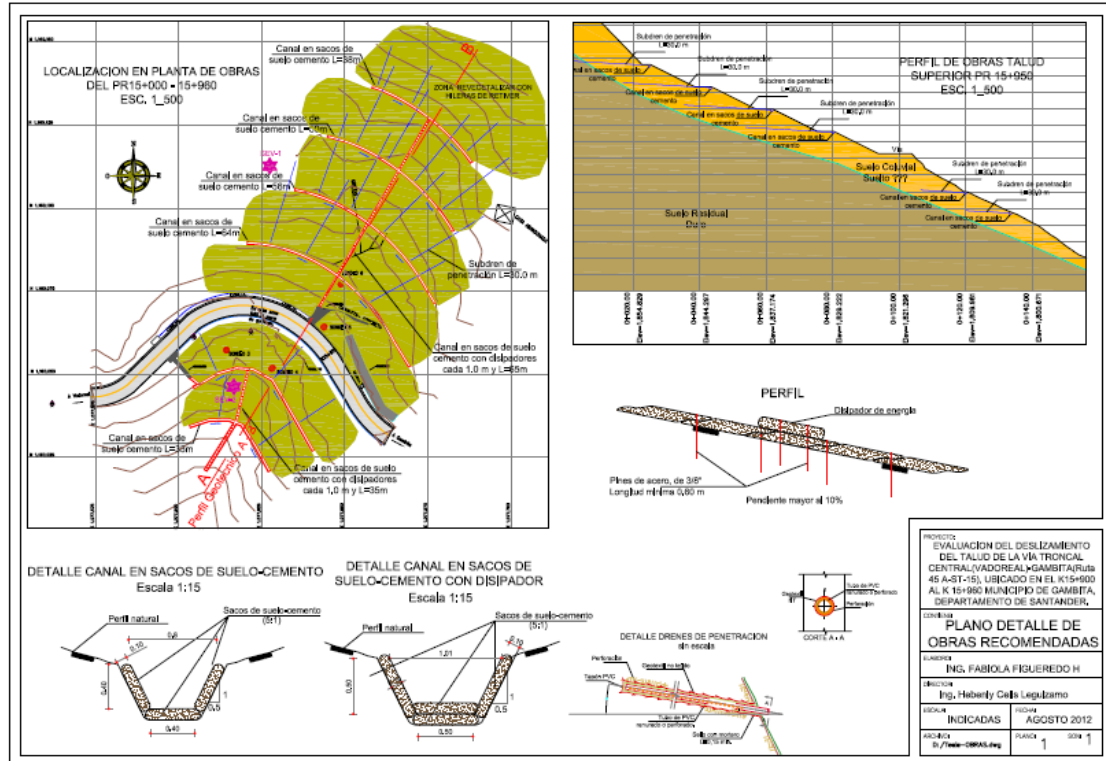


TALUD INFERIOR (ALTERNATIVA 1)

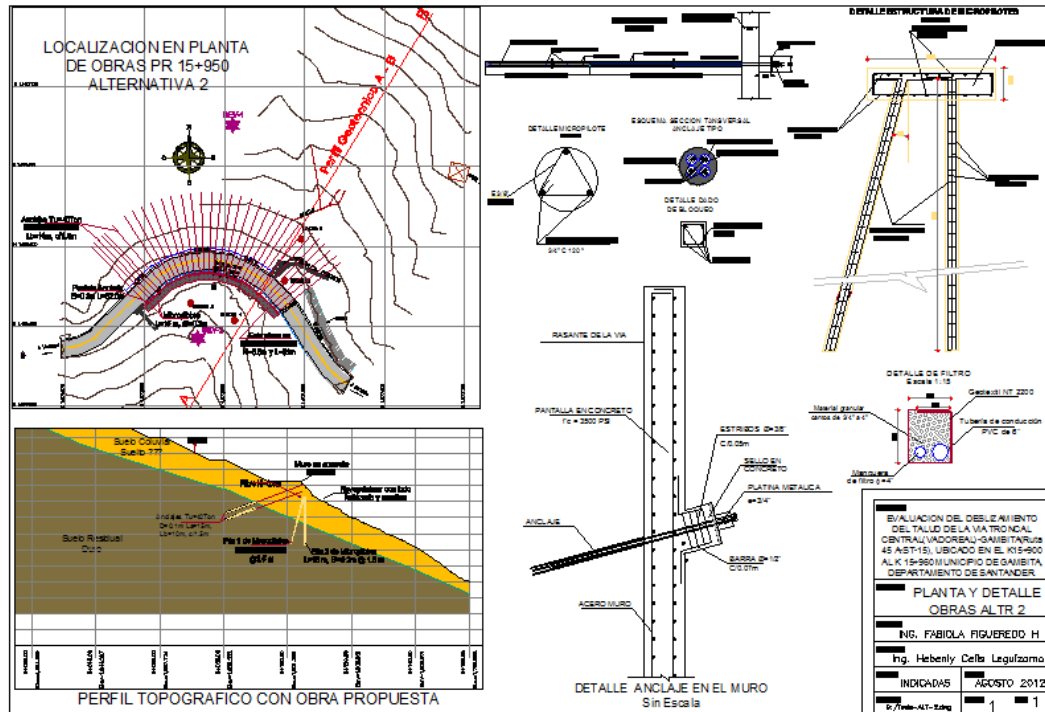


ALTERNATIVA 2

TALUD SUPERIOR

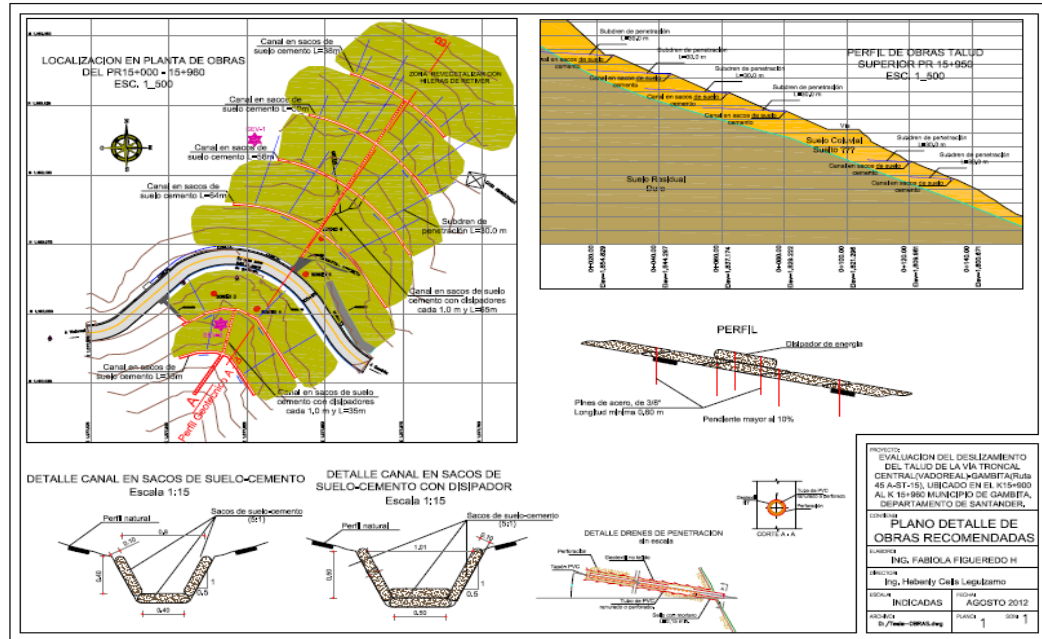


TALUD INFERIOR (ALTERNATIVA 2)



ALTERNATIVA 3

TALUD SUPERIOR



TALUD INFERIOR (ALTERNATIVA 3)

