



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja

TITULACIÓN DE INGENIERO CIVIL

“Modelación y diseño de soluciones para la estabilidad de talud en los predios de la Universidad Técnica Particular de Loja”

Trabajo de fin de titulación

AUTOR: Quezada Moreno Darwin Roberto

DIRECTORA: Esparza Villalba Carmen Antonieta, M.Sc.

LOJA – ECUADOR

2013



Ingeniera

Carmen Esparza Villalba.

DOCENTE DE LA TITULACIÓN DE INGENIERÍA CIVIL Y DIRECTORA DEL PROYECTO DE FIN DE TITULACIÓN;

C E R T I F I C A:

Que el presente trabajo, denominado: “**MODELACIÓN Y DISEÑO DE SOLUCIONES PARA LA ESTABILIDAD DE TALUD EN LOS PREDIOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA**”, fue elaborada por el profesional en formación: Darwin Roberto Quezada Moreno; bajo mi dirección, habiendo cumplido con los requisitos metodológicos, teóricos, prácticos, laboratorio y de investigación.

Después de la revisión, análisis y corrección respectiva, autorizo su presentación para la defensa y sustentación del proyecto de fin de titulación.

Loja, febrero del 2013

Ing. Carmen Esparza Villalba

DIRECTORA DEL PROYECTO DE FIN DE TITULACIÓN



AUTORÍA

Las ideas, diseños, cálculos, resultados, conclusiones, tratamiento formal y científico de la metodología de la investigación contemplada en el trabajo de fin de titulación, titulado “**MODELACIÓN Y DISEÑO DE SOLUCIONES PARA LA ESTABILIDAD DE TALUD EN LOS PREDIOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA**”, previo a la obtención del grado de Ingeniero Civil de la Universidad Técnica Particular de Loja, son de exclusiva responsabilidad del autor.

DARWIN ROBERTO QUEZADA MORENO



CESION DE DERECHOS

Darwin Roberto Quezada Moreno declaro ser autor del presente trabajo y exonero expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja, y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Adicionalmente, declaramos conocer y aceptar la disposición del Art. 67 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos, tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la universidad”.

DARWIN ROBERTO QUEZADA MORENO



DEDICATORIA

Dedico este trabajo primeramente a Dios, quien ha sido mi guía hacia el éxito. De igual manera queda enteramente dedicado a mis padres José Quezada, y Ángela Moreno, por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, a mis queridos hermanos Jonathan, Mayra y José Michael, que con su gran apoyo me han sabido motivar para salir adelante.

Darwin Quezada.



AGRADECIMIENTO

En estas cortas líneas deseo expresar mi más sincero agradecimiento a todos aquellos seres que de manera directa e indirecta colaboraron para la culminación de mi trabajo.

A mi tutora M.Sc. Carmen Esparza, quien gracias a su colaboración y por sus valiosos conocimientos, permitieron una correcta orientación para la realización de dicho proyecto. De igual manera al Ing. Ángel Tapia, por todo su conocimiento, la paciencia y la ayuda brindada para poder cumplir con esta meta planteada.

Finalmente, agradezco a mi familia, compañeros y amigos porque de alguna u otra manera me apoyaron para ser lo que soy ahora.

Darwin Quezada.



RESUMEN

La finalidad del proyecto consiste en realizar un estudio de sostenimiento de un determinado sector dentro del campus universitario, así mismo incluye propuestas de obras para mitigar estos deslizamientos, además de prevenir que no colapsen.

El presente proyecto presenta un análisis de estabilidad, el cual consiste en obtener el factor de seguridad, mediante modelación de software, para lo cual se traza perfiles estratigráficos a los cuales conoceremos como taludes, se obtiene muestras de campo y se realizan ensayos de laboratorio.

Los resultados obtenidos indican que la zona de estudio presenta dos deslizamientos actualmente activos, además de erosión y deterior superficial, debido principalmente a las fuertes lluvias que se producen especialmente en épocas invernales y a la falta de cobertura vegetal.

Como medidas de estabilización se propone la modificación de la geometría de cada talud mediante un sistema de bermas, la construcción de un sistema de drenaje para captar las aguas lluvias, la revegetalización de la zona de estudio y la implantación de tres muros de gaviones.

Palabras clave: Deslizamiento, sostenimiento, mitigar, factor de seguridad, modelación.



ABSTRACT

The purpose of the project is to conduct a study of a particular sector support within the university campus, also includes proposals for works to mitigate these landslides, besides not prevent collapse.

This project presents a stability analysis, which is to obtain the safety factor, using modeling software, which is plotted for stratigraphic profiles to which know as slopes, obtained samples of field and laboratory tests are performed.

The obtained results indicate that the study zone currently has two active landslides, besides erosion and superficial deterioration, mainly due to heavy rains which occur especially during winter and lack of vegetation.

As stabilization measures is proposed to change the geometry of each slope through a system of berms, construction of a drainage system to grasp rainwater, the revegetation of the study zone and the implementation of three gabion walls.

Key words: Landslides, support, mitigate, safety factor, modeling,



ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	I
AUTORÍA	II
CESION DE DERECHOS	III
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO	V
RESUMEN	VI

ÍNDICE GENERAL

1. GENERALIDADES.....	13
1.1. INTRODUCCIÓN.....	13
1.2. OBJETIVOS.....	14
1.2.1.OBJETIVO GENERAL.....	14
1.2.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	14
1.4. METODOLOGÍA DE ESTUDIO	15
1.5. ESTABILIDAD DE TALUDES	16
1.5.1.Definición de talud.....	16
1.5.2.Factores influyentes en la estabilidad de taludes.	18
1.5.3.Deslizamientos.	20
1.5.4.Nomenclatura de un deslizamiento.	22
2. ANÁLISIS DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	25
2.1. LOCALIZACIÓN.	25
2.1.1.Topografía	25
2.1.2.Vegetación	26
2.1.3.Climatología	26
2.1.4.Precipitación.....	26
2.2. DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA DE LA ZONA.	27
2.2.1.Geología regional.	27



2.2.2. Geología local.....	28
2.3. DESCRIPCIÓN GEOTÉCNICA DE LA ZONA	28
2.3.1. Perfiles estratigráficos.	28
3. MODELACIÓN DE TALUDES.....	30
3.1. ASPECTOS GENERALES	30
3.2. MODELACIÓN.....	30
3.3. ANALISIS DE RESULTADOS	36
3.4. MEDIDAS DE MITIGACIÓN	37
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	42
4.1. CONCLUSIONES	42
4.2. RECOMENDACIONES.....	43
5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	45
6. ANEXOS.....	46
ANEXOS I.....	46
ANEXOS II.....	46
ANEXOS III.....	46
ANEXOS IV.....	46
ANEXOS V.....	46
ANEXOS VI.....	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Forma básica de un talud.....	16
Figura 1.2. Talud natural	17
Figura 1.3. Talud artificial	18
Figura 1.4. Nomenclatura de las partes de un deslizamiento.....	22
Figura 2.1. Ubicación de la zona de estudio.....	25
Figura 3.1. Características iniciales del proyecto.	31
Figura 3.2. Ingreso del talud 1 y rigidización de la estructura	31



Figura 3.3.	Ingreso de los parámetros geoténicos del talud 1	32
Figura 3.4.	Generación de la malla para el talud 1	33
Figura 3.5.	Generación de la presión de poros del talud 1	33
Figura 3.6.	Generación de las tensiones efectivas iniciales del talud 1.....	34
Figura 3.7.	Fases de cálculo y factor de seguridad del talud 1.....	35
Figura 3.8.	Deformación de la malla del talud 1.	35
Figura 3.9.	Detalle de la cuneta.....	39
Figura 3.10.	Detalle del muro de gaviones colocado al pie del talud 1.....	40
Figura 3.11.	Detalle del muro de gaviones colocado al pie del talud 5.....	40
Figura 3.12.	Detalle del muro de gaviones colocado al centro del talud 5	41
Figura IV.1.	Detalle del muro de gaviones. Pie del talud 5.....	121
Figura V.1.	Generación de la malla del talud 1.....	134
Figura V.2.	Fases de cálculo y factor de seguridad del talud 1.	135
Figura V.3.	Deformación de la malla del talud 1.....	135
Figura V.4.	Presión de poros activa del talud 1	136
Figura V.5.	Generación de la malla del talud 2.....	137
Figura V.6.	Fases de cálculo y factor de seguridad del talud 2.	137
Figura V.7.	Deformación de la malla del talud 2.....	138
Figura V.8.	Presión de poros activa del talud 2.....	138
Figura V.9.	Generación de la malla del talud 3.....	139
Figura V.10.	Fases de cálculo y factor de seguridad del talud 3.	140
Figura V.11.	Deformación de la malla del talud 3.....	140
Figura V.12.	Presión de poros activa del talud 3.....	141
Figura V.13.	Generación de la malla del talud 4.....	142
Figura V.14.	Fases de cálculo y factor de seguridad del talud 4.	142
Figura V.15.	Deformación de la malla del talud 4.....	143
Figura V.16.	Presión de poros activa del talud 4.....	143
Figura V.17.	Generación de la malla del talud 5.....	144
Figura V.18.	Fases de cálculo y factor de seguridad del talud 5	145
Figura V.19.	Deformación de la malla del talud 5.....	145
Figura V.20.	Presión de poros activa del talud 5.....	146



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Factores influyentes en la estabilidad de taludes	19
Tabla 3.1. Parámetros geotécnicos del talud 1	31
Tabla 3.2. Resultados del factor de seguridad de la zona de estudio.....	36
Tabla IV.1. Datos para el cálculo de la intensidad de precipitación.....	128
Tabla IV.2. Datos para el cálculo del caudal de diseño	129
Tabla IV.3. Coeficiente de escurrimiento	129
Tabla IV.4. Datos para el cálculo de la cuneta.....	130
Tabla V.1. Parámetros geotécnicos del talud 1	134
Tabla V.2. Parámetros geotécnicos del talud 2	136
Tabla V.3. Parámetros geotécnicos del talud 3	139
Tabla V.4. Parámetros geotécnicos del talud 4	141
Tabla VI.1. Parámetros geotécnicos del talud 5.	144

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfica 2.1. Precipitaciones mensuales en la ciudad de Loja.	27
--	----

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación IV.1. Coeficiente de presión activa de Coulomb.....	121
Ecuación IV.2. Ecuación de empuje activo	122
Ecuación IV.3. Altura del punto de aplicación del empuje	122
Ecuación IV.4. Peso propio de la estructura	122
Ecuación IV.5. Empuje activo vertical	123
Ecuación IV.6. Empuje activo horizontal.....	123
Ecuación IV.7. Factor de seguridad ante el deslizamiento	123
Ecuación IV.8. Momento de volteo	124
Ecuación IV.9. Momento resistente	124
Ecuación IV.10. Factor de seguridad ante el volteo.....	124
Ecuación IV.11. Resultante de las fuerzas normales.....	125
Ecuación IV.12. Excentricidad de la resultante	125



Ecuación IV.13. Presión máxima	125
Ecuación IV.14. Presión mínima	126
Ecuación IV.15. Intensidad de precipitación para un $T_r = 5$ años.....	128
Ecuación IV.16. Intensidad de precipitación para un $T_r = 10$ años.....	128
Ecuación IV.17. Ecuación de caudal.....	129
Ecuación IV.18. Tirante de agua.....	130
Ecuación IV.19. Altura de la cuneta	130
Ecuación IV.20. Ancho de la cuneta	131
Ecuación IV.21. Área de la cuneta.....	131
Ecuación IV.22. Perímetro de la cuneta.....	131
Ecuación IV.18. Radio hidráulico	131
Ecuación IV.18. Velocidad de flujo.....	132

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía VI.1. Talud 1 de la zona de estudio	148
Fotografía VI.2. Talud 2 de la zona de estudio	148
Fotografía VI.3. Talud 3 de la zona de estudio	149
Fotografía VI.4. Talud 4 de la zona de estudio	149
Fotografía VI.5. Talud 5 de la zona de estudio.	150
Fotografía VI.6. Sondeo manual de la zona de estudio.	150
Fotografía VI.7. Sondeo mecánico de la zona de estudio.....	151
Fotografía VI.8. Preparación de la muestra para el ensayo triaxial.....	151
Fotografía VI.9. Ensayo de compresión triaxial.....	152



1. GENERALIDADES

1.1. INTRODUCCIÓN

Los deslizamientos de tierra son uno de los procesos geológicos más destructivos que afectan al desarrollo de las vías y población, la inestabilidad de un talud se debe a una serie de factores que pueden ser clasificados en base a varios criterios.

Un gran porcentaje de las pérdidas por deslizamiento son evitables si el problema se identifica con anterioridad y se implementan las medidas de prevención o control (Suarez, 2003).

Dentro de la ciudad de Loja, los movimientos en masa se han convertido en fenómenos tan cotidianos, que pasan prácticamente desapercibidos por las comunidades, presentando un gran riesgo para las mismas.

Esta inestabilidad de taludes, se presentan en los predios de la Universidad Técnica Particular de Loja, motivo por el cual, el fin de este proyecto consiste en realizar un estudio de sostenimiento de un determinado sector dentro del campus, el cual lo denominaremos como zona de estudio, considerado de alto riesgo geológico, debido al tipo de deslizamiento que lo caracteriza. Así mismo incluye propuestas de obras para mitigar estos deslizamientos, además de prevenir que no colapsen.



1.2. OBJETIVOS.

1.2.1. OBJETIVO GENERAL

- ✓ Modelar y diseñar soluciones para la estabilidad de talud en los predios de la Universidad Técnica Particular de Loja.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Realizar la caracterización geo-mecánica del suelo, mediante la toma de muestras y ensayos de laboratorio,
- ✓ Obtención de datos geotécnicos correspondiente a la zona en estudio.
- ✓ Identificar el tipo de deslizamiento de la zona de estudio.
- ✓ Diseñar soluciones para mitigar los deslizamientos y dar estabilidad a la zona de estudio.

1.3. JUSTIFICACIÓN

Debido a la cantidad y variedad de los deslizamientos existentes en los predios de la Universidad Técnica Particular de Loja y dada la proyección y crecimiento que tiene actualmente la misma, demanda el uso de espacios físicos de terreno, lo que hace necesario un análisis de estabilidad de los taludes seleccionados, con el fin de establecer medidas de mitigación que garanticen la estabilidad de la zona de estudio.

El análisis de estabilidad en la zona de estudio permitirá el planeamiento y el diseño de soluciones para garantizar la seguridad de la zona de estudio.



Este proyecto proporcionara al departamento de infraestructura de la Universidad Técnica Particular de Loja que actualmente, no cuenta con información de parámetros geotécnicos necesarios para el diseño de obras en la zona de estudio.

1.4. METODOLOGÍA DE ESTUDIO

Este proyecto inició con la revisión de las metodologías y herramientas de cálculo disponibles para la estabilización de taludes, siguiendo un procedimiento general como el que se cita a continuación:

- ✓ Levantamiento topográfico de la zona de estudio.
- ✓ Obtención de información geológica.
- ✓ Recolección de muestras de campo y ensayos de laboratorio de la zona de estudio.
- ✓ Obtención de datos geotécnicos de los suelos presentes en la zona de estudio.
- ✓ Obtención y análisis de Resultados.
- ✓ Diseño de soluciones para estabilización de la zona de estudio.



1.5. ESTABILIDAD DE TALUDES

1.5.1. Definición de talud.

Un “talud” o ladera es una masa de tierra que no es plana sino que presenta una pendiente o cambios significativos de altura.

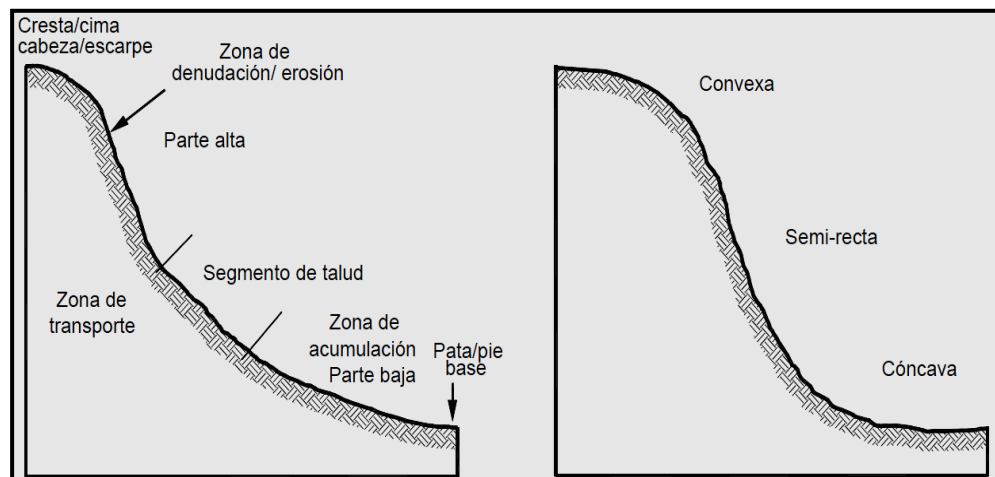


Figura 1.1. Forma básica de un talud

FUENTE: Suárez, J. (2003). *Deslizamientos; análisis geotécnico*.

Las partes que integran un talud son:

- ✓ **Altura de talud:** La altura de un talud viene definido por diferencia de cotas entre su corona y pie.
- ✓ **Pie o base:** El pie de un talud corresponde a la parte más baja de éste y es donde la inclinación de la ladera cambia abruptamente.
- ✓ **Cabeza:** Se refiere al sitio de cambio brusco de pendiente en la parte superior del talud o ladera.
- ✓ **Altura del nivel freático:** Es la altura que corresponde a la distancia vertical a partir del pie del talud o ladera, hasta el nivel de agua medida debajo de la cabeza.



- ✓ **Pendiente:** Es la inclinación que tiene el talud o ladera, respecto a una superficie horizontal, la medida puede ser angular, porcentual o de razón $m/1$.

Se conoce como talud natural o “ladera”, cuando su conformación actual tuvo como origen un proceso actual.

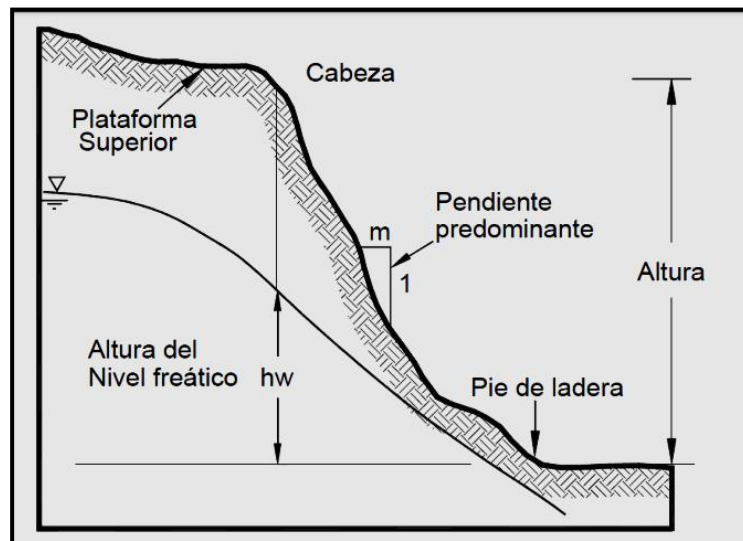


Figura 1.2. Talud natural.

FUENTE: Suárez, J. (2003). *Deslizamientos; análisis geotécnico*.

Se conoce como talud artificial, cuando el hombre ha intervenido en ellos como consecuencia de una obra de ingeniería, dándoles un corte o relleno.

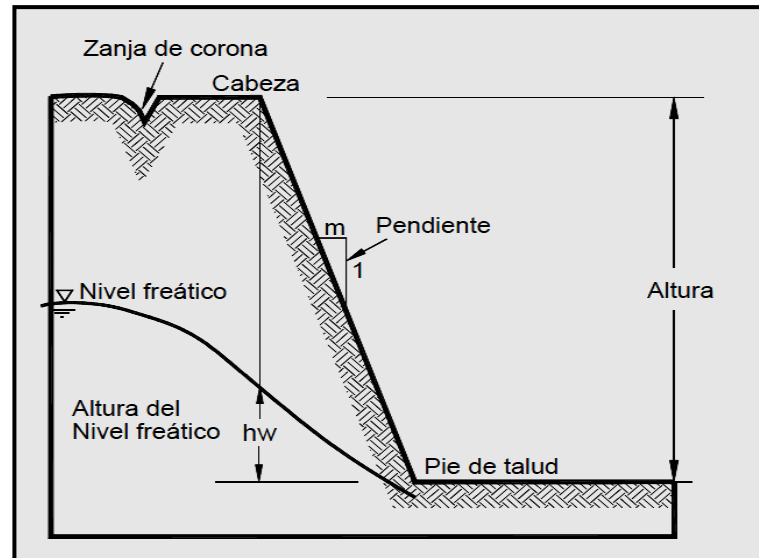


Figura 1.3. Talud artificial.

FUENTE: Suárez, J. (2003). *Deslizamientos; análisis geotécnico*

Las laderas o taludes que han permanecido estables por muchos años, pueden fallar debido a cambios topográficos, sísmicos, a los flujos de agua subterránea, a los cambios en la resistencia del suelo, la meteorización o a factores de tipo antrópico o natural que modifiquen su estado natural de estabilidad. Un talud estable puede convertirse en un “deslizamiento” (Suarez J, 2003).

1.5.2. Factores influyentes en la estabilidad de taludes.

Los factores que influyen en la estabilidad de un talud se muestran en la tabla 1.1 (González de Vallejo, Ferrer, Ortuño & Oteo, 2002).



Tabla 1.1.- Factores influyentes en la estabilidad de taludes.

FACTORES	CARACTERISITICAS
Geométricos	<ul style="list-style-type: none">• Altura del talud.• Inclinación del talud.
Geológicos	<ul style="list-style-type: none">• Presencia de planos y zonas de debilidad en el talud.• Anisotropía en el talud.
Hidrogeológicos	<ul style="list-style-type: none">• Presencia de agua.
Geotécnicos	<ul style="list-style-type: none">• Parámetros de resistencia.• Deformabilidad.

FUENTE: González de Vallejo, L., Ferrer M., Ortuño L., Oteo C. (2002). *Ingeniería geológica*.

La combinación de los factores citados puede determinar la condición de rotura a lo largo de una o varias superficies y que cinemáticamente posible al movimiento de un cierto volumen de masa de suelo o roca.

La posibilidad de rotura y los mecanismos y modelos de inestabilidad de los taludes están controlados principalmente por factores geológicos y geométricos.

Los factores geológicos, hidrogeológicos y geotécnicos se consideran factores **condicionantes** o pasivos y son intrínsecos a los materiales naturales, junto con los factores **desencadenantes** o activos, provocan la rotura una vez que se cumplen una serie de condiciones. Estos últimos son factores externos que actúan sobre el suelo, modificando sus características, propiedades y las condiciones de equilibrio del talud (González de Vallejo et al, 2002).



1.5.3. Deslizamientos.

Los deslizamientos son movimientos de masas de suelo o roca que deslizan, moviéndose relativamente respecto al sustrato, sobre una o varias superficies de roturas netas al superarse la resistencia al corte de estas superficies; la masa generalmente se desplaza en conjunto, comportándose como una unidad en su recorrido; la velocidad puede ser muy variable, pero suelen ser procesos rápidos y alcanzar grandes volúmenes (hasta varios millones de metros cúbicos). En ocasiones, cuando el material deslizado no alcanza el equilibrio al pie de la ladera (por su pérdida de resistencia, contenido en agua o por la pendiente existente), la masa puede seguir en movimiento a lo largo de cientos de metros y alcanzar velocidades muy elevadas, dando lugar a un flujo; los deslizamientos también pueden ocasionar avalanchas rocosas (González de Vallejo L at al, 2002).

El deslizamiento de un talud se produce por la rotura y posterior desplazamiento de una cuña de suelo a lo largo de un plano de debilidad, lo que ocasiona un desmoronamiento total o parcial de dicho talud. Las causas que producen este deslizamiento son muy diversas; filtraciones de agua, vibraciones, socavaciones, etc., lo que hace difícil su encuadre analítico (Bañón, 2000)

Los deslizamientos más comunes se exponen a continuación (Suarez J, 2003):

- **Caída.-** Se denomina caída cuando una gran cantidad de rocas de diferente tamaño se desprende del talud y su derrumbe se genera por el aire rodando libremente a varias velocidades; dependiendo de la pendiente que posea el talud.
- **Volcamiento.-** Este tipo de fractura en el talud ocurre en la zona donde las rocas blandas se encuentran por debajo de las rocas



duras, produciéndose una pausada inclinación de las rocas duras hasta su desplome.

- **Deslizamiento rotacional.-** En este tipo de deslizamiento, la superficie de falla se encuentra internamente en el material, dándose de manera circular o cóncava. Dichas superficies pueden ocurrir en diferentes lugares del talud las cuales se denomina: superficie de rotura de talud, superficie de rotura de pie de talud y superficie de rotura de base de talud. Este tipo de desprendimiento se debe a las excesivas lluvias.
- **Deslizamiento traslacional.-** Cuando este tipo de deslizamiento se produce en rocas es muy lento y el suelo se moviliza hacia fuera y abajo a lo largo de una superficie planar; dichos deslizamientos se controlan por la resistencia del material y las fracturas en las rocas.
- **Flujo.-** Este tipo de deslave se encuentra relacionado directamente con la saturación del suelo por el exceso de agua, en épocas de invierno. Se provoca en roca, suelos y escombros además la velocidad de desprendimiento es muy repentina y de gran velocidad por lo que implica mucha peligrosidad.
- **Reptación.-** Este tipo de deslizamiento se produce con el paso del tiempo; generándose una distorsión sobre la superficie del suelo manifestándose con la presencia de grietas. Existen otros tipos de movimientos como las avalanchas que son compuestas por la combinación de deslizamientos antes mencionados.



1.5.4. Nomenclatura de un deslizamiento.

En la Figura 2.5 se muestra un deslizamiento típico o desplazamiento en masa. Las partes principales son las siguientes (Suarez J, 2003):

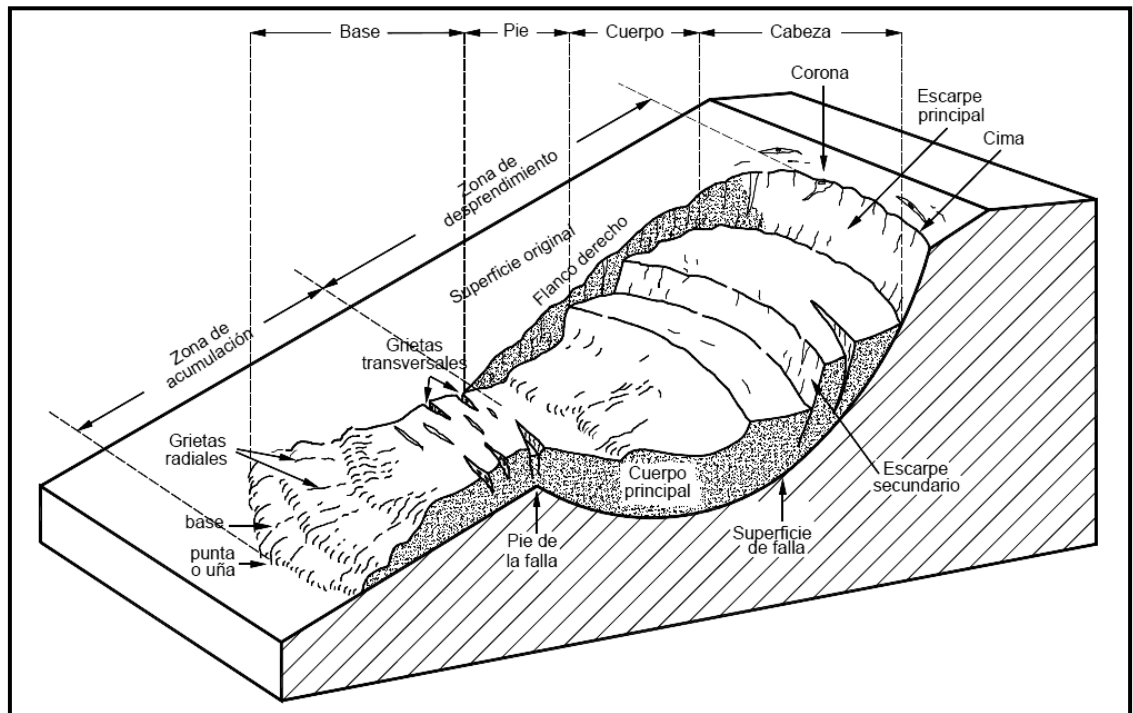


FIGURA 1.4. Nomenclatura de las diferentes partes que conforman un deslizamiento.

FUENTE: Suárez, J. (2003). *Deslizamientos; análisis geotécnico*.

- ✓ **Cabeza:** Parte superior de la masa de material que se mueve. La cabeza del deslizamiento no corresponde necesariamente a la cabeza del talud. Arriba de la cabeza está la corona.
- ✓ **Cima:** El punto más alto de la cabeza, en el contacto entre el material perturbado y el escarpe principal.
- ✓ **Corona:** El material que se encuentra en el sitio, (prácticamente inalterado), adyacente a la parte más alta del escarpe principal, por encima de la cabeza.



- ✓ **Escarpe principal:** Superficie muy inclinada a lo largo de la periferia posterior del área en movimiento, causado por el desplazamiento del material. La continuación de la superficie del escarpe dentro del material conforma la superficie de la falla.
- ✓ **Escarpe secundario:** Superficie muy inclinada producida por el desplazamiento diferencial dentro de la masa que se mueve. En un deslizamiento pueden formarse varios escarpes secundarios.
- ✓ **Superficie de falla:** Área por debajo del movimiento y que delimita el volumen del material desplazado. El suelo por debajo de la superficie de la falla no se mueve, mientras que el que se encuentra por encima de ésta, se desplaza. En algunos movimientos no hay superficie de falla.
- ✓ **Pie de la superficie de falla:** La línea de interceptación (algunas veces tapada) entre la parte inferior de la superficie de rotura y la superficie original del terreno.
- ✓ **Base:** El área cubierta por el material perturbado abajo del pie de la superficie de falla.
- ✓ **Punta o uña:** El punto de la base que se encuentra a más distancia de la cima.
- ✓ **Cuerpo principal del deslizamiento:** El material desplazado que se encuentra por encima de la superficie de falla. Se pueden presentar varios cuerpos en movimiento.
- ✓ **Superficie original del terreno:** La superficie que existía antes de que se presentara el movimiento.



- ✓ **Costado o flanco:** Un lado (perfil lateral) del movimiento. Se debe diferenciar el flanco derecho y el izquierdo.
- ✓ **Derecha e izquierda:** Para describir un deslizamiento se recomienda utilizar la orientación geográfica (Norte, Sur, Este, Oeste); pero si se emplean las palabras derecha e izquierda, deben referirse al deslizamiento observado desde la corona hacia el pie.



2. ANÁLISIS DE LA ZONA DE ESTUDIO.

2.1. LOCALIZACIÓN.

La zona de estudio se encuentra ubicada en el sector centro – oriental de la ciudad de Loja, en los predios de la Universidad Técnica Particular en la vía Loja – Zamora, en los rangos de coordenadas UTM 700518 ESTE; 9559060 NORTE y 700613 ESTE; 9559270 NORTE.



Figura 2.1. Ubicación de la zona de estudio.
Fuente: Google maps, 2013.

2.1.1. Topografía

En base al levantamiento topográfico, visitas de campo y observaciones del sector, se puede declarar que la zona de estudio posee una topografía irregular con pendientes entre 20° y 60° aproximadamente.



2.1.2. Vegetación

En cuanto al tipo de vegetación podemos encontrar pequeños bosques junto con pastos naturales, además se puede apreciar que en algunas áreas se ha perdido la cobertura vegetal, la misma que contribuye a evitar problemas de erosión, reptación y a controlar la escorrentía superficial lo que influye en una parte a la ocurrencia de deslizamientos superficiales.

2.1.3. Climatología

El clima de la ciudad de Loja se ubica en el área del clima Templado Húmedo, sin estación seca, según la clasificación climática de Koppen, puesto que se asienta en la cuenca alta del Zamora, influenciado por el clima tipo amazónico y los vientos alisios.

Su temperatura fluctúa entre los 14°C y 24°C similar al resto de la serranía del país. Los meses de Junio y Julio se conoce como la temporada de vientos, las temperaturas bajas fluctúan entre Junio y Septiembre, siendo Julio el mes más frío.

2.1.4. Precipitación

Las precipitaciones son durante todo el año con un promedio mensual de 79.02 mm, predominando especialmente en los meses de diciembre, enero, febrero marzo y abril y anualmente la precipitación promedio es de 948.24 mm estos valores son obtenidos del procesamiento de datos de precipitaciones mensuales obtenidos de la estación meteorológica “LA ARGELIA” de la ciudad de Loja.

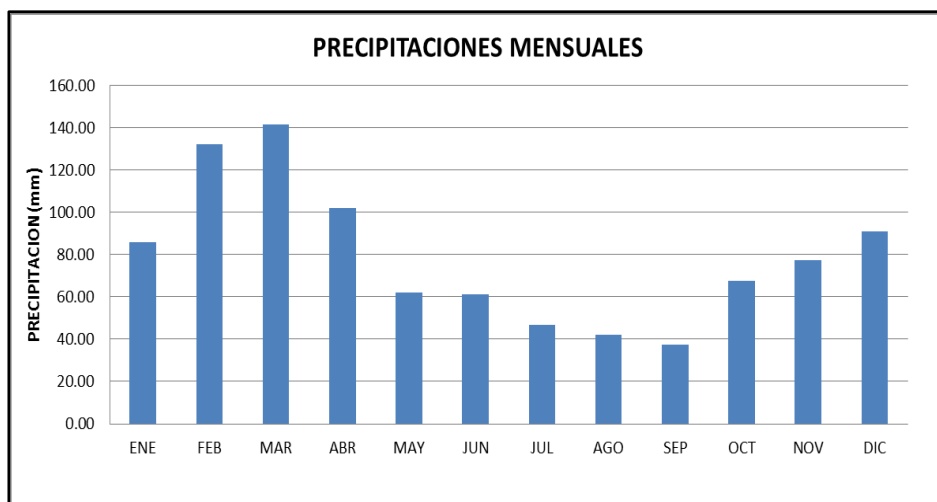


Grafico 2.1. Precipitaciones mensuales en la ciudad de Loja, entre los años 1995 y 2009.

Fuente: INAMHI, <http://www.inamhi.gob.ec/index.php/clima/anuarios-meteorologicos>.

2.2. DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA DE LA ZONA.

2.2.1. Geología regional.

La cuenca de Loja es de origen lacustre, está formada por una secuencia variada de sedimentos miocénicos que descansan discordantemente sobre un basamento de rocas metamórficas (Unidad Chiguinda) que es de edad Paleozoica.

Está rellena principalmente por rocas detríticas de edad mioceno medio y superior, el relleno sedimentario se inició por depósitos fluviales, deltaicos y lacustres, que en la parte Oeste se encuentran en el siguiente orden desde el muro hasta el techo las formaciones Trigal, La Banda y Belén mientras que en el Este tenemos la formación San Cayetano (inferior, medio y superior) y sobre esta discordantemente se encuentra la formación Quillollaco.



2.2.2. Geología local

El área de estudio se encuentra ubicado geológicamente sobre la formación San Cayetano, la misma que está ubicada en la parte Este de la Cuenca de Loja.

Litológicamente la formación San Cayetano, está compuesta por areniscas, conglomerados, lutitas, capas de carbón, diatomitas y algunos piroclastos, que favorecen la ocurrencia de deslizamientos.

La formación San Cayetano está dividida en tres miembros en contactos traslacionales: miembro arenisca inferior, miembro medio limolitas y el miembro arenisca superior.

2.3. DESCRIPCIÓN GEOTÉCNICA DE LA ZONA

En base a vistas de inspección preliminar y sondeos que se realizó en la zona de estudio se determinó las características físicas y mecánicas de los suelos existentes.

Para obtener datos mas fiables sobre el análisis de estabilidad de taludes, la zona de estudio ha sido dividida en 5 perfiles estratigráficos que los conoceremos como talud 1, 2, 3, 4 y 5.

2.3.1. Perfiles estratigráficos.

- **Talud 1.-** Litológicamente esta conformado por un suelo de color gris y café claro, clasificado por la norma como una arcilla de plasticidad media, tiene humedad media y baja consistencia firme. A la profundidad de -0.90m, hay la presencia de aguas freáticas.



- **Talud 2.-** Litológicamente esta conformado por un suelo de color café amarillenta, clasificado por la norma como una arcilla de elevada plasticidad, tiene humedad alta y consistencia media. A la profundidad de -0.90m, hay la presencia de nivel freático.
- **Talud 3.-** Litológicamente esta conformado por un suelo de color gris, clasificado por la norma SUCS, como una arcilla de plasticidad media, de humedad media y de una consistencia firme.
- **Talud 4.-** Litológicamente esta conformado por un suelo de color café claro, clasificado por la norma SUCS, como una arcilla de plasticidad media, de humedad media y de una consistencia firme.
- **Talud 5.-** Litológicamente esta conformado por un suelo de color café claro y pequeñas motas de color gris claro, clasificado por la norma SUCS, como una arcilla de plasticidad media, tiene humedad media, y de consistencia firme. A la profundidad de -2.00m, hay la presencia de nivel freático.

Los perfiles estratigráficos de cada sondeo se pueden ver en el anexo II.



3. MODELACIÓN DE TALUDES.

3.1. ASPECTOS GENERALES

El análisis de estabilidad de cada talud se lo ha efectuado mediante un programa basado en la teoría de los elementos finitos. El programa utiliza una interfaz gráfica que permite a los usuarios generar rápidamente un modelo geométrico y una malla de elementos finitos basada en una sección transversal vertical representativa del problema que se trate.

3.2. MODELACIÓN

El manejo del programa implica ingresar los parámetros geométricos y geotécnicos del suelo.

Los pasos utilizados para construir el modelo dentro del programa se detalla a continuación:

- Al ejecutar el programa lo primero que se realiza es la configuración de las características iniciales, dando el nombre del proyecto, en el cual además se configura un modelo de deformación plana con 15 nodos y se establece las unidades métricas consideradas las mas adecuadas para trabajar.

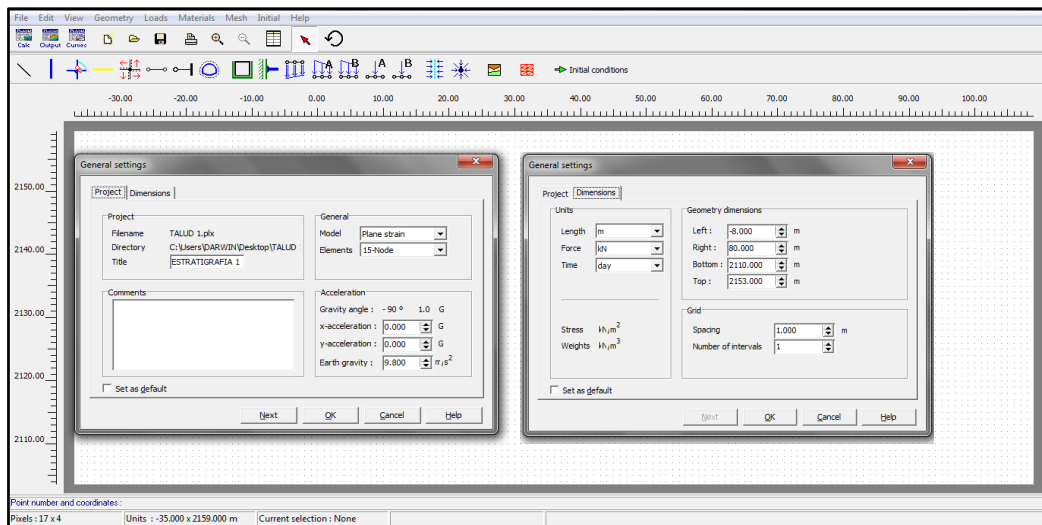


Figura 3.1. Características iniciales del proyecto.
Fuente: El autor.

- Seguidamente se crea el modelo geométrico, ingresando las coordenadas de cada perfil (talud), con sus respectivos estratos, esto se lo realizó mediante la opción «**Geometry Line**» y con la opción «**Standard Fixities**», se rigidiza la estructura para impedir la acción de fuerzas externas.

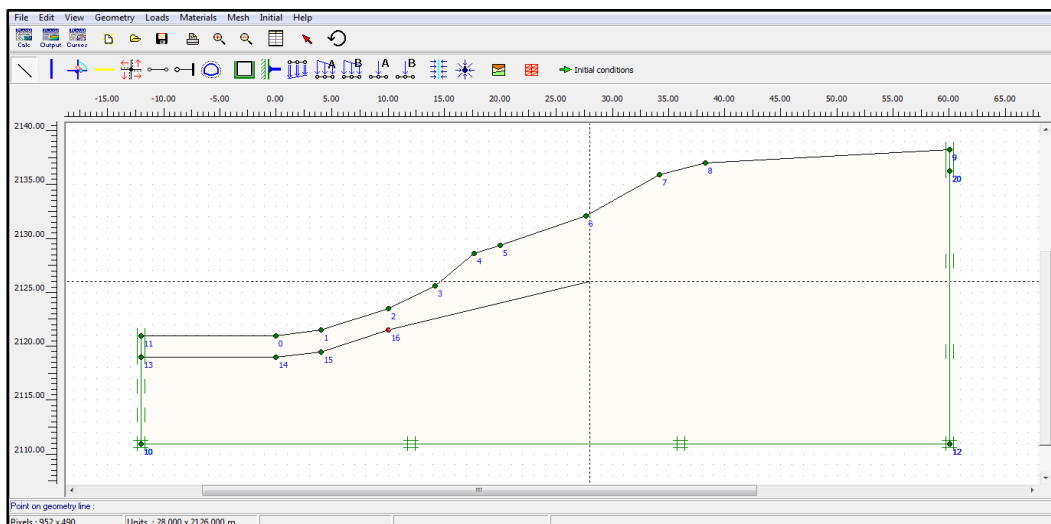


Figura 3.2. Ingreso del talud 1 y rigidización de la estructura
Fuente: El autor.



- Para dar las propiedades geotécnicas de los suelos de cada talud, se ejecuta la opción «**Material sets**».

Tabla 3.1. Parámetros geotécnicos del talud 1

Características del suelo	Unidad	Suelo 1	Suelo 2
		CL	CL
Tipo	-	UnDrained	UnDrained
Peso específico seco (γ_{unsat})	kN/m ³	13.60	17.00
Peso específico saturado (γ_{sat})	kN/m ³	19.70	20.40
Permeabilidad en x (K_x)	m/día	0.0001	0.0002
Permeabilidad en y (K_y)	m/día	0.0001	0.0002
Coeficiente de Poisson (ν)	-	0.33	0.30
Módulo de elasticidad (E_{ref})	kN/m ²	1350	2350
Cohesión (c_{ref})	kNm ²	20	32
Angulo de fricción (Φ)	°	11	11

Fuente: El autor.

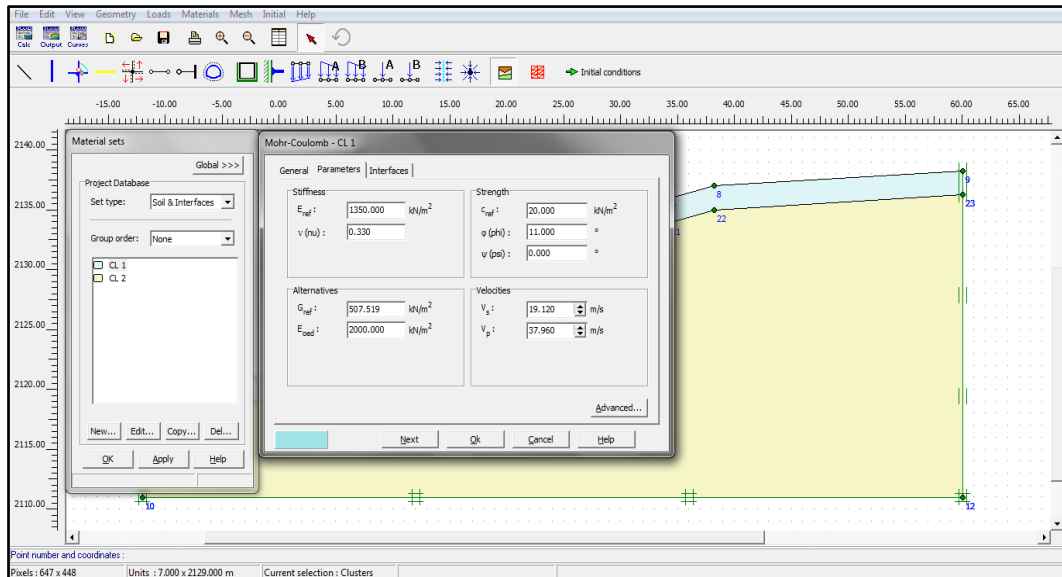


Figura 3.3. Ingreso de los parámetros geotécnicos del talud 1

Fuente: El autor.

- Luego se genera la malla de elementos finitos mediante la opción «**Mesh**», considerando una malla fina para que el análisis sea más minucioso.

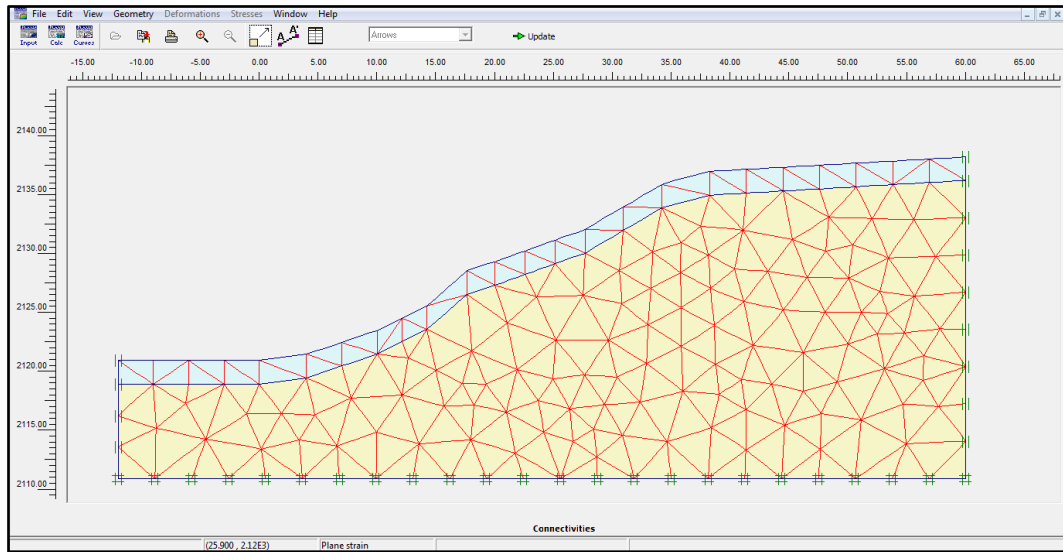


Figura 3.4. Generación de la malla para el talud 1
Fuente: El autor.

- Una vez creado el modelo geométrico y la generación de la malla de elementos finitos, se establece las condiciones iniciales del proyecto mediante la opción «**Initial Conditions**». En este modulo se traza el nivel freático, generando la presión de poros mediante la opción de «**Generate water pressures**» y seguidamente se genera las tensiones efectivas iniciales, mediante la opción de «**Generate initial stresses**».

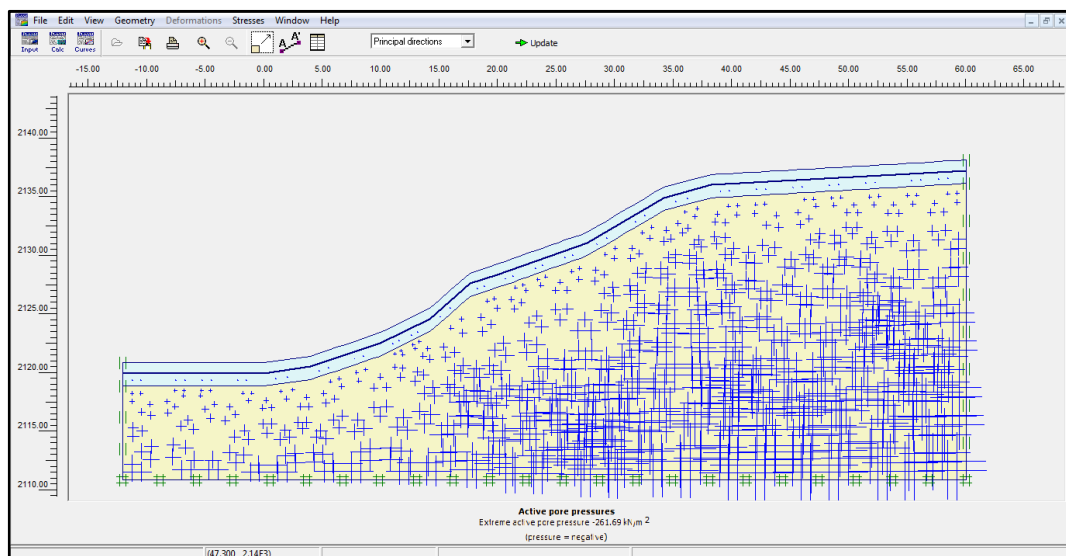


Figura 3.5. Generación de la presión de poros del talud 1
Fuente: El autor.

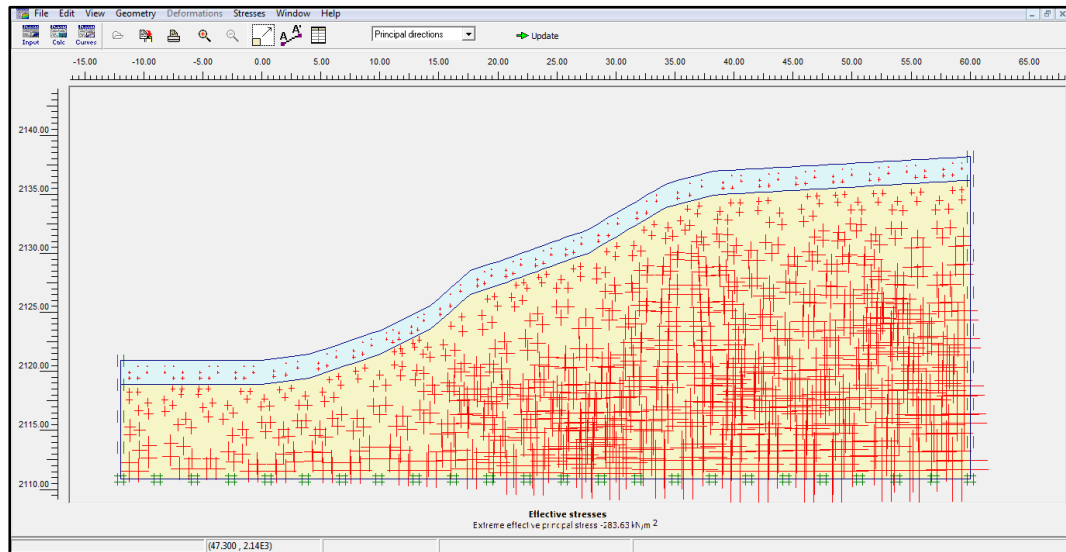


Figura 3.6. Generación de las tensiones efectivas iniciales del talud 1
Fuente: El autor.

- Una vez establecidos los pasos anteriores, se ejecuta el comando «**Calculate**», en base a las características del suelo se ingresó las diferentes etapas o fases de cálculo.

En la primera etapa se realiza un **análisis de consolidación**, el mismo que efectúa un análisis de consolidación elástico-plásticos, mediante el desarrollo o la disipación en función del tiempo de presiones intersticiales en suelos saturados de tipo arcillosos.

En la segunda etapa de cálculo se ejecuta un **análisis de seguridad**, el mismo que consiste en reducir progresivamente los parámetros de resistencia del suelo hasta que se produzca la rotura de la estructura, permitiendo de esta manera determinar un factor de seguridad global.

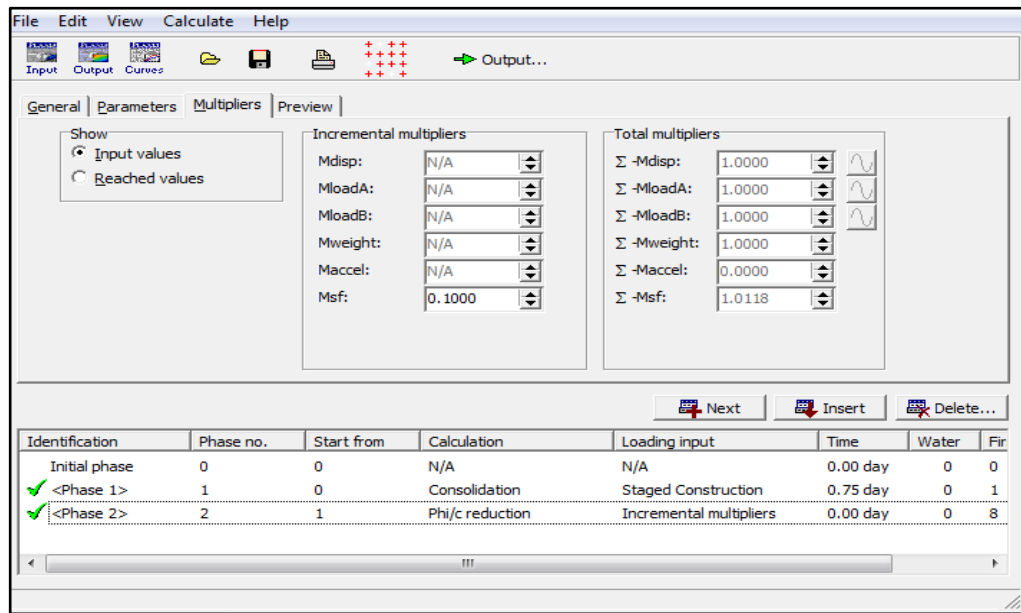


Figura 3.7. Fases de cálculo y factor de seguridad del talud 1
Fuente: El autor.

- Finalmente se ejecuta la opción de «**Output**», en la cual se pudo visualizar las diferentes graficas del análisis.

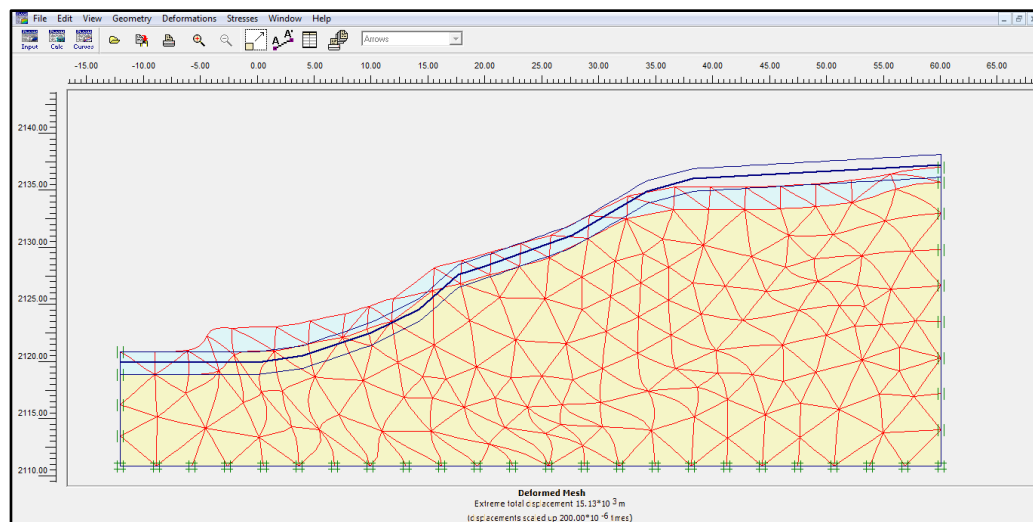


Figura 3.8. Deformación de la malla del talud 1
Fuente: El autor.



3.3. ANALISIS DE RESULTADOS

Una vez ejecutada la simulación de cada talud mediante el software, se puede visualizar los factores de seguridad en la tabla 3.2.

Tabla 3.2. Resultados del factor de seguridad de la zona de estudio.

ELEMENTOS FINITOS	TALUD	FACTOR DE SEGURIDAD
	1	1.01
	2	1.07
	3	1.00
	4	1.04
	5	0.76

Fuente: El autor.

Los factores de seguridad en la zona de estudio son menores e iguales a la unidad lo cual no son recomendables para la estabilidad de un talud.

En los taludes 1 y 5 se pueden identificar deslizamientos de tipo rotacional que actualmente se encuentran activos, esto se debe principalmente a agentes naturales; por la poca vegetación, fuertes lluvias, especialmente en épocas invernales, esto produce presión de poros sobre las partículas, disminuyendo la presión efectiva y la resistencia cortante del suelo.

El talud 2, actualmente esta conformado por una vía de tercer orden de 8.80 m de ancho y una terraza de 5.50m de ancho y no presenta ningún deslizamiento en la actualidad, en el presente talud se realizó un análisis en condiciones críticas permitiendo de esta manera, se plantean medidas para evitar su inestabilidad a largo plazo.

Los taludes 3 y 4 presentan erosión y deterioró superficial, esto se debe a fenómenos naturales como la lluvia, a la falta de cobertura vegetal, los parámetros de resistencia al corte, los materiales



presentes en el talud tienen buena consistencia, obteniéndose parámetros de resistencia al corte altos, para obtener datos mas fiables se realizó el análisis en estado natural y en condiciones criticas, permitiendo de esta manera plantear medidas de mitigación para evitar que estos dos taludes colpasen.

3.4. MEDIDAS DE MITIGACIÓN

➤ Solución 1.- Modificación de la geometría

La altura del talud 1 es de 16 m, por lo que se recomienda conformar un sistema de bermas para mejorar la geometría del talud, se debe construir dos bermas intermedias de 2.5m de ancho, la primera se construirá en la abscisa 0+016.60 a una altura de 6.50 m desde el pie del talud y segunda berma en la abscisa 0+025 a una altura de 9.80m desde el pie del talud.

La altura del talud 2 es de 14 m, este se encuentra atravesado por una vía de tercer orden de acceso en la abscisa 0+012, tiene 8.80 m de ancho y una terraza en la abscisa 0+029 de 5.50 m respectivamente, es recomendable el conservar dicha geometría.

El talud 3, tiene ángulo de inclinación de 60° y una altura de 20m; con una pendiente fuerte, no recomendable para la estabilización, se hace necesario disminuir el ángulo de inclinación y la conformación de un sistema de bermas para mejorar la geometría del talud, se debe construir una berma intermedia de 1.40 m ancho, en la abscisa 0+010.50 y a una altura de 10.40 m desde el pie del talud. Ver anexo 1

El talud 4 tiene una altura de 9m y un ángulo de inclinación de 64° , entre las abscisas 0+002 a la abscisa 0+010, siendo el mismo mayor al recomendado por lo que es necesario disminuir el ángulo de inclinación. Ver anexo 1



La altura del talud 5 es de 30 m y un longitud horizontal de aproximadamente 130 m, con un ángulo de inclinación de 14° , existe la presencia de flujos de material saturado en el pie del talud, por lo que es necesario realizar obras de mitigación; para mejorar la geometría del talud, se debe construir una terraza intermedia de 2,5 m de ancho, en la abscisa 0+052.50 m. Ver anexo 1

➤ **Solución 2.- Sistemas de drenajes.**

Debido a que el agua es el principal agente causante de los deslizamientos y la inestabilidad que se producen en los taludes (1, 2, 3, 4 y 5), produciendo: disminución de resistencia al corte de los suelos e incremento de la presión de poros, es necesario realizar un plan de estabilización consistente de un sistema de drenaje y subdrenajes, por lo que se recomienda cunetas de drenaje en la corona, en cada berma y al pie del talud, con la finalidad de evacuar las aguas circundantes a lo largo del talud.

En la construcción de la cuneta de drenaje se recomienda la colocación de un geomembrana para impermeabilizar el suelo, material granular, además de la colocación de un geotextil que cubra la tubería que trabajara como dren.



El detalle de la cuneta se muestra en la figura 3.9.

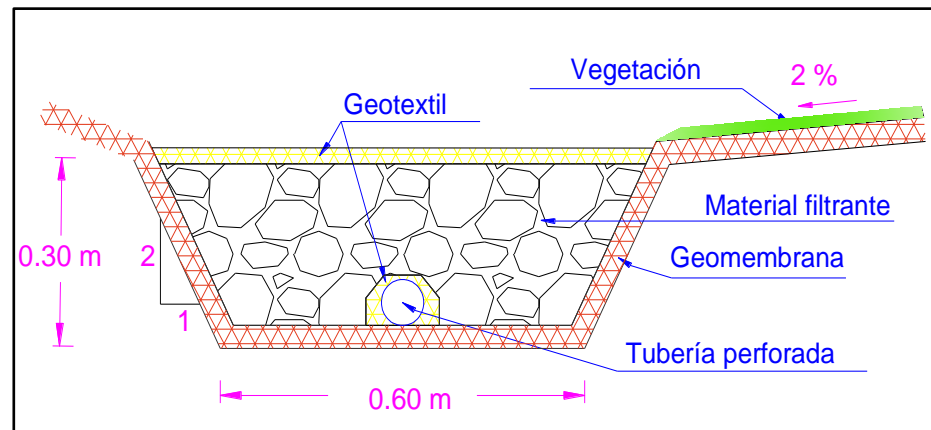


Figura 3.9.- Detalle de la cuneta (taludes 1, 2, 3, 4 y 5)

Fuente: El autor.

El diseño de la cuneta se puede ver en el anexo IV.

➤ **Solución 3.- Muro de gaviones.**

Se recomienda construir un muro de gaviones al pie del talud 1, con la finalidad de estabilizar el material que se encuentra tras el muro y de esta manera mejorar el factor de seguridad en el talud, el muro se debe colocar en la abscisa 0+007.

En el talud 5 se recomienda construir dos muros de gaviones al pie del talud y al centro con la finalidad de aumentar el factor de seguridad en el talud y controlar el deslizamiento que se produce en esta zona, el primer muro se lo colocara al pie del talud en la abscisa 0+003 y el segundo en el centro del talud en la abscisa 0+065.

El detalle de los muros se muestra en la figura 3.10, figura 3.11 y figura 3.12.

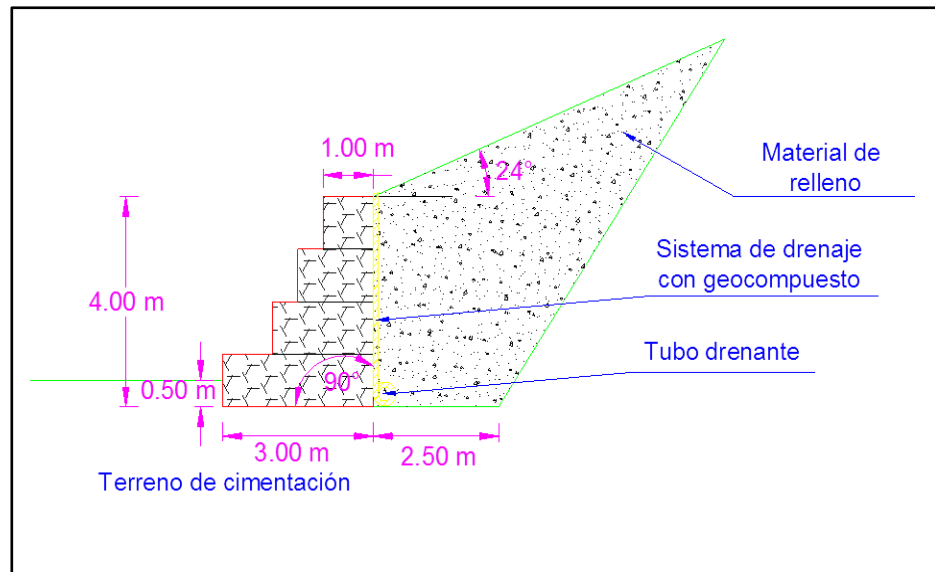


Figura 3.10. Detalle del muro de gaviones colocado al pie del talud 1.
Fuente: El autor.

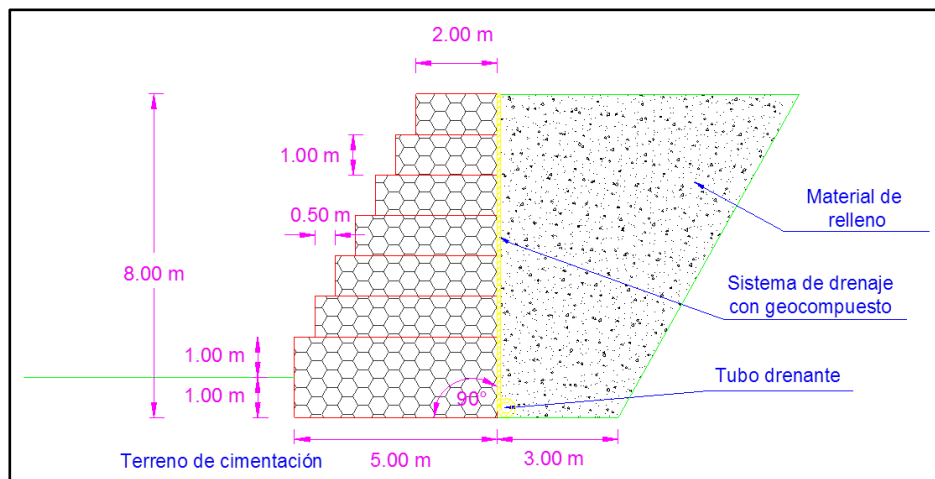


Figura 3.11.- Detalle del muro de gaviones colocado al pie del talud 5.
Fuente: El autor.

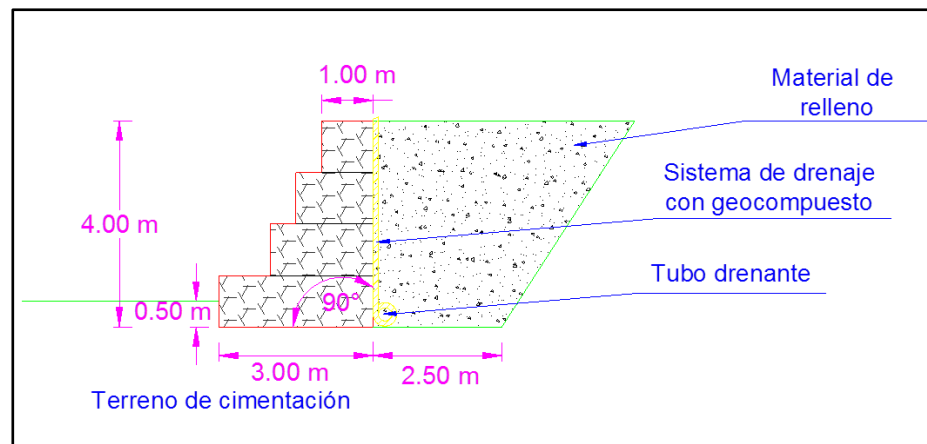


Figura 3.12.- Detalle del muro colocado al centro del talud 5.
Fuente: El autor.

Antes de la construcción de cada muro de gaviones se recomienda remover todo el material suelto existente y llegar a capas de material resistente.

El diseño del muro de gaviones se puede ver en el anexo IV.

➤ **Solución 4.- Revegetación del talud**

La falta de cobertura vegetal en un talud puede causar problemas como erosión, reptación y fallas subsuperficiales, por lo que se recomienda la revegetación con vegetación típica del sector, una vez ejecutadas las obras de mitigación antes mencionadas. Es recomendable que la revegetación se la realice con la utilización de una geomanta, la misma que permitiría una efectiva germinación de las semillas, con la finalidad de ayudar a contrarlar la filtración de aguas y evitar efectos erosivos en la superficie del talud.



4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- Las intensas lluvias y la falta de cobertura vegetal en la zona son los principales factores que permiten los deslizamientos del suelo.
- En el análisis de estabilidad del talud 1, se obtiene un factor de seguridad de 1.00, el cual es muy cercano al valor crítico que sería menor a la unidad. Este talud muestra un deslizamiento de tipo rotacional al pie del talud, provocada por la infiltración de agua y la falta de cobertura vegetal.
- Para los taludes 2, 3 y 4, con la finalidad de conseguir parámetros más fiables se realizó el análisis de estabilidad en estado natural y en condiciones críticas, obteniendo el factor de seguridad de 1.07, 1.00, 1.04, respectivamente, los cuales son muy cercanos al valor crítico que sería menor a la unidad. Sin embargo estos taludes presenta erosión superficial debido a las intensas lluvias y la falta de cobertura vegetal.
- En el talud 5, en el análisis de estabilidad, se obtiene un factor de seguridad de 0.76, considerándose inestable, además muestra un deslizamiento de tipo rotacional al pie del talud, provocada por la infiltración de agua y material suelto.
- El muro de gaviones es apropiado como medida de estabilización en los taludes 1 y 5, debido a que se obtuvo un factor de seguridad de 1.47 y 3.40 respectivamente, mediante la modelación utilizando el software.



- Las medidas de mitigación recomendadas para los taludes 2, 3 y 4 es la construcción de terrazas, cunetas de coronación y la reposición de material vegetal, estas medidas son tomadas para reducir la vulnerabilidad de estos taludes, obteniendo así un factor de seguridad de 1.66, 5.72 y 2.04 respectivamente.

4.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda construir las obras de mitigación sugeridas, para aplicar un sistema de monitoreo, el mismo que permitirá comprobar su estabilidad.
- El relleno posterior del muro es conveniente, que sea ejecutado con material granular (base o sub-base), debidamente compactado al 95% de la densidad seca máxima del ensayo AASHTO T180-D y los 50cm debajo de la corona del muro se colocara un suelo arcilloso para impermeabilizar.
- Se recomienda construir un sistema de drenaje en la corona en cada berma y al pie del talud, que permita la evacuación de aguas hacia la vía.
- Para la revegetalización de la zona, es sumamente factible, el uso de geomanta, para una efectiva germinación de las semillas, con la finalidad de proteger los taludes contra la erosión provocada por agentes naturales como la lluvia y el viento, aumentando la resistencia al cortante de los suelos mediante sus raíces.



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja

- Para garantizar un correcto funcionamiento de las obras de mitigación, es conveniente realizar un adecuado control de mantenimiento.
- En la construcción de las obras de mitigación es necesario que se remueva todo el material suelto existente.
- Se recomienda para la construcción de un muro de gaviones, realizar un estudio de mecánica de suelos.



5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

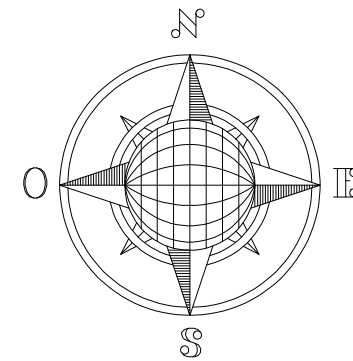
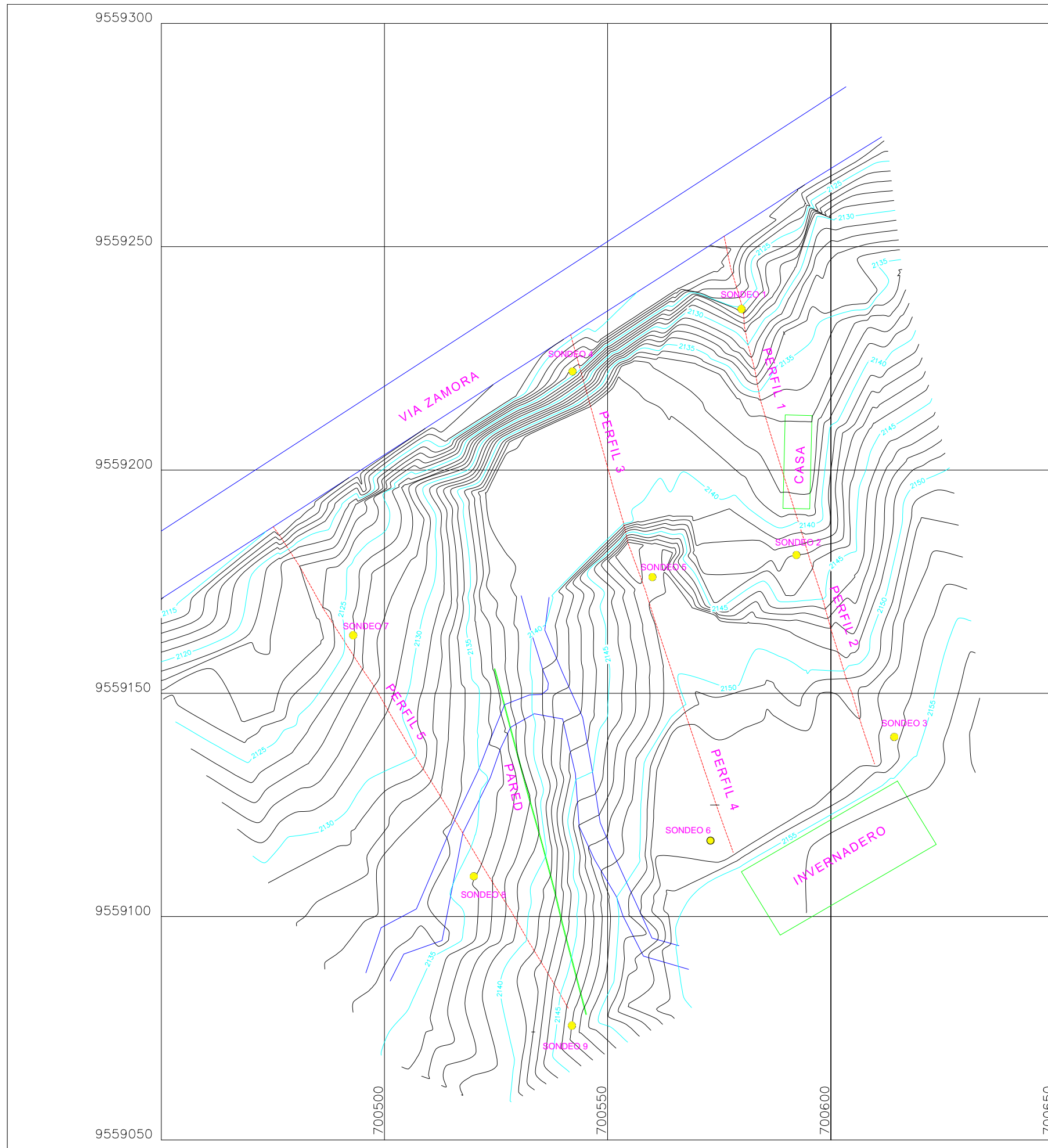
- ✓ Suarez, J. (2003). *Deslizamientos: Análisis Geotécnico*. Tomo 1.
- ✓ González de Vallejo, L., Ferrer, M., Ortuño, L., Oteo, C. (2002). *Ingeniería geológica*. Madrid: Pearson Educación.
- ✓ Bañón Blazquez, L., Beviá García, J. (2000). *Manual de carreteras. Volumen 2: construcción y mantenimiento*. Universidad de Alicante.
- ✓ Ayala Carcedo, J, (1987). *Manual de ingeniería de taludes*. Madrid: Instituto geológico y minero de España.
- ✓ Das, B. (2006). *Principios de ingeniería de cimentaciones*. México: Editorial Thomson.
- ✓ Jiménez Salas, J., Justo Alpañes J. (1981). *Geotecnia y cimientos II*. Madrid: Editorial Rueda.
- ✓ Departamento de Geología y Minas e Ingeniería Civil (2012). *Estudios geológicos – geotécnicos para la nueva programación de obras a construirse en los predios de la UTPL*.
- ✓ Toledo Peláez Xavier A., Soto Luzuriaga Jhon E. (2006). *Inventario de deslizamientos en la Formación San Cayetano, Loja-Ecuador*. Recuperado de <http://www.utpl.edu.ec/ucg/images/stories/papers/inventariodeslizam.pdf>
- ✓ INAMHI. (1999). *Estudio de lluvias intensas*. Quito.



6. ANEXOS.

A 3D ribbon graphic with a central rectangular section containing the text "ANEXO I" and "PLANOS". The ribbon is light gray with a darker gray shadow on the right side.

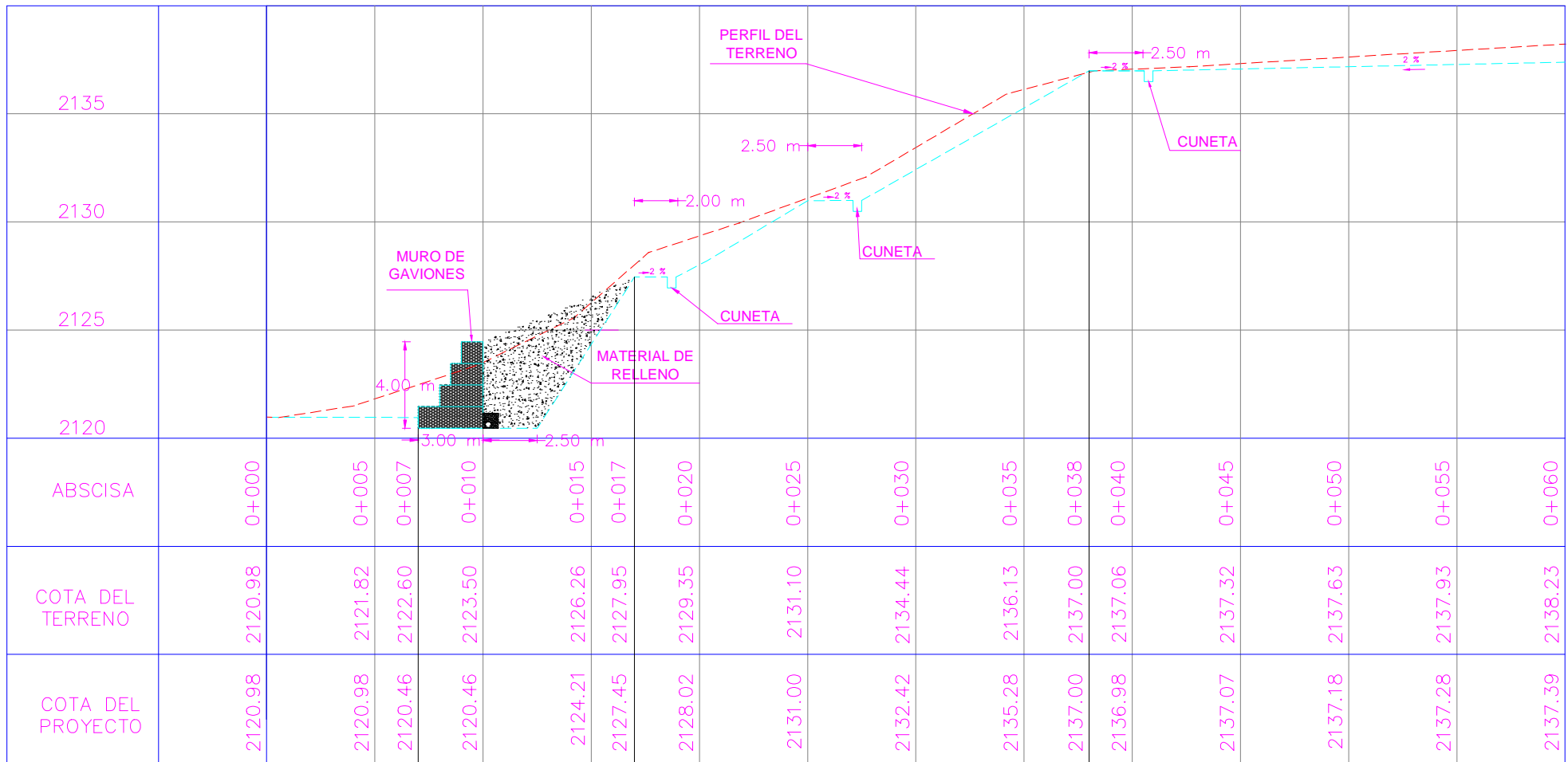
ANEXO I
PLANOS



SIMBOLOGIA	
	CURVAS DE NIVEL PRIMARIAS
	CURVAS DE NIVEL SECUNDARIAS
	VIAS
	CONSTRUCCIONES
	TALUD (PERFIL)
	SONDEOS

	PROYECTO: O QFGNCEQP I' F RUGS Q' F G'UQNWEQP GURCTC'NC ESTABILIDAD DE TALUD EN LOS PREDIOS DE LA UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA		
	CONTIENE: TOPOGRAFIA DE LA ZONA DE ESTUDIO		
	ELABORO: Darwin Quezada Moreno	ESCALA: 1 : 1000	LAMINA: 1 / 6
	ÚOX@3K M.Sc. Carmen Esparza Villalba	FECHA: Febrero / 2013	

TALUD 1



UTPL



PROYECTO: O QFGNCEQP T' F ÆJ§ Q'F'G'UQNWEQP GURCTC'NC
ESTABILIDAD DE TALUD EN LOS PREDIOS DE LA
UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

CONTIENE: PERFIL DEL TALUD 1

ELABORO: Darwin Quezada Moreno

ESCALA:
1 : 250

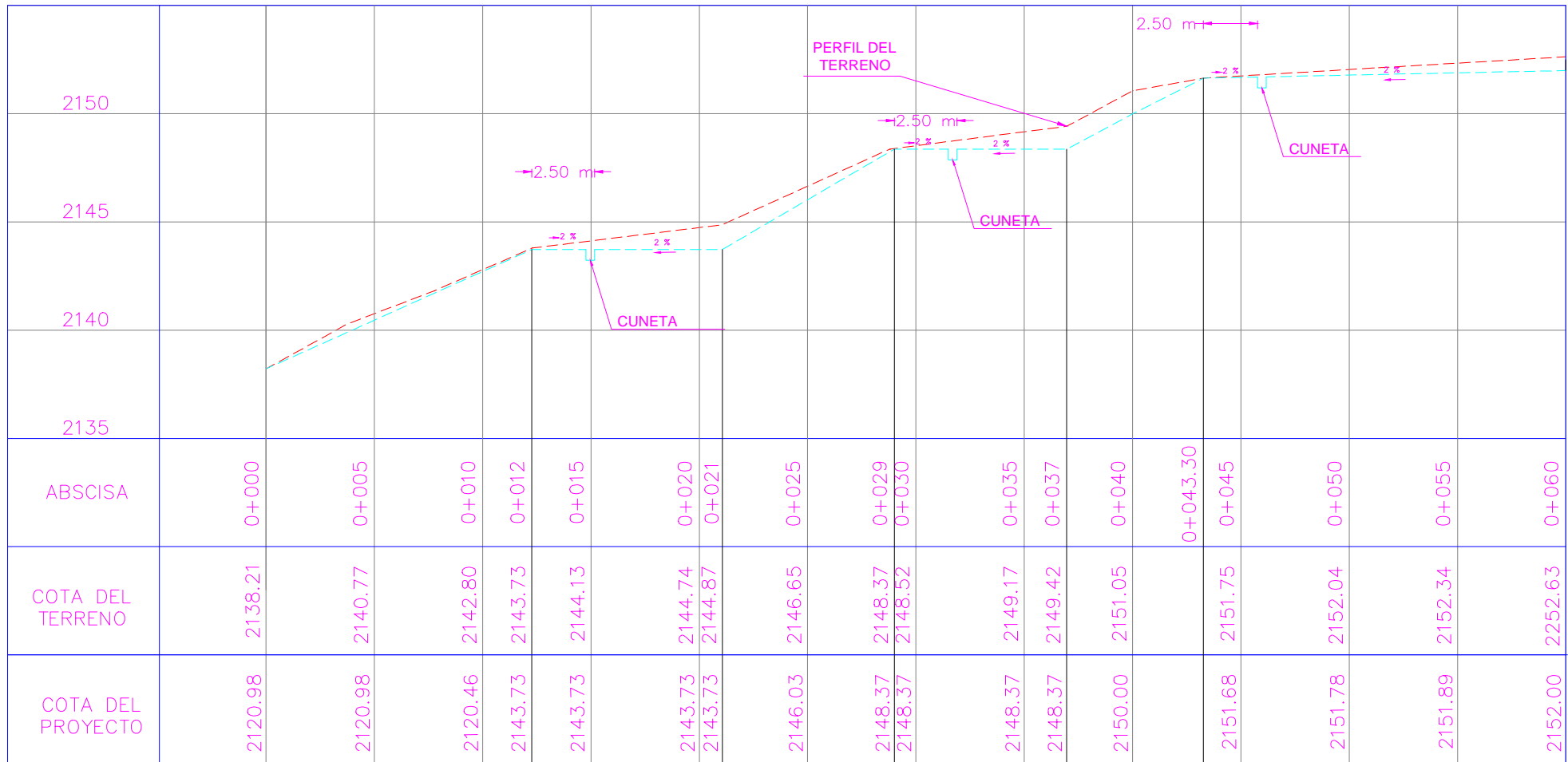
LAMINA:

REVISOR: M.Sc. Carmen Esparza Villalba

FECHA:
Febrero/ 2012

2 / 6

TALUD 2



UTPL



PROYECTO: O Q F G N C E K P T ' F R U G S Q ' F G U Q N W E K P G U R C T C ' N C
ESTABILIDAD DE TALUD EN LOS PREDIOS DE LA
UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

CONTIENE: PERFIL DEL TALUD 2

ELABORO: Darwin Quezada Moreno

ESCALA:
1 : 250

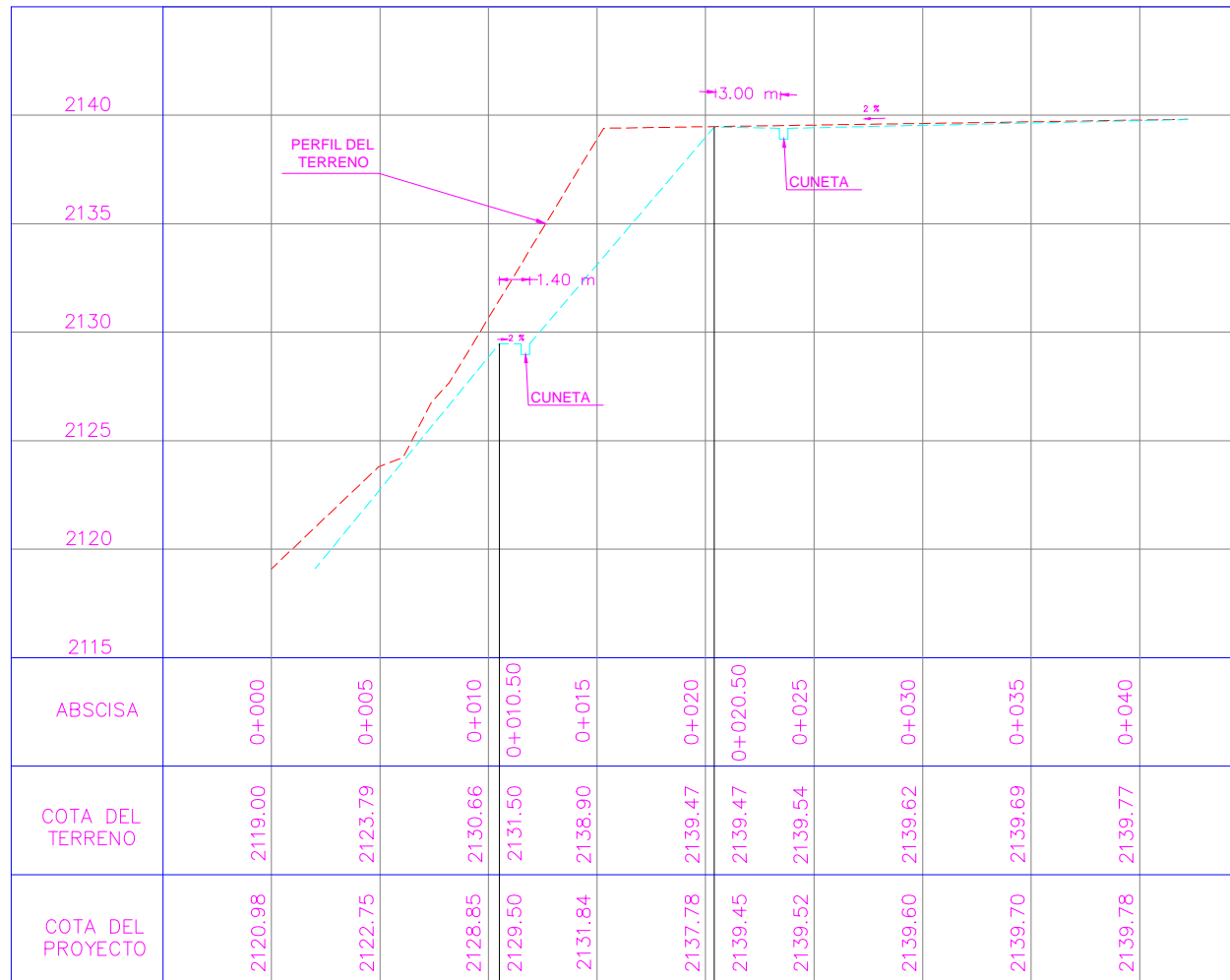
LAMINA:

REVISOR: M.Sc. Carmen Esparza Villalba

FECHA:
Febrero/ 2012

3 / 6

TALUD 3



UTPL



PROYECTO: O QF GNCEIQP 'I' F'KGS Q'FGUQNWELQP GURCTC'NC
ESTABILIDAD DE TALUD EN LOS PREDIOS DE LA
UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

CONTIENE: PERFIL DEL TALUD 3

ELABORO: Darwin Quezada Moreno

ESCALA:
1 : 250

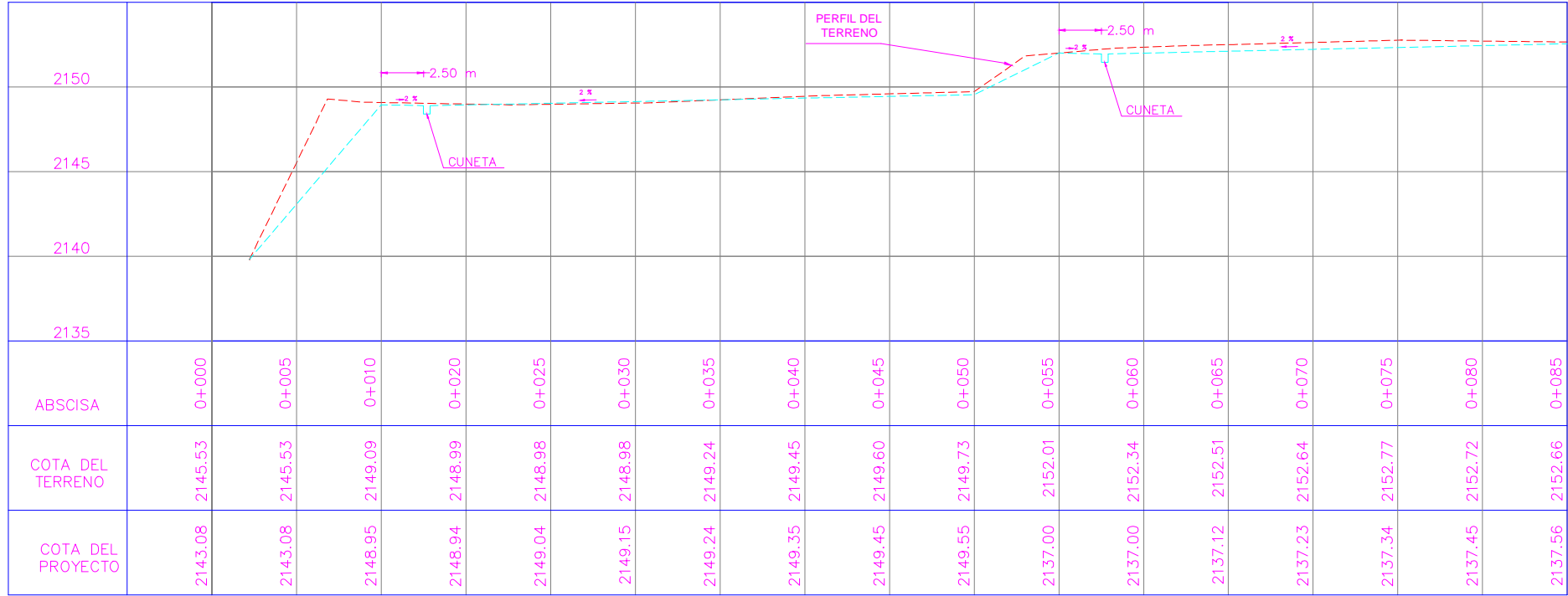
LAMINA:

ÚOX@'S K M.Sc. Carmen Esparza Villalba

FECHA:
Febrero/ 2012

4 / 6

TALUD 4



UTPL



PROYECTO: O F G N C E I Q P ' I ' F R U G S Q ' F G U Q N W E I Q P G U R C T C ' N C
ESTABILIDAD DE TALUD EN LOS PREDIOS DE LA
UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

CONTIENE: PERFIL DEL TALUD 4

ELABORO: Darwin Quezada Moreno

ESCALA:
1 : 250

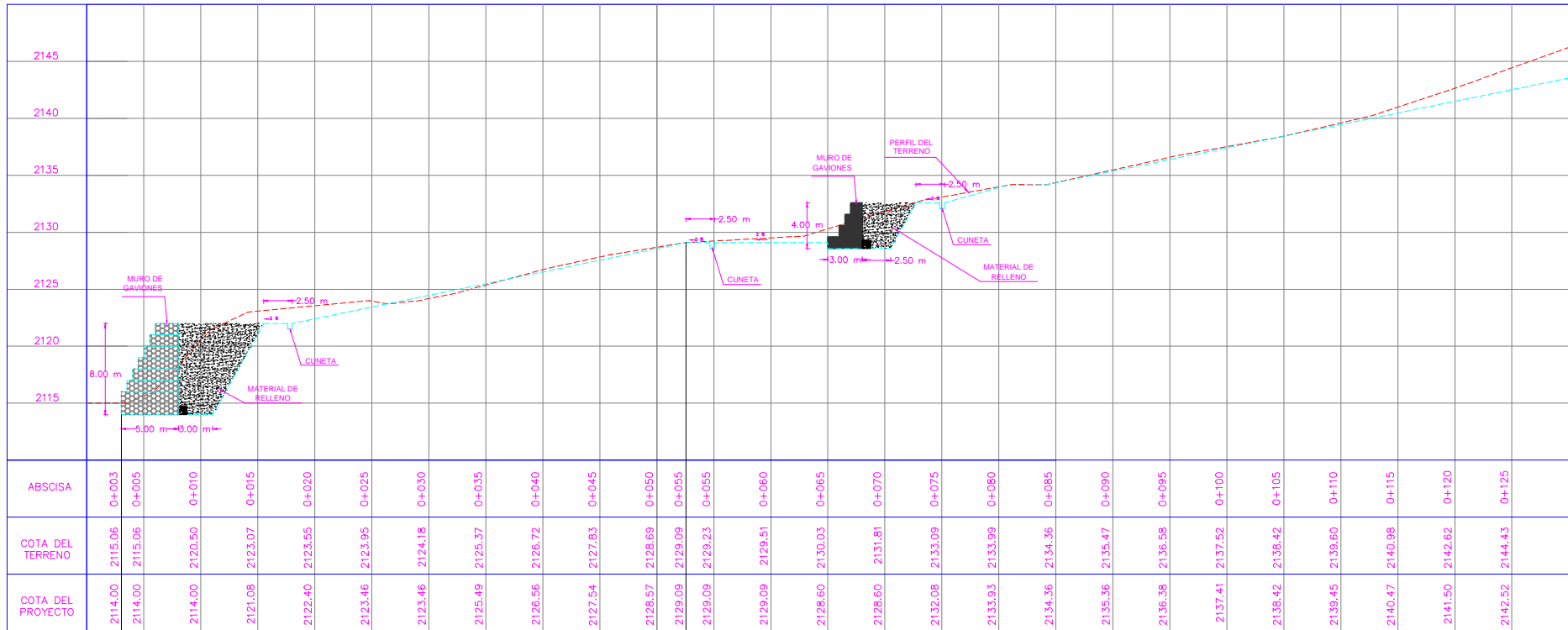
LAMINA:

Ú O X @ 3 K M.Sc. Carmen Esparza Villalba

FECHA:
Febrero/ 2012

5 / 6

TALUD 5



UTPL



PROYECTO: O QF GÑCEQP 'I 'FKG§ Q'F GUQÑWEIQP GU'RCTC'NC
ESTABILIDAD DE TALUD EN LOS PREDIOS DE LA
UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

CONTIENE: PERFIL DEL TALUD 5

ELABORO: Darwin Quezada Moreno

ESCALA:
1 : 500

LAMINA:

REVISÓ: M.Sc. Carmen Esparza Villalba

FECHA:
Febrero/ 2012

6 / 6



ANEXO II
PERFILES
ESTRATIGRAFICOS



UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCIÓN GEODINÁMICA
ANEXO II.1.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO

REGISTRO DE SONDEO GEOTÉCNICO	Sondeo N°: 1	Hoja: 1 de 1
--------------------------------------	--------------	--------------

PROYECTO: MODELACIÓN Y DISEÑO DE SOLUCIONES PARA LA ESTABILIDAD DE TALUD EN LOS PREDIOS DE LA UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA UBICACIÓN: CAMPUS UTPL	Coordenadas N: 9559236 E: 700580	Cota: 2125 m	Profundidad Final: 1.00 m
	Nivel Freático Inicio: 0,90 m Fin: ----	FECHA DE SONDEO Inicio: 03/04/2012 Fin: 03/04/2012	

PROFUNDIDAD (m)	SPT N			SIMBOLOGÍA	REGISTRO GEOLOGICO DESCRIPCIÓN	GRANULOM			LL	IP	W	SUCS	N. FREÁTICO	ENSAYO TRIAXIAL		q adm	PROFUNDIDAD (m)			
	15	30	45			G	S	F						%	%			%	Ø	C (To/m ²)
																∅		C (To/m ²)	To/m ²	
					Suelo de color gris, clasificado por la norma como una arcilla de plasticidad media, tiene humedad media y baja consistencia firme								NF							
														11						
													CL							

.....
M.Sc. CARMEN ESPARZA
 DIRECTORA DE PROYECTO DE FIN DE CARRERA

.....
DARWIN QUEZADA
 TESISISTA



UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCIÓN GEODINÁMICA
ANEXO II.2.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO

REGISTRO DE SONDEO GEOTÉCNICO	Sondeo N°: 2	Hoja: 1 de 1
--------------------------------------	--------------	--------------

PROYECTO: MODELACIÓN Y DISEÑO DE SOLUCIONES PARA LA ESTABILIDAD DE TALUD EN LOS PREDIOS DE LA UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA UBICACIÓN: CAMPUS UTPL	Coordenadas N: 9559181 E: 700592	Cota: 2143	Profundidad Final: 1.00 m
	Nivel Freático Inicio: 0,90 m Fin: ----	FECHA DE SONDEO Inicio: 09/04/2012 Fin: 09/04/2012	

PROFUNDIDAD (m)	SPT N			REGISTRO GEOLOGICO											PROFUNDIDAD (m)
	15	30	45	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	GRANULOM			SUCS	N. FREÁTICO	ENSAYO TRIAXIAL		q adm		
						G	S	F			LL %	IP %		W %	
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---
---															---



UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja

DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCIÓN GEODINÁMICA
ANEXO II.3.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO

REGISTRO DE SONDEO GEOTÉCNICO		Sondeo N°: 3	Hoja: 1 de 1
PROYECTO: MODELACIÓN Y DISEÑO DE SOLUCIONES PARA LA ESTABILIDAD DE TALUD EN LOS PREDIOS DE LA UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA UBICACIÓN: CAMPUS UTPL		Coordenadas N: 9559140 E: 700614	Cota: 2154 Profundidad Final: 3,5 m
		Nivel Freático Inicio: 0,90 m Fin: ----	FECHA DE SONDEO Inicio: 23/04/2012 Fin: 23/04/2012

PROFUNDIDAD (m)	SPT N			SÍMBOLOGÍA	REGISTRO GEOLOGICO DESCRIPCIÓN	GRANULOM			LL	IP	W	SUCS	N. FREÁTICO	ENSAYO TRIAXIAL		q adm	PROFUNDIDAD (m)				
	15	30	45			G	S	F						%	%			%	Ø	C (To/m ²)	To/m ²
0																					
1	5	9	12		Suelo de color gris, clasificado por la norma como una arcilla de elevada plasticidad, tiene alta humedad y baja consistencia firme.	0	15	85	64	43	35,7	CH	NF	12	1,5	24	1				
2	6	10	14		Suelo de color gris, clasificado por la norma como una arcilla de plasticidad media, tiene humedad media y baja consistencia firme	0	4	96	46	30	24,39	CL				26	2				
3					Suelo de color gris, clasificado por la norma como una arcilla de plasticidad media, tiene humedad media y baja consistencia firme.	0	4	96	46	30	21,49	CL					3				
4																	4				

.....

M.Sc. CARMEN ESPARZA

DIRECTORA DE PROYECTO DE FIN DE CARRERA

.....

DARWIN QUEZADA

TESISTA



UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja

DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL																		
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCIÓN GEODINÁMICA																		
ANEXO II.5.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO																		
REGISTRO DE SONDEO GEOTÉCNICO										Sondeo N°:	5	Hoja:	1 de 1					
PROYECTO: MODELACIÓN Y DISEÑO DE SOLUCIONES PARA LA ESTABILIDAD DE TALUD EN LOS PREDIOS DE LA UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA UBICACIÓN: CAMPUS UTPL					Coordenadas N: 9559176 E: 700560			Cota: 2149		Profundidad Final: 1 m								
					Nivel Freático Inicio: ---- Fin: ----			FECHA DE SONDEO Inicio: 18/05/2012 Fin: 18/05/2012										
PROFUNDIDAD (m)	SPT N			REGISTRO GEOLOGICO											PROFUNDIDAD (m)			
	15	30	45	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	GRANULOM			LL	IP	W	SUCS	N. FREÁTICO	ENSAYO TRIAXIAL		q adm		
						G	S	F						%			%	%
0					Suelo de color gris, clasificado por la norma como una arcilla de elevada plasticidad, tiene alta humedad y baja consistencia firme.													
1						0	27	73	35	14	15.08	CL		20	38			
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		
11																		
12																		
13																		
14																		
15																		
16																		
17																		
18																		
19																		
20																		
21																		
22																		
23																		
24																		
25																		
26																		
27																		
28																		
29																		
30																		
31																		
32																		
33																		
34																		
35																		
36																		
37																		
38																		
39																		
40																		
41																		
42																		
43																		
44																		
45																		
46																		
47																		
48																		
49																		
50																		
51																		
52																		
53																		
54																		
55																		
56																		
57																		
58																		
59																		
60																		
61																		
62																		
63																		
64																		
65																		
66																		
67																		
68																		
69																		
70																		
71																		
72																		
73																		
74																		
75																		
76																		
77																		
78																		
79																		
80																		
81																		
82																		
83																		
84																		
85																		
86																		
87																		
88																		
89																		
90																		
91																		
92																		
93																		
94																		
95																		
96																		
97																		
98																		
99																		
100																		

M.Sc. CARMEN ESPARZA
DIRECTORA DE PROYECTO DE FIN DE CARRERA
DARWIN QUEZADA
TESISTA



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja

DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCIÓN GEODINÁMICA
ANEXO II.6.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO

REGISTRO DE SONDEO GEOTÉCNICO				Sondeo N°: 6		Hoja: 1 de 1		
PROYECTO: MODELACIÓN Y DISEÑO DE SOLUCIONES PARA LA ESTABILIDAD DE TALUD EN LOS PREDIOS DE LA UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR D ELOJA UBICACIÓN: CAMPUS UTPL			Coordenadas N: 9559109 E: 700520		Cota: 2136		Profundidad Final: 1 m	
			Nivel Freático Inicio: ---- Fin: ----		FECHA DE SONDEO Inicio: 28/05/2012 Fin: 28/05/2012			

PROFUNDIDAD (m)	SPT N			REGISTRO GEOLOGICO											PROFUNDIDAD (m)		
	15	30	45	SIMBOLOGIA	DESCRIPCIÓN	GRANULOM			LL	IP	W	SUCS	N. FREÁTICO	ENSAYO TRIAXIAL		q adm	
						G	S	F						%			%
---					Suelo de color café claro y pequeñas motas de color gris claro, clasificado por la norma como una arcilla inorgánica de plasticidad media, tiene humedad baja, y consistencia dura, se nota un cambio en la coloración d la arcilla.												---
-1																	-1
---						0	5	95	48	29	20.23	CL		21	12		---
-2																	-2

..... M.Sc. CARMEN ESPARZA DIRECTORA DE PROYECTO DE FIN DE CARRERA DARWIN QUEZADA TESISTA
---	---



UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja

DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCIÓN GEODINÁMICA
ANEXO II.7.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO

REGISTRO DE SONDEO GEOTÉCNICO		Sondeo N°: 7	Hoja: 1 de 1																																		
PROYECTO: MODELACIÓN Y DISEÑO DE SOLUCIONES PARA LA ESTABILIDAD DE TALUD EN LOS PREDIOS DE LA UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA UBICACIÓN: CAMPUS UTPL		Coordenadas N: 9559163 E: 700493 Cota: 2126	Profundidad Final: 1 m FECHA DE SONDEO Inicio: 31/05/2012 Fin: 31/05/2012																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th rowspan="2">PROFUNDIDAD (m)</th> <th colspan="3">SPT N</th> <th rowspan="2">SIMBOLOGÍA</th> <th rowspan="2">REGISTRO GEOLOGICO DESCRIPCIÓN</th> <th colspan="3">GRANULOM</th> <th rowspan="2">LL</th> <th rowspan="2">IP</th> <th rowspan="2">W</th> <th rowspan="2">SUCS</th> <th rowspan="2">N. FREÁTICO</th> <th colspan="2">ENSAYO TRIAXIAL</th> <th rowspan="2">q adm</th> <th rowspan="2">PROFUNDIDAD (m)</th> </tr> <tr> <th>15</th> <th>30</th> <th>45</th> <th>G</th> <th>S</th> <th>F</th> <th>%</th> <th>%</th> <th>%</th> <th>Ø</th> <th>C (Tn/m²)</th> <th>To/m²</th> </tr> </table>		PROFUNDIDAD (m)	SPT N			SIMBOLOGÍA	REGISTRO GEOLOGICO DESCRIPCIÓN	GRANULOM			LL	IP	W	SUCS	N. FREÁTICO	ENSAYO TRIAXIAL		q adm	PROFUNDIDAD (m)	15	30	45	G	S	F	%	%	%	Ø	C (Tn/m ²)	To/m ²	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Inicio: ----</td> <td style="text-align: center;">Fin: ----</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Inicio: ----</td> <td style="text-align: center;">Fin: ----</td> </tr> </table>		Inicio: ----	Fin: ----	Inicio: ----	Fin: ----
PROFUNDIDAD (m)	SPT N			SIMBOLOGÍA	REGISTRO GEOLOGICO DESCRIPCIÓN			GRANULOM								LL	IP			W	SUCS	N. FREÁTICO	ENSAYO TRIAXIAL		q adm	PROFUNDIDAD (m)											
	15	30	45			G	S	F	%	%	%	Ø	C (Tn/m ²)	To/m ²																							
Inicio: ----	Fin: ----																																				
Inicio: ----	Fin: ----																																				
---1	3	6	8	8	Suelo de color gris, clasificado por la norma como una arcilla de elevada plasticidad, tiene alta humedad y baja consistencia firme.	0	24	76	43	27	20.99	CL	12	13	13	---	1																				
---2																	---	2																			

.....

M.Sc. CARMEN ESPARZA

DIRECTORA DE PROYECTO DE FIN DE CARRERA

.....

DARWIN QUEZADA

TESISTA



UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja

DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCIÓN GEODINÁMICA
ANEXO II.8.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO

REGISTRO DE SONDEO GEOTÉCNICO				Sondeo N°: 8	Hoja: 1 de 1
PROYECTO: MODELACIÓN Y DISEÑO DE SOLUCIONES PARA LA ESTABILIDAD DE TALUD EN LOS PREDIOS DE LA UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA UBICACIÓN: CAMPUS UTPL		Coordenadas N: 9559109 E: 700520		Cota: 2136m	Profundidad Final: 3 m
		Nivel Freático Inicio: 2.00 m Fin: ----		FECHA DE SONDEO Inicio: 06/06/2012 Fin: 06/06/2012	

PROFUNDIDAD (m)	SPT N			SIMBOLOGÍA	REGISTRO GEOLOGICO DESCRIPCIÓN	GRANULOM			LL	IP	W	SUCS	N. FREÁTICO	ENSAYO TRIAXIAL		q adm To/m ²	PROFUNDIDAD (m)			
	15	30	45			G	S	F						%	%			%	Ø	C (To/m ²)
	2	4	6																	

---1	2	4	6		Suelo de color café amarillenta, clasificado por la norma como una arcilla inorgánica de plasticidad media, tiene humedad baja y consistencia media	0	13	87	62	40	19	CH				10	---			

---2	3	6	7		Suelo de color gris verdoso, clasificado por la norma como una arcilla de plasticidad media, tiene humedad baja y consistencia media.	2	28	70	46	27	11	CL	NF				---			

---3	2	6	7		Suelo de color gris verdoso, clasificado por la norma como una arcilla de elevada plasticidad, tiene humedad media y consistencia firme.	0	5	95	48	29	20	CL		11	14	12	---			

---4																	---			

..... M.Sc. CARMEN ESPARZA DIRECTORA DE PROYECTO DE FIN DE CARRERA DARWIN QUEZADA TESISISTA
---	---



UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja

DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCIÓN GEODINÁMICA ANEXO II.9.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO																	
REGISTRO DE SONDEO GEOTÉCNICO								Sondeo N°: 9		Hoja: 1 de 1							
PROYECTO: MODELACIÓN Y DISEÑO DE SOLUCIONES PARA LA ESTABILIDAD DE TALUD EN LOS PREDIOS DE LA UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA UBICACIÓN: CAMPUS UTPL				Coordenadas N: 9559076 E: 700542		Cota: 2147		Profundidad Final: 1 m									
				Nivel Freático Inicio: 2 Fin: ----		FECHA DE SONDEO Inicio: 20/06/2012 Fin: 20/06/2012											
PROFUNDIDAD (m)	SPT N			SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	GRANULOM			SUCS	N. FREÁTICO	ENSAYO TRIAXIAL			PROFUNDIDAD (m)			
	15	30	45			G	S	F			LL	IP	W		Ø	C (To/m ²)	q adm
						%	%	%			%	%	To/m ²				
--1					Suelo de color café claro y pequeñas motas de color gris claro, clasificado por la norma como unas arcilla de elevada plasticidad, tiene humedad baja y consistencia firme.	0	17	83	48	26	27.06	CL	13	11	--1		
--2																--2	
..... M.Sc. CARMEN ESPARZA DIRECTORA DE PROYECTO DE FIN DE CARRERA					 DARWIN QUEZADA TESISTA											

A decorative banner with a central rectangular box containing the text. The banner has a grey gradient and a ribbon-like shape on either side.

ANEXO III
ENSAYOS DE
LABORATORIO



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCIÓN GEODINÁMICA

ANEXO III. 1.- ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

PROYECTO : MODELACIÓN Y DISEÑO DE SOLUCIONES PARA LA ESTABILIDAD DE TALUD EN LOS PREDIOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

LOCALIZAC : CAMPUS UTPL

ASESOR : MGS. CARMEN ESPARZA

REALIZADO : DARWIN QUEZADA (TESISTA)

FECHA : ABRIL - 2012

NORMA: ASTM D 4318, AASHTO T-27

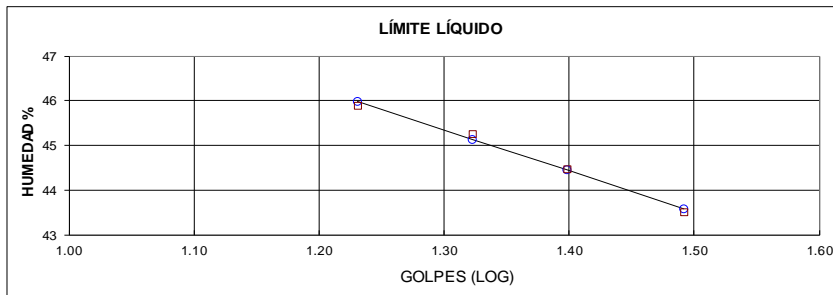
POZO: 1

MUESTRA: 1

PROFUNDIDAD: 1 m

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1. CONTENIDO DE AGUA		395.33 429.06	344.37 372.67	65.11 64.69	18.25 18.31	18.28
2.- LÍM. LÍQUIDO	17 21 25 31	42.18 41.85 42.38 46.56	38.50 38.32 38.75 41.66	30.48 30.52 30.59 30.40	45.89 45.26 44.49 43.52	44.44
3.- LÍMITE PLÁSTICO		31.21 31.14	31.09 31.01	30.54 30.41	21.82 21.67	21.74

4.- GRANULOMETRÍA				5.- CLASIFICACIÓN	
PESO IN= 539.93	(H/S)	S		GRAVA	0
PESO INICIAL DE CÁLCULO:		539.93		ARENA	24
				FINOS	76
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL =	44.00
1"	0.00	0	100	LP =	22.00
3/4"	0.00	0	100	IP =	22.00
1/2"	0.00	0	100		
3/8"	0.00	0	100		
No. 4	2.57	0	100	CLASIFICACIÓN	
No. 10	13.12	2	98	SUCS :	CL
No. 40	32.19	6	94	AASHTO:	A-7-6
No. 200	128.33	24	76	IG(86):	16
				IG(45):	14



CLASIFICACIÓN SUCS: Arcillas inorgánicas de plasticidad media (CL)

.....
M.Sc. CARMEN ESPARZA
 DIRECTORA DEL PROYECTO DE FIN DE CARRERA

.....
DARWIN QUEZADA
 TESISTA



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja

DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCIÓN GEODINÁMICA ANEXO III. 2.- ENSAYO DE CLASIFICACIÓN						
PROYECTO : MODELACIÓN Y DISEÑO DE SOLUCIONES PARA LA ESTABILIDAD DE TALUD EN LOS PREDIOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA LOCALIZAC : CAMPUS UTPL ASESOR : MGS. CARMEN ESPARZA REALIZADO : DARWIN QUEZADA (TESISTA) FECHA : ABRIL - 2012 NORMA: ASTM D 4318, AASHTO T-27 POZO: 2 MUESTRA: 1 PROFUNDIDAD: 1 m 						
	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.CONTENIDO DE AGUA		368.69 330.58	309.18 277.74	64.51 61.67	24.32 24.46	24.39
2.- LÍM. LÍQUIDO	19 23 27 32	84.14 83.29 78.94 70.77	80.40 79.31 75.56 67.60	72.46 70.76 68.23 60.63	47.10 46.55 46.11 45.48	46.29
3.- LÍMITE PLÁSTICO		31.13 32.12	31.03 31.93	30.40 30.72	15.87 15.70	15.79
4.- GRANULOMETRÍA				5.- CLASIFICACIÓN		
PESO IN= 553.40 (H/S) S PESO INICIAL DE CÁLCULO: 553.40				GRAVA 0 ARENA 4 FINOS 96		
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL = 46.00 LP = 16.00 IP = 30.00		
1"	0.00	0	100	CLASIFICACIÓN SUCS : CL AASHTO: A-7-6 IG(86): 30 IG(45): 17		
3/4"	0.00	0	100			
1/2"	0.00	0	100			
3/8"	0.00	0	100			
No. 4	0.00	0	100			
No. 10	0.22	0	100			
No. 40	2.28	0	100			
No. 200	21.54	4	96			
<p style="text-align: center;">LÍMITE LÍQUIDO</p>						
CLASIFICACIÓN SUCS: Arcillas inorgánicas de plasticidad media (CL)						
..... M.Sc. CARMEN ESPARZA DIRECTORA DEL PROYECTO DE FIN DE CARRERA			 DARWIN QUEZADA TESISTA		



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja

DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCIÓN GEODINÁMICA ANEXO III. 3.- ENSAYO DE CLASIFICACIÓN						
PROYECTO: MODELACIÓN Y DISEÑO DE SOLUCIONES PARA LA ESTABILIDAD DE TALUD EN LOS PREDIOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA LOCALIZAC: CAMPUS UTPL ASESOR: MGS. CARMEN ESPARZA REALIZADO: DARWIN QUEZADA (TESISTA) FECHA: ABRIL - 2012						
NORMA: ASTM D 4318, AASHTO T-27 POZO: 3 MUESTRA: 1 PROFUNDIDAD: 1 m						
	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1. CONTENIDO DE AGUA		288.87 290.44	229.17 232.06	61.74 68.75	35.66 35.75	35.70
2.- LÍM. LÍQUIDO	20 23 30 33	70.13 71.32 79.49 73.03	64.90 67.14 75.31 68.33	57.01 60.66 68.61 60.65	66.29 64.51 62.39 61.20	63.97
3.- LÍMITE PLÁSTICO		61.60 69.44	61.38 69.31	60.34 68.68	21.15 20.63	20.89
4.- GRANULOMETRÍA				5.- CLASIFICACIÓN		
PESO IN= 565.47 (H/S) S PESO INICIAL DE CÁLCULO: 565.47				GRAVA 0 ARENA 15 FINOS 85		
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL = 64.00 LP = 21.00 IP = 43.00		
1"	0.00	0	100	CLASIFICACIÓN SUCS: CH AASHTO: A-7-6 IG(86): 39 IG(45): 20		
3/4"	0.00	0	100			
1/2"	0.00	0	100			
3/8"	0.00	0	100			
No. 4	2.70	0	100			
No. 10	5.90	1	99			
No. 40	16.10	3	97			
No. 200	85.80	15	85			
CLASIFICACIÓN SUCS: Arcillas inorgánicas de elevada plasticidad (CH).						
..... M.Sc. CARMEN ESPARZA DIRECTORA DEL PROYECTO DE FIN DE CARRERA			 DARWIN QUEZADA TESISTA		



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCIÓN GEODINÁMICA

ANEXO III. 4.- ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

PROYECTO : MODELACIÓN Y DISEÑO DE SOLUCIONES PARA LA ESTABILIDAD DE TALUD EN LOS PREDIOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

LOCALIZAC : CAMPUS UTPL

ASESOR : MGS. CARMEN ESPARZA

REALIZADO : DARWIN QUEZADA (TESISISTA)

FECHA : MAYO - 2012

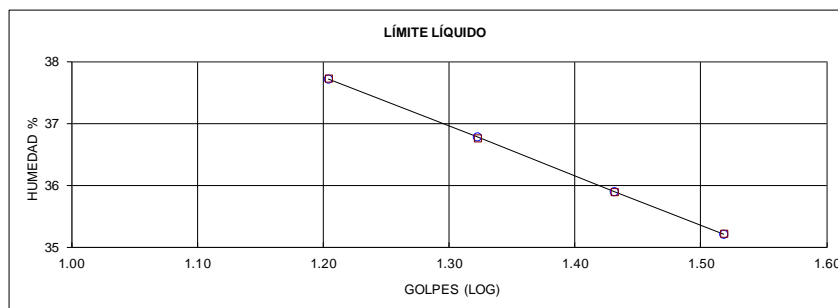
NORMA: ASTM D 4318, AASHTO T-27

POZO: '4

MUESTRA: 1

PROFUNDIDAD: 1 m

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.CONTENIDO DE AGUA		159.76 167.35	141.21 147.68	30.47 30.57	16.75 16.80	16.77
2.- LÍM. LÍQUIDO	16 21 27 33	41.64 44.53 43.31 43.43	38.55 40.81 39.89 40.06	30.36 30.69 30.36 30.49	37.73 36.76 35.89 35.21	36.17
3.- LÍMITE PLÁSTICO		30.96 31.04	30.89 30.96	30.55 30.57	20.59 20.51	20.55
4.- GRANULOMETRÍA				5.- CLASIFICACIÓN		
PESO IN=	903.79	(H/S)	S	GRAVA	0	
PESO INICIAL DE CÁLCULO:			903.79	ARENA	9	
				FINOS	91	
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL = 36.00 LP = 21.00 IP = 15.00		
1"	0.00	0	100			
3/4"	0.00	0	100	CLASIFICACIÓN SUCS : CL AASHTO: A-6 IG(86): 15 IG(45): 10		
1/2"	0.00	0	100			
3/8"	0.00	0	100			
No. 4	0.00	0	100			
No. 10	6.10	1	99			
No. 40	12.41	1	99			
No. 200	79.02	9	91			



CLASIFICACIÓN SUCS: Arcillas inorgánicas de plasticidad media (CL)

.....
M.Sc. CARMEN ESPARZA
 DIRECTORA DEL PROYECTO DE FIN DE CARRERA

.....
DARWIN QUEZADA
 TESISISTA



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja

DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCIÓN GEODINÁMICA ANEXO III. 5.- ENSAYO DE CLASIFICACIÓN						
PROYECTO: MODELACIÓN Y DISEÑO DE SOLUCIONES PARA LA ESTABILIDAD DE TALUD EN LOS PREDIOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA LOCALIZAC: CAMPUS UTPL ASESOR: MGS. CARMEN ESPARZA REALIZADO: DARWIN QUEZADA (TESISISTA) FECHA: MAYO - 2012						
NORMA: ASTM D 4318, AASHTO T-27 POZO: 5 MUESTRA: 1 PROFUNDIDAD: 1 m						
	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.CONTENIDO DE AGUA		104.37 115.81	92.73 103.21	15.50 19.71	15.07 15.09	15.08
2.- LÍM. LÍQUIDO	14 17 22 25	20.64 26.10 26.82 23.24	18.62 24.02 24.81 21.27	13.04 18.19 19.05 15.56	36.20 35.68 34.90 34.50	34.51
3.- LÍMITE PLÁSTICO		14.71 20.89	14.46 20.72	13.27 19.94	21.01 21.79	21.40
4.- GRANULOMETRÍA			5.- CLASIFICACIÓN			
PESO IN= 600.20		(H/S)	S	GRAVA		0
PESO INICIAL DE CÁLCULO:			600.20	ARENA		27
				FINOS		73
TAMIZ	PESOR T.	% RET	% PASA	LL = 35.00 LP = 21.00 IP = 14.00		
1"	0.00	0	100			
3/4"	0.00	0	100	CLASIFICACIÓN SUCS : CL AASHTO: A-6 IG(86): 10 IG(45): 9		
1/2"	0.00	0	100			
3/8"	0.00	0	100			
No. 4	0.00	0	100			
No. 10	8.05	1	99			
No. 40	39.27	7	93			
No. 200	162.62	27	73			
CLASIFICACIÓN SUCS: Arcillas inorgánicas de plasticidad media (CL)						
..... M.Sc. CARMEN ESPARZA DIRECTORA DEL PROYECTO DE FIN DE CARRERA			 DARWIN QUEZADA TESISISTA		



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCIÓN GEODINÁMICA

ANEXO III. 6.- ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

PROYECTO : MODELACIÓN Y DISEÑO DE SOLUCIONES PARA LA ESTABILIDAD DE TALUD EN LOS PREDIOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

LOCALIZAC : CAMPUS UTPL

ASESOR : MGS. CARMEN ESPARZA

REALIZADO : DARWIN QUEZADA (TESISTA)

FECHA : MAYO - 2012

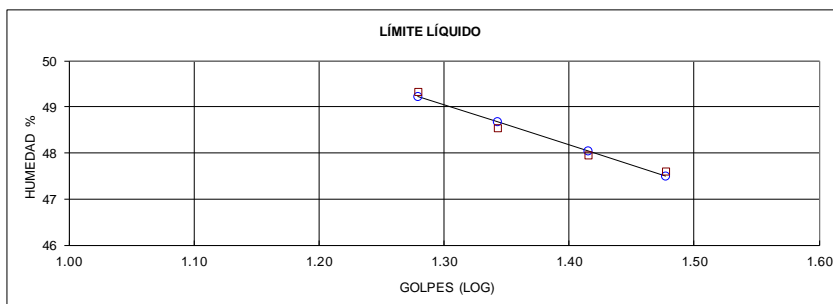
NORMA : ASTM D 4318, AASHTO T-27

POZO : '6

MUESTRA : 1

PROFUNDIDAD : 1 m

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1. CONTENIDO DE AGUA		251.46 217.47	219.61 192.40	61.73 68.76	20.17 20.28	20.23
2.- LÍM. LÍQUIDO	19 22 26 30	83.52 66.26 76.06 71.55	79.87 62.41 72.31 68.37	72.47 54.48 64.49 61.69	49.32 48.55 47.95 47.60	48.19
3.- LÍMITE PLÁSTICO		31.52 31.11	31.33 31.01	30.35 30.50	19.39 19.61	19.50
4.- GRANULOMETRÍA				5.- CLASIFICACIÓN		
PESO IN= 539.88		(H/S)	S	GRAVA	0	
PESO INICIAL DE CÁLCULO:			539.88	ARENA	5	
				FINOS	95	
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL =	48.00	
1"	0.00	0	100	LP =	19.00	
3/4"	0.00	0	100	IP =	29.00	
1/2"	0.00	0	100			
3/8"	0.00	0	100			
No. 4	2.49	0	100			
No. 10	10.26	2	98			
No. 40	17.63	3	97			
No. 200	28.87	5	95			
				CLASIFICACIÓN		
				SUCS :	CL	
				AASHTO:	A-7-6	
				IG(86):	29	
				IG(45):	17	



CLASIFICACIÓN SUCS: Arcilla inorgánica plasticidad media (CL)

.....
M.Sc. CARMEN ESPARZA
 DIRECTORA DEL PROYECTO DE FIN DE CARRERA

.....
DARWIN QUEZADA
 TESISTA



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja

DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCIÓN GEODINÁMICA ANEXO III. 7.- ENSAYO DE CLASIFICACIÓN						
PROYECTO : MODELACIÓN Y DISEÑO DE SOLUCIONES PARA LA ESTABILIDAD DE TALUD EN LOS PREDIOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA LOCALIZAC : CAMPUS UTPL NORMA: ASTM D 4318, AASHTO T-27 ASESOR : MGS. CARMEN ESPARZA POZO: 7 REALIZADO : DARWIN QUEZADA (TESISISTA) MUESTRA: 1 FECHA : JUNIO - 2012 PROFUNDIDAD: 1 m						
	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.CONTENIDO DE AGUA		303.75 296.23	262.06 256.32	63.46 66.17	20.99 20.99	20.99
2.- LÍM. LÍQUIDO	17 20 24 28	74.00 80.41 79.22 81.97	70.84 77.24 76.05 78.64	63.66 69.94 68.66 70.76	44.01 43.42 42.90 42.26	42.69
3.- LÍMITE PLÁSTICO		66.56 67.90	66.44 67.71	65.68 66.57	15.79 16.67	16.23
4.- GRANULOMETRÍA				5.- CLASIFICACIÓN		
PESO IN= 552.00 (H/S) S PESO INICIAL DE CÁLCULO: 552.00				GRAVA 0 ARENA 24 FINOS 76		
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL = 43.00 LP = 16.00 IP = 27.00		
1"	0.00	0	100	CLASIFICACIÓN SUCS : CL AASHTO: A-7-6 IG(86): 19 IG(45): 15		
3/4"	0.00	0	100			
1/2"	0.00	0	100			
3/8"	0.00	0	100			
No. 4	0.00	0	100			
No. 10	0.21	0	100			
No. 40	5.79	1	99			
No. 200	133.41	24	76			
CLASIFICACIÓN SUCS: Arcilla inorgánica de plasticidad media (CL).						
..... M.Sc. CARMEN ESPARZA DIRECTORA DEL PROYECTO DE FIN DE CARRERA			 DARWIN QUEZADA TESISISTA		



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja

DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCIÓN GEODINÁMICA ANEXO III. 8.- ENSAYO DE CLASIFICACIÓN						
PROYECTO : MODELACIÓN Y DISEÑO DE SOLUCIONES PARA LA ESTABILIDAD DE TALUD EN LOS PREDIOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA LOCALIZAC : CAMPUS UTPL ASESOR : MGS. CARMEN ESPARZA REALIZADO : DARWIN QUEZADA (TESISISTA) FECHA : JUNIO - 2012 NORMA: ASTM D 4318, AASHTO T-27 POZO: 8 MUESTRA: 3 PROFUNDIDAD: 3 m 						
	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.CONTENIDO DE AGUA		251.46 217.47	219.61 192.40	61.73 68.76	20.17 20.28	20.23
2.- LÍM. LÍQUIDO	19 22 26 30	83.52 66.26 76.06 71.55	79.87 62.41 72.31 68.37	72.46 54.48 64.49 61.67	49.26 48.55 47.95 47.46	48.13
3.- LÍMITE PLÁSTICO		31.52 31.11	31.33 31.01	30.35 30.50	19.39 19.61	19.50
4.- GRANULOMETRÍA			5.- CLASIFICACIÓN			
PESO IN= 539.88 (H/S)		S		GRAVA 0		
PESO INICIAL DE CÁLCULO:		539.88		ARENA 5		
				FINOS 95		
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL = 48.00		
1"	0.00	0	100	LP = 19.00		
3/4"	0.00	0	100	IP = 29.00		
1/2"	0.00	0	100	CLASIFICACIÓN SUCS : CL AASHTO: A-7-6 IG(86): 29 IG(45): 17		
3/8"	0.00	0	100			
No. 4	2.49	0	100			
No. 10	10.26	2	98			
No. 40	17.63	3	97			
No. 200	28.87	5	95			
<p style="text-align: center;">LÍMITE LÍQUIDO</p>						
CLASIFICACIÓN SUCS: Arcilla inorgánica plasticidad media (CL)						
..... MGS. CARMEN ESPARZA DIRECTORA DEL PROYECTO DE FIN DE CARRERA			 DARWIN QUEZADA TESISISTA		



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCIÓN GEODINÁMICA

ANEXO III. 9.- ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

PROYECTO: MODELACIÓN Y DISEÑO DE SOLUCIONES PARA LA ESTABILIDAD DE TALUD EN LOS PREDIOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

LOCALIZAC: CAMPUS UTPL

ASESOR: MGS. CARMEN ESPARZA

REALIZADO: DARWIN QUEZADA (TESISTA)

FECHA: JUNIO - 2012

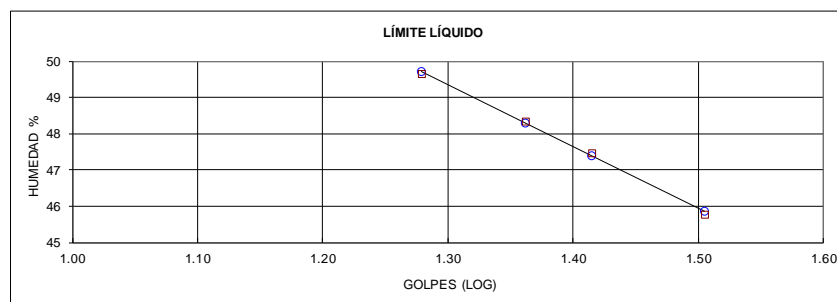
NORMA: ASTM D 4318, AASHTO T-27

POZO: 9

MUESTRA: 1

PROFUNDIDAD: 1 m

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1. CONTENIDO DE AGUA		296.56 279.41	247.83 232.93	66.60 62.22	26.89 27.23	27.06
2.- LÍM. LÍQUIDO	19 23 26 32	73.63 73.64 67.93 71.95	69.39 69.84 63.59 68.31	60.85 61.98 54.45 60.36	49.65 48.35 47.48 45.79	47.68
3.- LÍMITE PLÁSTICO		73.96 65.38	73.68 65.22	72.45 64.50	22.76 22.22	22.49
4.- GRANULOMETRÍA				5.- CLASIFICACIÓN		
PESO IN= 534.16 (H/S)		S		GRAVA	0	
PESO INICIAL DE CÁLCULO:		534.16		ARENA	17	
				FINOS	83	
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL = 48.00		
1"	0.00	0	100	LP = 22.00		
3/4"	0.00	0	100	IP = 26.00		
1/2"	0.00	0	100			
3/8"	0.00	0	100			
No. 4	0.00	0	100			
No. 10	0.00	0	100			
No. 40	0.34	0	100			
No. 200	90.25	17	83			
				CLASIFICACIÓN		
				SUCS:	CL	
				AASHTO:	A-7-6	
				IG(86):	22	
				IG(45):	16	



CLASIFICACIÓN SUCS: Arcilla inorgánica de plasticidad media (CL)

.....
MGS. CARMEN ESPARZA
DIRECTORA DEL PROYECTO DE FIN DE CARRERA

.....
DARWIN QUEZADA
TESISTA



UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja

DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCIÓN GEODINÁMICA			
ANEXO III. 10.1.- ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL			
PROYECTO : MODELACIÓN Y DISEÑO DE SOLUCIONES PARA LA ESTABILIDAD DE TALUD EN LOS PREDIOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA			
LOCALIZAC : CAMPUS UTPL		NORMA: ASTM D 2850	
ASESOR : MGS. CARMEN ESPARZA		ENSAYO: U-U	
REALIZADO : DARWIN QUEZADA (TESISTA)		CALICATA No.: 1	
FECHA : ABRIL - 2012		PROFUND.(m): 1 m.	
HOJA 1: DATOS GENERALES DE LAS PROBETAS			
PROBETA No.	1	2	3
DIMENSIONES			
DIÁMETRO	cm. 4.56	4.65	4.52
ALTURA	cm. 11.50	11.52	11.50
ÁREA Corr	cm ² . 16.24	17.02	16.19
VOLUMEN	cm ³ . 186.72	196.06	186.18
PESO	gr. 381.47	380.07	379.29
CONTENIDO DE AGUA			
Peso Hum. :	152.73	171.01	200.80
Peso Seco :	137.55	148.19	174.39
Peso Cap. :	61.26	59.54	57.37
w (%) :	19.90	25.74	22.57
DENSIDADES			
NATURAL	gr/cm ³ 2.04	1.94	2.04
SECA	gr/cm ³ 1.70	1.54	1.66
DE SOLID.	gr/cm ³		
..... M.Sc. CARMEN ESPARZA DIRECTORA DEL PROYECTO DE FIN DE TITULACIÓN	 DARWIN QUEZADA TESISTA	



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCIÓN GEODINÁMICA

ANEXO III. 10.2.- ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

PROYECTO : MODELACIÓN Y DISEÑO DE SOLUCIONES PARA LA ESTABILIDAD DE TALUD EN LOS PREDIOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

LOCALIZAC : CAMPUS UTPL

ASESOR : MGS. CARMEN ESPARZA

REALIZADO : DARWIN QUEZADA (TESISTA)

FECHA : ABRIL - 2012

NORMA: ASTM D 2850
ENSAYO: U-U
CALICATA No.: 1
PROFUND.(m): 1 m.

REGISTRO DEL ENSAYO

PROBETA No.: 01 ←----- -- 1 --- ----->

Constante anillo de prueba: 0.85

Presión de Conf. (Kg/cm2): 0.50

Dial Deform. .001 "	Deform. Unit. (%)	Área Corrg. (cm2)	Dial Carga .001 "	Carga (kg)	Tensión Desviante (Kg/cm2)
0	0.00	16.24	0.00	0.00	0.00
5	0.11	16.25	1.10	0.94	0.06
10	0.22	16.27	2.00	1.70	0.10
20	0.44	16.31	3.00	2.55	0.16
30	0.66	16.34	4.00	3.40	0.21
40	0.88	16.38	4.50	3.83	0.23
50	1.10	16.42	5.00	4.25	0.26
60	1.33	16.45	5.50	4.68	0.28
70	1.55	16.49	6.50	5.53	0.34
80	1.77	16.53	7.00	5.95	0.36
90	1.99	16.57	7.30	6.21	0.37
100	2.21	16.60	8.10	6.89	0.41
110	2.43	16.64	9.40	7.99	0.48
120	2.65	16.68	10.00	8.50	0.51
130	2.87	16.72	10.50	8.93	0.53
140	3.09	16.75	11.10	9.44	0.56
150	3.31	16.79	11.90	10.12	0.60
160	3.53	16.83	12.10	10.29	0.61
170	3.75	16.87	12.50	10.63	0.63
180	3.98	16.91	13.00	11.05	0.65
190	4.20	16.95	13.10	11.14	0.66
200	4.42	16.99	14.00	11.90	0.70
210	4.64	17.03	14.10	11.99	0.70
220	4.86	17.07	14.50	12.33	0.72
230	5.08	17.11	15.00	12.75	0.75
240	5.30	17.15	15.20	12.92	0.75
250	5.52	17.19	16.00	13.60	0.79
260	5.74	17.23	16.10	13.69	0.79
270	5.96	17.27	17.00	14.45	0.84
280	6.18	17.31	17.20	14.62	0.84
290	6.41	17.35	18.00	15.30	0.88
300	6.63	17.39	18.20	15.47	0.89
310	6.85	17.43	19.00	16.15	0.93
320	7.07	17.47	19.50	16.58	0.95
330	7.29	17.51	20.00	17.00	0.97
340	7.51	17.55	20.10	17.09	0.97
350	7.73	17.60	20.90	17.77	1.01
360	7.95	17.64	21.10	17.94	1.02
370	8.17	17.68	22.00	18.70	1.06
380	8.39	17.72	22.10	18.79	1.06
390	8.61	17.77	22.50	19.13	1.08
400	8.83	17.81	22.80	19.38	1.09
410	9.06	17.85	23.10	19.64	1.10
420	9.28	17.90	23.20	19.72	1.10
430	9.50	17.94	23.90	20.32	1.13
440	9.72	17.98	24.00	20.40	1.13
450	9.94	18.03	24.10	20.49	1.14
460	10.16	18.07	24.20	20.57	1.14
470	10.38	18.12	24.50	20.83	1.15
480	10.60	18.16	24.90	21.17	1.17
490	10.82	18.21	25.30	21.51	1.18
500	11.04	18.25	25.80	21.93	1.20
510	11.26	18.30	26.00	22.10	1.21
520	11.49	18.34	26.50	22.53	1.23
530	11.71	18.39	26.50	22.53	1.22

RESULTADOS: **ESF. DESV. : (Kg/cm2) =** **1.23**
ESF. PRINCIPAL: (Kg/cm2) = **1.73**

.....
M.Sc. CARMEN ESPARZA
 DIRECTORA DEL PROYECTO DE FIN DE TITULACIÓN

.....
DARWIN QUEZADA
 TESISTA



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCIÓN GEODINÁMICA

ANEXO III. 10.3.- ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

PROYECTO :	MODELACIÓN Y DISEÑO DE SOLUCIONES PARA LA ESTABILIDAD DE TALUD EN LOS PREDIOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA	NORMA:	ASTM D 2850
LOCALIZAC :	CAMPUS UTPL	ENSAYO:	U-U
ASESOR :	MGS. CARMEN ESPARZA	CALICATA No.:	1
REALIZADO :	DARWIN QUEZADA (TESISTA)	PROFUND.(m):	1 m.
FECHA :	ABRIL - 2012		

REGISTRO DEL ENSAYO

PROBETA No.: ←----- - 2 ----->

Constante anillo de prueba: 0.85

Presión de Conf. (Kg/cm2): 1.00

Dial Deform. .001 "	Deform. Unit. (%)	Área Corrg. (cm2)	Dial Carga .001 "	Carga (kg)	Tensión Desviante (Kg/cm2)
0	0.00	17.02	0.00	0.00	0.00
5	0.11	17.04	3.00	2.55	0.15
10	0.22	17.06	4.20	3.57	0.21
20	0.44	17.09	6.50	5.53	0.32
30	0.66	17.13	8.50	7.23	0.42
40	0.88	17.17	11.00	9.35	0.54
50	1.10	17.21	12.50	10.63	0.62
60	1.32	17.25	14.50	12.33	0.71
70	1.54	17.29	15.50	13.18	0.76
80	1.76	17.32	16.80	14.28	0.82
90	1.98	17.36	18.00	15.30	0.88
100	2.20	17.40	19.80	16.83	0.97
110	2.43	17.44	21.00	17.85	1.02
120	2.65	17.48	22.20	18.87	1.08
130	2.87	17.52	23.80	20.23	1.15
140	3.09	17.56	24.80	21.08	1.20
150	3.31	17.60	25.90	22.02	1.25
160	3.53	17.64	26.10	22.19	1.26
170	3.75	17.68	27.00	22.95	1.30
180	3.97	17.72	28.00	23.80	1.34
190	4.19	17.76	30.00	25.50	1.44
200	4.41	17.80	31.00	26.35	1.48
210	4.63	17.85	32.00	27.20	1.52
220	4.85	17.89	33.00	28.05	1.57
230	5.07	17.93	34.00	28.90	1.61
240	5.29	17.97	34.90	29.67	1.65
250	5.51	18.01	35.50	30.18	1.68
260	5.73	18.05	36.10	30.69	1.70
270	5.95	18.10	37.00	31.45	1.74
280	6.17	18.14	38.00	32.30	1.78
290	6.39	18.18	39.00	33.15	1.82
300	6.61	18.22	40.00	34.00	1.87
310	6.84	18.27	41.00	34.85	1.91
320	7.06	18.31	41.50	35.28	1.93
330	7.28	18.35	41.50	35.28	1.92
340	7.50	18.40	41.50	35.28	1.92

RESULTADOS: ESF. DESV. : (Kg/cm2) = **1.93**
ESF. PRINCIPAL: (Kg/cm2) = **2.93**

.....
M.Sc. CARMEN ESPARZA
 DIRECTORA DEL PROYECTO DE FIN DE TITULACIÓN

.....
DARWIN QUEZADA
 TESISISTA



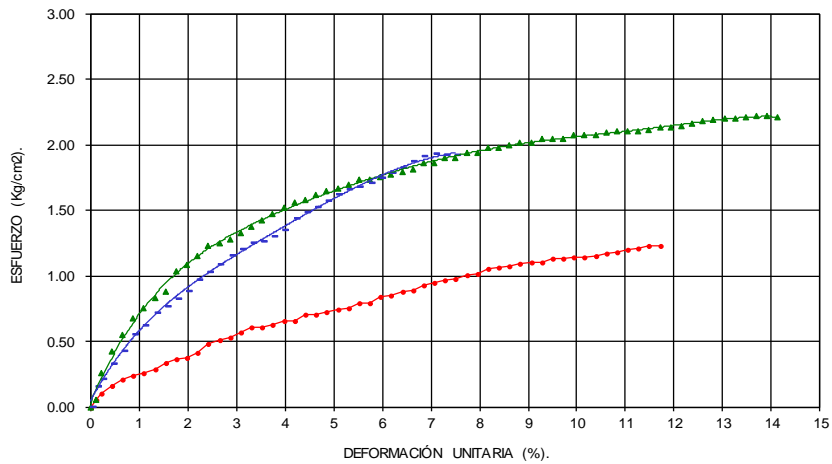
DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCIÓN GEODINÁMICA

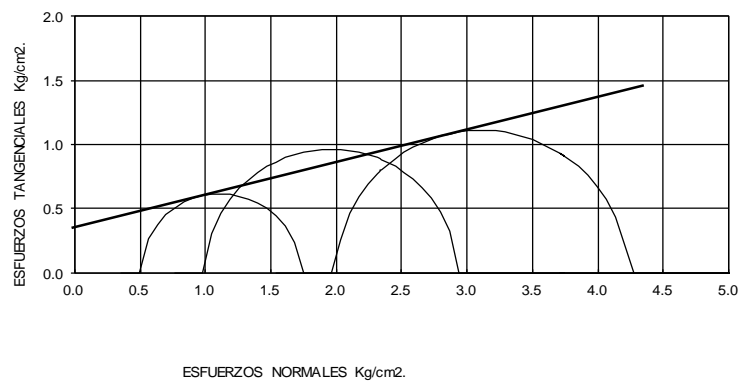


ANEXO III. 10.5.- ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN.



CIRCULO DE MOHR



COHESIÓN (C) = 0.32Kg/cm².
ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA (ø) = 11°

.....
M.Sc. CARMEN ESPARZA
DIRECTORA DEL PROYECTO DE FIN DE TITULACIÓN

.....
DARWIN QUEZADA
TESISTA



UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCIÓN GEODINÁMICA

ANEXO III. 11.1.- ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

PROYECTO :	MODELACIÓN Y DISEÑO DE SOLUCIONES PARA LA ESTABILIDAD DE TALUD EN LOS PREDIOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA	NORMA:	ASTM D 2850
LOCALIZAC :	CAMPUS UTPL	ENSAYO:	U-U
ASESOR :	MGS. CARMEN ESPARZA	CALICATA No.:	2
REALIZADO :	DARWIN QUEZADA (TESISISTA)	PROFUND.(m):	1 m.
FECHA :	ABRIL - 2012		

HOJA 1: DATOS GENERALES DE LAS PROBETAS

PROBETA No.		1	2	3
DIMENSIONES				
DIÁMETRO	cm.	3.77	3.51	3.54
ALTURA	cm.	7.50	7.70	7.55
ÁREA Corr	cm ² .	11.11	9.84	9.84
VOLUMEN	cm ³ .	83.35	75.80	74.31
PESO	gr.	159.16	148.97	146.24
CONTENIDO DE AGUA				
Peso Hum. :		397.66	417.42	410.70
Peso Seco :		292.05	310.68	305.96
Peso Cap. :		56.80	71.09	70.80
w (%) :		44.89	44.55	44.54
DENSIDADES				
NATURAL	gr/cm ³	1.91	1.97	1.97
SECA	gr/cm ³	1.32	1.36	1.36
DE SOLID.	gr/cm ³			

.....
M.Sc. CARMEN ESPARZA
DIRECTORA DEL PROYECTO DE FIN DE TITULACIÓN

.....
DARWIN QUEZADA
TESISTA



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCIÓN GEODINÁMICA

ANEXO III. 11.2.- ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

PROYECTO :	MODELACIÓN Y DISEÑO DE SOLUCIONES PARA LA ESTABILIDAD DE TALUD EN LOS PREDIOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA	NORMA:	ASTM D 2850
LOCALIZAC :	CAMPUS UTPL	ENSAYO:	U-U
ASESOR :	MGS. CARMEN ESPARZA	CALICATA No.:	2
REALIZADO :	DARWIN QUEZADA (TESISISTA)	PROFUND.(m):	1 m.
FECHA :	ABRIL - 2012		

REGISTRO DEL ENSAYO

PROBETA No.: 01 ----- 1 ----->

Constante anillo de prueba: 0.85

Presión de Conf. (Kg/cm2): 0.50

Dial Deform. .001 "	Deform. Unit. (%)	Área Corrg. (cm ²)	Dial Carga .001 "	Carga (kg)	Tensión Desviante (Kg/cm ²)
0	0.00	11.11	0.00	0.00	0.00
5	0.17	11.13	1.20	1.02	0.09
10	0.34	11.15	1.90	1.62	0.14
20	0.68	11.19	2.90	2.47	0.22
30	1.02	11.23	3.50	2.98	0.26
40	1.35	11.27	4.00	3.40	0.30
50	1.69	11.31	4.60	3.91	0.35
60	2.03	11.34	5.30	4.51	0.40
70	2.37	11.38	5.90	5.02	0.44
80	2.71	11.42	6.40	5.44	0.48
90	3.05	11.46	6.90	5.87	0.51
100	3.39	11.50	7.30	6.21	0.54
110	3.73	11.54	8.10	6.89	0.60
120	4.06	11.58	8.90	7.57	0.65
130	4.40	11.63	9.50	8.08	0.69
140	4.74	11.67	9.90	8.42	0.72
150	5.08	11.71	10.50	8.93	0.76
160	5.42	11.75	10.90	9.27	0.79
170	5.76	11.79	11.30	9.61	0.81
180	6.10	11.84	11.50	9.78	0.83
190	6.43	11.88	11.60	9.86	0.83
200	6.77	11.92	11.90	10.12	0.85
210	7.11	11.96	11.90	10.12	0.85
220	7.45	12.01	11.90	10.12	0.84

RESULTADOS: ESF. DESV. : (Kg/cm²) = 0.85

ESF. PRINCIPAL: (Kg/cm²) = 1.35

.....
M.Sc. CARMEN ESPARZA
DIRECTORA DEL PROYECTO DE FIN DE TITULACIÓN

.....
DARWIN QUEZADA
TESISTA



UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja



DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCIÓN GEODINÁMICA

ANEXO III. 11.3.- ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

PROYECTO :	MODELACIÓN Y DISEÑO DE SOLUCIONES PARA LA ESTABILIDAD DE TALUD EN LOS PREDIOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA	NORMA:	ASTM D 2850
LOCALIZAC :	CAMPUS UTPL	ENSAYO:	U-U
ASESOR :	MGS. CARMEN ESPARZA	CALICATA No.:	2
REALIZADO :	DARWIN QUEZADA (TESISTA)	PROFUND.(m):	1 m.
FECHA :	ABRIL - 2012		

REGISTRO DEL ENSAYO

PROBETA No.:	<----- - 2 ----->
Constante anillo de prueba:	0.85
Presión de Conf. (Kg/cm2):	1.00

Dial Deform. .001 "	Deform. Unit. (%)	Área Corr. (cm2)	Dial Carga .001 "	Carga (kg)	Tensión Desviante (Kg/cm2)
0	0.00	9.84	0.00	0.00	0.00
5	0.17	9.86	1.90	1.62	0.16
10	0.34	9.88	3.00	2.55	0.26
20	0.68	9.91	4.20	3.57	0.36
30	1.02	9.94	6.00	5.10	0.51
40	1.35	9.98	7.20	6.12	0.61
50	1.69	10.01	8.70	7.40	0.74
60	2.03	10.05	9.70	8.25	0.82
70	2.37	10.08	10.60	9.01	0.89
80	2.71	10.12	11.40	9.69	0.96
90	3.05	10.15	12.00	10.20	1.00
100	3.39	10.19	12.60	10.71	1.05
110	3.73	10.22	13.40	11.39	1.11
120	4.06	10.26	14.20	12.07	1.18
130	4.40	10.30	14.90	12.67	1.23
140	4.74	10.33	15.40	13.09	1.27
150	5.08	10.37	16.00	13.60	1.31
160	5.42	10.41	16.90	14.37	1.38
170	5.76	10.45	17.40	14.79	1.42
180	6.10	10.48	18.00	15.30	1.46
190	6.43	10.52	18.40	15.64	1.49
200	6.77	10.56	18.90	16.07	1.52
210	7.11	10.60	19.20	16.32	1.54
220	7.45	10.64	19.60	16.66	1.57
230	7.79	10.68	19.90	16.92	1.58
240	8.13	10.71	20.20	17.17	1.60
250	8.47	10.75	20.60	17.51	1.63
260	8.81	10.79	20.90	17.77	1.65
270	9.14	10.83	21.20	18.02	1.66
280	9.48	10.88	21.50	18.28	1.68
290	9.82	10.92	21.60	18.36	1.68
300	10.16	10.96	21.70	18.45	1.68
310	10.50	11.00	21.80	18.53	1.68
320	10.84	11.04	21.90	18.62	1.69
330	11.18	11.08	22.00	18.70	1.69
340	11.51	11.12	22.00	18.70	1.68
350	11.85	11.17	22.00	18.70	1.67

RESULTADOS:	ESF. DESV. : (Kg/cm2) =	1.69
	ESF. PRINCIPAL: (Kg/cm2) =	2.69

.....
M.Sc. CARMEN ESPARZA
 DIRECTORA DEL PROYECTO DE FIN DE TITULACIÓN

.....
DARWIN QUEZADA
 TESISISTA



UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja



DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA Y MINAS E INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCIÓN GEODINÁMICA

ANEXO III. 11.4.- ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

PROYECTO :	MODELACIÓN Y DISEÑO DE SOLUCIONES PARA LA ESTABILIDAD DE TALUD EN LOS PREDIOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA	NORMA:	ASTM D 2850
LOCALIZAC :	CAMPUS UTPL	ENSAYO:	U-U
ASESOR :	MGS. CARMEN ESPARZA	CALICATA No.:	2
REALIZADO :	DARWIN QUEZADA (TESISTA)	PROFUND.(m):	1 m.
FECHA :	ABRIL - 2012		

REGISTRO DEL ENSAYO

PROBETA No.: - 3 -

Constante anillo de prueba: 0.85

Presión de Conf. (Kg/cm²): 2.00

Dial Deform. .001 "	Deform. Unit. (%)	Área Corrg. (cm ²)	Dial Carga .001 "	Carga (kg)	Tensión Desviante (Kg/cm ²)
0	0.00	9.84	0.00	0.00	0.00
5	0.17	9.86	1.70	1.45	0.15
10	0.34	9.88	3.00	2.55	0.26
20	0.67	9.91	5.10	4.34	0.44
30	1.01	9.94	6.90	5.87	0.59
40	1.35	9.98	8.40	7.14	0.72
50	1.68	10.01	9.40	7.99	0.80
60	2.02	10.05	10.40	8.84	0.88
70	2.35	10.08	11.10	9.44	0.94
80	2.69	10.11	11.80	10.03	0.99
90	3.03	10.15	12.20	10.37	1.02
100	3.36	10.18	12.70	10.80	1.06
110	3.70	10.22	13.60	11.56	1.13
120	4.04	10.26	14.50	12.33	1.20
130	4.37	10.29	15.50	13.18	1.28
140	4.71	10.33	16.30	13.86	1.34
150	5.05	10.37	17.00	14.45	1.39
160	5.38	10.40	17.70	15.05	1.45
170	5.72	10.44	18.20	15.47	1.48
180	6.06	10.48	18.70	15.90	1.52
190	6.39	10.51	19.00	16.15	1.54
200	6.73	10.55	19.30	16.41	1.55
210	7.06	10.59	19.50	16.58	1.57
220	7.40	10.63	19.60	16.66	1.57
230	7.74	10.67	19.80	16.83	1.58
240	8.07	10.71	20.00	17.00	1.59
250	8.41	10.75	20.00	17.00	1.58
260	8.75	10.79	20.00	17.00	1.58

RESULTADOS: ESF. DESV. : (Kg/cm²) = 1.59
ESF. PRINCIPAL: (Kg/cm²) = 3.59

.....
M.Sc. CARMEN ESPARZA
 DIRECTORA DEL PROYECTO DE FIN DE TITULACIÓN

.....
DARWIN QUEZADA
 TESISTA



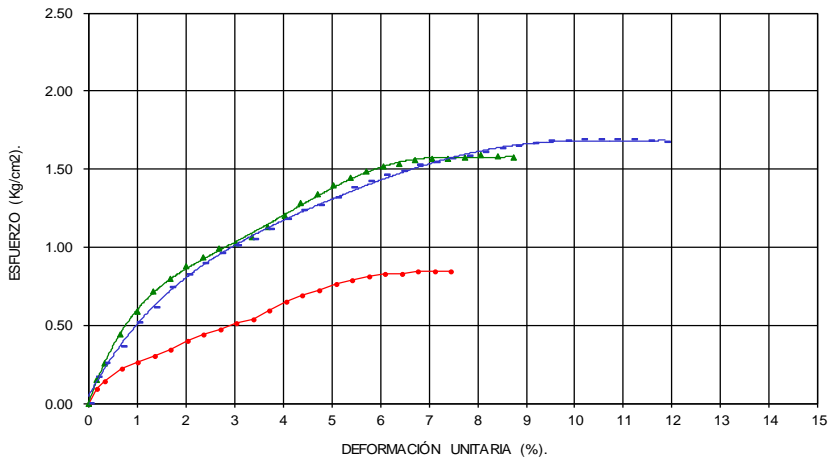
DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL



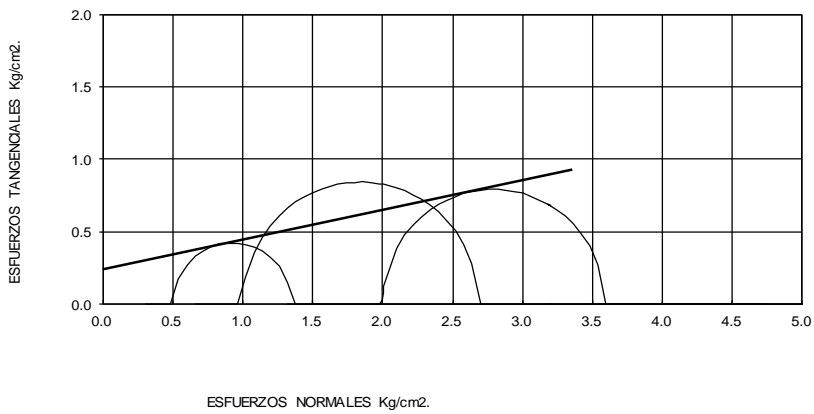
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCIÓN GEODINÁMICA

ANEXO III. 11.5.- ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN.



CIRCULO DE MOHR



COHESIÓN (C) = 0,20 Kg/cm².
ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA (ø) = 11°

.....
M.Sc. CARMEN ESPARZA
DIRECTORA DEL PROYECTO DE FIN DE TITULACIÓN

.....
DARWIN QUEZADA
TESISTA



UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja

DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCIÓN GEODINÁMICA ANEXO III. 13.1.- ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL			
PROYECTO : MODELACIÓN Y DISEÑO DE SOLUCIONES PARA LA ESTABILIDAD DE TALUD EN LOS PREDIOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA			
LOCALIZAC : CAMPUS UTPL		NORMA: ASTM D 2850	
ASESOR : MGS. CARMEN ESPARZA		ENSAYO: U-U	
REALIZADO : DARWIN QUEZADA (TESISTA)		CALICATA No.: 3	
FECHA : ABRIL - 2012		PROFUND.(m): 1 m.	
HOJA 1: DATOS GENERALES DE LAS PROBETAS			
PROBETA No.	1	2	3
DIMENSIONES			
DIÁMETRO	cm.	3.34	3.32
		3.33	3.33
ALTURA	cm.	7.10	7.10
ÁREA Corr	cm ² .	8.77	8.69
VOLUMEN	cm ³ .	62.26	61.68
PESO	gr.	111.67	113.78
		111.54	111.54
CONTENIDO DE AGUA			
Peso Hum. :		222.55	223.14
		222.90	222.90
Peso Seco :		200.89	199.72
		200.20	200.20
Peso Cap. :		68.70	62.20
w (%) :		16.39	17.03
		16.85	16.85
DENSIDADES			
NATURAL	gr/cm ³	1.79	1.84
		1.79	1.79
SECA	gr/cm ³	1.54	1.58
		1.53	1.53
DE SOLID.	gr/cm ³		
..... M.Sc. CARMEN ESPARZA DIRECTORA DEL PROYECTO DE FIN DE TITULACIÓN	 DARWIN QUEZADA TESISTA	



UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCIÓN GEODINÁMICA

ANEXO III. 13.2.- ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

PROYECTO :	MODELACIÓN Y DISEÑO DE SOLUCIONES PARA LA ESTABILIDAD DE TALUD EN LOS PREDIOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA	NORMA:	ASTM D 2850
LOCALIZAC :	CAMPUS UTPL	ENSAYO:	U-U
ASESOR :	MGS. CARMEN ESPARZA	CALICATA No.:	3
REALIZADO :	DARWIN QUEZADA (TESISISTA)	PROFUND.(m):	1 m.
FECHA :	ABRIL - 2012		

REGISTRO DEL ENSAYO

PROBETA No.: 01 ←----- |--- 1 ---|----->

Constante anillo de prueba: 0.85

Presión de Conf. (Kg/cm2): 0.50

Dial Deform. .001 "	Deform. Unit. (%)	Área Corrg. (cm2)	Dial Carga .001 "	Carga (kg)	Tensión Desviante (Kg/cm2)
0	0.00	8.77	0.00	0.00	0.00
5	0.18	8.79	1.10	0.94	0.11
10	0.36	8.81	1.50	1.28	0.14
20	0.72	8.84	2.10	1.79	0.20
30	1.07	8.87	3.30	2.81	0.32
40	1.43	8.90	4.00	3.40	0.38
50	1.79	8.93	4.50	3.83	0.43
60	2.15	8.97	4.90	4.17	0.46
70	2.51	9.00	5.10	4.34	0.48
80	2.86	9.03	5.10	4.34	0.48
90	3.22	9.07	5.80	4.93	0.54
100	3.58	9.10	6.00	5.10	0.56
110	3.94	9.13	6.10	5.19	0.57
120	4.30	9.17	6.10	5.19	0.57
130	4.65	9.20	6.20	5.27	0.57
140	5.01	9.24	6.20	5.27	0.57
150	5.37	9.27	6.20	5.27	0.57

RESULTADOS:	ESF. DESV. : (Kg/cm2) =	0.57
	ESF. PRINCIPAL: (Kg/cm2) =	1.07

.....
M.Sc. CARMEN ESPARZA
DIRECTORA DEL PROYECTO DE FIN DE TITULACIÓN

.....
DARWIN QUEZADA
TESISTA



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCIÓN GEODINÁMICA

ANEXO III. 13.3.- ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

PROYECTO :	MODELACIÓN Y DISEÑO DE SOLUCIONES PARA LA ESTABILIDAD DE TALUD EN LOS PREDIOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA	NORMA:	ASTM D 2850
LOCALIZAC :	CAMPUS UTPL	ENSAYO:	U-U
ASESOR :	MGS. CARMEN ESPARZA	CALICATA	Nc 3
REALIZADO :	DARWIN QUEZADA (TESISISTA)	PROFUND.(m	1 m.
FECHA :	ABRIL - 2012		

REGISTRO DEL ENSAYO

PROBETA No.: ←----- | - 2 ----- |-----→

Constante anillo de prueba: 0.85

Presión de Conf. (Kg/cm2): 1.00

Dial Deform. .001 "	Deform. Unit. (%)	Área Corr. (cm2)	Dial Carga .001 "	Carga (kg)	Tensión Desviante (Kg/cm2)
0	0.00	8.69	0.00	0.00	0.00
5	0.18	8.70	2.10	1.79	0.21
10	0.36	8.72	3.00	2.55	0.29
20	0.72	8.75	3.60	3.06	0.35
30	1.07	8.78	4.10	3.49	0.40
40	1.43	8.81	5.00	4.25	0.48
50	1.79	8.85	5.50	4.68	0.53
60	2.15	8.88	5.80	4.93	0.56
70	2.50	8.91	6.10	5.19	0.58
80	2.86	8.94	6.50	5.53	0.62
90	3.22	8.98	6.90	5.87	0.65
100	3.58	9.01	7.10	6.04	0.67
110	3.94	9.04	7.20	6.12	0.68
120	4.29	9.08	7.50	6.38	0.70
130	4.65	9.11	7.50	6.38	0.70
140	5.01	9.15	7.90	6.72	0.73
150	5.37	9.18	7.90	6.72	0.73
160	5.72	9.22	8.00	6.80	0.74
170	6.08	9.25	8.00	6.80	0.74
180	6.44	9.29	8.10	6.89	0.74
190	6.80	9.32	8.20	6.97	0.75
200	7.15	9.36	8.20	6.97	0.74
210	7.51	9.39	8.20	6.97	0.74
220	7.87	9.43	8.20	6.97	0.74

RESULTADOS: ESF. DESV. : (Kg/cm2) = █ 0.73
ESF. PRINCIPAL: (Kg/cm2) = █ 1.73

.....
M.Sc. CARMEN ESPARZA
 DIRECTORA DEL PROYECTO DE FIN DE TITULACIÓN

.....
DARWIN QUEZADA
 TESISISTA



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCIÓN GEODINÁMICA

ANEXO III. 13.4.- ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

PROYECTO : MODELACIÓN Y DISEÑO DE SOLUCIONES PARA LA ESTABILIDAD DE TALUD EN LOS PREDIOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

LOCALIZAC : CAMPUS UTPL

ASESOR : MGS. CARMEN ESPARZA

REALIZADO : EL TESISTA

FECHA : ABRIL - 2012

NORMA: ASTM D 2850
ENSAYO: U-U
CALICATA N°: 3
PROFUND.(m): 1 m.

REGISTRO DEL ENSAYO

PROBETA No.: ←----- - 3 ----->

Constante anillo de prueba: 0.85

Presión de Conf. (Kg/cm2): 2.00

Dial Deform. .001 "	Deform. Unit. (%)	Área Corr. (cm2)	Dial Carga .001 "	Carga (kg)	Tensión Desviante (Kg/cm2)
0	0.00	8.80	0.00	0.00	0.00
5	0.18	8.81	1.00	0.85	0.10
10	0.36	8.83	2.00	1.70	0.19
20	0.72	8.86	4.00	3.40	0.38
30	1.07	8.89	6.00	5.10	0.57
40	1.43	8.92	7.50	6.38	0.71
50	1.79	8.96	8.50	7.23	0.81
60	2.15	8.99	9.20	7.82	0.87
70	2.51	9.02	10.00	8.50	0.94
80	2.86	9.06	11.00	9.35	1.03
90	3.22	9.09	11.10	9.44	1.04
100	3.58	9.12	11.50	9.78	1.07
110	3.94	9.16	12.10	10.29	1.12
120	4.30	9.19	12.50	10.63	1.16
130	4.65	9.23	13.00	11.05	1.20
140	5.01	9.26	13.10	11.14	1.20
150	5.37	9.30	13.50	11.48	1.23
160	5.73	9.33	13.90	11.82	1.27
170	6.09	9.37	14.00	11.90	1.27
180	6.44	9.40	14.10	11.99	1.27
190	6.80	9.44	14.20	12.07	1.28
200	7.16	9.48	14.90	12.67	1.34
210	7.52	9.51	15.00	12.75	1.34
220	7.88	9.55	15.10	12.84	1.34
230	8.23	9.59	15.20	12.92	1.35
240	8.59	9.62	15.20	12.92	1.34
250	8.95	9.66	15.50	13.18	1.36
260	9.31	9.70	15.50	13.18	1.36
270	9.67	9.74	15.50	13.18	1.35
280	10.02	9.78	15.50	13.18	1.35

RESULTADOS: **ESF. DESV. : (Kg/cm2) = 1.36**
ESF. PRINCIPAL: (Kg/cm2) = 3.36

.....
M.Sc. CARMEN ESPARZA
DIRECTORA DEL PROYECTO DE FIN DE TITULACIÓN

.....
DARWIN QUEZADA
TESISTA



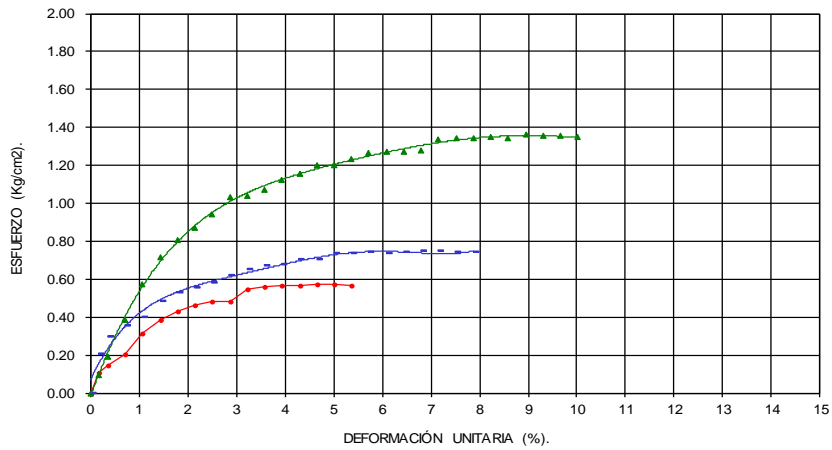
DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCIÓN GEODINÁMICA

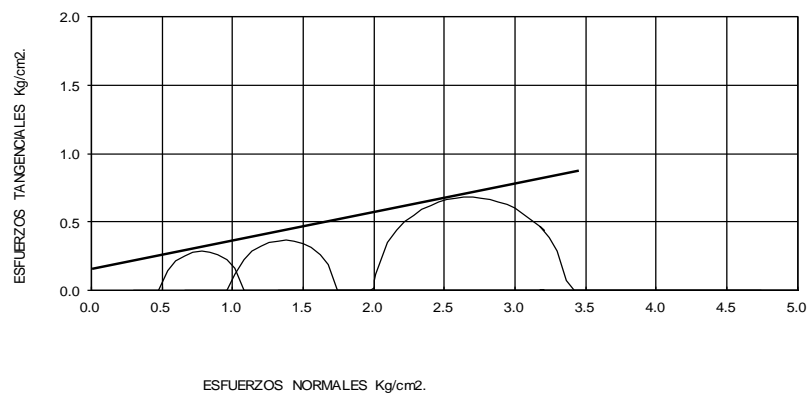


ANEXO III. 12.5.- ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN.



CIRCULO DE MOHR



COHESIÓN (C) = 0.15 Kg/cm².
ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA (ø) = 12°

.....
M.Sc. CARMEN ESPARZA
DIRECTORA DEL PROYECTO DE FIN DE TITULACIÓN

.....
DARWIN QUEZADA
TESISTA



UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja

DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCION GEODINAMICA			
ANEXO III. 13.1.- ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL			
PROYECTO : MODELACIÓN Y DISEÑO DE SOLUCIONES PARA LA ESTABILIDAD DE TALUD EN LOS PREDIOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA			
LOCALIZAC : CAMPUS UTPL		NORMA: ASTM D 2850	
ASESOR : MGS. CARMEN ESPARZA		ENSAYO: U-U	
REALIZADO : DARWIN QUEZADA (TESISTA)		CALICATA No.: 4	
FECHA : MAYO - 2012		PROFUND.(m): 1 m.	
HOJA 1: DATOS GENERALES DE LAS PROBETAS			
PROBETA No.	1	2	3
DIMENSIONES			
DIÁMETRO	cm. 3.52	cm. 3.56	cm. 3.76
ALTURA	cm. 7.25	cm. 7.55	cm. 7.70
ÁREA Corr	cm ² . 9.74	cm ² . 9.95	cm ² . 10.96
VOLUMEN	cm ³ . 70.59	cm ³ . 75.15	cm ³ . 84.41
PESO	gr. 151.75	gr. 163.29	gr. 190.24
*CONTENIDO DE AGUA			
Peso Hum. :	222.55	223.14	222.90
Peso Seco :	200.89	199.72	200.20
Peso Cap. :	68.70	62.20	65.45
w (%) :	16.39	17.03	16.85
DENSIDADES			
NATURAL	gr/cm ³ 2.15	gr/cm ³ 2.17	gr/cm ³ 2.25
SECA	gr/cm ³ 1.85	gr/cm ³ 1.86	gr/cm ³ 1.93
DE SOLID.	gr/cm ³		
..... M.Sc. CARMEN ESPARZA DIRECTORA DEL PROYECTO DE FIN DE TITULACIÓN	 DARWIN QUEZADA TESISTA	



UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCION GEODINAMICA

ANEXO III. 13.2.- ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

PROYECTO : MODELACIÓN Y DISEÑO DE SOLUCIONES PARA LA ESTABILIDAD DE TALUD EN LOS PREDIOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

LOCALIZAC : CAMPUS UTPL

ASESOR : MGS. CARMEN ESPARZA

REALIZADO : DARWIN QUEZADA (TESISTA)

FECHA : MAYO - 2012

NORMA: ASTM D 2850
ENSAYO: U-U
CALICATA No.: 4
PROFUND.(m): 1 m.

| :: **REGISTRO DEL ENSAYO**

PROBETA No.: 01 <----- --- 1 --- ----->

Constante anillo de prueba: 0.85

Presión de Conf. (Kg/cm2): 0.50

Dial Deform. .001 "	Deform. Unit. (%)	Área Corr. (cm2)	Dial Carga .001 "	Carga (kg)	Tensión Desviante (Kg/cm2)
0	0.00	9.74	0.00	0.00	0.00
5	0.18	9.75	7.80	6.63	0.68
10	0.35	9.77	17.00	14.45	1.48
20	0.70	9.81	39.50	33.58	3.42
30	1.05	9.84	63.00	53.55	5.44
40	1.40	9.87	89.00	75.65	7.66
50	1.75	9.91	113.00	96.05	9.69
60	2.10	9.95	132.00	112.20	11.28
70	2.45	9.98	129.70	110.25	11.05
80	2.80	10.02	129.00	109.65	10.95
90	3.15	10.05	117.00	99.45	9.89
100	3.50	10.09	116.00	98.60	9.77

RESULTADOS: **ESF. DESV. : (Kg/cm2) =** | **11.28**

ESF. PRINCIPAL: (Kg/cm2) = | **11.78**

.....
M.Sc. CARMEN ESPARZA
DIRECTORA DEL PROYECTO DE FIN DE TITULACIÓN

.....
DARWIN QUEZADA
TESISTA



UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCIÓN GEODINÁMICA

ANEXO III. 13.3.- ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

PROYECTO :	MODELACIÓN Y DISEÑO DE SOLUCIONES PARA LA ESTABILIDAD DE TALUD EN LOS PREDIOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA	NORMA:	ASTM D 2850
LOCALIZAC :	CAMPUS UTPL	ENSAYO:	U-U
ASESOR :	MGS. CARMEN ESPARZA	CALICATA No.:	4
REALIZADO :	DARWIN QUEZADA (TESISTA)	PROFUND.(m):	1 m.
FECHA :	MAYO - 2012		

REGISTRO DEL ENSAYO

PROBETA No.: <----- - 2 ----->
 Constante anillo de prueba: 0.85
 Presión de Conf. (Kg/cm2): 1.00

Dial Deform. .001 "	Deform. Unit. (%)	Área Corrg. (cm2)	Dial Carga .001 "	Carga (kg)	Tensión Desviante (Kg/cm2)
0	0.00	9.95	0.00	0.00	0.00
5	0.17	9.97	10.00	8.50	0.85
10	0.34	9.99	22.50	19.13	1.91
20	0.67	10.02	49.50	42.08	4.20
30	1.01	10.06	78.30	66.56	6.62
40	1.35	10.09	105.50	89.68	8.89
50	1.68	10.12	130.00	110.50	10.91
60	2.02	10.16	140.00	119.00	11.71
70	2.35	10.19	145.00	123.25	12.09
80	2.69	10.23	129.00	109.65	10.72

RESULTADOS:	ESF. DESV. : (Kg/cm2) =	12.09
	ESF. PRINCIPAL: (Kg/cm2) =	13.09

.....
M.Sc. CARMEN ESPARZA
 DIRECTORA DEL PROYECTO DE FIN DE TITULACIÓN

.....
DARWIN QUEZADA
 TESISTA



UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja

DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCIÓN GEODINÁMICA							
ANEXO III. 13.4.- ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL							
PROYECTO :	MODELACIÓN Y DISEÑO DE SOLUCIONES PARA LA ESTABILIDAD DE TALUD EN LOS PREDIOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA					NORMA:	ASTM D 2850
LOCALIZAC :	CAMPUS UTPL					ENSAYO:	U-U
ASESOR :	MGS. CARMEN ESPARZA					CALICATA No.:	4
REALIZADO :	DARWIN QUEZADA (TESISISTA)					PROFUND.(m):	1 m.
FECHA :	MAYO - 2012						
REGISTRO DEL ENSAYO							

PROBETA No.:	<----- - 3 ----->						
Constante anillo de prueba:						0.85	
Presión de Conf. (Kg/cm2):						2.00	

Dial Deform. .001 "	Deform. Unit. (%)	Área Corrg. (cm2)	Dial Carga .001 "	Carga (kg)	Tensión Desviante (Kg/cm2)		
0	0.00	10.96	0.00	0.00	0.00		
5	0.16	10.98	5.50	4.68	0.43		
10	0.33	11.00	15.00	12.75	1.16		
20	0.66	11.04	37.00	31.45	2.85		
30	0.99	11.07	60.00	51.00	4.61		
40	1.32	11.11	83.00	70.55	6.35		
50	1.65	11.15	106.00	90.10	8.08		
60	1.98	11.18	125.50	106.68	9.54		
70	2.31	11.22	142.50	121.13	10.79		
80	2.64	11.26	157.50	133.88	11.89		
90	2.97	11.30	170.00	144.50	12.79		
100	3.30	11.34	182.00	154.70	13.65		
110	3.63	11.38	191.50	162.78	14.31		
120	3.96	11.41	166.00	141.10	12.36		
130	4.29	11.45	141.00	119.85	10.46		

RESULTADOS:	ESF. DESV. : (Kg/cm2) =				↑	14.31	
	ESF. PRINCIPAL: (Kg/cm2) =				↑	16.31	

..... M.Sc. CARMEN ESPARZA DIRECTORA DEL PROYECTO DE FIN DE TITULACIÓN			 DARWIN QUEZADA TESISISTA			



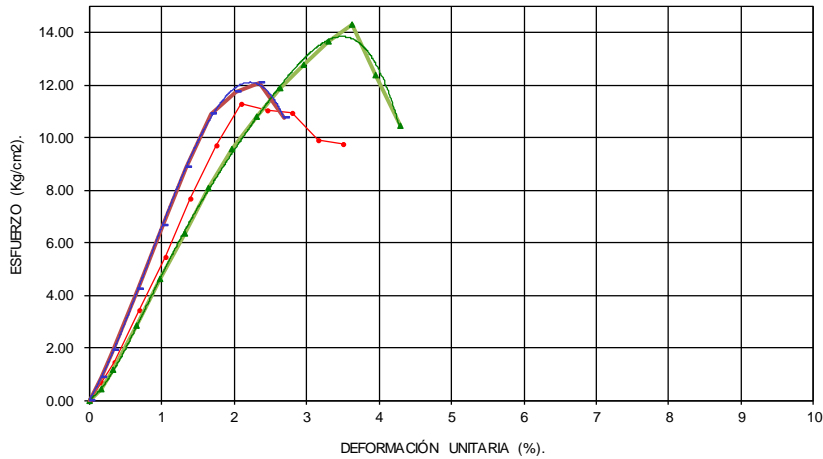
DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCIÓN GEODINÁMICA

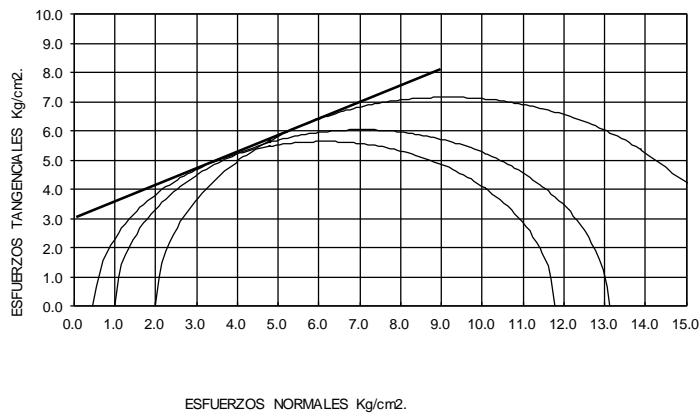


ANEXO III. 13.5.- ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN.



CIRCULO DE MOHR



COHESIÓN (C) = 3.1 Kg/cm².
ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA (ϕ) = 28°

.....
M.Sc. CARMEN ESPARZA
DIRECTORA DEL PROYECTO DE FIN DE TITULACIÓN

.....
DARWIN QUEZADA
TESISTA



UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCIÓN GEODINÁMICA

ANEXO III. 14.1.- ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

PROYECTO :	MODELACIÓN Y DISEÑO DE SOLUCIONES PARA LA ESTABILIDAD DE TALUD EN LOS PREDIOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA	NORMA:	ASTM D 2850
LOCALIZAC :	CAMPUS UTPL	ENSAYO:	U-U
ASESOR :	MGS. CARMEN ESPARZA	CALICATA No.:	5
REALIZADO :	DARWIN QUEZADA (TESISISTA)	PROFUND.(m):	1 m.
FECHA :	MAYO - 2012		

HOJA 1: DATOS GENERALES DE LAS PROBETAS

PROBETA No.	1	2	3
DIMENSIONES			
DIÁMETRO	3.55	3.61	3.63
ALTURA	7.95	7.77	7.70
ÁREA Corr	9.92	10.26	10.32
VOLUMEN	78.86	79.72	79.46
PESO	170.15	172.19	168.47
CONTENIDO DE AGUA			
Peso Hum. :	142.13	127.30	104.63
Peso Seco :	128.33	115.58	95.40
Peso Cap. :	19.04	18.16	19.82
w (%) :	12.63	12.03	12.21
DENSIDADES			
NATURAL	2.16	2.16	2.12
SECA	1.92	1.93	1.89
DE SOLID.			

.....
M.Sc. CARMEN ESPARZA
DIRECTORA DEL PROYECTO DE FIN DE TITULACIÓN

.....
DARWIN QUEZADA
TESISTA



UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja

	DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCIÓN GEODINÁMICA																																																																								
ANEXO III. 14.2.- ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL																																																																									
PROYECTO : MODELACIÓN Y DISEÑO DE SOLUCIONES PARA LA ESTABILIDAD DE TALUD EN LOS PREDIOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA LOCALIZAC : CAMPUS UTPL ASESOR : MGS. CARMEN ESPARZA REALIZADO : DARWIN QUEZADA (TESISTA) FECHA : MAYO - 2012	NORMA: ASTM D 2850 ENSAYO: U-U CALICATA No.: 5 PROFUND.(m): 1 m.																																																																								
REGISTRO DEL ENSAYO																																																																									
PROBETA No.: 01																																																																									
Constante anillo de prueba: 0.85 Presión de Conf. (Kg/cm2): 0.50																																																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Dial Deform. .001 "</th> <th style="text-align: center;">Deform. Unit. (%)</th> <th style="text-align: center;">Área Corrg. (cm2)</th> <th style="text-align: center;">Dial Carga .001 "</th> <th style="text-align: center;">Carga (kg)</th> <th style="text-align: center;">Tensión Desviante (Kg/cm2)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">0.00</td><td style="text-align: center;">9.92</td><td style="text-align: center;">0.00</td><td style="text-align: center;">0.00</td><td style="text-align: center;">0.00</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">0.16</td><td style="text-align: center;">9.94</td><td style="text-align: center;">7.80</td><td style="text-align: center;">13.60</td><td style="text-align: center;">1.37</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">10</td><td style="text-align: center;">0.32</td><td style="text-align: center;">9.95</td><td style="text-align: center;">17.00</td><td style="text-align: center;">32.30</td><td style="text-align: center;">3.25</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">20</td><td style="text-align: center;">0.64</td><td style="text-align: center;">9.98</td><td style="text-align: center;">39.50</td><td style="text-align: center;">74.80</td><td style="text-align: center;">7.49</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">30</td><td style="text-align: center;">0.96</td><td style="text-align: center;">10.02</td><td style="text-align: center;">63.00</td><td style="text-align: center;">102.85</td><td style="text-align: center;">10.27</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">40</td><td style="text-align: center;">1.28</td><td style="text-align: center;">10.05</td><td style="text-align: center;">89.00</td><td style="text-align: center;">110.08</td><td style="text-align: center;">10.95</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">50</td><td style="text-align: center;">1.60</td><td style="text-align: center;">10.08</td><td style="text-align: center;">113.00</td><td style="text-align: center;">112.63</td><td style="text-align: center;">11.17</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">60</td><td style="text-align: center;">1.92</td><td style="text-align: center;">10.11</td><td style="text-align: center;">132.00</td><td style="text-align: center;">105.40</td><td style="text-align: center;">10.42</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">70</td><td style="text-align: center;">2.24</td><td style="text-align: center;">10.15</td><td style="text-align: center;">129.70</td><td style="text-align: center;">105.40</td><td style="text-align: center;">10.39</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">80</td><td style="text-align: center;">2.56</td><td style="text-align: center;">10.18</td><td style="text-align: center;">129.00</td><td style="text-align: center;">105.40</td><td style="text-align: center;">10.35</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">90</td><td style="text-align: center;">2.88</td><td style="text-align: center;">10.21</td><td style="text-align: center;">117.00</td><td style="text-align: center;">105.40</td><td style="text-align: center;">10.32</td></tr> </tbody> </table>	Dial Deform. .001 "	Deform. Unit. (%)	Área Corrg. (cm2)	Dial Carga .001 "	Carga (kg)	Tensión Desviante (Kg/cm2)	0	0.00	9.92	0.00	0.00	0.00	5	0.16	9.94	7.80	13.60	1.37	10	0.32	9.95	17.00	32.30	3.25	20	0.64	9.98	39.50	74.80	7.49	30	0.96	10.02	63.00	102.85	10.27	40	1.28	10.05	89.00	110.08	10.95	50	1.60	10.08	113.00	112.63	11.17	60	1.92	10.11	132.00	105.40	10.42	70	2.24	10.15	129.70	105.40	10.39	80	2.56	10.18	129.00	105.40	10.35	90	2.88	10.21	117.00	105.40	10.32	
Dial Deform. .001 "	Deform. Unit. (%)	Área Corrg. (cm2)	Dial Carga .001 "	Carga (kg)	Tensión Desviante (Kg/cm2)																																																																				
0	0.00	9.92	0.00	0.00	0.00																																																																				
5	0.16	9.94	7.80	13.60	1.37																																																																				
10	0.32	9.95	17.00	32.30	3.25																																																																				
20	0.64	9.98	39.50	74.80	7.49																																																																				
30	0.96	10.02	63.00	102.85	10.27																																																																				
40	1.28	10.05	89.00	110.08	10.95																																																																				
50	1.60	10.08	113.00	112.63	11.17																																																																				
60	1.92	10.11	132.00	105.40	10.42																																																																				
70	2.24	10.15	129.70	105.40	10.39																																																																				
80	2.56	10.18	129.00	105.40	10.35																																																																				
90	2.88	10.21	117.00	105.40	10.32																																																																				
RESULTADOS:																																																																									
ESF. DESV. : (Kg/cm2) = 11.17 ESF. PRINCIPAL: (Kg/cm2) = 11.67																																																																									
..... M.Sc. CARMEN ESPARZA DIRECTORA DEL PROYECTO DE FIN DE TITULACIÓN DARWIN QUEZADA TESISTA																																																																								



UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCIÓN GEODINÁMICA

ANEXO III. 14.3.- ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

PROYECTO :	MODELACIÓN Y DISEÑO DE SOLUCIONES PARA LA ESTABILIDAD DE TALUD EN LOS PREDIOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA	NORMA:	ASTM D 2850
LOCALIZAC :	CAMPUS UTPL	ENSAYO:	U-U
ASESOR :	MGS. CARMEN ESPARZA	CALICATA Nc5	
REALIZADO :	DARWIN QUEZADA (TESISTA)	PROFUND.(m	1 m.
FECHA :	MAYO - 2012		

REGISTRO DEL ENSAYO

PROBETA No.: <----- - 2 ----->
 Constante anillo de prueba: 0.85
 Presión de Conf. (Kg/cm2): 1.00

Dial Deform. .001 "	Deform. Unit. (%)	Área Corrg. (cm2)	Dial Carga .001 "	Carga (kg)	Tensión Desviante (Kg/cm2)
0	0.00	10.26	0.00	0.00	0.00
5	0.16	10.28	10.00	17.85	1.74
10	0.33	10.29	22.50	36.55	3.55
20	0.65	10.33	49.50	76.50	7.41
30	0.98	10.36	78.30	103.70	10.01
40	1.31	10.40	105.50	120.28	11.57
50	1.63	10.43	130.00	124.95	11.98
60	1.96	10.47	140.00	122.40	11.70
70	2.29	10.50	145.00	122.40	11.66
80	2.62	10.54	129.00	122.40	11.62

RESULTADOS:	ESF. DESV. : (Kg/cm2) =	11.98
	ESF. PRINCIPAL: (Kg/cm2) =	12.98

.....
M.Sc. CARMEN ESPARZA
 DIRECTORA DEL PROYECTO DE FIN DE TITULACIÓN

.....
DARWIN QUEZADA
 TESISTA



UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCIÓN GEODINÁMICA

ANEXO III. 14.4.- ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

PROYECTO :	MODELACIÓN Y DISEÑO DE SOLUCIONES PARA LA ESTABILIDAD DE TALUD EN LOS PREDIOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA	NORMA:	ASTM D 2850
LOCALIZAC :	CAMPUS UTPL	ENSAYO:	U-U
ASESOR :	MGS. CARMEN ESPARZA	CALICATA No	5
REALIZADO :	DARWIN QUEZADA (TESISISTA)	PROFUND.(m)	1 m.
FECHA :	MAYO - 2012		

REGISTRO DEL ENSAYO

PROBETA No.: <----- - 3 ----->
 Constante anillo de prueba: 0.85
 Presión de Conf. (Kg/cm2): 2.00

Dial Deform. .001 "	Deform. Unit. (%)	Área Corr. (cm2)	Dial Carga .001 "	Carga (kg)	Tensión Desviante (Kg/cm2)
0	0.00	10.32	0.00	0.00	0.00
5	0.16	10.34	5.50	15.30	1.48
10	0.33	10.35	15.00	28.90	2.79
20	0.66	10.39	37.00	59.50	5.73
30	0.99	10.42	60.00	85.00	8.15
40	1.32	10.46	83.00	102.85	9.83
50	1.65	10.49	106.00	114.75	10.94
60	1.98	10.53	125.50	123.25	11.71
70	2.31	10.56	142.50	127.50	12.07
80	2.64	10.60	157.50	130.05	12.27
90	2.97	10.64	170.00	127.50	11.99
100	3.30	10.67	182.00	127.50	11.95
110	3.63	10.71	191.50	127.50	11.91

RESULTADOS: ESF. DESV. : (Kg/cm2) = 12.27
 ESF. PRINCIPAL: (Kg/cm2) = 14.27

.....
M.Sc. CARMEN ESPARZA
 DIRECTORA DEL PROYECTO DE FIN DE TITULACIÓN

.....
DARWIN QUEZADA
 TESISISTA



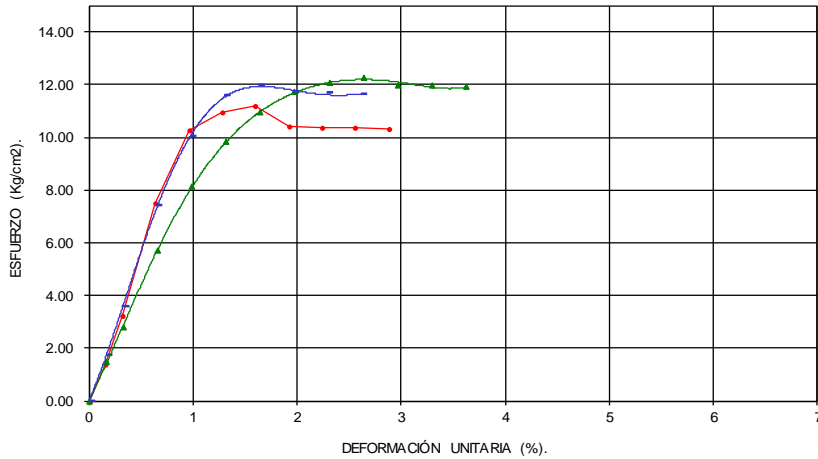
DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCIÓN GEODINÁMICA

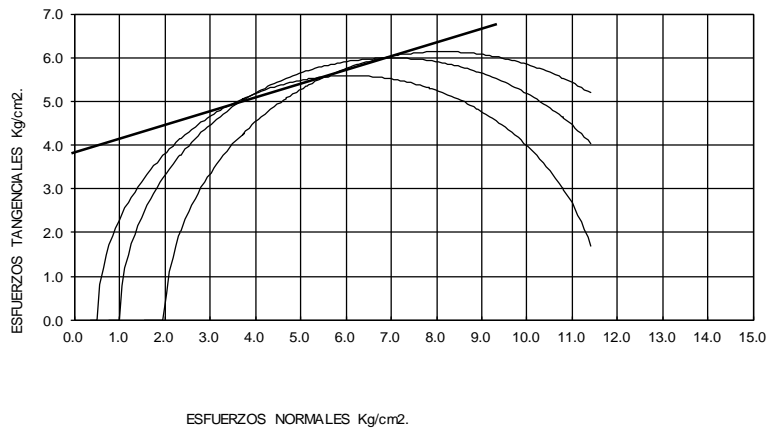


ANEXO III. 14.5- ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN.



CIRCULO DE MOHR



COHESIÓN (C) = 3.8 Kg/cm².
ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA (ø) = 20°

.....
M.Sc. CARMEN ESPARZA
 DIRECTORA DEL PROYECTO DE FIN DE TITULACIÓN

.....
DARWIN QUEZADA
 TESISISTA



UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCIÓN GEODINÁMICA

ANEXO III. 15.1.- ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

PROYECTO :	MODELACIÓN Y DISEÑO DE SOLUCIONES PARA LA ESTABILIDAD DE TALUD EN LOS PREDIOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA	NORMA:	ASTM D 2850
LOCALIZAC :	CAMPUS UTPL	ENSAYO:	U-U
ASESOR :	MGS. CARMEN ESPARZA	CALICATA No.:	6
REALIZADO :	DARWIN QUEZADA (TESISISTA)	PROFUND.(m):	1 m.
FECHA :	MAYO - 2012		

HOJA 1: DATOS GENERALES DE LAS PROBETAS

PROBETA No.	1	2	3
DIMENSIONES			
DIÁMETRO	3.55	3.61	3.70
ALTURA	7.69	7.92	7.99
ÁREA Corr	9.88	10.39	10.87
VOLUMEN	75.98	82.29	86.85
PESO	150.30	153.09	161.54
CONTENIDO DE AGUA			
Peso Hum. :	332.15	338.02	375.63
Peso Seco :	275.93	280.39	309.34
Peso Cap. :	70.80	70.77	70.80
w (%):	27.41	27.49	27.79
DENSIDADES			
NATURAL	1.98	1.86	1.86
SECA	1.55	1.46	1.46
DE SOLID.			

.....
M.Sc. CARMEN ESPARZA
DIRECTORA DEL PROYECTO DE FIN DE TITULACIÓN

.....
DARWIN QUEZADA
TESISTA



UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCIÓN GEODINÁMICA

ANEXO III. 15.2.- ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

PROYECTO :	MODELACIÓN Y DISEÑO DE SOLUCIONES PARA LA ESTABILIDAD DE TALUD EN LOS PREDIOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA	NORMA:	ASTM D 2850
LOCALIZAC :	CAMPUS UTPL	ENSAYO:	U-U
ASESOR :	MGS. CARMEN ESPARZA	CALICATA No.:	6
REALIZADO :	DARWIN QUEZADA (TESISISTA)	PROFUND.(m):	1 m.
FECHA :	MAYO - 2012		

| :: **REGISTRO DEL ENSAYO**

PROBETA No.: 01 <----- --- 1 --- ----->

Constante anillo de prueba: 0.85

Presión de Conf. (Kg/cm2): 0.50

Dial Deform. .001 "	Deform. Unit. (%)	Área Corrg. (cm2)	Dial Carga .001 "	Carga (kg)	Tensión Desviante (Kg/cm2)
0	0.00	9.88	0.00	0.00	0.00
5	0.17	9.90	2.20	1.87	0.19
10	0.33	9.91	8.50	7.23	0.73
20	0.66	9.95	16.00	13.60	1.37
30	0.99	9.98	25.00	21.25	2.13
40	1.32	10.01	30.00	25.50	2.55
50	1.65	10.05	34.00	28.90	2.88
60	1.98	10.08	36.00	30.60	3.04
70	2.31	10.11	40.00	34.00	3.36
80	2.64	10.15	44.00	37.40	3.69
90	2.97	10.18	46.00	39.10	3.84
100	3.30	10.22	48.00	40.80	3.99
110	3.63	10.25	50.00	42.50	4.15
120	3.96	10.29	51.00	43.35	4.21
130	4.29	10.32	52.00	44.20	4.28
140	4.62	10.36	53.50	45.48	4.39
150	4.95	10.40	54.50	46.33	4.46
160	5.28	10.43	56.60	48.11	4.61
170	5.62	10.47	58.00	49.30	4.71
180	5.95	10.50	60.00	51.00	4.86
190	6.28	10.54	60.00	51.00	4.84
200	6.61	10.58	59.50	50.58	4.78
210	6.94	10.62	58.00	49.30	4.64

RESULTADOS: **ESF. DESV. : (Kg/cm2) =** 4.86

ESF. PRINCIPAL: (Kg/cm2) = 5.36

.....
M.Sc. CARMEN ESPARZA
DIRECTORA DEL PROYECTO DE FIN DE TITULACIÓN

.....
DARWIN QUEZADA
TESISTA



UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCIÓN GEODINÁMICA

ANEXO III. 15.3.- ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

PROYECTO :	MODELACIÓN Y DISEÑO DE SOLUCIONES PARA LA ESTABILIDAD DE TALUD EN LOS PREDIOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA	NORMA:	ASTM D 2850
LOCALIZAC :	CAMPUS UTPL	ENSAYO:	U-U
ASESOR :	MGS. CARMEN ESPARZA	CALICATA No.:	6
REALIZADO :	DARWIN QUEZADA (TESISTA)	PROFUND.(m):	1 m.
FECHA :	MAYO - 2012		

REGISTRO DEL ENSAYO

PROBETA No.: <----- - 2 ----->

Constante anillo de prueba: 0.85

Presión de Conf. (Kg/cm2): 1.00

Dial Deform. .001 "	Deform. Unit. (%)	Área Corrg. (cm2)	Dial Carga .001 "	Carga (kg)	Tensión Desviante (Kg/cm2)
0	0.00	10.39	0.00	0.00	0.00
5	0.17	10.41	4.00	3.40	0.33
10	0.33	10.42	9.60	8.16	0.78
20	0.66	10.46	20.50	17.43	1.67
30	0.99	10.49	29.00	24.65	2.35
40	1.32	10.53	38.00	32.30	3.07
50	1.65	10.56	44.50	37.83	3.58
60	1.98	10.60	51.00	43.35	4.09
70	2.31	10.64	56.00	47.60	4.48
80	2.64	10.67	61.00	51.85	4.86
90	2.97	10.71	64.30	54.66	5.10
100	3.30	10.74	67.50	57.38	5.34
110	3.63	10.78	71.00	60.35	5.60
120	3.96	10.82	74.50	63.33	5.85
130	4.29	10.86	75.50	64.18	5.91
140	4.62	10.89	77.00	65.45	6.01
150	4.95	10.93	77.40	65.79	6.02
160	5.28	10.97	76.00	64.60	5.89

RESULTADOS:	ESF. DESV. : (Kg/cm2) =	6.02
	ESF. PRINCIPAL: (Kg/cm2) =	7.02

.....
M.Sc. CARMEN ESPARZA
DIRECTORA DEL PROYECTO DE FIN DE TITULACIÓN

.....
DARWIN QUEZADA
TESISTA



UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCIÓN GEODINÁMICA

ANEXO III. 15.4.- ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

PROYECTO :	MODELACIÓN Y DISEÑO DE SOLUCIONES PARA LA ESTABILIDAD DE TALUD EN LOS PREDIOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA	NORMA:	ASTM D 2850
LOCALIZAC :	CAMPUS UTPL	ENSAYO:	U-U
ASESOR :	MGS. CARMEN ESPARZA	CALICATA No.:	6
REALIZADO :	DARWIN QUEZADA (TESISTA)	PROFUND.(m):	1 m.
FECHA :	MAYO - 2012		

REGISTRO DEL ENSAYO

PROBETA No.: <----- - 3 ----->

Constante anillo de prueba: 0.85

Presión de Conf. (Kg/cm2): 2.00

Dial Deform. .001 "	Deform. Unit. (%)	Área Corrg. (cm2)	Dial Carga .001 "	Carga (kg)	Tensión Desviante (Kg/cm2)
0	0.00	10.87	0.00	0.00	0.00
5	0.16	10.89	9.20	7.82	0.72
10	0.32	10.90	18.00	15.30	1.40
20	0.64	10.94	32.00	27.20	2.49
30	0.95	10.97	42.00	35.70	3.25
40	1.27	11.01	50.50	42.93	3.90
50	1.59	11.05	57.00	48.45	4.39
60	1.91	11.08	62.00	52.70	4.76
70	2.23	11.12	66.00	56.10	5.05
80	2.54	11.15	71.00	60.35	5.41
90	2.86	11.19	73.80	62.73	5.61
100	3.18	11.23	77.00	65.45	5.83
110	3.50	11.26	81.50	69.28	6.15
120	3.81	11.30	84.00	71.40	6.32
130	4.13	11.34	85.70	72.85	6.42
140	4.45	11.38	87.20	74.12	6.52
150	4.77	11.41	88.20	74.97	6.57
160	5.09	11.45	89.20	75.82	6.62
170	5.40	11.49	89.50	76.08	6.62
180	5.72	11.53	88.00	74.80	6.49

RESULTADOS:	ESF. DESV. : (Kg/cm2) =	6.62
	ESF. PRINCIPAL: (Kg/cm2) =	8.62

.....
M.Sc. CARMEN ESPARZA
DIRECTORA DEL PROYECTO DE FIN DE TITULACIÓN

.....
DARWIN QUEZADA
TESISTA



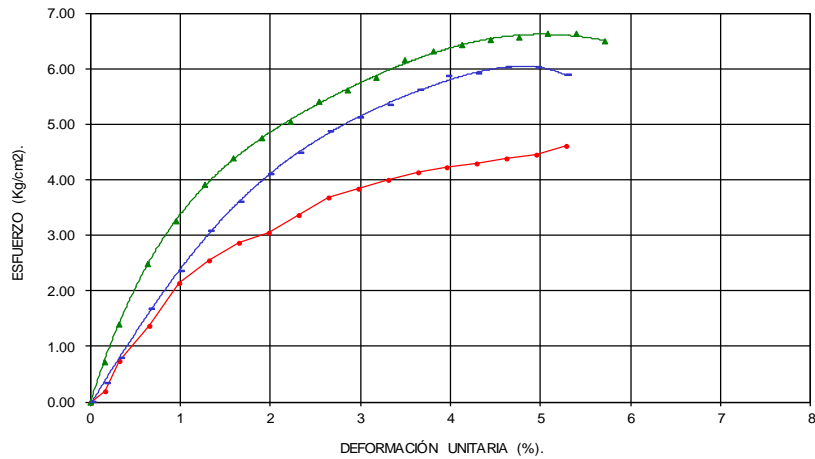
DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL



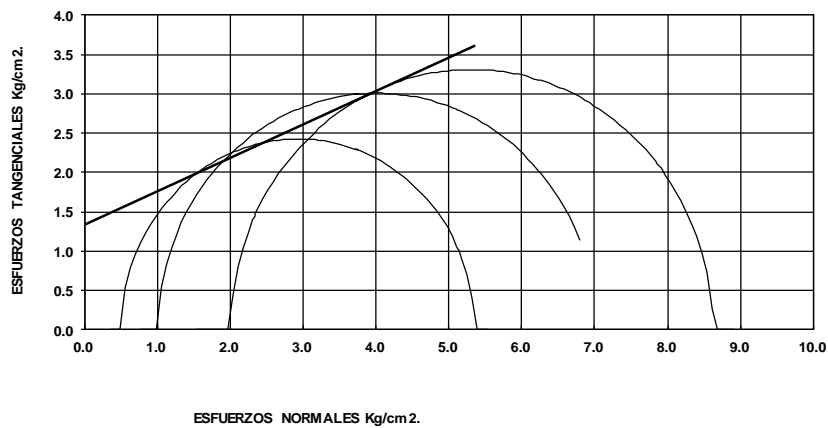
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCIÓN GEODINÁMICA

ANEXO III. 15.5.- ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN.



CIRCULO DE MOHR



COHESIÓN (C) = 1.2 Kg/cm².
ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA (ϕ) = 21°

.....
M.Sc. CARMEN ESPARZA
DIRECTORA DEL PROYECTO DE FIN DE TITULACIÓN

.....
DARWIN QUEZADA
TESISTA



UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja

DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCIÓN GEODINÁMICA ANEXO III. 16.1.- ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL			
PROYECTO : MODELACIÓN Y DISEÑO DE SOLUCIONES PARA LA ESTABILIDAD DE TALUD EN LOS PREDIOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA			
LOCALIZAC : CAMPUS UTPL		NORMA: ASTM D 2850	
ASESOR : MGS. CARMEN ESPARZA		ENSAYO: U-U	
REALIZADO : DARWIN QUEZADA (TESISISTA)		CALICATA No.: 7	
FECHA : JUNIO - 2012		PROFUND.(m): 1 m.	
HOJA 1: DATOS GENERALES DE LAS PROBETAS			
PROBETA No.	1	2	3
DIMENSIONES			
DIÁMETRO	3.58	3.59	3.61
ALTURA	7.70	7.78	7.72
ÁREA Corr	10.02	10.07	10.28
VOLUMEN	77.15	78.31	79.38
PESO	162.30	166.28	162.08
CONTENIDO DE AGUA			
Peso Hum. :	303.75	296.23	274.36
Peso Seco :	262.06	256.32	239.29
Peso Cap. :	63.46	66.17	65.26
w (%) :	20.99	20.99	20.15
DENSIDADES			
NATURAL	2.10	2.12	2.04
SECA	1.74	1.75	1.70
DE SOLID.			
..... M.Sc. CARMEN ESPARZA DIRECTORA DEL PROYECTO DE FIN DE TITULACIÓN	 DARWIN QUEZADA TESISISTA	



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCIÓN GEODINÁMICA

ANEXO III. 16.2.- ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

PROYECTO : MODELACIÓN Y DISEÑO DE SOLUCIONES PARA LA ESTABILIDAD DE TALUD EN LOS PREDIOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

LOCALIZAC : CAMPUS UTPL

ASESOR : MGS. CARMEN ESPARZA

REALIZADO : DARWIN QUEZADA (TESISTA)

FECHA : JUNIO - 2012

NORMA: ASTM D 2850

ENSAYO: U-U

CALICATA No.: 7

PROFUND.(m): 1 m.

| :: REGISTRO DEL ENSAYO

PROBETA No.: 01 <----- -- 1 --- ----->

Constante anillo de prueba: 0.85

Presión de Conf. (Kg/cm2): 0.50

Dial Deform. .001 "	Deform. Unit. (%)	Área Corrg. (cm2)	Dial Carga .001 "	Carga (kg)	Tensión Desviante (Kg/cm2)
0	0.00	10.02	0.00	0.00	0.00
5	0.16	10.04	2.60	2.21	0.22
10	0.33	10.05	6.00	5.10	0.51
20	0.66	10.09	10.60	9.01	0.89
30	0.99	10.12	16.00	13.60	1.34
40	1.32	10.15	19.30	16.41	1.62
50	1.65	10.19	22.00	18.70	1.84
60	1.98	10.22	23.30	19.81	1.94
70	2.31	10.26	25.00	21.25	2.07
80	2.64	10.29	27.20	23.12	2.25
90	2.97	10.33	29.00	24.65	2.39
100	3.30	10.36	30.60	26.01	2.51
110	3.63	10.40	32.80	27.88	2.68
120	3.96	10.43	35.00	29.75	2.85
130	4.29	10.47	37.00	31.45	3.00
140	4.62	10.50	39.00	33.15	3.16
150	4.95	10.54	40.60	34.51	3.27
160	5.28	10.58	41.70	35.45	3.35
170	5.61	10.61	42.80	36.38	3.43
180	5.94	10.65	43.20	36.72	3.45
190	6.27	10.69	43.60	37.06	3.47
200	6.60	10.73	43.80	37.23	3.47
210	6.93	10.77	44.10	37.49	3.48
220	7.26	10.80	44.10	37.49	3.47
230	7.59	10.84	44.00	37.40	3.45

RESULTADOS: ESF. DESV. : (Kg/cm2) = 3.48

ESF. PRINCIPAL: (Kg/cm2) = 3.98

.....
M.Sc. CARMEN ESPARZA
DIRECTORA DEL PROYECTO DE FIN DE TITULACIÓN

.....
DARWIN QUEZADA
TESISTA



UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja

DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCIÓN GEODINÁMICA																																																																																																																																																	
ANEXO III. 16.3.- ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL																																																																																																																																																	
PROYECTO : LOCALIZAC : ASESOR : REALIZADO : FECHA :	MODELACIÓN Y DISEÑO DE SOLUCIONES PARA LA ESTABILIDAD DE TALUD EN LOS PREDIOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA CAMPUS UTPL MGS. CARMEN ESPARZA DARWIN QUEZADA (TESISTA) JUNIO - 2012																																																																																																																																																
	NORMA: ASTM D 2850 ENSAYO: U-U CALICATA No.: 7 PROFUND.(m): 1 m.																																																																																																																																																
REGISTRO DEL ENSAYO																																																																																																																																																	
PROBETA No.: <----- - 2 ----->																																																																																																																																																	
Constante anillo de prueba: 0.85 Presión de Conf. (Kg/cm2): 1.00																																																																																																																																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Dial Deform. .001 "</th> <th style="text-align: center;">Deform. Unit. (%)</th> <th style="text-align: center;">Área Corrg. (cm2)</th> <th style="text-align: center;">Dial Carga .001 "</th> <th style="text-align: center;">Carga (kg)</th> <th style="text-align: center;">Tensión Desviante (Kg/cm2)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0.00</td><td>10.07</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>5</td><td>0.16</td><td>10.08</td><td>5.00</td><td>4.25</td><td>0.42</td></tr> <tr><td>10</td><td>0.33</td><td>10.10</td><td>9.50</td><td>8.08</td><td>0.80</td></tr> <tr><td>20</td><td>0.66</td><td>10.13</td><td>15.50</td><td>13.18</td><td>1.30</td></tr> <tr><td>30</td><td>0.99</td><td>10.17</td><td>21.50</td><td>18.28</td><td>1.80</td></tr> <tr><td>40</td><td>1.32</td><td>10.20</td><td>25.20</td><td>21.42</td><td>2.10</td></tr> <tr><td>50</td><td>1.65</td><td>10.23</td><td>29.00</td><td>24.65</td><td>2.41</td></tr> <tr><td>60</td><td>1.98</td><td>10.27</td><td>31.10</td><td>26.44</td><td>2.57</td></tr> <tr><td>70</td><td>2.31</td><td>10.30</td><td>33.00</td><td>28.05</td><td>2.72</td></tr> <tr><td>80</td><td>2.64</td><td>10.34</td><td>34.70</td><td>29.50</td><td>2.85</td></tr> <tr><td>90</td><td>2.97</td><td>10.37</td><td>36.40</td><td>30.94</td><td>2.98</td></tr> <tr><td>100</td><td>3.30</td><td>10.41</td><td>38.00</td><td>32.30</td><td>3.10</td></tr> <tr><td>110</td><td>3.63</td><td>10.45</td><td>40.50</td><td>34.43</td><td>3.30</td></tr> <tr><td>120</td><td>3.96</td><td>10.48</td><td>42.00</td><td>35.70</td><td>3.41</td></tr> <tr><td>130</td><td>4.29</td><td>10.52</td><td>43.20</td><td>36.72</td><td>3.49</td></tr> <tr><td>140</td><td>4.62</td><td>10.55</td><td>44.20</td><td>37.57</td><td>3.56</td></tr> <tr><td>150</td><td>4.95</td><td>10.59</td><td>44.70</td><td>38.00</td><td>3.59</td></tr> <tr><td>160</td><td>5.28</td><td>10.63</td><td>45.00</td><td>38.25</td><td>3.60</td></tr> <tr><td>170</td><td>5.61</td><td>10.66</td><td>45.50</td><td>38.68</td><td>3.63</td></tr> <tr><td>180</td><td>5.94</td><td>10.70</td><td>45.70</td><td>38.85</td><td>3.63</td></tr> <tr><td>190</td><td>6.27</td><td>10.74</td><td>45.70</td><td>38.85</td><td>3.62</td></tr> <tr><td>200</td><td>6.60</td><td>10.78</td><td>45.70</td><td>38.85</td><td>3.60</td></tr> <tr><td>210</td><td>6.93</td><td>10.82</td><td>45.60</td><td>38.76</td><td>3.58</td></tr> </tbody> </table>	Dial Deform. .001 "	Deform. Unit. (%)	Área Corrg. (cm2)	Dial Carga .001 "	Carga (kg)	Tensión Desviante (Kg/cm2)	0	0.00	10.07	0.00	0.00	0.00	5	0.16	10.08	5.00	4.25	0.42	10	0.33	10.10	9.50	8.08	0.80	20	0.66	10.13	15.50	13.18	1.30	30	0.99	10.17	21.50	18.28	1.80	40	1.32	10.20	25.20	21.42	2.10	50	1.65	10.23	29.00	24.65	2.41	60	1.98	10.27	31.10	26.44	2.57	70	2.31	10.30	33.00	28.05	2.72	80	2.64	10.34	34.70	29.50	2.85	90	2.97	10.37	36.40	30.94	2.98	100	3.30	10.41	38.00	32.30	3.10	110	3.63	10.45	40.50	34.43	3.30	120	3.96	10.48	42.00	35.70	3.41	130	4.29	10.52	43.20	36.72	3.49	140	4.62	10.55	44.20	37.57	3.56	150	4.95	10.59	44.70	38.00	3.59	160	5.28	10.63	45.00	38.25	3.60	170	5.61	10.66	45.50	38.68	3.63	180	5.94	10.70	45.70	38.85	3.63	190	6.27	10.74	45.70	38.85	3.62	200	6.60	10.78	45.70	38.85	3.60	210	6.93	10.82	45.60	38.76	3.58	
Dial Deform. .001 "	Deform. Unit. (%)	Área Corrg. (cm2)	Dial Carga .001 "	Carga (kg)	Tensión Desviante (Kg/cm2)																																																																																																																																												
0	0.00	10.07	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																												
5	0.16	10.08	5.00	4.25	0.42																																																																																																																																												
10	0.33	10.10	9.50	8.08	0.80																																																																																																																																												
20	0.66	10.13	15.50	13.18	1.30																																																																																																																																												
30	0.99	10.17	21.50	18.28	1.80																																																																																																																																												
40	1.32	10.20	25.20	21.42	2.10																																																																																																																																												
50	1.65	10.23	29.00	24.65	2.41																																																																																																																																												
60	1.98	10.27	31.10	26.44	2.57																																																																																																																																												
70	2.31	10.30	33.00	28.05	2.72																																																																																																																																												
80	2.64	10.34	34.70	29.50	2.85																																																																																																																																												
90	2.97	10.37	36.40	30.94	2.98																																																																																																																																												
100	3.30	10.41	38.00	32.30	3.10																																																																																																																																												
110	3.63	10.45	40.50	34.43	3.30																																																																																																																																												
120	3.96	10.48	42.00	35.70	3.41																																																																																																																																												
130	4.29	10.52	43.20	36.72	3.49																																																																																																																																												
140	4.62	10.55	44.20	37.57	3.56																																																																																																																																												
150	4.95	10.59	44.70	38.00	3.59																																																																																																																																												
160	5.28	10.63	45.00	38.25	3.60																																																																																																																																												
170	5.61	10.66	45.50	38.68	3.63																																																																																																																																												
180	5.94	10.70	45.70	38.85	3.63																																																																																																																																												
190	6.27	10.74	45.70	38.85	3.62																																																																																																																																												
200	6.60	10.78	45.70	38.85	3.60																																																																																																																																												
210	6.93	10.82	45.60	38.76	3.58																																																																																																																																												
RESULTADOS:																																																																																																																																																	
	ESF. DESV. : (Kg/cm2) = 3.63 ESF. PRINCIPAL: (Kg/cm2) = 4.63																																																																																																																																																
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;"> M.Sc. CARMEN ESPARZA DIRECTORA DEL PROYECTO DE FIN DE TITULACIÓN </td> <td style="width: 50%; border: none;"> DARWIN QUEZADA TESISTA </td> </tr> </table>	 M.Sc. CARMEN ESPARZA DIRECTORA DEL PROYECTO DE FIN DE TITULACIÓN DARWIN QUEZADA TESISTA																																																																																																																																														
..... M.Sc. CARMEN ESPARZA DIRECTORA DEL PROYECTO DE FIN DE TITULACIÓN DARWIN QUEZADA TESISTA																																																																																																																																																



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCIÓN GEODINÁMICA

ANEXO III. 16.4.- ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

PROYECTO :	MODELACIÓN Y DISEÑO DE SOLUCIONES PARA LA ESTABILIDAD DE TALUD EN LOS PREDIOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA	NORMA:	ASTM D 2850
LOCALIZAC :	CAMPUS UTPL	ENSAYO:	U-U
ASESOR :	MGS. CARMEN ESPARZA	CALICATA No.:	7
REALIZADO :	DARWIN QUEZADA (TESISTA)	PROFUND.(m):	1 m.
FECHA :	JUNIO - 2012		

REGISTRO DEL ENSAYO

PROBETA No.: ←----- - 3 -----→

Constante anillo de prueba: 0.85

Presión de Conf. (Kg/cm2): 2.00

Dial Deform. .001 "	Deform. Unit. (%)	Área Corrg. (cm ²)	Dial Carga .001 "	Carga (kg)	Tensión Desviante (Kg/cm ²)
0	0.00	10.28	0.00	0.00	0.00
5	0.16	10.30	6.20	5.27	0.51
10	0.33	10.32	11.20	9.52	0.92
20	0.66	10.35	16.50	14.03	1.35
30	0.99	10.39	21.20	18.02	1.74
40	1.32	10.42	23.90	20.32	1.95
50	1.65	10.45	26.00	22.10	2.11
60	1.97	10.49	28.90	24.57	2.34
70	2.30	10.53	31.00	26.35	2.50
80	2.63	10.56	32.60	27.71	2.62
90	2.96	10.60	34.00	28.90	2.73
100	3.29	10.63	35.80	30.43	2.86
110	3.62	10.67	38.70	32.90	3.08
120	3.95	10.71	41.50	35.28	3.30
130	4.28	10.74	43.30	36.81	3.43
140	4.61	10.78	45.00	38.25	3.55
150	4.94	10.82	47.00	39.95	3.69
160	5.26	10.85	48.70	41.40	3.81
170	5.59	10.89	50.00	42.50	3.90
180	5.92	10.93	51.20	43.52	3.98
190	6.25	10.97	52.00	44.20	4.03
200	6.58	11.01	52.40	44.54	4.05
210	6.91	11.05	52.70	44.80	4.06
220	7.24	11.09	53.00	45.05	4.06
230	7.57	11.12	53.00	45.05	4.05
240	7.90	11.16	53.00	45.05	4.04

RESULTADOS: ESF. DESV. : (Kg/cm²) = 4.06

ESF. PRINCIPAL: (Kg/cm²) = 6.06

.....
M.Sc. CARMEN ESPARZA
DIRECTORA DEL PROYECTO DE FIN DE TITULACIÓN

.....
DARWIN QUEZADA
TESISTA



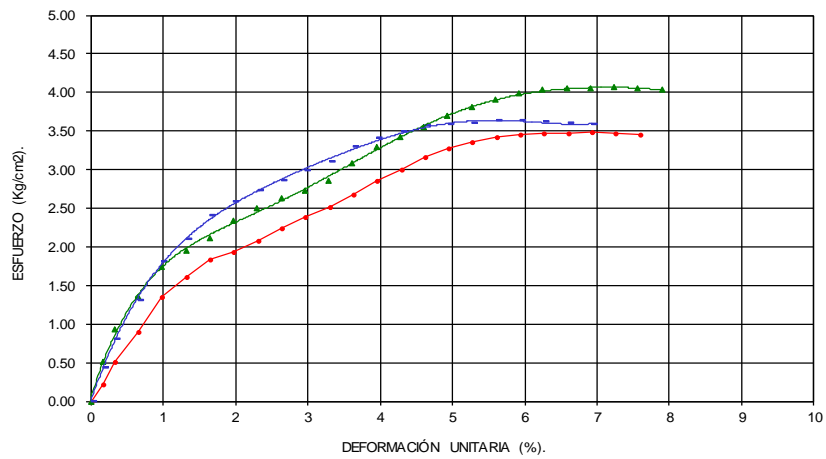
DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL



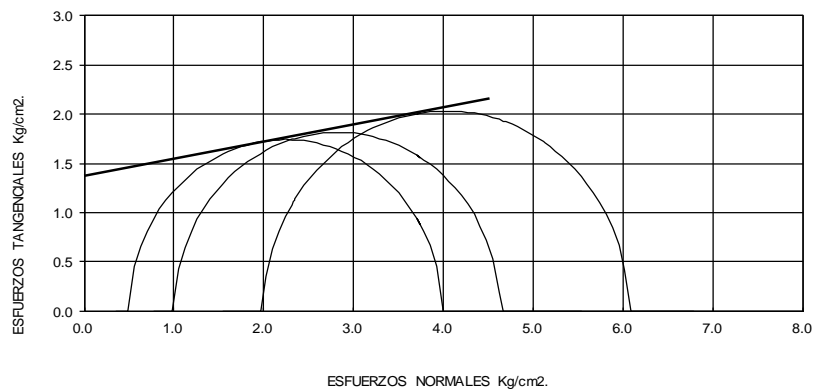
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCIÓN GEODINÁMICA

ANEXO III. 16.5.- ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN.



CIRCULO DE MOHR



COHESIÓN (C) = 1.3 Kg/cm².
ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA (ϕ) = 12°

.....
M.Sc. CARMEN ESPARZA
DIRECTORA DEL PROYECTO DE FIN DE TITULACIÓN

.....
DARWIN QUEZADA
TESISTA



UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja

DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCIÓN GEODINÁMICA ANEXO III. 17.1.- ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL			
PROYECTO : MODELACIÓN Y DISEÑO DE SOLUCIONES PARA LA ESTABILIDAD DE TALUD EN LOS PREDIOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA			
LOCALIZAC : CAMPUS UTPL		NORMA: ASTM D 2850	
ASESOR : MGS. CARMEN ESPARZA		ENSAYO: U-U	
REALIZADO : DARWIN QUEZADA (TESISISTA)		CALICATA No.: 8	
FECHA : JUNIO - 2012		PROFUND.(m): 1 m.	
HOJA 1: DATOS GENERALES DE LAS PROBETAS			
PROBETA No.	1	2	3
DIMENSIONES			
DIÁMETRO	cm. 3.59	3.59	3.70
ALTURA	cm. 7.55	7.66	7.71
ÁREA Corr	cm ² . 10.21	10.06	10.67
VOLUMEN	cm ³ . 77.07	77.06	82.23
PESO	gr. 141.16	147.71	151.84
CONTENIDO DE AGUA			
Peso Hum. :	251.46	217.47	235.40
Peso Seco :	219.61	192.40	206.72
Peso Cap. :	61.74	68.76	66.80
w (%) :	20.17	20.28	20.50
DENSIDADES			
NATURAL	gr/cm ³ 1.83	1.92	1.85
SECA	gr/cm ³ 1.52	1.59	1.53
DE SOLID.	gr/cm ³		
..... M.Sc. CARMEN ESPARZA DIRECTORA DEL PROYECTO DE FIN DE TITULACIÓN	 DARWIN QUEZADA TESISISTA	



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCIÓN GEODINÁMICA ANEXO III. 17.2.- ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL						
PROYECTO : MODELACIÓN Y DISEÑO DE SOLUCIONES PARA LA ESTABILIDAD DE TALUD EN LOS PREDIOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA						
LOCALIZAC : CAMPUS UTPL			NORMA: ASTM D 2850			
ASESOR : MGS. CARMEN ESPARZA			ENSAYO: U-U			
REALIZADO : DARWIN QUEZADA (TESISISTA)			CALICATA No.: 8			
FECHA : JUNIO - 2012			PROFUND.(m): 1 m.			
REGISTRO DEL ENSAYO						
PROBETA No.: 01						
----- <----- -- 1 -- ----->						
Constante anillo de prueba:						0.85
Presión de Conf. (Kg/cm2):						0.50
Dial Deform. .001 "	Deform. Unit. (%)	Área Corrg. (cm2)	Dial Carga .001 "	Carga (kg)	Tensión Desviante (Kg/cm2)	
0	0.00	10.21	0.00	0.00	0.00	
5	0.17	10.23	3.50	2.98	0.29	
10	0.34	10.24	9.00	7.65	0.75	
20	0.67	10.28	17.50	14.88	1.45	
30	1.01	10.31	23.70	20.15	1.95	
40	1.35	10.35	29.40	24.99	2.42	
50	1.68	10.38	33.00	28.05	2.70	
60	2.02	10.42	36.20	30.77	2.95	
70	2.35	10.45	39.50	33.58	3.21	
80	2.69	10.49	41.80	35.53	3.39	
90	3.03	10.53	43.40	36.89	3.50	
100	3.36	10.56	45.00	38.25	3.62	
110	3.70	10.60	46.70	39.70	3.74	
120	4.04	10.64	47.70	40.55	3.81	
130	4.37	10.67	48.20	40.97	3.84	
140	4.71	10.71	48.50	41.23	3.85	
150	5.05	10.75	48.40	41.14	3.83	
160	5.38	10.79	48.40	41.14	3.81	
RESULTADOS:						3.85
ESF. DESV. : (Kg/cm2) =						3.85
ESF. PRINCIPAL: (Kg/cm2) =						4.35
..... M.Sc. CARMEN ESPARZA DIRECTORA DEL PROYECTO DE FIN DE TITULACIÓN		 DARWIN QUEZADA TESISISTA			



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCIÓN GEODINÁMICA

ANEXO III. 17.3.- ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

PROYECTO : MODELACIÓN Y DISEÑO DE SOLUCIONES PARA LA ESTABILIDAD DE TALUD EN LOS PREDIOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
LOCALIZAC : CAMPUS UTPL **NORMA:** ASTM D 2850
ASESOR : MGS. CARMEN ESPARZA **ENSAYO:** U-U
REALIZADO : DARWIN QUEZADA (TESISTA) **CALICATA No.:** 8
FECHA : JUNIO - 2012 **PROFUND.(m):** 1 m.

REGISTRO DEL ENSAYO

PROBETA No.: <----- - 2 ----->
Constante anillo de prueba: 0.85
Presión de Conf. (Kg/cm2): 1.00

Dial Deform. .001 "	Deform. Unit. (%)	Área Corrg. (cm2)	Dial Carga .001 "	Carga (kg)	Tensión Desviante (Kg/cm2)
0	0.00	10.06	0.00	0.00	0.00
5	0.17	10.08	4.10	3.49	0.35
10	0.34	10.09	10.00	8.50	0.84
20	0.67	10.13	19.00	16.15	1.59
30	1.01	10.16	24.80	21.08	2.07
40	1.35	10.20	30.20	25.67	2.52
50	1.68	10.23	33.90	28.82	2.82
60	2.02	10.27	36.50	31.03	3.02
70	2.35	10.30	39.20	33.32	3.23
80	2.69	10.34	41.60	35.36	3.42
90	3.03	10.37	43.00	36.55	3.52
100	3.36	10.41	44.60	37.91	3.64
110	3.70	10.45	46.90	39.87	3.82
120	4.04	10.48	48.70	41.40	3.95
130	4.37	10.52	49.50	42.08	4.00
140	4.71	10.56	50.00	42.50	4.03
150	5.05	10.59	50.50	42.93	4.05
160	5.38	10.63	51.20	43.52	4.09
170	5.72	10.67	51.70	43.95	4.12
180	6.06	10.71	52.50	44.63	4.17
190	6.39	10.75	53.00	45.05	4.19
200	6.73	10.79	53.60	45.56	4.22
210	7.06	10.82	53.80	45.73	4.22
220	7.40	10.86	54.00	45.90	4.23
230	7.74	10.90	54.50	46.33	4.25
240	8.07	10.94	54.70	46.50	4.25
250	8.41	10.98	55.00	46.75	4.26
260	8.75	11.02	55.00	46.75	4.24
270	9.08	11.06	55.00	46.75	4.23

RESULTADOS: ESF. DESV. : (Kg/cm2) = 4.26
ESF. PRINCIPAL: (Kg/cm2) = 5.26

.....
M.Sc. CARMEN ESPARZA
DIRECTORA DEL PROYECTO DE FIN DE TITULACIÓN

.....
DARWIN QUEZADA
TESISTA



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCIÓN GEODINÁMICA

ANEXO III. 17.4.- ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

PROYECTO :	MODELACIÓN Y DISEÑO DE SOLUCIONES PARA LA ESTABILIDAD DE TALUD EN LOS PREDIOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA	NORMA:	ASTM D 2850
LOCALIZAC :	CAMPUS UTPL	ENSAYO:	U-U
ASESOR :	MGS. CARMEN ESPARZA	CALICATA No	8
REALIZADO :	DARWIN QUEZADA (TESISTA)	PROFUND.(m)	1 m.
FECHA :	JUNIO - 2012		

REGISTRO DEL ENSAYO

PROBETA No.: <----- - 3 ----- ----->
Constante anillo de prueba: 0.85
Presión de Conf. (Kg/cm2): 2.00

Dial Deform. .001 "	Deform. Unit. (%)	Área Corrg. (cm ²)	Dial Carga .001 "	Carga (kg)	Tensión Desviante (Kg/cm ²)
0	0.00	10.67	0.00	0.00	0.00
5	0.16	10.68	6.00	5.10	0.48
10	0.33	10.70	9.60	8.16	0.76
20	0.66	10.74	17.00	14.45	1.35
30	0.99	10.77	21.80	18.53	1.72
40	1.32	10.81	26.90	22.87	2.12
50	1.65	10.84	30.00	25.50	2.35
60	1.98	10.88	33.00	28.05	2.58
70	2.31	10.92	35.60	30.26	2.77
80	2.64	10.95	38.30	32.56	2.97
90	2.96	10.99	40.30	34.26	3.12
100	3.29	11.03	42.00	35.70	3.24
110	3.62	11.07	46.00	39.10	3.53
120	3.95	11.10	49.00	41.65	3.75
130	4.28	11.14	51.40	43.69	3.92
140	4.61	11.18	54.00	45.90	4.11
150	4.94	11.22	56.00	47.60	4.24
160	5.27	11.26	57.50	48.88	4.34
170	5.60	11.30	58.60	49.81	4.41
180	5.93	11.34	59.40	50.49	4.45
190	6.26	11.38	60.00	51.00	4.48
200	6.59	11.42	60.40	51.34	4.50
210	6.92	11.46	60.60	51.51	4.50
220	7.25	11.50	60.80	51.68	4.49
230	7.58	11.54	60.90	51.77	4.49
240	7.91	11.58	61.00	51.85	4.48
250	8.24	11.62	61.00	51.85	4.46
260	8.57	11.66	61.00	51.85	4.45

RESULTADOS: **ESF. DESV. : (Kg/cm²) =** 4.50
 ESF. PRINCIPAL: (Kg/cm²) = 6.50

.....
M.Sc. CARMEN ESPARZA
 DIRECTORA DEL PROYECTO DE FIN DE TITULACIÓN

.....
DARWIN QUEZADA
 TESISTA



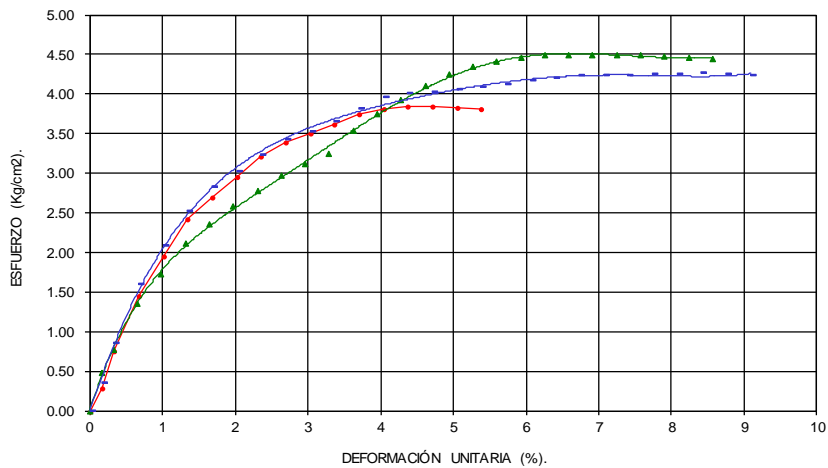
DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCIÓN GEODINÁMICA

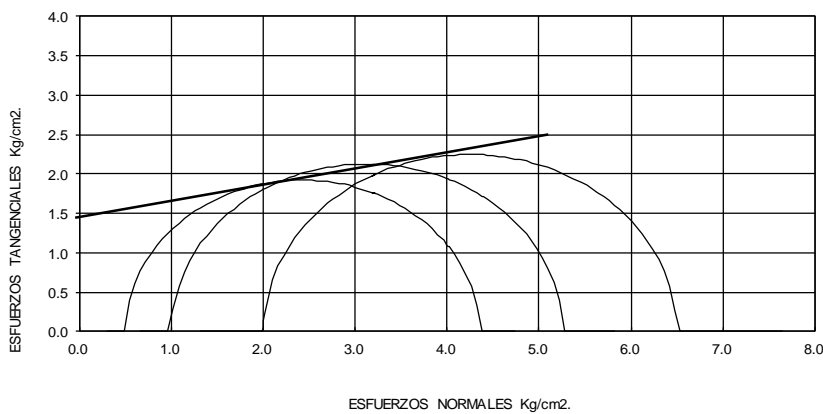


ANEXO III. 17.5.- ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN.



CIRCULO DE MOHR



COHESIÓN (C) = 1.4 Kg/cm².
ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA (ϕ) = 11°

.....
M.Sc. CARMEN ESPARZA
DIRECTORA DEL PROYECTO DE FIN DE TITULACIÓN

.....
DARWIN QUEZADA
TESISTA



UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja

DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCIÓN GEODINÁMICA ANEXO III. 18.1.- ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL			
PROYECTO : MODELACIÓN Y DISEÑO DE SOLUCIONES PARA LA ESTABILIDAD DE TALUD EN LOS PREDIOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA			
LOCALIZAC : CAMPUS UTPL		NORMA: ASTM D 2850	
ASESOR : MGS. CARMEN ESPARZA		ENSAYO: U-U	
REALIZADO : DARWIN QUEZADA (TESISISTA)		CALICATA No.: 9	
FECHA : JUNIO - 2012		PROFUND.(m): 1 m.	
HOJA 1: DATOS GENERALES DE LAS PROBETAS			
PROBETA No.	1	2	3
DIMENSIONES			
DIÁMETRO	cm. 3.52	cm. 3.52	cm. 3.55
ALTURA	cm. 7.60	cm. 7.70	cm. 7.68
ÁREA Corr	cm ² . 9.60	cm ² . 9.68	cm ² . 9.96
VOLUMEN	cm ³ . 72.93	cm ³ . 74.51	cm ³ . 76.52
PESO	gr. 148.46	gr. 149.59	gr. 151.83
CONTENIDO DE AGUA			
Peso Hum. :	296.56	279.41	286.20
Peso Seco :	247.83	232.93	239.96
Peso Cap. :	66.60	62.22	65.46
w (%) :	26.89	27.23	26.50
DENSIDADES			
NATURAL	gr/cm ³ 2.04	gr/cm ³ 2.01	gr/cm ³ 1.98
SECA	gr/cm ³ 1.60	gr/cm ³ 1.58	gr/cm ³ 1.57
DE SOLID.	gr/cm ³	gr/cm ³	gr/cm ³
..... M.Sc. CARMEN ESPARZA DIRECTORA DEL PROYECTO DE FIN DE TITULACIÓN	 DARWIN QUEZADA TESISISTA	



UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCIÓN GEODINÁMICA

ANEXO III. 18.2.-- ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

PROYECTO : MODELACIÓN Y DISEÑO DE SOLUCIONES PARA LA ESTABILIDAD DE TALUD EN LOS PREDIOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

LOCALIZAC : CAMPUS UTPL

ASESOR : MGS. CARMEN ESPARZA

REALIZADO : DARWIN QUEZADA (TESISISTA)

FECHA : JUNIO - 2012

NORMA: ASTM D 2850

ENSAYO: U-U

CALICATA No.: 9

PROFUND.(m): 1 m.

REGISTRO DEL ENSAYO

PROBETA No.: 01 <----- -- 1 -- ----->

Constante anillo de prueba: 0.85

Presión de Conf. (Kg/cm2): 0.50

Dial Deform. .001 "	Deform. Unit. (%)	Área Corrg. (cm2)	Dial Carga .001 "	Carga (kg)	Tensión Desviante (Kg/cm2)
0	0.00	9.60	0.00	0.00	0.00
5	0.17	9.61	4.00	3.40	0.35
10	0.33	9.63	7.70	6.55	0.68
20	0.67	9.66	11.90	10.12	1.05
30	1.00	9.69	16.50	14.03	1.45
40	1.34	9.73	19.50	16.58	1.70
50	1.67	9.76	21.90	18.62	1.91
60	2.01	9.79	24.90	21.17	2.16
70	2.34	9.83	27.00	22.95	2.34
80	2.67	9.86	28.60	24.31	2.47
90	3.01	9.89	29.60	25.16	2.54
100	3.34	9.93	30.50	25.93	2.61
110	3.68	9.96	31.00	26.35	2.64
120	4.01	10.00	31.50	26.78	2.68
130	4.34	10.03	32.00	27.20	2.71
140	4.68	10.07	32.30	27.46	2.73
150	5.01	10.10	33.80	28.73	2.84
160	5.35	10.14	34.40	29.24	2.88
170	5.68	10.17	35.70	30.35	2.98
180	6.02	10.21	36.00	30.60	3.00
190	6.35	10.25	36.30	30.86	3.01
200	6.68	10.28	37.00	31.45	3.06
210	7.02	10.32	37.50	31.88	3.09
220	7.35	10.36	37.50	31.88	3.08

RESULTADOS: ESF. DESV. : (Kg/cm2) = **3.09**
ESF. PRINCIPAL: (Kg/cm2) = **3.59**

.....
M.Sc. CARMEN ESPARZA
DIRECTORA DEL PROYECTO DE FIN DE TITULACIÓN

.....
DARWIN QUEZADA
TESISTA



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCIÓN GEODINÁMICA

ANEXO III. 18.3-- ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

PROYECTO :	MODELACIÓN Y DISEÑO DE SOLUCIONES PARA LA ESTABILIDAD DE TALUD EN LOS PREDIOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA	NORMA:	ASTM D 2850
LOCALIZAC :	CAMPUS UTPL	ENSAYO:	U-U
ASESOR :	MGS. CARMEN ESPARZA	CALICATA No.:	9
REALIZADO :	DARWIN QUEZADA (TESISTA)	PROFUND.(m):	1 m.
FECHA :	JUNIO - 2012		

REGISTRO DEL ENSAYO

PROBETA No.: <----- - 2 ----->

Constante anillo de prueba: 0.85

Presión de Conf. (Kg/cm2): 1.00

Dial Deform. .001 "	Deform. Unit. (%)	Área Corrg. (cm ²)	Dial Carga .001 "	Carga (kg)	Tensión Desviante (Kg/cm ²)
0	0.00	9.68	0.00	0.00	0.00
5	0.17	9.69	3.00	2.55	0.26
10	0.33	9.71	4.60	3.91	0.40
20	0.67	9.74	5.50	4.68	0.48
30	1.00	9.77	7.00	5.95	0.61
40	1.34	9.81	8.40	7.14	0.73
50	1.67	9.84	9.30	7.91	0.80
60	2.01	9.87	10.20	8.67	0.88
70	2.34	9.91	11.60	9.86	1.00
80	2.67	9.94	12.50	10.63	1.07
90	3.01	9.98	13.30	11.31	1.13
100	3.34	10.01	14.60	12.41	1.24
110	3.68	10.05	15.40	13.09	1.30
120	4.01	10.08	17.00	14.45	1.43
130	4.34	10.12	18.40	15.64	1.55
140	4.68	10.15	21.00	17.85	1.76
150	5.01	10.19	22.30	18.96	1.86
160	5.35	10.22	23.60	20.06	1.96
170	5.68	10.26	24.70	21.00	2.05
180	6.02	10.30	28.90	24.57	2.39
190	6.35	10.33	29.40	24.99	2.42
200	6.68	10.37	30.50	25.93	2.50
210	7.02	10.41	31.40	26.69	2.56
220	7.35	10.44	32.50	27.63	2.64
230	7.69	10.48	33.40	28.39	2.71
240	8.02	10.52	34.80	29.58	2.81
250	8.36	10.56	35.70	30.35	2.87
260	8.69	10.60	36.90	31.37	2.96
270	9.02	10.64	37.80	32.13	3.02
280	9.36	10.68	39.00	33.15	3.11
290	9.69	10.71	40.10	34.09	3.18
300	10.03	10.75	41.20	35.02	3.26
310	10.36	10.79	42.30	35.96	3.33
320	10.69	10.84	44.00	37.40	3.45

RESULTADOS: ESF. DESV. : (Kg/cm²) = 3.45
ESF. PRINCIPAL: (Kg/cm²) = 4.45

.....
M.Sc. CARMEN ESPARZA
 DIRECTORA DEL PROYECTO DE FIN DE TITULACIÓN

.....
DARWIN QUEZADA
 TESISTA



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja

DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCIÓN GEODINÁMICA

ANEXO III. 18.4.-- ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

PROYECTO :	MODELACIÓN Y DISEÑO DE SOLUCIONES PARA LA ESTABILIDAD DE TALUD EN LOS PREDIOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA	NORMA:	ASTM D 2850
LOCALIZAC :	CAMPUS UTPL	ENSAYO:	U-U
ASESOR :	MGS. CARMEN ESPARZA	CALICATA No.:	9
REALIZADO :	DARWIN QUEZADA (TESISTA)	PROFUND.(m):	1 m.
FECHA :	JUNIO - 2012		

REGISTRO DEL ENSAYO

PROBETA No.: <----- - 3 ----->

Constante anillo de prueba: 0.85

Presión de Conf. (Kg/cm2): 2.00

Dial Deform. .001 "	Deform. Unit. (%)	Área Corr. (cm2)	Dial Carga .001 "	Carga (kg)	Tensión Desviante (Kg/cm2)
0	0.00	9.96	0.00	0.00	0.00
5	0.17	9.98	3.20	2.72	0.27
10	0.33	10.00	6.20	5.27	0.53
20	0.66	10.03	6.00	5.10	0.51
30	0.99	10.06	10.00	8.50	0.84
40	1.32	10.10	13.00	11.05	1.09
50	1.65	10.13	16.50	14.03	1.38
60	1.98	10.17	19.00	16.15	1.59
70	2.32	10.20	21.00	17.85	1.75
80	2.65	10.23	22.30	18.96	1.85
90	2.98	10.27	24.70	21.00	2.04
100	3.31	10.30	26.20	22.27	2.16
110	3.64	10.34	28.60	24.31	2.35
120	3.97	10.38	30.40	25.84	2.49
130	4.30	10.41	31.70	26.95	2.59
140	4.63	10.45	32.90	27.97	2.68
150	4.96	10.48	34.10	28.99	2.76
160	5.29	10.52	35.20	29.92	2.84
170	5.62	10.56	36.20	30.77	2.91
180	5.95	10.59	36.80	31.28	2.95
190	6.28	10.63	37.60	31.96	3.01
200	6.61	10.67	38.20	32.47	3.04
210	6.95	10.71	38.70	32.90	3.07
220	7.28	10.75	39.30	33.41	3.11
230	7.61	10.78	39.60	33.66	3.12
240	7.94	10.82	39.80	33.83	3.13
250	8.27	10.86	40.00	34.00	3.13
260	8.60	10.90	40.00	34.00	3.12
270	8.93	10.94	40.00	34.00	3.11
280	9.26	10.98	40.40	34.34	3.13
290	9.59	11.02	40.50	34.43	3.12

RESULTADOS:	ESF. DESV. : (Kg/cm2) =	✔	3.13
	ESF. PRINCIPAL: (Kg/cm2) =	✔	5.13

.....
M.Sc. CARMEN ESPARZA
DIRECTORA DEL PROYECTO DE FIN DE TITULACIÓN

.....
DARWIN QUEZADA
TESISTA



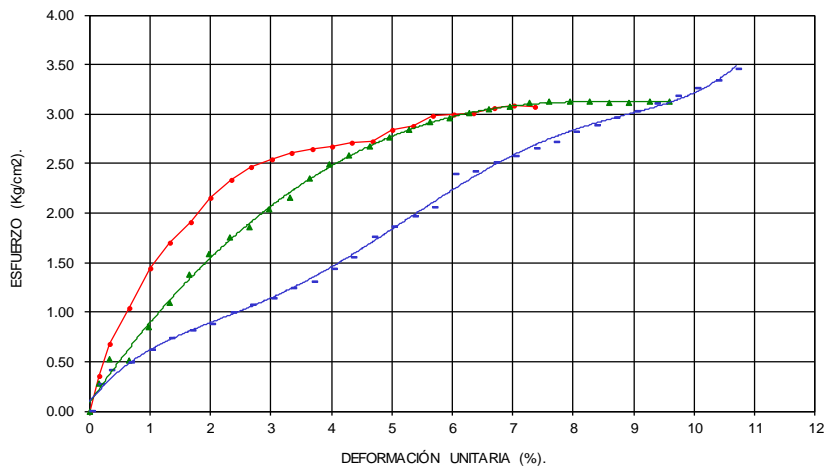
DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA Y MINAS E INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - SECCIÓN GEODINÁMICA

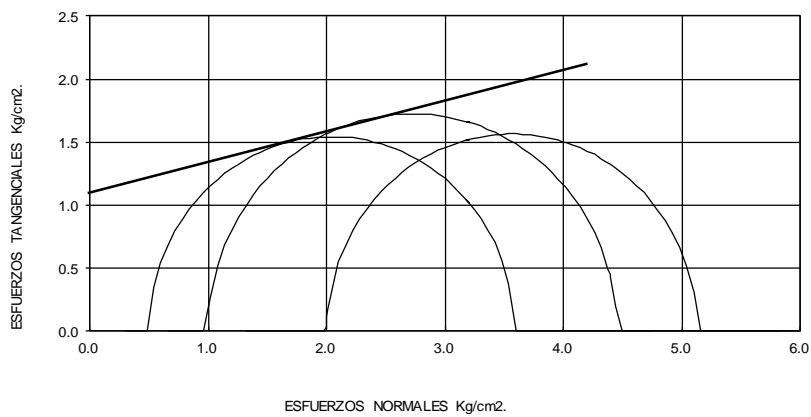


ANEXO III. 18.5.- ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN.



CIRCULO DE MOHR



COHESIÓN (C) = 1.1 Kg/cm².
ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA (ø) = 13°

.....
M.Sc. CARMEN ESPARZA
DIRECTORA DEL PROYECTO DE FIN DE TITULACIÓN

.....
DARWIN QUEZADA
TESISTA

A graphic consisting of a central rectangular box with rounded corners, flanked by two large, stylized, grey ribbon-like shapes that extend outwards. The text is centered within the box.

ANEXO IV
MEDIDAS DE
MITIGACIÓN



IV.1.- DISEÑO DE MURO DE GAVIONES.

El muro de gaviones que se recomienda para el pie del talud 5, posee las siguientes características:

- **Gavión**

- Peso específico del gavión $(\gamma_g) = 1.70 \text{ Ton}/\text{m}^3$
- Ángulo formado por el plano de empuje y la horizontal $(\beta) = 90^\circ$

- **Material de relleno:**

- Peso específico $(\gamma_s) = 2.00 \text{ Ton}/\text{m}^3$
- Angulo de fricción $(\phi_1) = 32^\circ$
- Cohesión $(c) = 0 \text{ Ton}/\text{m}^2$
- Ángulo de talud sobre el muro con la horizontal $(\alpha) = 0^\circ$
- Ángulo de fricción entre el muro y el terreno (δ) . En muro de gaviones se puede suponer $\delta = \phi$. Si tras el muro hay un geotextil $\delta = 0.9\phi$; $\delta = (0.9)(32^\circ)$; $\delta = 28.8^\circ$
- Inclinación del muro con la vertical $\varepsilon = 0^\circ$

- **Terreno de cimentación.**

- Capacidad de soporte = $1.4 \text{ Kg}/\text{cm}^2$
- Angulo de fricción $(\phi_2) = 30^\circ$



Las dimensiones del muro son: altura (H) = 8m, base (B) = 5m y centro de gravedad (Xg) = 3m, área (A) = 29.5 m².

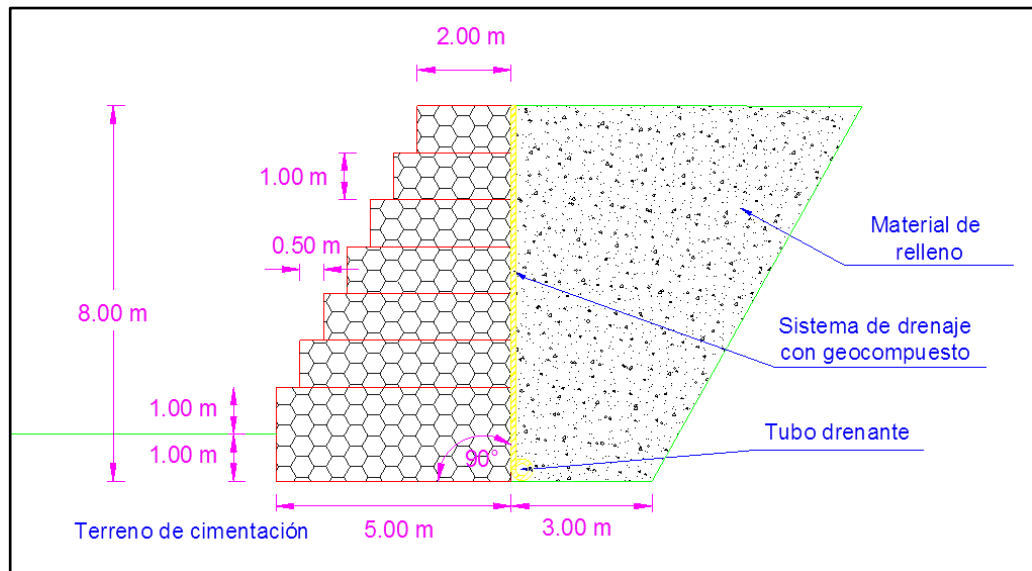


Figura IV.1.- Detalle del muro de gaviones. Pie del talud 5.
Fuente: El autor.

✓ *Coefficiente de presión activa de Coulomb*

$$K_a = \frac{\text{sen}^2(\beta + \phi)}{\text{sen}^2\beta \text{sen}(\beta - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\phi + \delta)\text{sen}(\phi - \alpha)}{\text{sen}(\beta - \delta)\text{sen}(\beta + \alpha)}} \right]^2}$$

Ecuación IV.1.- Coeficiente de presión activa de Coulomb.

$$K_a = \frac{\text{sen}^2(90 + 32)}{\text{sen}^2 90 \text{sen}(90 - 28.8) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(32 + 28.8)\text{sen}(32 - 0)}{\text{sen}(90 - 28.8)\text{sen}(90 + 0)}} \right]^2}$$

$$K_a = 0.28$$



✓ *Empuje activo.*

$$E_a = \frac{1}{2} \gamma_s H^2 K_a$$

Ecuación IV.2.- Ecuación de empuje activo.

$$E_a = \left(\frac{1}{2}\right) (2)(8)^2 (0.28)$$

$$E_a = 17.62 \text{ Ton/m}$$

✓ *Altura del punto de aplicación del empuje.*

$$d = \frac{H}{3}$$

Ecuación IV.3.- Altura del punto de aplicación del empuje.

$$d = \frac{8}{3}$$

$$d = 2.67 \text{ m}$$

✓ *Peso propio de la estructura.*

$$W = A \gamma_g$$

Ecuación IV.4.- Peso propio de la estructura.

$$W = 29.5 \times 1.7$$

$$W = 50.15 \text{ Ton/m}$$



Verificación de la estabilidad del muro ante el deslizamiento.

- ✓ *Componente vertical del empuje activo*

$$E_v = E_a \text{sen}(90 + \delta - \beta)$$

Ecuación IV.5.- Empuje activo vertical.

$$E_v = 17.62[\text{sen}(90 + 28.8 - 90)]$$

$$E_v = 8.49 \text{ Ton/m}$$

- ✓ *Componente horizontal del empuje activo*

$$E_h = E_a \text{cos}(90 + \delta - \beta)$$

Ecuación IV.6.- Empuje activo horizontal

$$E_h = 17.62[\text{cos}(90 + 28.8 - 90)]$$

$$E_h = 15.44 \text{ Ton/m}$$

- ✓ *Factor de seguridad ante el deslizamiento*

$$FS_{\text{DESILIZAMIENTO}} = \frac{[(W + E_v)\text{cos}\alpha + E_h \text{sen}\alpha]\text{tan}\phi_2 + (W + E_v)\text{sen}\alpha}{E_h \text{cos}\alpha}$$

Ecuación IV.7.- Factor de seguridad ante el deslizamiento.

$$FS = \frac{[(50.15 + 8.49)\text{cos}0^\circ + 15.44\text{sen}0^\circ]\text{tan}30^\circ + (50.15 + 8.49)\text{sen}0^\circ}{15.44\text{cos}0^\circ}$$

$$FS_{\text{DESILIZAMIENTO}} = 4.60 > 1.5 \text{ OK.}$$



Verificación de la estabilidad del muro ante el volteo.

- ✓ *Momento de volteo*

$$M_v = E_h d$$

Ecuación IV.8.- Momento de volteo.

$$M_v = (15.44)(2.7)$$

$$M_v = 41.69 \text{ Ton.m/m}$$

- ✓ *Momento resistente*

$$M_r = WX_g + E_v B$$

Ecuación IV.9.- Momento resistente.

$$M_r = [(50.15)(3)] + [(8.49)(5)]$$

$$M_r = 192.89 \text{ Ton.m/m}$$

- ✓ *Factor de seguridad ante el volteo*

$$FS_{VOLTEO} = \frac{M_r}{M_v}$$

Ecuación IV.10.- Factor de seguridad ante el volteo.

$$FS_{VOLTEO} = \frac{192.89}{41.69}$$



$$FS_{VOLTEO} = 4.63 > 1.5 \quad OK.$$

Verificación de los esfuerzos en el suelo.

- ✓ *Resultante de las fuerzas normales en la base del muro.*

$$N = W + E_v$$

Ecuación IV.11.- Resultante de las fuerzas normales.

$$N = 50.15 + 8.49$$

$$N = 58.64 \text{ Ton/m}$$

- ✓ *La excentricidad de la resultante.*

$$e = \frac{B}{2} - \frac{M_r - M_v}{N} < \frac{B}{6}$$

Ecuación IV.12.- Excentricidad de la resultante.

$$e = \frac{5}{2} - \frac{197.44 - 40.11}{59.55} < \frac{5}{6}$$

$$e = -0.09 < 0.83 \quad OK.$$

- ✓ *Esfuerzos de trabajo.*

$$\sigma_1 = \frac{N}{B} \left(1 + \frac{6e}{B} \right)$$

Ecuación IV.13.- Presión máxima.



$$\sigma_1 = \frac{59.55}{5} \left(1 + \frac{6 \times 0.14}{5} \right)$$

$$\sigma_1 = 10.50 \text{ Ton/m}^2$$

$$\sigma_1 = 1.05 \text{ Kg/cm}^2 < 1.4 \text{ Kg/cm}^2 \quad \text{OK.}$$

$$\sigma_2 = \frac{N}{B} \left(1 - \frac{6e}{B} \right)$$

Ecuación IV.14.- Presión mínima.

$$\sigma_2 = \frac{59.55}{5} \left(1 - \frac{6 \times 0.14}{5} \right)$$

$$\sigma_2 = 12.96 \text{ Ton/m}^2$$

$$\sigma_2 = 1.30 \text{ Kg/cm}^2 < 1.4 \text{ Kg/cm}^2 \quad \text{OK.}$$

Las ecuaciones tomadas para el diseño del muro de gaviones han sido tomadas del libro: *Principios de Ingeniería de cimentaciones*, Braja M. Das.

Para el diseño del muro de gaviones al pie del talud, se utiliza el mismo procedimiento antes descrito, con las siguientes características:

- Ángulo de talud sobre el muro con la horizontal (α) = 24°



Las dimensiones del muro son: altura (H) = 4m, base (B) = 3m y centro de gravedad (Xg) = 1.92 m, área (A) = 7.5m²

De igual manera para el diseño del muro de gaviones en el centro del talud 5, con las siguientes características.

- Ángulo de talud sobre el muro con la horizontal

$$(\alpha) = 0^{\circ}$$

Las dimensiones del muro son: altura (H) = 4m, base (B) = 3m y centro de gravedad (Xg) = 1.92 m, área (A) = 7.5m²

Los parámetros del material del gavión, material de relleno y del terreno de cimentación son los mismos en los tres muros presentados en este proyecto, con la diferencia en sus dimensiones y en el ángulo sobre el muro con respecto a la horizontal.



IV.2.- DISEÑO DE LA CUNETA DE CORONACIÓN.

- **CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN**

Para determinar la intensidad de precipitación de la zona de estudio, se tomó las ecuaciones presentadas en libro; *Estudio de lluvias intensas*, del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI).

✓ *Datos:*

Tabla IV.1.- Datos para el cálculo de la intensidad de precipitación.

Tiempo de retorno (Tr):	5 años
Intensidad de lluvia para Tr (I_{dtr}) =	2.5
Coefficiente de escorrentía (K)	1
Duración de la tormenta (t)	420 min.

Fuente: El autor.

✓ *Intensidad de precipitación.*

Para: $5 \text{ min} < 43 \text{ min}$.

$$I_{TR} = \left(\frac{92.854}{t^{0.4083}} \right) (I_{dTR})$$

Ecuación IV.15.- Ecuación de intensidad de precipitación para un Tr = 5 años.

Para: $43 \text{ min} < 1440 \text{ min}$.

$$I_{TR} = \left(\frac{480.47}{t^{0.8489}} \right) (I_{dTR})$$

Ecuación IV.16.- Ecuación de intensidad de precipitación para un Tr = 10 años.



$$I_{TR} = \left(\frac{480.47}{(5)^{0.8489}} \right) (2.5)$$

$$I_{TR} = 306.63 \frac{mm}{h}$$

- **CÁLCULO DEL CAUDAL DE DISEÑO.**

✓ *Datos:*

Tabla IV.2.- Datos para el cálculo del caudal de diseño.

Coeficiente de esorrentía (K)	1
Área a drenar (A)	5320 m ² .

Fuente: El autor.

Tabla IV.3.- Coeficiente de escurrimiento.

CARACTERÍSTICAS DE ÁREA	VALOR DE K
Residencial urbano - Casas unifamiliares	0.30
Residencial urbano - Apartamentos con jardines	0.50
Comercial e industrial	0.90
Forestada (dependiendo del suelo)	0.05 - 0.20
Parques, prados, terrenos cultivados	0.05 - 0.30
Pavimentadas con asfalto u hormigón	0.85 - 1.00
Terreno saturado por lluvias prolongadas	1.00

Fuente: El autor.

✓ *Caudal de diseño.*

$$Q = \frac{(K)(I_{TR})(A)}{3600}$$

Ecuación IV.17.- Ecuación de caudal.

$$Q = \frac{(1)(306.63)(5320)}{3600}$$



$$Q = 0.45 \text{ m}^3/\text{s}$$

- **CÁLCULO DE LA CUNETETA.**

✓ *Datos:*

Caudal (Q)	0.45 m ³ /s
Pendiente de la pared (m)	2.
Rugosidad (n)	0.14
Pendiente del canal (J)	0.02 m/m

Tabla IV.4.- Datos para el cálculo de la cuneta.

Fuente: El autor.

✓ *Tirante de agua.*

$$d^{8/3} = \frac{nQ2^{2/3}}{J^{1/2}(2\sqrt{1+m^2}) - m}$$

Ecuación IV.18.- Tirante de agua.

$$d^{8/3} = \frac{(0.14)(0.45)2^{2/3}}{0.02^{1/2}(2\sqrt{1+2^2}) - 2}$$

$$d = 0.26 \text{ m}$$

✓ *Altura de la cuneta.*

$$h = d + 0.3d$$

Ecuación IV.19.- Altura de la cuneta.



$$h = 0.26 + 0.3(0.26)$$

$$h = 0.3 \text{ m}$$

✓ *Ancho de cuneta.*

$$b = 2d$$

Ecuación IV.20.- Ancho de cuneta.

$$b = 2(0.26)$$

$$b = 0.60$$

✓ *Área de la cuneta.*

$$A = bd + md^2$$

Ecuación IV.21.- Área de la cuneta.

$$A = (0.60)(0.26) + (2)0.26^2$$

$$A = 0.36 \text{ m}^2$$

✓ *Perímetro de la cuneta.*

$$P = b + 2d\sqrt{1 + m^2}$$

Ecuación IV.22.- Perímetro de la cuneta.

$$P = 0.60 + 2(0.26)\sqrt{1 + 2^2}$$

$$P = 1.94 \text{ m}$$

✓ *Radio hidráulico.*

$$R = \frac{A}{P}$$

Ecuación IV.23.- Radio hidráulico.



$$R = \frac{0.36}{1.94}$$

$$R = 0.19 \text{ m}$$

✓ *Velocidad de flujo.*

$$V = \left(\frac{1}{n}\right) R^{2/3} J^{1/2}$$

Ecuación IV.24.- Velocidad de flujo.

$$V = \left(\frac{1}{0.14}\right) 0.19^{2/3} 0.02^{1/2}$$

$$V = 3.29 \text{ m/s}$$



ANEXO V
CORRIDAS DEL
PROGRAMA



- **TALUD 1.**

Tabla V.1. Parámetros geotécnicos del talud 1

Características del suelo	Unidad	Suelo 1	Suelo 2
		CL	CL
Tipo	-	UnDrained	UnDrained
Peso específico seco (γ_{unsat})	kN/m ³	13.60	17.00
Peso específico saturado (γ_{sat})	kN/m ³	19.70	20.40
Permeabilidad en x (K_x)	m/día	0.0001	0.0002
Permeabilidad en y (K_y)	m/día	0.0001	0.0002
Coefficiente de Poisson (ν)	-	0.33	0.30
Módulo de elasticidad (E_{ref})	kN/m ²	1350	2350
Cohesión (c_{ref})	kNm ²	20	32
Angulo de fricción (Φ)	°	11	11

Fuente: El autor.

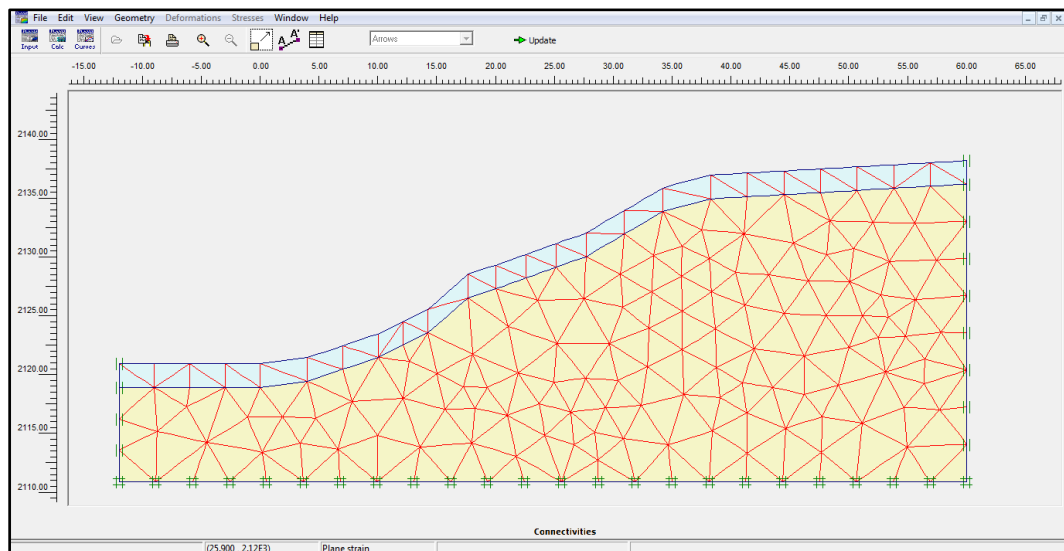


Figura V.1.- Generación de la malla del talud 1.

Fuente: El autor.

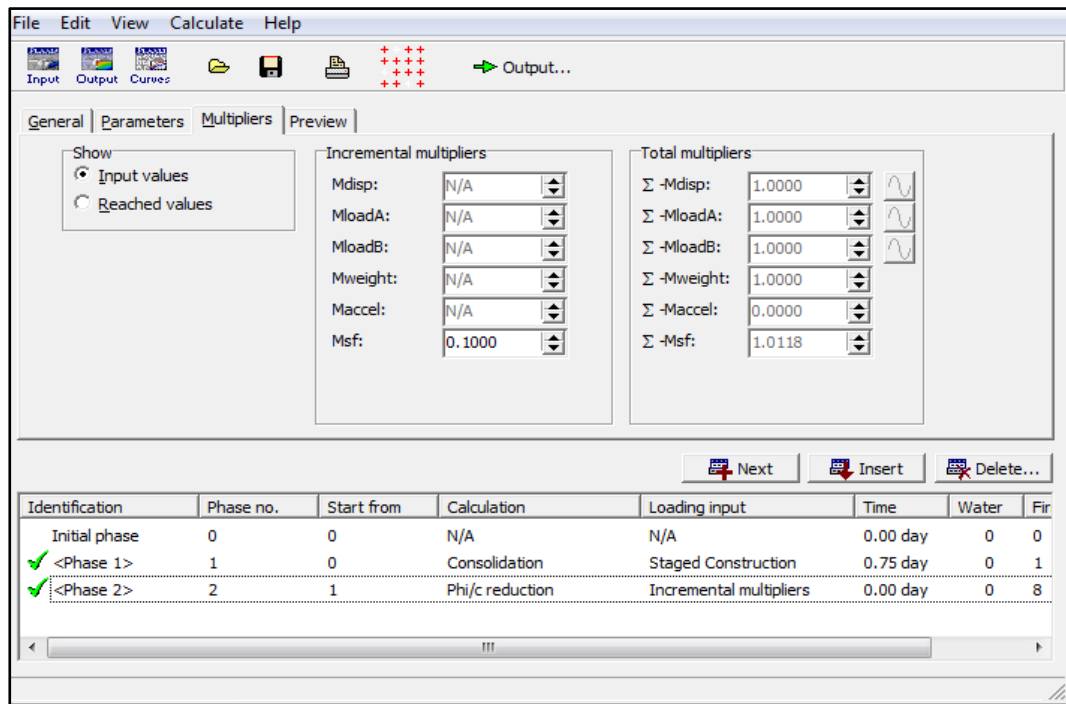


Figura V.2.- Fases de cálculo y factor de seguridad del talud 1.

Fuente: El autor.

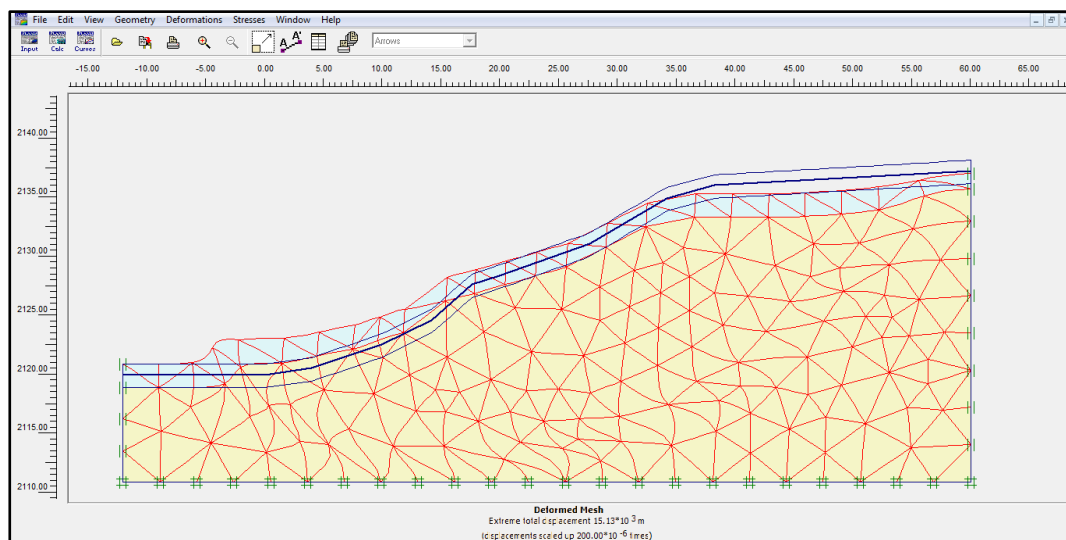


Figura V.3.- Deformación de la malla del talud 1.

Fuente: El autor.

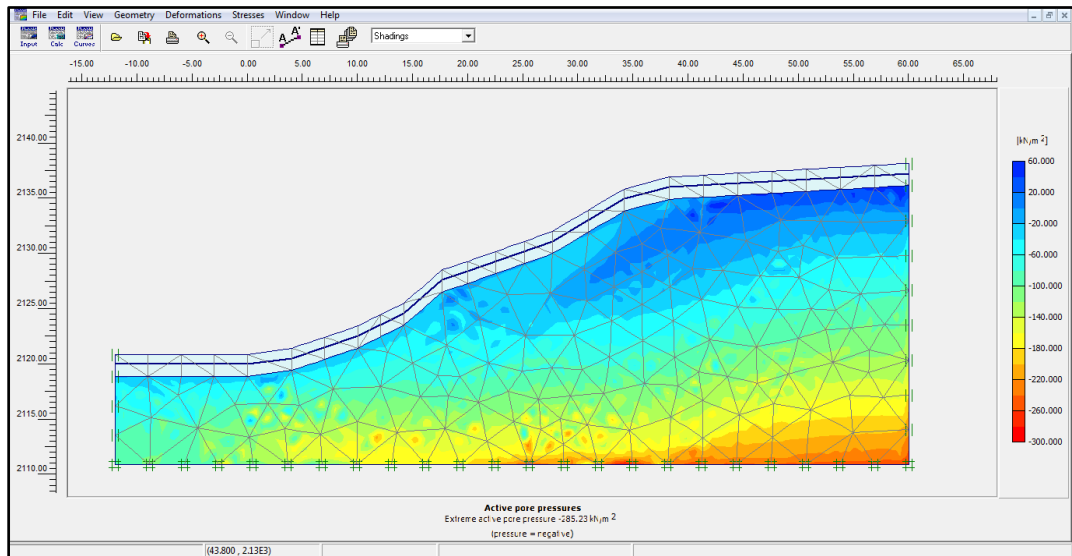


Figura V.4.- Presión de poros activa del talud 1.

Fuente: El autor.

Tabla V.2. Parámetros geotécnicos del talud 2

Características del suelo	Unidad	Suelo 1	Suelo 2
		CH	CL
Tipo	-	UnDrained	UnDrained
Peso específico seco (γ_{unsat})	kN/m ³	15.40	13.60
Peso específico saturado (γ_{sat})	kN/m ³	17.9	19.70
Permeabilidad en x (K_x)	m/día	0.0003	0.0001
Permeabilidad en y (K_y)	m/día	0.0003	0.0001
Coefficiente de Poisson (ν)	-	0.30	0.33
Módulo de elasticidad (E_{ref})	kN/m ²	2850	1350
Cohesión (c_{ref})	kNm ²	15	20
Angulo de fricción (Φ)	°	12	11

Fuente: El autor.

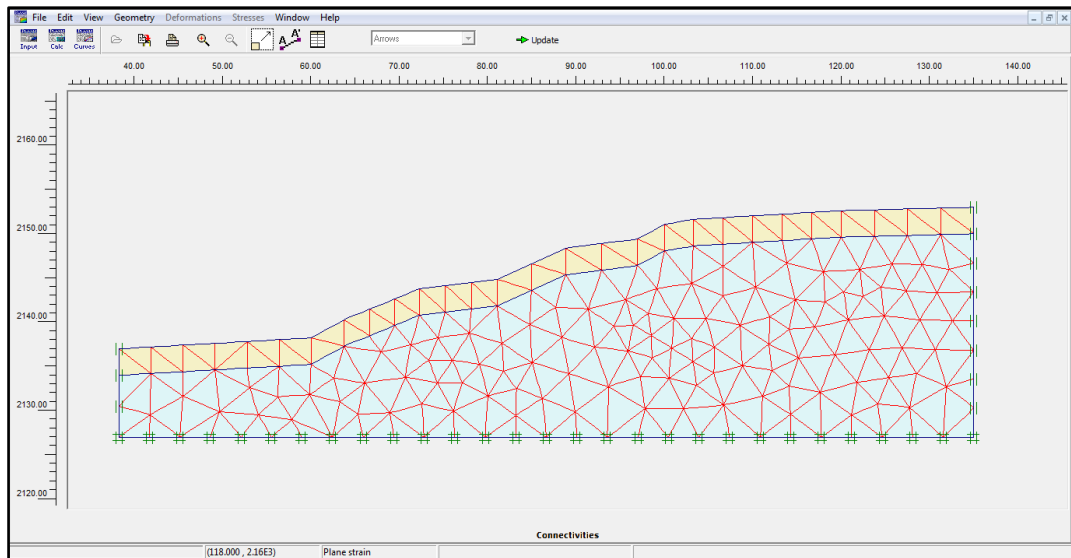


Figura V.5.- Generación de la malla del talud 2.

Fuente: El autor.

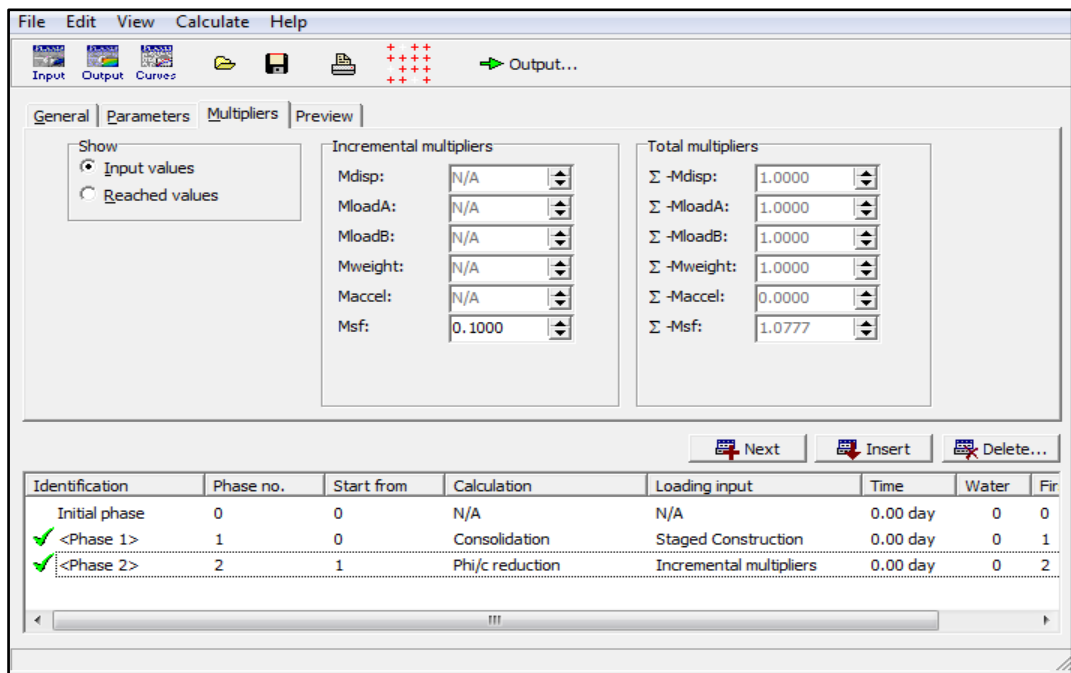


Figura V.6.- Fases de cálculo y factor de seguridad del talud 2.

Fuente: El autor.

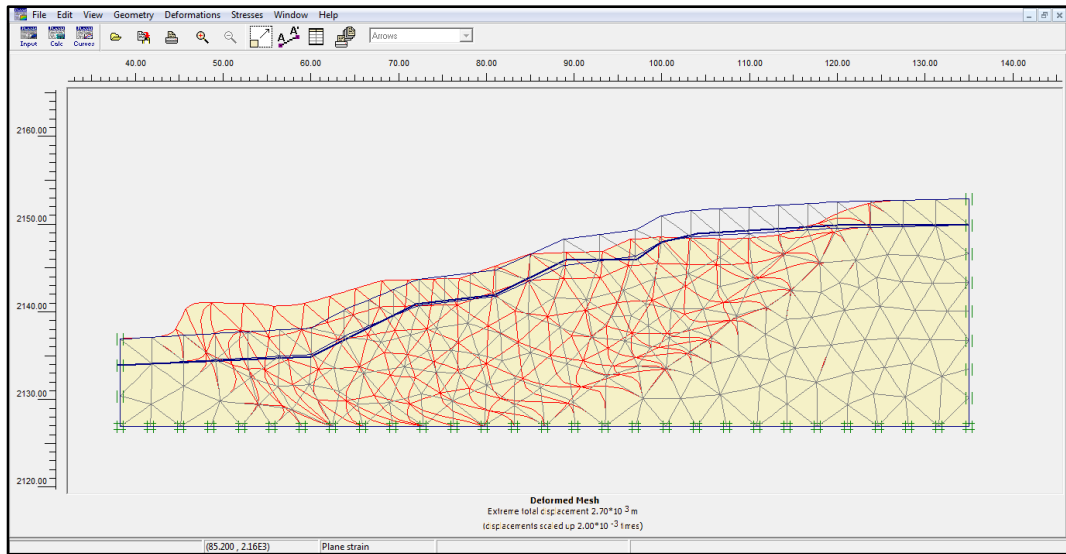


Figura V.7.- Deformación de la malla del talud 2.

Fuente: El autor.

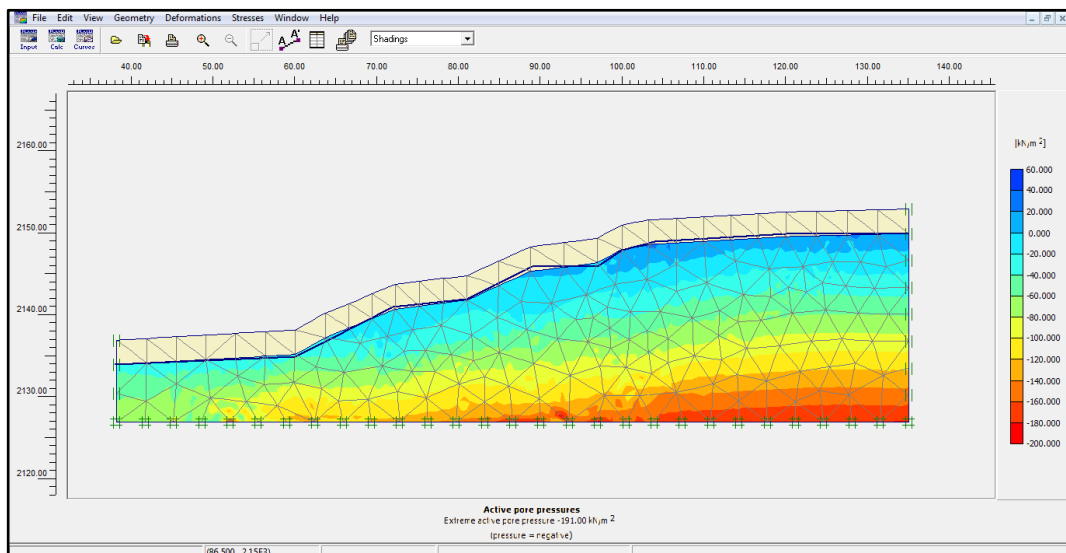


Figura V.8.- Presión de poros activa del talud 2.

Fuente: El autor.



Tabla V.3. Parámetros geotécnicos del talud 3

Características del suelo	Unidad	Suelo 1	Suelo 2
		CL	CL
Tipo	-	UnDrained	UnDrained
Peso específico seco (γ_{unsat})	kN/m ³	19.20	18.50
Peso específico saturado (γ_{sat})	kN/m ³	21.60	21.50
Permeabilidad en x (K_x)	m/día	0.0001	0.0002
Permeabilidad en y (K_y)	m/día	0.0001	0.0002
Coefficiente de Poisson (ν)	-	0.35	0.33
Módulo de elasticidad (E_{ref})	kN/m ²	17500	40500
Cohesión (c_{ref})	kN/m ²	370	310
Angulo de fricción (Φ)	°	20	28

Fuente: El autor.

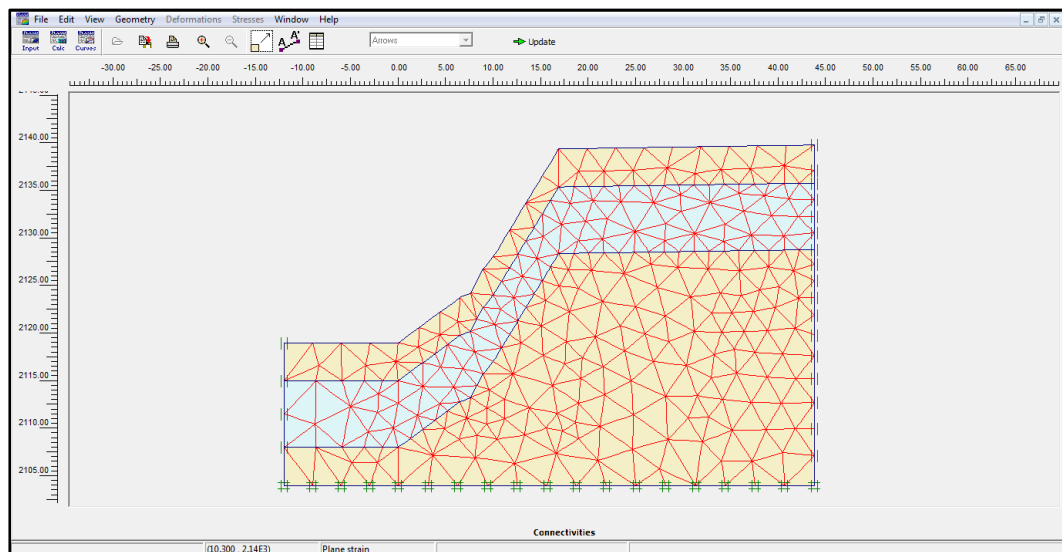


Figura V.9.- Generación de la malla del talud 3.

Fuente: El autor.

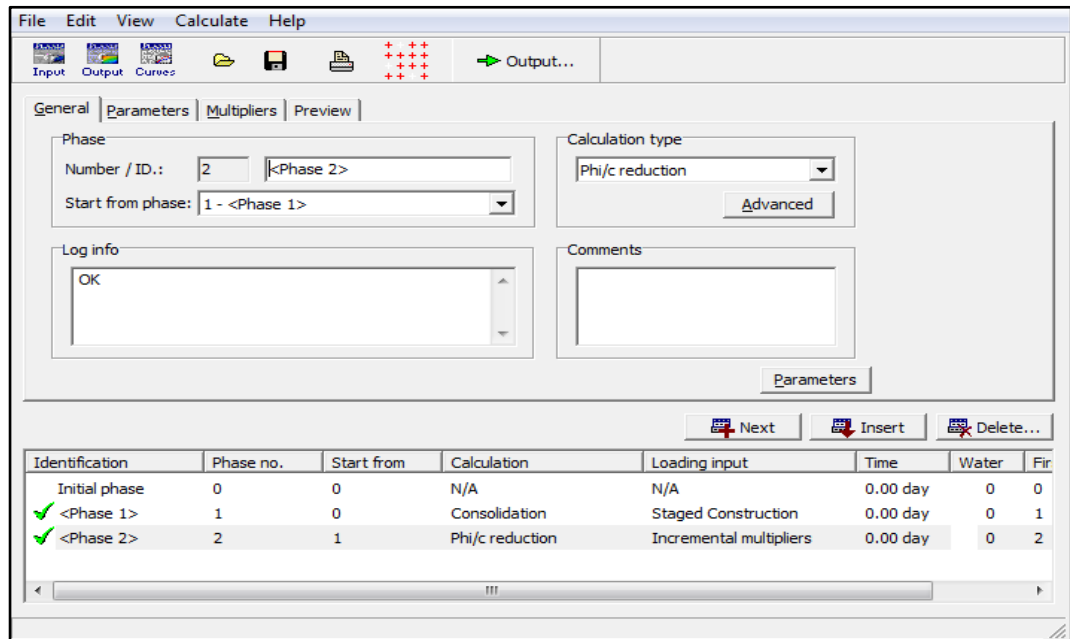


Figura V.10.- Fases de cálculo y factor de seguridad del talud 3.

Fuente: El autor.

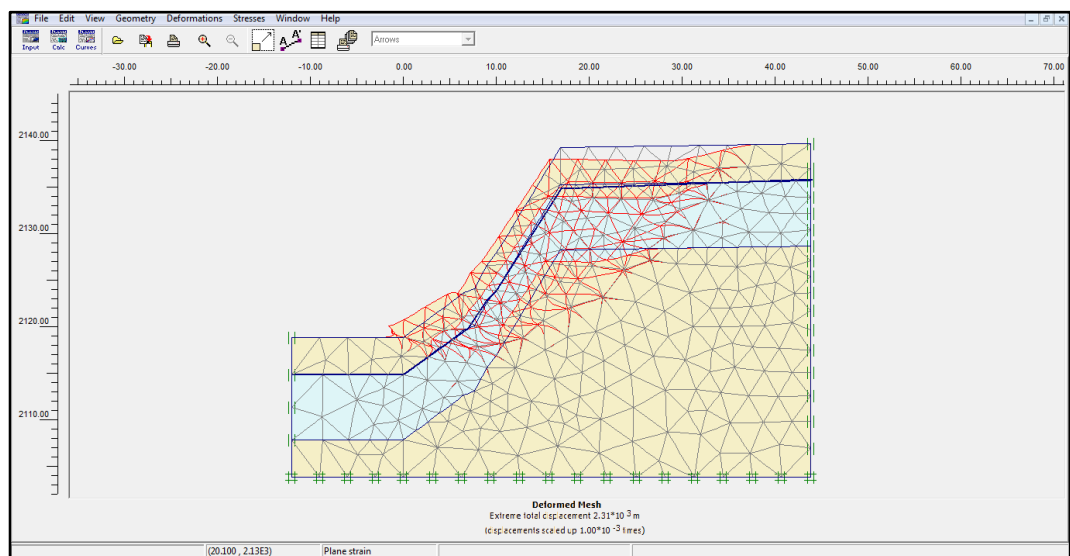


Figura V.11.- Deformación de la malla del talud 3.

Fuente: El autor.

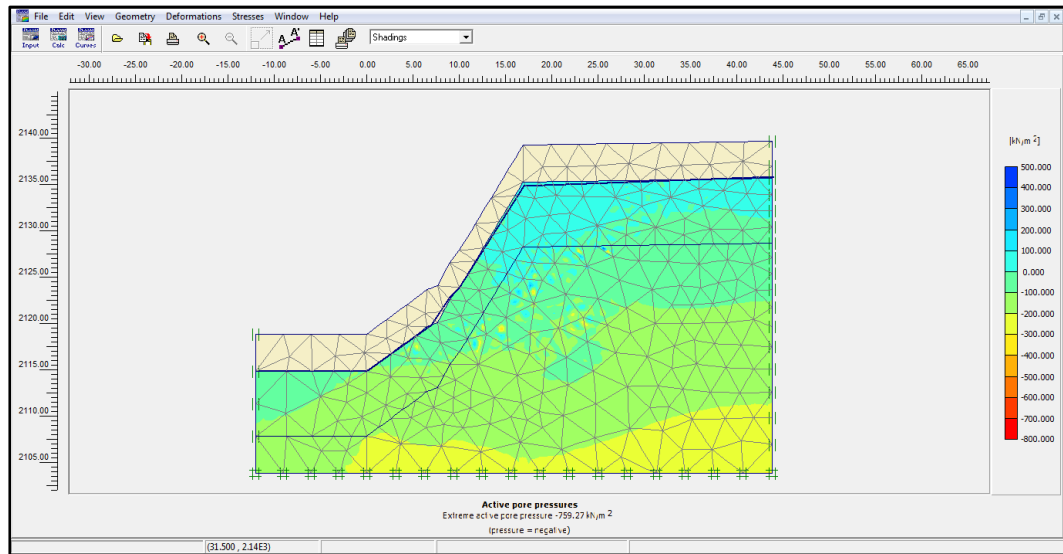


Figura V.12.- Presión de poros activa del talud 3.
Fuente: El autor.

Tabla V.4. Parámetros geotécnicos del talud 4

Características del suelo	Unidad	Suelo 1	Suelo 2
		CL	CL
Tipo	-	Undrained	Undrained
Peso específico seco (γ_{unsat})	kN/m ³	14.6	18.50
Peso específico saturado (γ_{sat})	kN/m ³	18.6	21.50
Permeabilidad en x (K_x)	m/día	0.0001	0.0003
Permeabilidad en y (K_y)	m/día	0.0001	0.0003
Coefficiente de Poisson (ν)	-	0.30	0.33
Modulo de elasticidad (E_{ref})	kN/m ²	30000	40500
Cohesión (c_{ref})	kN/m ²	120	310
Angulo de fricción (Φ)	°	21	28

Fuente: El autor.

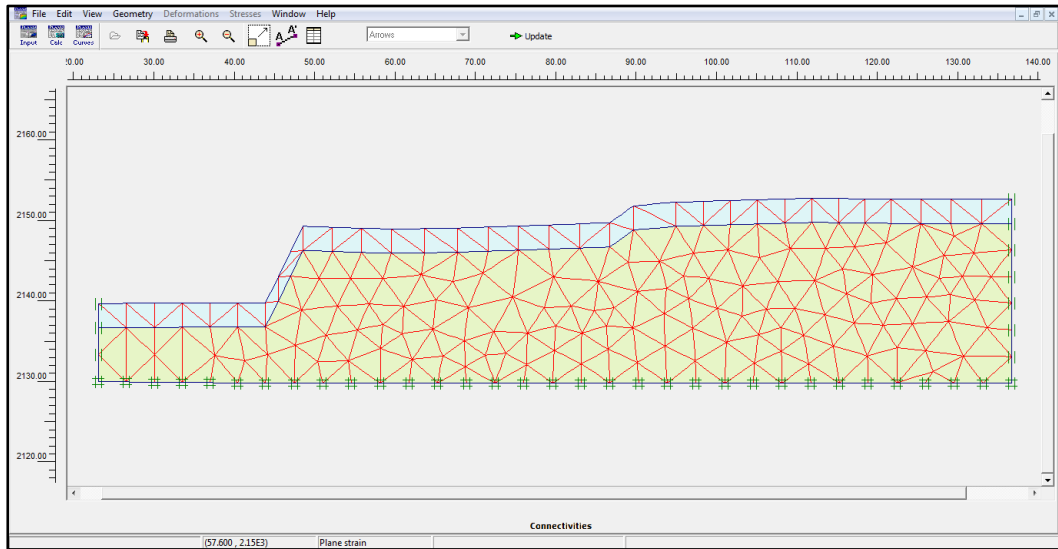


Figura V.13.- Generación de la malla del talud 4.
Fuente: El autor.

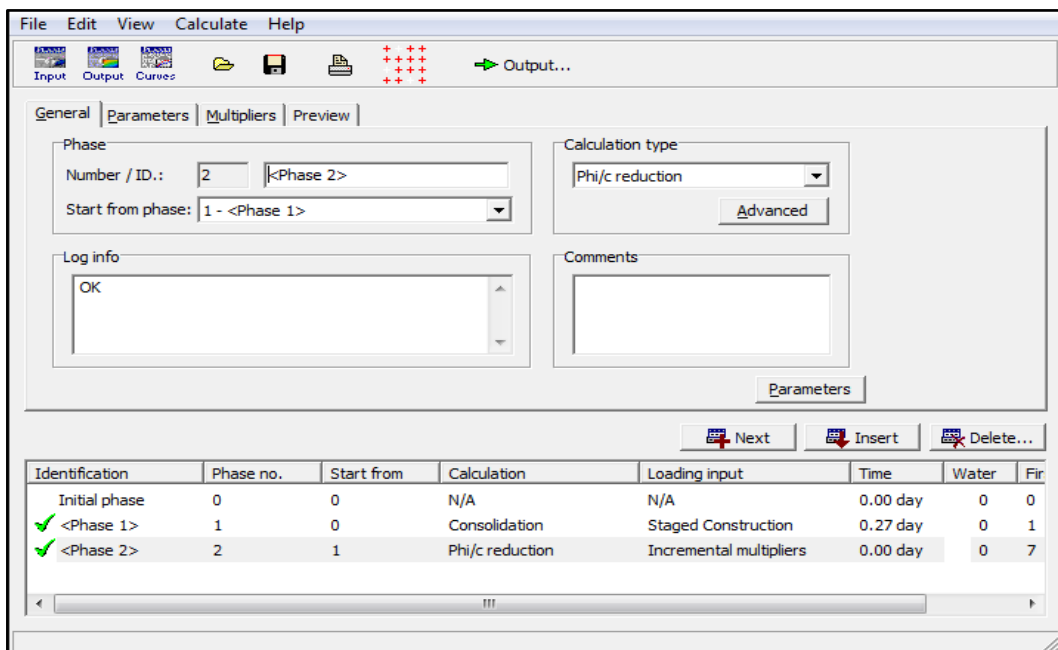


Figura V.14.- Fases de cálculo y factor de seguridad del talud 4.
Fuente: El autor.

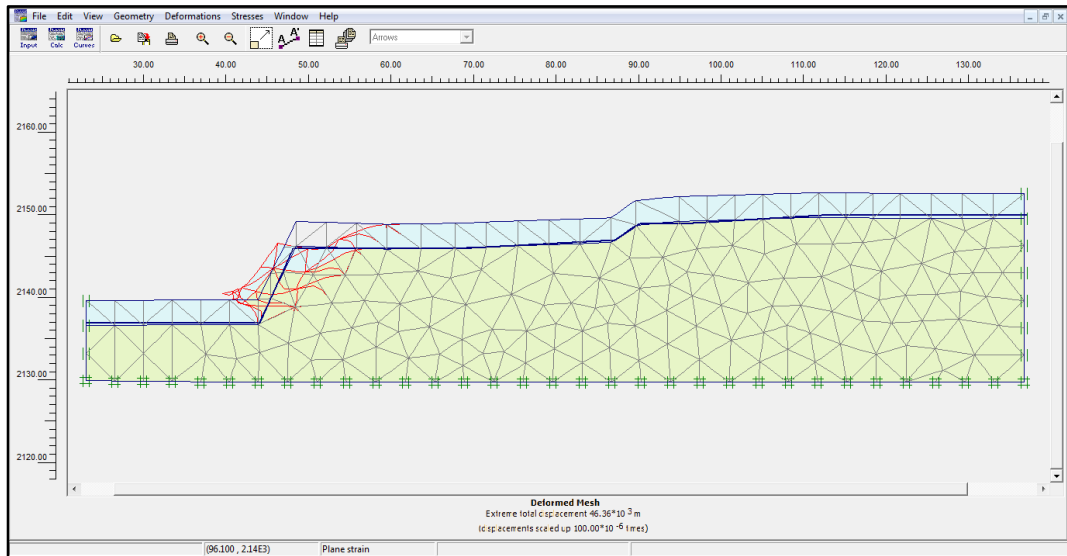


Figura V.15.- Deformación de la malla del talud 4.
Fuente: El autor.

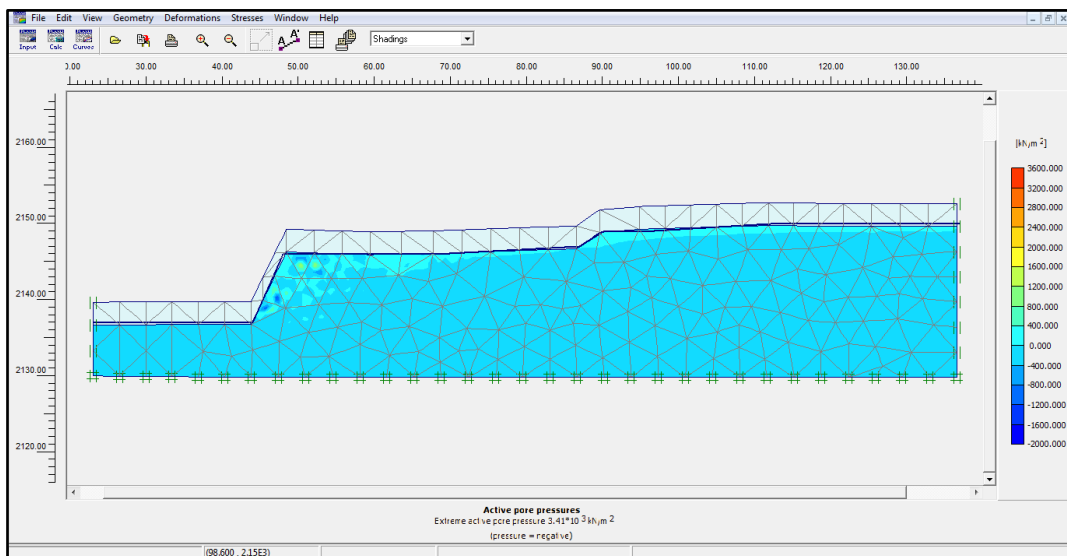


Figura V.16.- Presión de poros activa del talud 4.
Fuente: El autor.



Tabla V.4. Parámetros geotécnicos del talud 5

Características del suelo	Unidad	Suelo 1	Suelo 2
		CL	CL
Tipo	-	UnDrained	UnDrained
Peso específico seco (γ_{unsat})	kN/m ³	16.00	15.20
Peso específico saturado (γ_{sat})	kN/m ³	20.04	18.40
Permeabilidad en x (K_x)	m/día	0.0005	0.0003
Permeabilidad en y (K_y)	m/día	0.0005	0.0003
Coefficiente de Poisson (ν)	-	0.30	0.33
Modulo de elasticidad (E_{ref})	kN/m ²	4000	5200
Cohesión (c_{ref})	kN/m ²	110	140
Angulo de fricción (Φ)	°	13	11

Fuente: El autor.

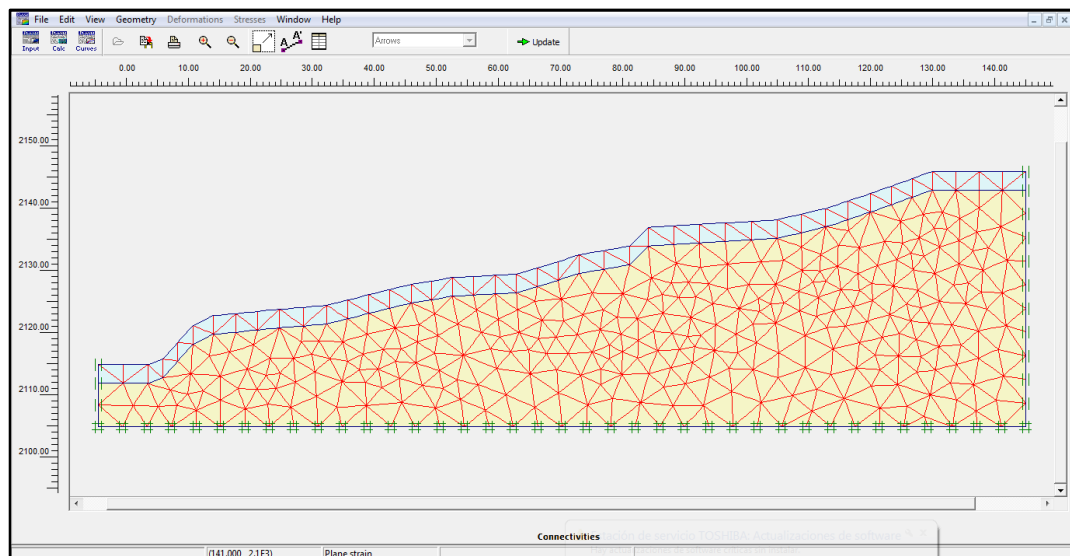


Figura V.17.- Generación de la malla del talud 5.

Fuente: El autor.

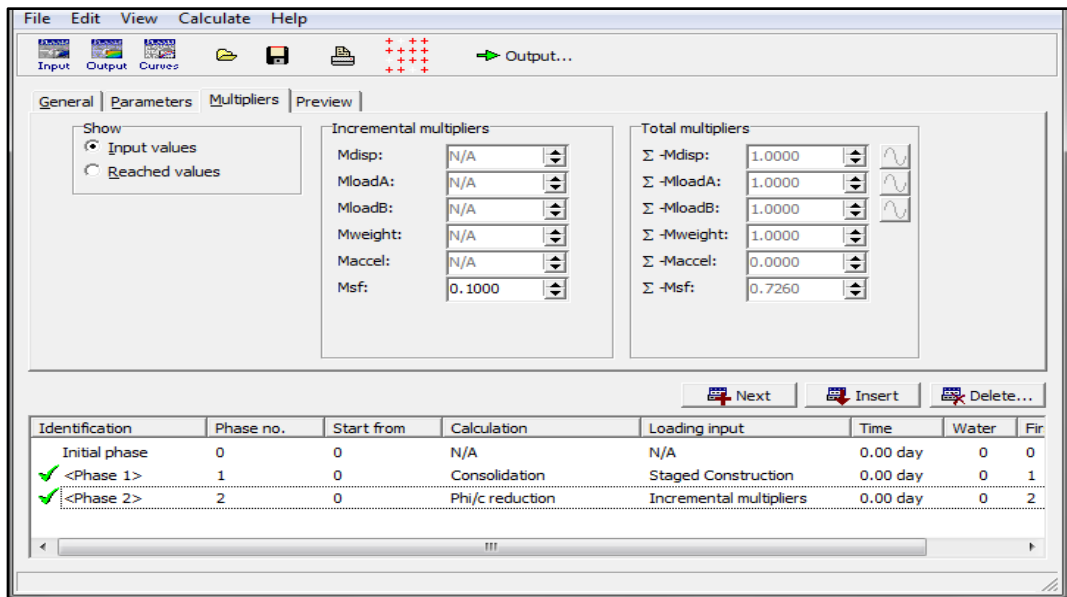


Figura V.18.- Fases de cálculo y factor de seguridad del talud 5.

Fuente: El autor.

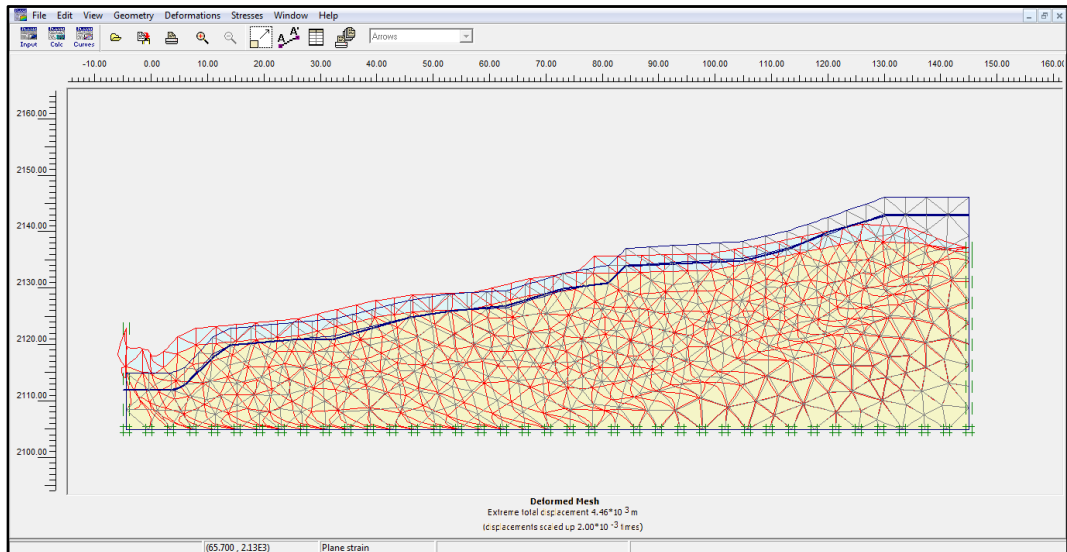


Figura V.19.- Deformación de la malla del talud 5.

Fuente: El autor.

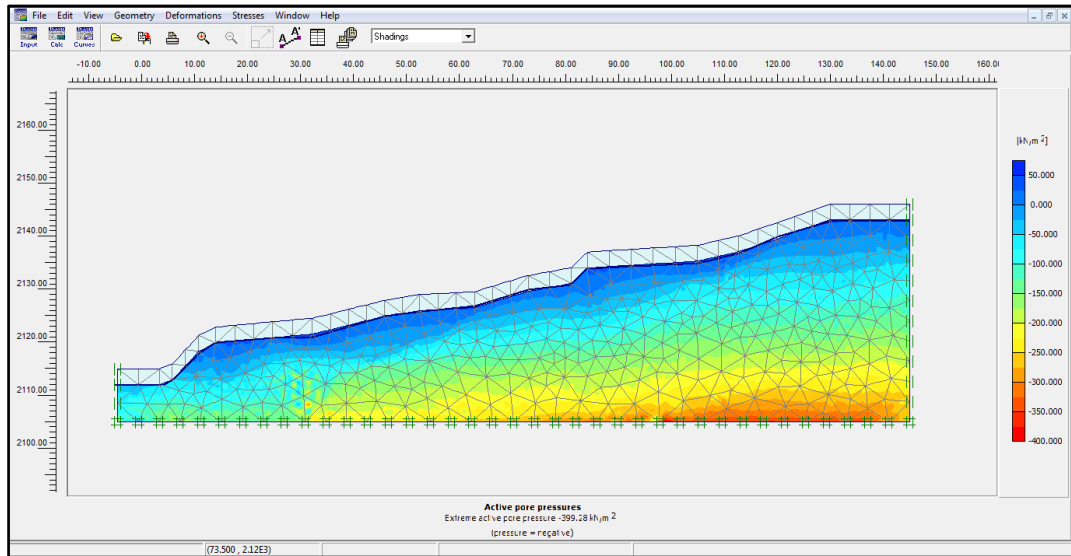


Figura V.20.- Presión de poros activa del talud 5.
Fuente: El autor.



ANEXO VI
FOTOGRAFÍAS



Fotografía VI.1.- Talud 1 de la zona de estudio.
Fuente: El autor.



Fotografía VI.2.- Talud 2 de la zona de estudio.
Fuente: El autor.



Fotografía VI.3.- Talud 3 de la zona de estudio.
Fuente: El autor.



Fotografía VI.4.- Talud 4 de la zona de estudio.
Fuente: El autor.



Fotografía VI.5.- Talud 5 de la zona de estudio.
Fuente: El autor.



Fotografía VI.6.- Sondeo manual en la zona de estudio.
Fuente: El autor.



Fotografía VI.7.- Sondeo mecánico en la zona de estudio.
Fuente: El autor.



Fotografía VI.8.- Preparación de la muestra para el ensayo de compresión triaxial.
Fuente: El autor



Fotografía VI.9.- Ensayo de compresión triaxial.
Fuente: El autor.