

**Propuesta de diseño para la estabilización del talud ubicado en la vereda “Buenos Aires”
mediante la adaptación de técnicas de tierra reforzada al uso de llantas recicladas.**

Jhancarlo Garcez Barrera, Neider Arley Corredor Clavijo

Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Civil

Director:

Mario Hernán Ramírez Carrero

Msc en Geotecnia

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Bucaramanga

2020

AGRADECIMIENTOS

A la docente Hebenly Celis Leguizamo, por su asesoría, paciencia, comprensión y conocimiento.

A nuestro director de proyecto Mario Hernán Ramírez Carrero por aceptar ser nuestro mentor, por su paciencia, motivación y conocimiento.

A la Universidad Industrial de Santander y docentes de la Escuela de Ingeniería Civil por contribuir en nuestra formación académica como Ingenieros Civiles.

¡Infinitas Gracias!

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN 10

1. OBJETIVOS..... 12

1.1 OBJETIVO GENERAL..... 12

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... 12

2. CUERPO DEL TRABAJO 13

2.1 MARCO TEÓRICO..... 13

2.1.1 Muros de contención de Tierras 13

2.1.1.1 Muros Rígidos o muro de retención convencionales.....13

Muros de concreto reforzado..... 14

2.1.1.2 Muros de tierra estabilizados mecánicamente.15

2.2 ESTADO DEL ARTE 17

2.2.1 Muros de retención fabricados con llantas 17

a) Tipo 118

b) Tipo 220

c) Tipo 321

d) Tipo 422

e) Tipo 523

f) Tipo 624

3. DESARROLLO METODOLÓGICO 27

3.1 CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES INVOLUCRADOS EN EL DISEÑO..... 27

3.1.1 Suelo 27

3.1.1.1 Ubicación geográfica de la zona de estudio.....27

3.1.1.2 Geología de la zona28

3.1.1.3 Estudios de suelo30

3.1.2 Soga de polipropileno..... 33

3.1.2.1 Propiedades de la soga de polipropileno.....33

3.1.2.2 Resistencia a la tensión.....34

3.1.3 Llantas de desecho	34
3.2 METODOLOGÍA DE DISEÑO	36
3.2.1 Empuje lateral de tierras	36
- Estado activo de Rankine	36
- Estado pasivo de Rankine.....	37
-Presión activa en condiciones sísmicas (Mononobe-Okabe)	38
3.2.2 Estabilidad interna	40
3.2.2.1 Elongación y rotura de refuerzos	40
3.2.2.2 Extracción de refuerzos	41
3.2.2.3 Estabilidad interna mediante la implementación del conjunto soga de amarre – neumático.....	42
Factor de seguridad contra falla del tirante	44
Geotextiles	48
3.2.3 Estabilidad externa	51
3.2.3.1 Revisión por deslizamiento	51
3.2.3.2 Revisión por volcamiento	51
3.2.3.3 Revisión por capacidad portante	52
3.2.3.4 Estabilidad global	52
4. ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS.....	55
5. CONCLUSIONES.....	58
6. RECOMENDACIONES	60
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62

Lista de Tablas

Tabla 1	Ventajas y desventajas de geosinteticos de refuerzo.....	16
Tabla 2	Ventajas y desventajas de las tipologias encontradas	26
Tabla 3	Resultados ensayos de laboratorio, lote 35, Condominio Ruitoque	31
Tabla 4	Resultados ensayos de laboratorio, talud en estudio.....	32
Tabla 5	Valores típicos de parametros geotecnicos en suelos compactados.....	32
Tabla 6	Valores típicos de parametros geotecnicos en suelos In-situ	32
Tabla 7	Valores de parámetros geotecnicos del modelo.....	33
Tabla 8	Parametros de la sogá de polipropileno utilizado en la propuesta	34
Tabla 9	Valores de coeficiente de friccion para arena, según tipo de configuracion.....	46
Tabla 10	Valores de factores de reduccion para geotextiles	48
Tabla 11	Valores de factores de seguridad	49
Tabla 12	Factores de seguridad al deslizamiento.....	51
Tabla 13	Factores de seguridad al volcamiento	52
Tabla 14	Factores de seguridad para capacidad de carga.....	52
Tabla 15	Factores de seguridad para la estabilidad global.....	52
Tabla 16	Costos totales, alternativas planteadas	56

Lista de figuras

Figura 1	Tipos de muro de concreto reforzado	14
Figura 2	Muro en concreto ciclópeo	15
Figura 3	Tipos de muro reforzados con geosintéticos	17
Figura 4	Muro tipo 1	18
Figura 5	Amarre típico de neumáticos	19
Figura 6	Muro tipo 2	20
Figura 7	Disposición y llenado de los neumáticos.....	21
Figura 8	Muro tipo 3	21
Figura 9	Muro tipo 4	22
Figura 10	Muro tipo 5	23
Figura 11	Muro tipo 6	24
Figura 12	Ubicación geográfica municipio Piedecuesta, Santander	27
Figura 13	Ubicación lugar de análisis Piedecuesta, Santander	28
Figura 14	Caracterización del talud de estudio	28
Figura 15	Estratigrafía de la zona	29
Figura 16	Mapa geológico de las formaciones	30
Figura 17	Referencias de las zonas de estudio.....	30
Figura 18	Distribución de muestreos en la superficie del terreno.....	31
Figura 19	Estructura típica del neumático	35
Figura 20	Estera de neumáticos	36
Figura 21	Círculo de esfuerzos del estado Activo de Rankine	37
Figura 22	Círculo de esfuerzos del estado Pasivo de Rankine.....	38
Figura 23	Diagrama de esfuerzos en condiciones sísmicas	39
Figura 24	Distribución de esfuerzos según el tipo de carga.....	40
Figura 25	Falla por elongación y rotura de refuerzo.....	41
Figura 26	Falla por extracción de refuerzos.....	42
Figura 27	Capacidad de carga vs Tiempo, de la soga de polipropileno.....	43
Figura 28	Esquema, ensayo pull-out.....	45
Figura 29	Configuración de neumáticos para el anclaje	46
Figura 30	Línea de falla de Rankine	49
Figura 31	Longitud de empotramiento del geotextil.....	50
Figura 32	Interfaz, programa Slide para soporte de anclajes extremos	53
Figura 33	Estabilidad global del talud en estudio, sin refuerzo	54
Figura 34	Estabilidad global del talud en estudio, reforzado	54
Figura 35	Muro de contención en concreto reforzado	55
Figura 36	Muro de contención reforzado con geotextiles.....	55
Figura 37	Modelo de la propuesta de diseño	56
Figura 38	Valor final de las alternativas planteadas	57

Lista de Apéndices

Anexo A. Ensayos de laboratorio lugar de estudio	65
Anexo B. Ensayos de laboratorio lote 35 condominio Ruitoque	75
Anexo C. Parámetros técnicos, TESICOL	87
Anexo D. Diseño numérico de alternativas.....	90
Anexo E. Estabilidad Global propuesta de diseño	95
Anexo F. Análisis de precios unitarios de las alternativas desarrolladas	100

Resumen

TITULO: PROPUESTA DE DISEÑO PARA LA ESTABILIZACIÓN DEL TALUD UBICADO EN LA VEREDA “BUENOS AIRES” MEDIANTE LA ADAPTACIÓN DE TÉCNICAS DE TIERRA REFORZADA AL USO DE LLANTAS RECICLADAS.¹

AUTORES: GARCEZ BARREA, Jhancarlo

CORREDOR CLAVIJO, Neider Arley²

PALABRAS CLAVE: Llantas, Recursos, Propuesta de diseño, Estabilidad de talud.

Descripción: Ante la necesidad de estabilizar el talud ubicado en la vereda “Buenos aires” y tomando en cuenta las limitantes económicas de la comunidad del sector; este proyecto tiene como finalidad presentar la propuesta de diseño para la elaboración de un sistema de contención que optimice los recursos financieros, sin sacrificar la confiabilidad del proyecto; en este caso se plantea una alternativa que involucra el uso de llantas recicladas.

Para cumplir con el objetivo principal del proyecto, es necesario realizar un estado del arte sobre las posibles alternativas de diseño que se pueden generar con muros mecánicamente estabilizados a base de llantas recicladas, a través de este estudio y tomando en cuenta las condiciones específicas del talud de estudio, se desarrolla la metodología que mejor se adapte a las circunstancias preestablecidas, esto se logra por medio de paralelismos coherentes con métodos consolidados para así brindarle a la alternativa emergente unas bases teóricas sólidas.

Sumado a lo anterior, se expone el análisis sobre la viabilidad de implementar neumáticos reciclados como material ingenieril, además del respectivo estudio de las características geomecánicas del suelo de la zona. Por último, se establece una comparación de costos entre los métodos tradicionales de estabilización de taludes y la alternativa expuesta en el presente documento.

¹ Trabajo de grado

² Facultad de Ingeniería Físico-Mecánica. Escuela de Ingeniería Civil. Programa en Ingeniería Civil. Director: Msc Mario Hernán Ramírez Carrero

TITLE: DESIGN PROPOSAL FOR THE STABILIZATION OF THE SLOPE LOCATED IN THE “BUENOS AIRES” SIDEWALK THROUGH THE ADAPTATION OF REINFORCED EARTH TECHNIQUES TO THE USE OF RECYCLED TIRES.¹

AUTHORS: GARCEZ BARREA, Jhancarlo

CORREDOR CLAVIJO, Neider Arley²

KEY WORDS: Tires, Resources, Design proposal, Slope stability.

Description: Given the need to stabilize the slope located in the path "Buenos Aires" and taking into account the economic limitations of the community of the sector; The purpose of this project is to present the design proposal for the development of a containment system that optimizes financial resources, without sacrificing the reliability of the project; in this case, an alternative is proposed that involves the use of recycled tires.

To fulfill the main objective of the project, it is necessary to carry out a state of the art on the possible design alternatives that can be generated with mechanically stabilized walls based on recycled tires, through this study and taking into account the specific conditions of the slope. study, the methodology that best adapts to the pre-established circumstances is developed, this is achieved through coherent parallels with consolidated methods in order to provide the emerging alternative with solid theoretical bases.

In addition to the above, the analysis on the feasibility of implementing recycled tires as engineering material is presented, in addition to the respective study of the geomechanical characteristics of the soil in the area. Finally, a cost comparison is established between traditional slope stabilization methods and the alternative presented in this document.

¹ Trabajo de grado

² Facultad de Ingeniería Físico-Mecánica. Escuela de Ingeniería Civil. Programa en Ingeniería Civil. Director: Msc Mario Hernán Ramírez Carrero

Introducción

En los últimos años, se ha visto como el desarrollo de la ingeniería civil va más allá de lograr estructuras resistentes, confiables y económicas; factores externos han tomado cada vez más importancia en el desarrollo de proyectos. Bajo estas directrices, el impacto ambiental generado, es un ítem a tener en cuenta a la hora de planificar estrategias de diseño y ejecución. De este modo nace el concepto de construcción sostenible.

Según la empresa que lidera el mercado de cemento a nivel global, Holcim, “La construcción sostenible constituye una manera de satisfacer las necesidades de vivienda e infraestructura del presente sin comprometer la capacidad de generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades en tiempos venideros”. Tomando en cuenta las consideraciones anteriores, es imperativo comprender la importancia de minimizar los efectos generados en el entorno, así como el aprovechamiento de materiales en desuso que en su estado pasivo supongan un potencial peligro para el medio ambiente.

Por lo tanto, haciendo una contextualización dentro del desarrollo de la ingeniería moderna, surge una inquietud, que a su vez es planteada como un desafío: ¿Es posible igualar o incluso mejorar los estándares de seguridad en una infraestructura y paralelamente, ser amigable con el medio ambiente?, un claro ejemplo de este reto son los muros de contención, en los cuales se han implementado diversos métodos tradicionales obteniendo excepcionales resultados estando sujeto a ciertos factores como: las condiciones del terreno, vida útil, economía, disponibilidad de materiales, mano de obra calificada, propiedades mecánicas del suelo, etc. No obstante, recientemente se han presentado soluciones alternativas, que cumplen con los requerimientos de diseño y generan un impacto mínimo en el ambiente; entre dichos modelos, se encuentra el muro de contención de tierra reforzada con llantas recicladas, una opción atractiva, tomando en cuenta

el hacinamiento de neumáticos debido al poco uso que se le da después de cumplir su vida útil, a causa de las propiedades de composición del material y las ventajas económicas que presenta su uso.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Plantear un modelo para la estabilización del talud en la vereda “Buenos Aires” mediante una adaptación de metodologías consolidadas para técnicas de tierra reforzada a través del uso de llantas recicladas como componente principal.

1.2 Objetivos Específicos

- Determinar las conveniencias del uso de llantas recicladas como material ingenieril.
- Clasificar el suelo obtenido y mediante relaciones con ensayos realizados en terrenos de la zona con características similares, determinar los parámetros a utilizar en la propuesta de diseño.
- Escoger una metodología de diseño adecuada para estructuras de tierra reforzada con llantas recicladas mediante una revisión meticulosa de la literatura disponible.
- Modelar el muro bajo los parámetros obtenidos y analizar globalmente el comportamiento del talud.
- Realizar una comparación económica entre dos técnicas de muros tradicionales y la técnica en llantas presentada, así como sus ventajas y desventajas ante estos dos modelos.

2. Cuerpo del Trabajo

2.1 Marco teórico.

A continuación, se presentan algunos conceptos asociados al proyecto, con el fin de hacer una contextualización de la investigación.

2.1.1 Muros de contención de Tierras

Cuando se realizan proyectos constructivos en suelos inestables es necesario garantizar la seguridad de la zona de ejecución, así como la preservación de la uniformidad en el área de trabajo. Para satisfacer este contratiempo se deben implementar estructuras que contengan ya sea de manera activa o pasiva los empujes del terreno u otras fuerzas adicionales, como las hidrostáticas; debidas a la presencia de agua en el suelo. De igual forma esta estructura debe ser capaz de transmitir dichas fuerzas al terreno de manera segura.

En general, los muros de retención se pueden dividir en dos categorías principales: a) muros de retención convencionales y b) muros de tierra estabilizados mecánicamente.

Los muros de retención convencionales presentan una gran rigidez, dependen de su propio peso y del suelo que reposo sobre su mampostería, en esta categoría el costo de construcción es elevado. (Braja M. Das, año, pág. 395) Por otra parte los muros de tierra estabilizados mecánicamente son terraplenes donde el suelo es su principal componente y dentro de este, en el proceso de compactación, se colocan elementos de refuerzo para aumentar su resistencia a la tensión y al cortante. (Suarez, 2009, pág. 211).

2.1.1.1 Muros Rígidos o muro de retención convencionales

Son estructuras de contención generalmente de concreto que permite pequeñas deformaciones, sin sufrir fracturas en su estructura. Se apoyan sobre suelos competentes (Resistencia relativamente alta) para transmitir fuerzas de su cimentación al cuerpo del muro y de esta forma generar fuerzas

de contención. La utilización de muros rígidos es una de las formas más sencillas de manejar cortes y terraplenes. Los muros rígidos actúan como una masa relativamente concentrada que sirve de elemento contenedor de la masa inestable. (Suarez, 2009, pág.111).

En esta categoría se encuentran los muros de concreto reforzado, concreto simple y concreto ciclópeo.

Muros de concreto reforzado

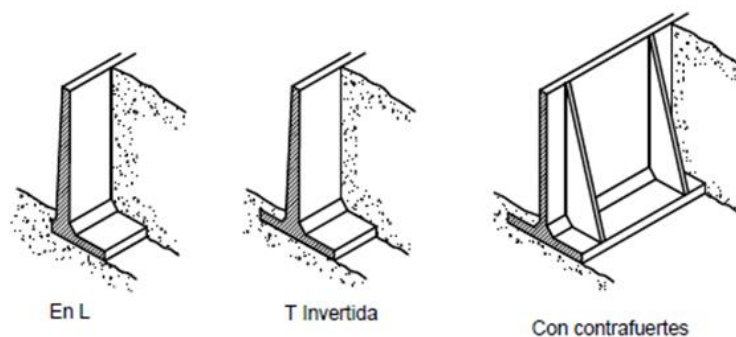
Este tipo de estructuras resiste las fuerzas que inducirían movimiento, debido a su configuración y a la presión que ejerce el suelo sobre la cara del muro. (Suarez 2009) los define como estructuras relativamente esbeltas y comúnmente en forma de L, con relleno (tierra) por encima de la cimentación.

Existen los siguientes tipos de muro:

- ~ Muros empotrados o en voladizo
- ~ Muros con contrafuertes
- ~ Muros con estribos

Figura 1

Tipos de muros de concreto reforzado



Nota: Adaptado de *Deslizamientos y estabilización de taludes en zonas tropicales* (p. 112), por J. Suarez, 2009, Universidad Industrial de Santander.

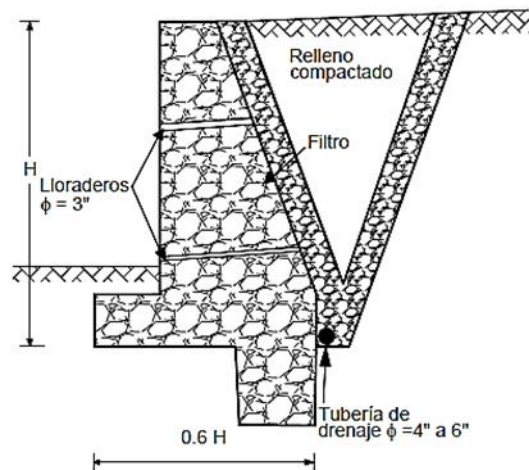
Muros de concreto simple o ciclópeo

Son construcciones de gran tamaño y volumen compuestas por concreto simple y fragmentos de roca, debido a esto actúan como estructuras de peso o gravedad.

Es recomendable no usarlas para alturas superiores a 4 metros ya que se pueden presentar esfuerzos de flexión que el concreto no resistiría ocasionando roturas en los elementos que la componen.

Figura 2

Muro en concreto ciclópeo



Nota: Adaptado de Deslizamientos y estabilización de taludes en zonas tropicales (p. 115), por J. Suarez, 2009, Universidad Industrial de Santander.

2.1.1.2 Muros de tierra estabilizados mecánicamente.

Consisten en la colocación de tiras o capas de refuerzo en el proceso de compactación de terraplenes con taludes de alta pendiente. Internamente deben su resistencia principalmente al refuerzo y externamente actúan como estructuras masivas por gravedad. Son fáciles de construir.

Utilizan el suelo como su principal componente y pueden adaptarse fácilmente a la topografía. (Suarez, 2009, pág. 212)

Este tipo de estructuras puede soportar asentamientos diferenciales y en su mayoría de casos permite una deformación horizontal superior a la de los muros convencionales.

Este método fue implementado y patentado por el ingeniero francés Henry Vidal en los años 1960s. Originalmente se usaron tiras metálicas como material de refuerzo; posteriormente, con la venida de nuevas investigaciones Darbin (1970), Schlosser y Long (1974) entre otros; se implementó el uso de mallas metálicas y geosintéticos.

Tabla 1

Ventajas y desventajas de geosintéticos de refuerzo

Tipo	Ventajas	Desventajas
Refuerzo con tiras metálicas	Proporcionan rigidez al terraplén. El agua no se acumula entre capas. Fachadas presentables	Las zonas de refuerzo, requiere protección contra corrosión. Requerimientos especiales en material de relleno.
Refuerzo con malla metálica	Proporciona cierta rigidez a terraplén. Las capas no constituyen superficie de debilidad. Mejor efecto de anclaje y el agua no se acumula entre capas.	Dependiendo del material de relleno, la malla puede presentar rupturas corrosión, además de presentar dificultad al unirse con la fachada.
Refuerzo con geomalla sintética	El terraplén es relativamente rígido. Se deforman menos que los geotextiles; El agua no se acumula entre capas	Puede requerirse materiales diferentes para la fachada, dependiendo las características de rigidez propias de la malla
Refuerzo con geotextil	Representa menores costos y facilidad en su proceso constructivo.	Gran flexibilidad y fácil deformación. Puede existir superficies de debilidad en las capas de geotextil. Descomposición debida a los rayos UV. Acumulación de agua entre capas.

Nota: Adaptado de Deslizamientos y estabilización de taludes en zonas tropicales, por J. Suarez, 2009, Universidad Industrial de Santander.

Su uso ha sido muy popular en países como Estados Unidos, Brasil, suiza, Francia y Alemania. Una de las primeras aplicaciones prácticas informadas que utilizan neumáticos como elemento de refuerzo fue la reparación de una inestabilidad de un relleno en California al Norte de Santacruz en 1970. (Garga, 2000, Pág. 4). Además, en Francia se tenía registro de más de 250 estructuras construidas para finales del año 1993.

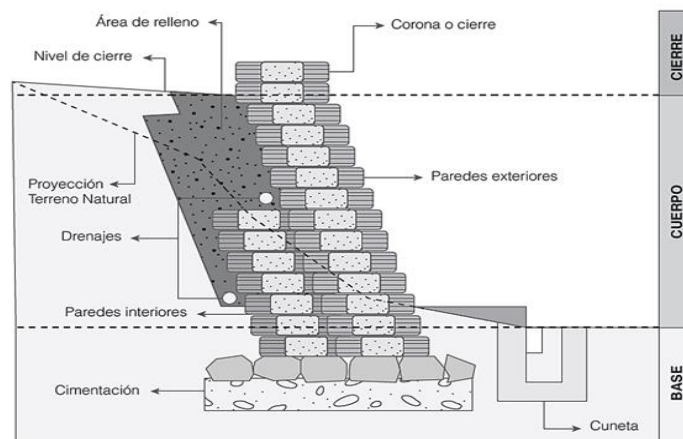
En cuanto a América latina Brasil, es la que lidera en este concepto, ya que desde 1995 la Pontificia Universidad Católica de Rio de Janeiro viene desarrollando un proyecto de investigación, en conjunto con la Universidad de Ottawa (Canadá) y la Fundación Geo-Rio (Ayuntamiento de la Ciudad de Rio de Janeiro). Gracias a esto se pudieron mejorar las condiciones de vida en las favelas de Rio de Janeiro en el año 1999. (Antúnez, 2017, pág. 23).

Debido a la no estandarización de una metodología que rijan el diseño de estos muros, se puede decir que la mayoría de estas obras son de tipo artesanal, así como también existen varias formas de construirlos variando desde sus diseños hasta la forma en que sus componentes trabajan.

a) Tipo 1

Figura 4

Muro tipo 1



Nota: Este tipo de muro trabaja por gravedad, tomado de Manual de construcción y mantenimiento de muros de llantas en barrios populares, por B. Antúnez, 2019.

Este modelo trabaja por gravedad y está compuesto por dos paredes, una interior y una exterior. La pared exterior cubre la parte frontal (Fachada) del talud, mientras que la pared interior le proporciona firmeza a la base del muro y da soporte a la parte inferior de la pared exterior. Está definida por la altura del muro, generalmente es:

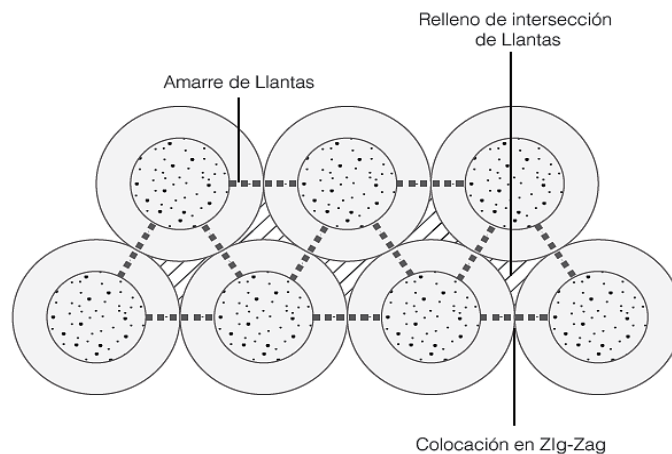
$$h_{pared\ interior} = \frac{1}{2} h_{muro}$$

Los neumáticos están atados entre sus caras laterales mediante cuerda de polipropileno como se muestra en la figura 5.

El muro se adapta a una pendiente de talud de 90°, pero es recomendable que sea mayor a 90° como medida de precaución ante la posibilidad de deslizamientos. En cuanto al relleno de los neumáticos, se puede hacer de dos formas, relleno con suelo, o con una mezcla de suelo-cemento.

Figura 5

Amarre típico de neumáticos

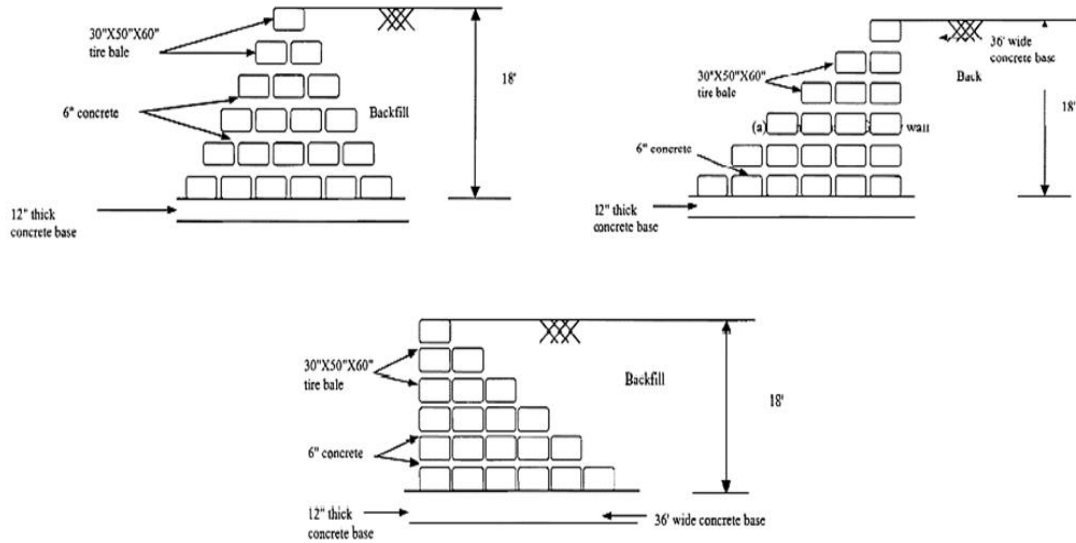


Nota: Tomado de Manual de construcción y mantenimiento de muros de llantas en barrios populares, por B. Antúñez, 2019.

b) Tipo 2

Figura 6

Muro tipo 2



Nota: Tomado de Manual de construcción y mantenimiento de muros de llantas en barrios populares, por B. Antúnez, 2019.

Esta estructura funciona por gravedad, presenta variación en sus dimensiones a medida que aumenta su altura. La variación se puede presentar en una cara, o en ambas. Su lado más ancho estará en la parte inferior del muro, debido a que ahí se presenta el mayor empuje producido por el suelo y en este punto se hace necesario aumentar la superficie de contacto con el terreno. A su vez una mayor dimensión en su base garantiza una mayor resistencia a fallas por volteo y deslizamiento, esta longitud presenta una relación del 60% con respecto a la altura, es decir:

$$Base = 0.6 H$$

Figura 7

Disposición y llenado de los neumáticos

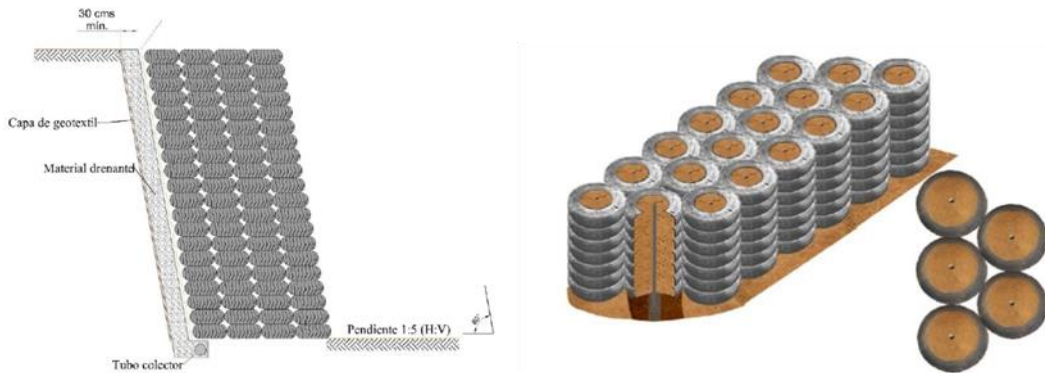


Los neumáticos están atados entre sí, estos pueden ser llenados con suelo o con una mezcla de suelo – cemento y serán compactados de manera manual. Se recomienda su implementación para alturas inferiores a 4 m, ya que pueden presentarse planos de falla entre las capas de llantas.

c) Tipo 3

Figura 8

Muro tipo 3



Nota: Tomado de Manual de construcción y mantenimiento de muros de llantas en barrios populares, por B. Antúnez, 2019.

Este modelo es similar a los dos anteriores, con la única variación del refuerzo incrustado; normalmente se utilizan barras de acero embebidas en el relleno granular, así como pines de concreto.

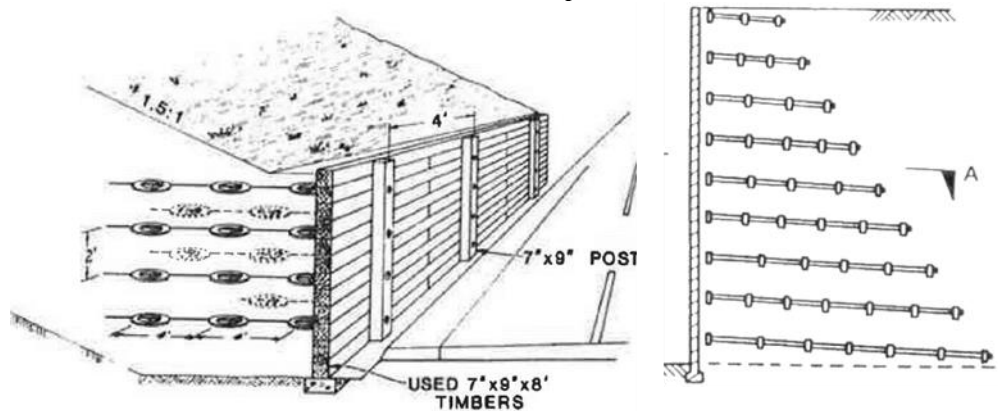
El método se ejecuta como medida alternativa para aumentar la resistencia a cortante del conjunto llanta agregado. Investigaciones han demostrado que la implementación de dicho refuerzo proporciona aumento significativo en valores de ángulo de fricción y cohesión del relleno en los neumáticos. (Rodríguez, 2016, pág. 108).

La presencia de este refuerzo en el muro representa una mejora en su rigidez, esto quiere decir que reduce las deflexiones horizontales, además evita que se presenten planos de falla entre las capas de neumáticos.

d) Tipo 4

Figura 9

Muro tipo 4



Nota: Tomado de *Experimental Tire-Anchored Timber Wall*, por K. Jackura & col, 2002.

Esta alternativa trabaja como una estructura de suelo reforzado o muro MSE, con una pared exterior de madera que se encuentra unida a una alfombrilla de neumáticos.

La alfombrilla de neumáticos funciona como refuerzo del suelo al igual que las tiras metálicas, geomalla y geotextiles, mejorando las características mecánicas del terreno; a su vez funciona

como anclaje de la parte frontal valiéndose de la cohesión y la resistencia del suelo compactado para crear una fuerza de extracción que se opone al empuje horizontal de tierras.

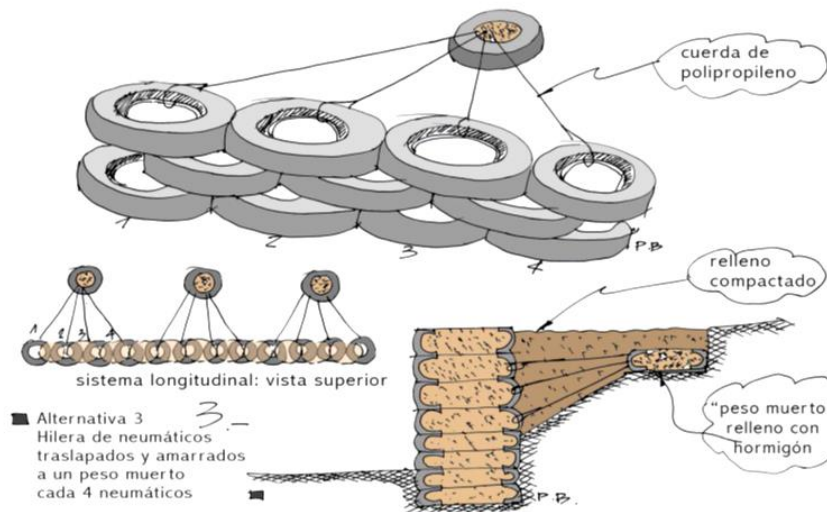
Precisa de bajos costos de construcción, pero su comportamiento dependerá mucho de su proceso constructivo y de las obras de drenaje que presente la construcción. Modelos implementados muestran su buen desempeño ante la actividad sísmica, resistiendo sismos de magnitud 5,8 en la escala de Richter, con aceleraciones de 0.2 y 0.3g. La reducción de costos con respecto a un muro fabricado en hormigón es del 56%. (Jackura & Col, año, pág. 5).

e) Tipo 5

También denominados muros Pnesuol, son muros que presentan un funcionamiento similar a los muros de tierra reforzada o MSE.

Figura 10

Muro tipo 5



Nota: Tomado de *Retaining Wall base don mechanical stabilized tire stack*, por P. Barros & col, 2019.

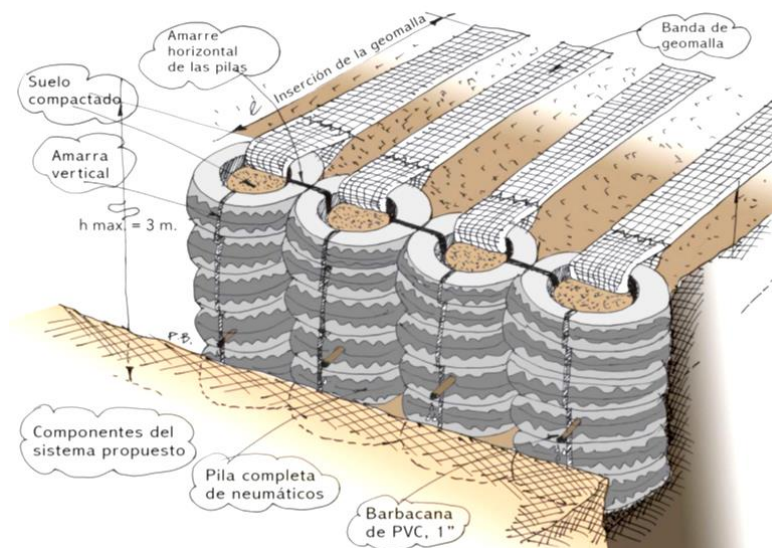
Esta alternativa está compuesta por una cara posterior unida mediante una soga de polipropileno a un elemento de anclaje; tanto los elementos de anclaje como los de retención superficial del suelo, son construidos con llantas. Ya que las llantas de la superficie están unidas a las llantas de anclaje, se genera una fuerza de acción en las sogas que las conectan. Si el refuerzo es lo suficientemente fuerte para no fallar, la tensión y la fuerza de extracción del elemento será mayor que la fuerza de fricción, proporcionando la estabilidad necesaria a la estructura: dicho anclaje deberá extenderse más allá de la línea de falla. Aunque presenta gran resistencia al cortante, también puede sufrir deformaciones considerables.

f) Tipo 6

Esta alternativa contempla una cara posterior de neumáticos dispuesta a 90 grados con geotextiles como elemento de anclaje horizontal. Con la inserción del geotextil en el talud se pretende mejorar las características del terreno, aportando resistencia a la tracción, aumentando la resistencia al cortante, así como la capacidad de carga y mejorando la estabilidad del suelo.

Figura 11

Muro tipo 6

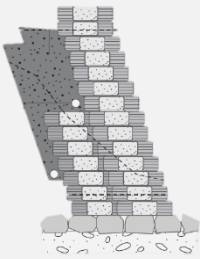
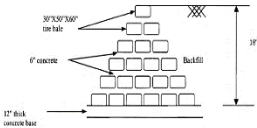
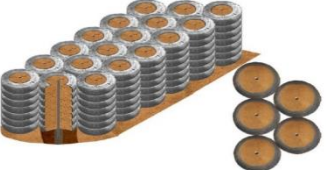
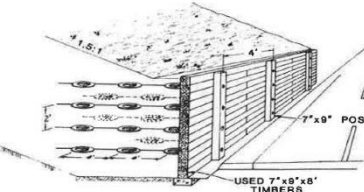
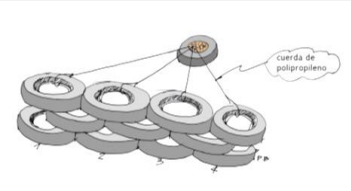
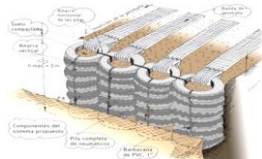


Nota: Tomado de *Retaining Wall base don mechanicall stabilized tire stack*, por P. Barros & col, 2019.

Debido al uso de geotextiles esta alternativa presenta una mayor flexibilidad que los demás modelos registrados en este documento, lo que lo hace muy susceptible a deformaciones. Se pueden presentar fallas de rotura en las costuras que unen el geotextil con el neumático y represamiento de agua entre las capas de geotextil. Por otra parte, presentan viabilidad en cuanto a costos y facilidades constructivas.

Tabla 2

Ventajas y desventajas de las tipologías encontradas

Tipo de muro	Ventajas	Desventajas
	<ul style="list-style-type: none"> - Facilidad en proceso constructivo. - Bajo costo de fabricación. - Se adapta al terreno que contiene. - Poca mano de obra. - Resistente a factores climáticos como lluvia y rayos UV. 	<ul style="list-style-type: none"> - Para muros mayores a 2,5 m se debe utilizar cimentación compleja. - Deformabilidad alta. - Ejecución solo para pendientes mayores a 90°. - Valido solamente para suelos granulares, de textura media y moderadamente fina.
	<ul style="list-style-type: none"> - Puede trabajar con alturas superiores a 8 metros. - Aplicación en suelos granulares y finos. - Resistente a factores climáticos como lluvia y rayos UV. - Puede adaptarse al terreno que va a contener. 	<ul style="list-style-type: none"> - Altas deformaciones. - Mano de obra especializada. - Tiempo de construcción. - Se pueden producir planos de deslizamiento entre hileras.
	<ul style="list-style-type: none"> - Mayor resistencia a cortante. - Mayor rigidez. - Bajas deformaciones. - Puede trabajar con alturas superiores a 8 metros. - Aplicación en suelos granulares y finos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mayores costos de producción. - Si presenta elementos de refuerzo metálico pueden sufrir corrosión. - Mano de obra calificada.
	<ul style="list-style-type: none"> - Buen comportamiento a la extracción. - Mejora capacidades mecánicas del terreno. - Bajas deformaciones. - Resistente a factores climáticos como lluvia y rayos UV. 	<ul style="list-style-type: none"> - Costos elevados en la fabricación de la pared posterior. - Mano de obra especializada. - Apto para suelos cohesivos. - Baja resistencia en amarres. - Valido para alturas inferiores a 3 metros.
	<ul style="list-style-type: none"> - Bajas deformaciones. - Buen comportamiento a la extracción. - Resistente a factores climáticos como lluvia y rayos UV. - Apto para grandes alturas. - Facilidad en proceso constructivo. - Bajo costo de fabricación. - Apto para suelos granulares y finos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Posible falla en amarres.
	<ul style="list-style-type: none"> - Mejoramiento de propiedades mecánicas. - Facilidad en proceso constructivo 	<ul style="list-style-type: none"> - Zonas de debilidad en las costuras de la geomalla. - Costos de producción elevados.

3. Desarrollo Metodológico

3.1 Caracterización de materiales involucrados en el diseño

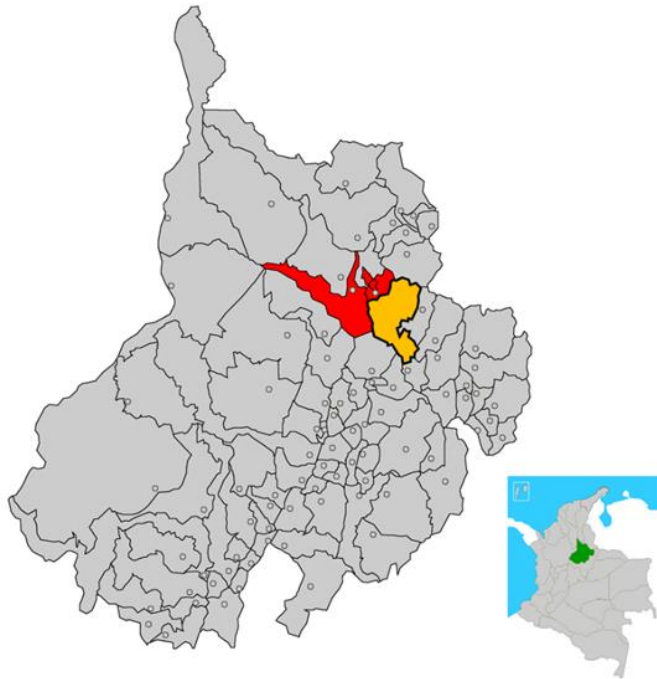
3.1.1 Suelo

3.1.1.1 Ubicación geográfica de la zona de estudio

El lugar para el cual se desarrolló la propuesta se encuentra ubicado en el municipio de Piedecuesta, Santander. En la vereda Buenos Aires, a 800 metros del lugar conocido como “3 esquinas”. Ubicado geográficamente 7°00’50.57” Latitud Norte y 73°05’43.97” Longitud Oeste, del Meridiano de Greenwich. A una altura de 1341.5 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura promedio de 23°C, característica de una región cálida a tropical.

Figura 12

Ubicación geográfica municipio Piedecuesta-Santander



Nota: Adaptado Wikipedia, 2008.

Figura 13

Ubicación lugar de análisis, Piedecuesta-Santander.



Nota: Adaptado de Google Earth, 2019.

3.1.1.2 Geología de la zona

La zona de estudio cuenta con pendientes entre 40% y 60% y presencia de capa vegetal abundante.

Figura 14

Características del talud en estudio.



Nota: Elaboración propia.

Los materiales que conforman estos taludes hacen parte de la formación Tambor (Kita) y la formación Girón (jg).

La formación Tambor suprayace a la formación Girón, está constituida por areniscas conglomeráticas, lodolitas rojo grisáceas y cuarzo areniscas gris amarillentas, en capas de espesor variable, presenta inclinaciones suaves, casi horizontales. La roca se encuentra completamente meteorizada alcanzando espesores de 4 metros. Esta formación fue definida inicialmente por Cediél (1968) y redefinida por Laverde (1985). Es considerada de edad Berrisiano (138 m.a) por Cediél (1968).

Figura 15

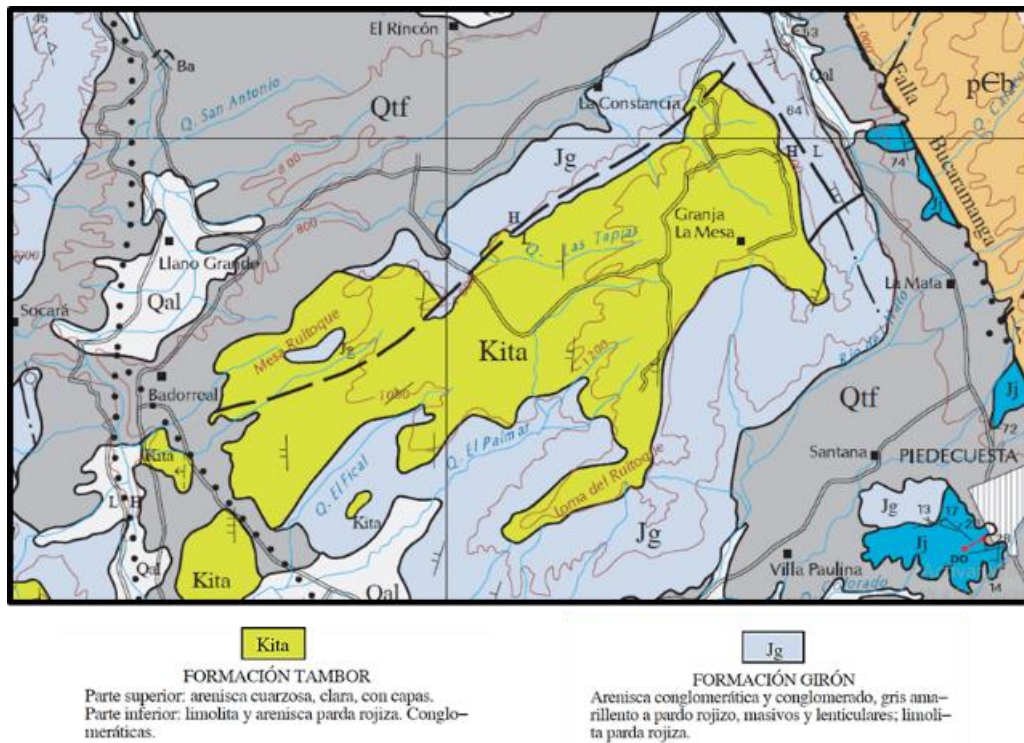
Estratigrafía de la zona



En cuanto a la formación Girón está constituida por areniscas de grado medio, grueso a ligeramente conglomeráticas de color rojo violáceo y gris verdoso de estratificación cruzada y capas gruesas con interestratificación de limolitas y lodolitas de color rojo violeta. A esta formación le fue asignada la edad jurásico superior y cretácico inferior.

Figura 16

Mapa geológico de las formaciones.



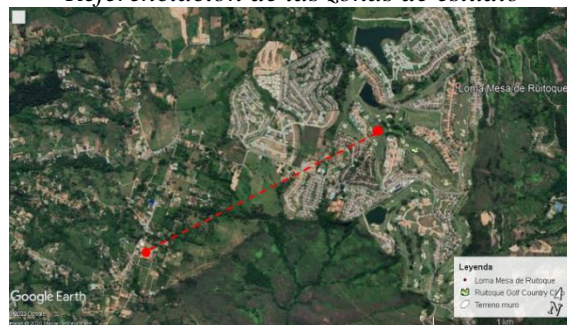
Nota: Tomado de Mapa geológico del cuadrángulo H12-Bucaramaga, Ministerio de Minas y Energía.

3.1.1.3 Estudios de suelo

El talud de estudio se encuentra ubicado aproximadamente a 2 Km del condominio Ruitoque en el sector Ruitoque bajo.

Figura 17

Referenciación de las zonas de estudio



Nota: Adaptado de gráfica, Google Earth, 2019.

El estudio de suelo del lote 35 ubicado en el condominio, arrojo los siguientes resultados:

Tabla 3

Resultados ensayos de laboratorio lote 35, condominio Ruitoque.

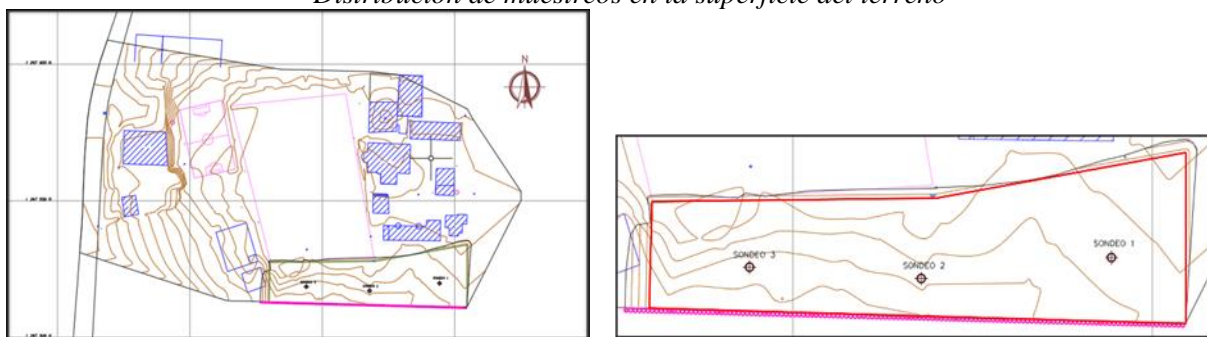
Sondeo	Muestra N°	% W	% finos	%LL	%LP	Clasificación S.U.C.S
1	1	16.45	54.8	24.2	22	ML
	2	13.33	28.5	NL	NP	SM
	3	13.33	16.8	NL	NP	SM
2	1	14.17	65.3	26.6	23	ML
	4	6.58	16	NL	NP	SM
3	1	12.43	49.2	20.5	18.2	SM
	3	10.27	31.9	NL	NP	SM
	5	10.05	24.1	NL	NP	SM

Adicionalmente, en el talud se realizaron 3 muestreos del terreno con los cuales se clasifico el suelo según los parámetros establecidos por el Sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS), con el fin de conocer las propiedades geomecánicas del material a utilizar en la propuesta de diseño.

En la gráfica se ilustra la distribución de los muestreos en el terreno.

Figura 18

Distribución de muestreos en la superficie del terreno



Nota: Elaboración propia

Los resultados de los ensayos de laboratorio realizados a las diferentes muestras se resumen a continuación.

Tabla 4

Resultados ensayos de laboratorio talud en estudio

Muestra N°	Profundidad	%W	% finos	%LL	%LP	Clasificación S.U.C.S	γ_{nat} (gr/cm ³)
Muestra 1	1.0 – 2.0m	14.52	43.38	50.05	27.71	SC	1.86
Muestra 2	1.0 – 2.0m	12.26	34.69	NL	NP	SM	1.68
Muestra 3	1.0 – 2.0m	12.92	36.64	NL	NP	SM	1.96

Según los resultados de los ensayos de laboratorio obtenidos a partir de las muestras tomadas en los dos puntos referenciados, se observan similitudes en cuanto a la textura y tamaño de las partículas, el material predominante en los dos lugares son suelos arenosos con contenido de limos (SM).

De acuerdo con la literatura los valores geomecánicos para este tipo de suelo deben estar en los siguientes rangos:

Tabla 5

Valores típicos de parámetros geotécnicos en suelos compactados

Suelo	Peso unitario (kN/m ³)	Peso unitario seco (kN/m ³)	Angulo de fricción ϕ'	Cohesión c' (kPa)	Permeabilidad K(m/s)
Materiales arenociliosos (arenisca descompuesta)	19 - 21	15 - 19	38 ⁰ - 42 ⁰	0 - 8	10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁷

Nota: Tomado de Deslizamiento y estabilización de taludes, J. Suarez, 2009.

Tabla 6

Valores típicos de parámetros geotécnicos en suelos in-situ.

Suelo	Peso unitario (kN/m ³)	Peso unitario seco (kN/m ³)	Angulo de fricción ϕ'	Cohesión c' (kPa)	Permeabilidad K(m/s)
Suelos arenociliosos	16 - 21	14 - 19	30 ⁰ - 40 ⁰	5 - 15	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁷

Nota: Tomado de Deslizamiento y estabilización de taludes, J. Suarez, 2009.

Teniendo en cuenta la información registrada en los ensayos de laboratorio de los dos lugares, los parámetros del suelo son:

Tabla 7

Valores de parámetros geotécnicos del modelo.

Suelo relleno		Suelo fundación	
Gamma (γ)	18 KN/m ³	Gamma (γ)	18 KN/m ³
Cohesión (C)	0	Cohesión (C)	10
Ang. Fricción (ϕ)	38 °	Ang. Fricción (ϕ)	38 °
Espesor del estrato (H)	3,5 M	q admisible	300 KN/m ³

3.1.2 Soga de polipropileno

El polipropileno (PP) es considerado como un polímero termoplástico parcialmente cristalino, el cual, se obtiene de la polimerización del propileno (o propeno) perteneciente al grupo de las poliolefinas, (Chuquillanqui, 2019) es utilizado en una amplia variedad de aplicaciones que incluyen empaques para alimentos, tejidos, equipo de laboratorio, componentes automotrices, geosintéticos y sogas de alta resistencia a tensión.

3.1.2.1 Propiedades de la soga de polipropileno

Las sogas de polipropileno se utilizan como material de refuerzo debido a las siguientes razones:

- Muy buena relación calidad/precio.
- Propiedades químicas: Presenta excelente resistencia química a ácidos, aceites y solventes orgánicos.
- Buena estabilidad dimensional (deformación) a altas temperaturas (150°C)
- Alta resistencia mecánica con respecto a su peso.

3.1.2.2 Resistencia a la tensión

De acuerdo a la ubicación geográfica del proyecto, la empresa líder en producción de cuerdas de polipropileno en el sector es TESICOL S.A, industria que desarrolla sus productos en Girón, Santander. A través de ensayos de resistencia a la tensión realizados a cuerdas de polipropileno 100 % virgen, la empresa presenta una relación entre el diámetro de la cuerda y su resistencia a la ruptura (Ver Anexo B) A continuación, se exhiben los datos de la cuerda a utilizar en la propuesta de diseño que se ilustrara en apartados posteriores.

Tabla 8

Parámetros de la soga de polipropileno usada en la propuesta

Diámetro [mm]	12
Resistencia a la ruptura [KN]	19,71
Carga de trabajo [KN]	3,94
Factor de seguridad	5

3.1.3 Llantas de desecho

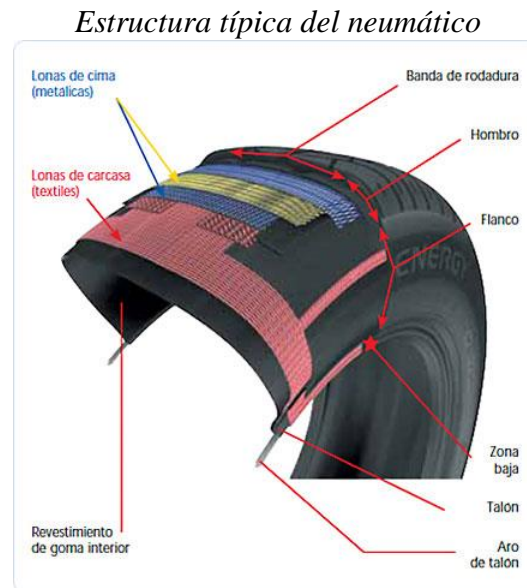
Los neumáticos de desecho son residuos urbanos no deseados que se producen a tasas crecientes cada año, particularmente en áreas metropolitanas. No son degradables y debido a su forma, cantidad y resistencia a la compactación; precisan de grandes áreas para su almacenamiento.

Colombia, como muchos otros países del mundo, naufraga en llantas usadas. Cada año se desechan alrededor de 20 a 30 millones. Solamente la capital del país aporta alrededor de 4 millones a esta corpulenta cifra (El Espectador, 2020).

Una llanta está compuesta de caucho o un polímero fuertemente reforzado con fibras sintéticas y acero de alta resistencia.

La conjugación de estos elementos, hacen de los neumáticos un material con propiedades únicas con alta resistencia a la tracción, flexibilidad, elasticidad y alta resistencia a la fricción.

Figura 19



Sus propiedades mecánicas prevalecen incluso después de que su vida ordinaria como elemento de rodadura haya expirado. Su baja corrosión, hacen de este, un material perdurable en el tiempo.

Todos estos factores pueden ser explotados en la construcción de muros de contención y rellenos de tierra. Gracias a que el neumático puede soportar altos niveles de estrés, su comportamiento como unidad contenedora es muy efectiva, pudiendo deformarse en la misma medida que es suelo circundante.

Si estas fueran conectadas entre sí, para formar una estera, los elementos conectores, tales como barras de acero, correas de poliéster y cuerdas, podrían estar sujetos a un mayor daño de construcción que las llantas a su alrededor (Garga, 2000).

Estos elementos pueden presentar susceptibilidad a los rayos UV y la descomposición del ozono, pero debido a la cubierta del relleno y a la insignificante concentración del ozono en el suelo, hacen de estos aliados, una pareja efectiva como componente constructivo.

Figura 20*Estera de neumáticos*

3.2 Metodología de diseño

En el capítulo 2 se exponen diversas alternativas para el diseño de muros de contención con llantas en desuso. Se llegó a la conclusión que el muro tipo 5 es la alternativa que mejor se adapta a la propuesta de diseño, debido a las características que presenta.

La metodología descrita se ajusta a pendientes con una inclinación mínima de 70° , de lo contrario la condición de análisis cambiaría a la de estabilización de un talud, lo que imposibilita encontrar la línea de falla a través del método de Rankine.

Una de las consideraciones iniciales es la determinación de las fuerzas que va a tener que soportar la estructura.

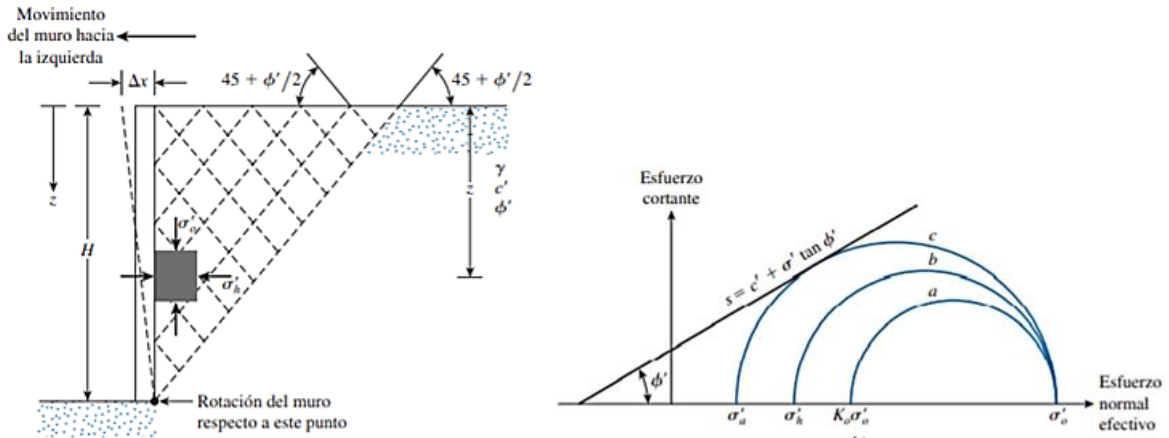
3.2.1 Empuje lateral de tierras

- Estado activo de Rankine

El estado activo consiste en mantener el esfuerzo vertical constante e ir disminuyendo el esfuerzo horizontal como se ilustra en la **Figura 21**, presentando una tendencia a generar un desplazamiento Δx como se muestra en la figura, la presión se origina desde el suelo de relleno hacia el muro ignorando las fuerzas de fricción que se generan entre los dos cuerpos.

Figura 21

Circulo de esfuerzos del estado activo de Rankine



Nota: Tomado de Fundamentos de ingeniería de cimentaciones, Braja M. Das, 2012.

Para el caso activo de Rankine, el esfuerzo lateral de suelo a cualquier profundidad se puede obtener como:

$$\sigma'_a = \gamma H K_a - 2c'\sqrt{K_a} + q K_a \quad (1)$$

Donde el coeficiente de empuje activo K_a se halla mediante la siguiente ecuación:

$$K_a = \tan^2\left(45 - \frac{\phi}{2}\right) \quad (2)$$

Tenemos entonces que la resultante del empuje horizontal por metro lineal de muro es:

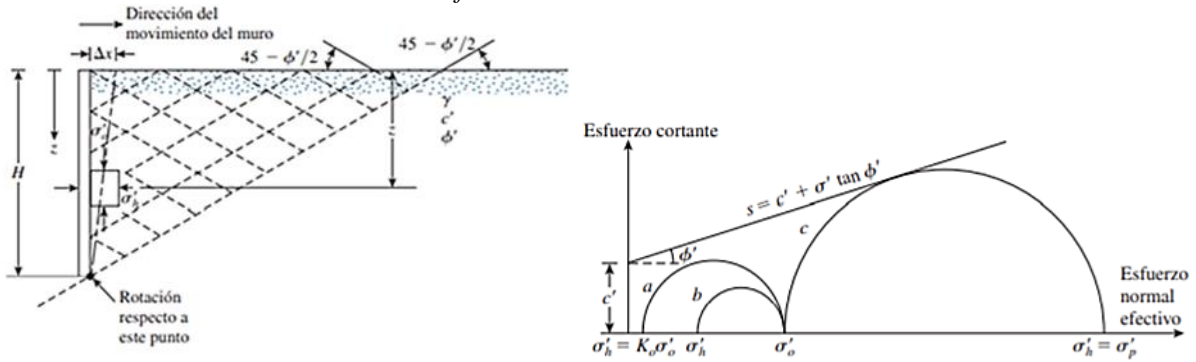
$$P_a = \frac{1}{2}\gamma H^2 K_a - 2HC'\sqrt{K_a} + qK_a H \quad (3)$$

- Estado pasivo de Rankine

El estado pasivo consiste en mantener el esfuerzo vertical y aumentar la presión horizontal, presentando una tendencia a generar un desplazamiento Δx hacia el interior del talud como se ilustra en la **figura 22**, la presión se genera desde el muro hacia el suelo ignorando las fuerzas de fricción entre los dos cuerpos.

Figura 22

Circulo de esfuerzos del estado Pasivo de Rankine



Nota: Tomado de Fundamentos de ingeniería de cimentaciones, Braja M. Das, 2012.

Para el caso pasivo de Rankine, la presión lateral de tierra a cualquier profundidad se puede calcular como:

$$\sigma'_p = \gamma H Kp + 2C' \sqrt{Kp} + q Kp \quad (4)$$

Donde el coeficiente de empuje pasivo Kp se halla mediante la siguiente forma:

$$Kp = \tan^2(45 + \frac{\phi}{2}) \quad (5)$$

Tenemos entonces que la resultante del empuje horizontal en estado pasivo por metro lineal de muro es:

$$Pp = \frac{1}{2} \gamma H^2 Kp - 2 H C' \sqrt{Kp} + q Kp H \quad (6)$$

-Presión activa en condiciones sísmicas (Mononobe-Okabe)

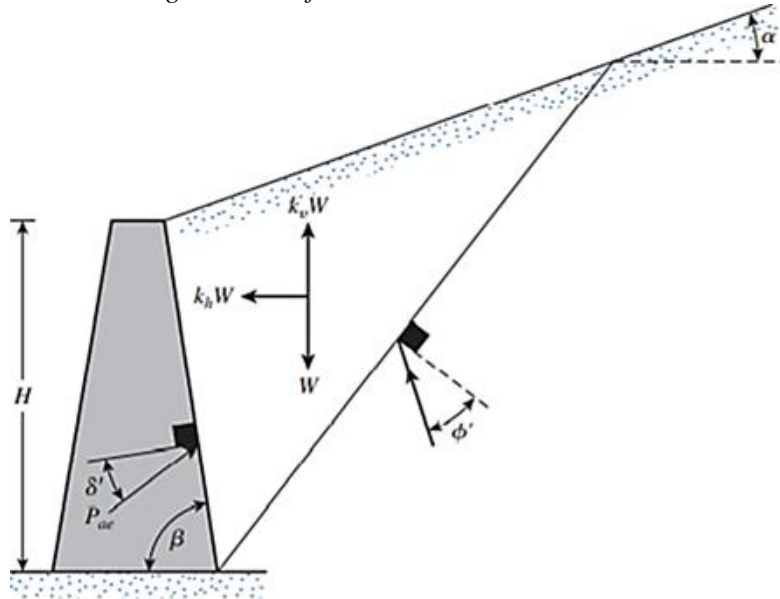
La teoría de presión activa de tierra se puede ampliar y de esta manera poder tomar en cuenta las fuerzas ocasionadas por sismo, el coeficiente activo sísmico se puede hallar del siguiente modo:

$$kae = \frac{\text{sen}^2(\phi' + \beta - \theta')}{\cos(\theta') \text{sen}^2(\beta) \text{sen}(\beta - \theta' - \delta') \left(1 - \sqrt{\frac{\text{sen}(\phi' + \delta') \text{sen}(\phi' - \theta' - \alpha)}{\text{sen}(\beta - \delta' - \theta') \text{sen}(\alpha + \beta)}} \right)^2} \quad (7)$$

Los ángulos α , β , ϕ' se ilustran en la siguiente figura

Figura 23

Diagrama de esfuerzos en condiciones sísmicas



Nota: Tomado de Fundamentos de ingeniería de cimentaciones, Braja M. Das, 2012.

Tomando en cuenta que los valores de K_v y K_h se pueden obtener de la tabla A.2.3.2-2 de la NSR-10 se tiene que:

$$\theta' = \tan^{-1} \left[\frac{K_h}{(1-K_v)} \right] \quad (8)$$

Por lo tanto, el esfuerzo total activo por unidad de muro en condiciones sísmicas, se calcula de la siguiente manera:

$$P_{ae} = \frac{1}{2} \gamma H^2 (1 - k_v) k_{ae} \quad (9)$$

Cargas

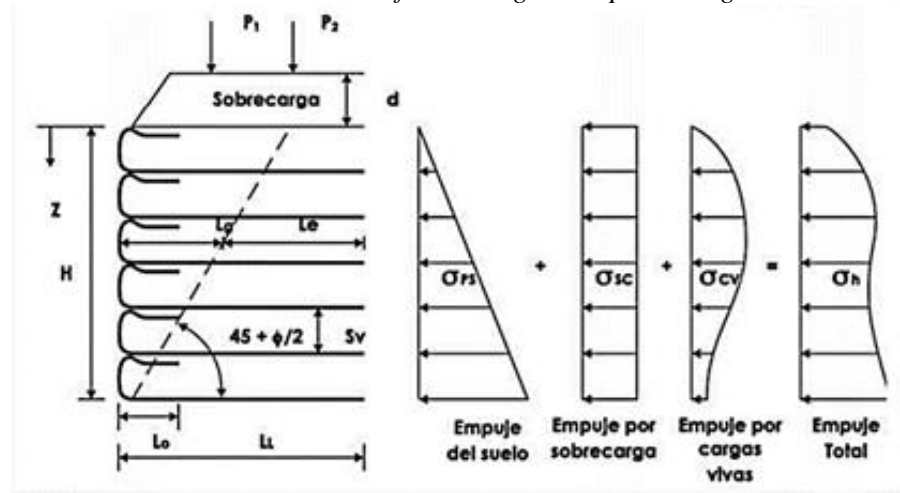
Las cargas que deben considerarse a la hora de diseñar se dividen en 2 tipos:

Transitorias: Cargas vivas y sobrecargas variables como el traslado de vehículos

Permanentes: Peso propio del suelo de relleno, pavimentos o edificaciones construidas en la zona de influencia.

Figura 24

Distribución de esfuerzos según el tipo de carga



Nota: tomado de Manual de diseño de geosistemas Pavco

3.2.2 Estabilidad interna

Proceso que consiste en determinar las máximas fuerzas de tensión generadas, con el fin de establecer posteriormente un sistema de refuerzo que logre la resistencia requerida tanto a extracción como a tensión.

Fallas en la estabilidad interna

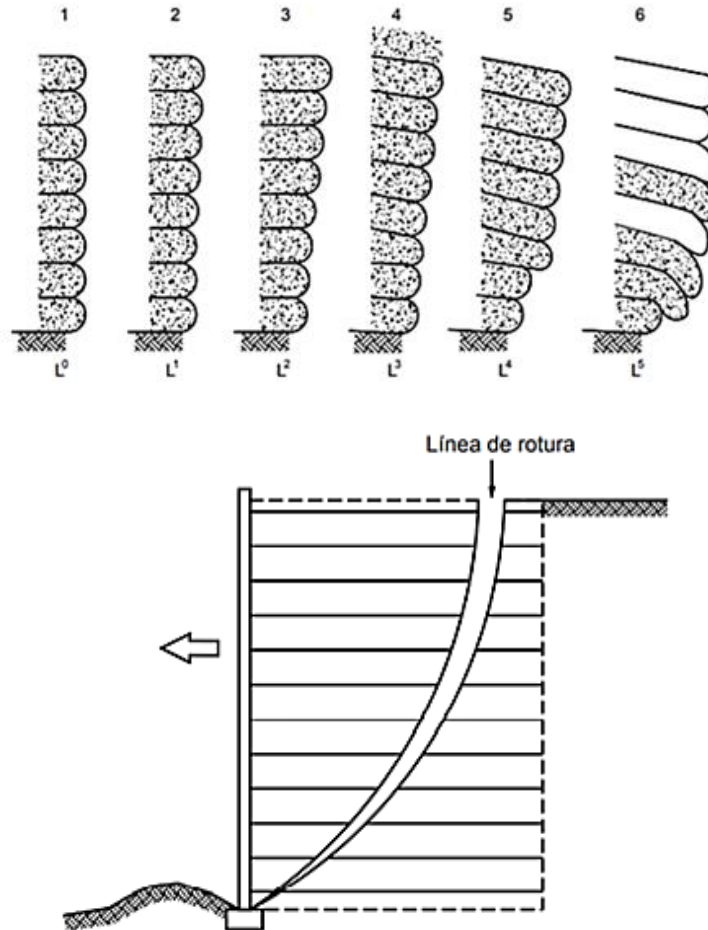
Las fallas en la estabilidad interna pueden suceder de dos formas:

3.2.2.1 Elongación y rotura de refuerzos

Las fuerzas de tensión son tan grandes que los refuerzos sufren una deformación excesiva e incluso llegan a la rotura, generando un colapso en el equilibrio de fuerzas del sistema.

Figura 25

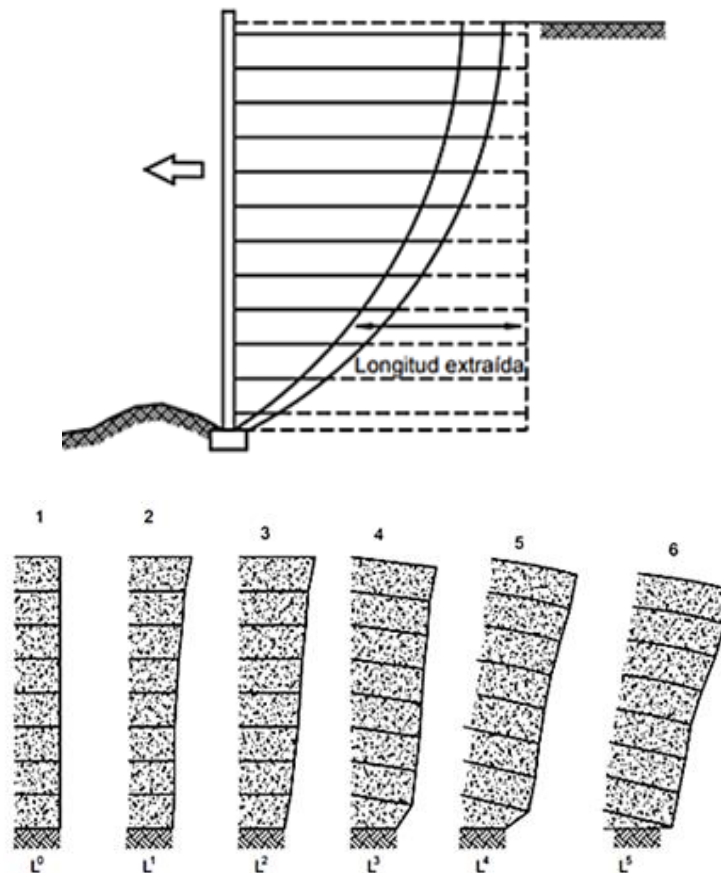
Falla por elongación y rotura de refuerzos



Nota: Tomado de Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales, J Suarez 2009.

3.2.2.2 Extracción de refuerzos

Las fuerzas de tensión son tan grandes que el refuerzo comienza a sufrir deslizamiento o es expulsado a la parte frontal del muro, este suceso disminuye significativamente los esfuerzos a cortante alrededor del suelo, ocasionando el colapso del sistema.

Figura 26*Falla por extracción de refuerzos*

Nota: Tomado de Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales, J. Suarez, 2009

3.2.2.3 Estabilidad interna mediante la implementación del conjunto soga de amarre – neumático.

Debido al comportamiento que presenta el conjunto soga de amarre-neumático al encontrarse empotrado en el suelo es posible establecer relaciones con técnicas de tierra reforzada. Después de realizar una revisión de los métodos más representativos de esta modalidad, se llegó a la conclusión que la metodología de diseño que más se adapta al tipo de muro elegido, es el sistema de tiras metálicas como refuerzo, por consiguiente, se tomará dicha base teórica para desarrollar un modelo consistente.

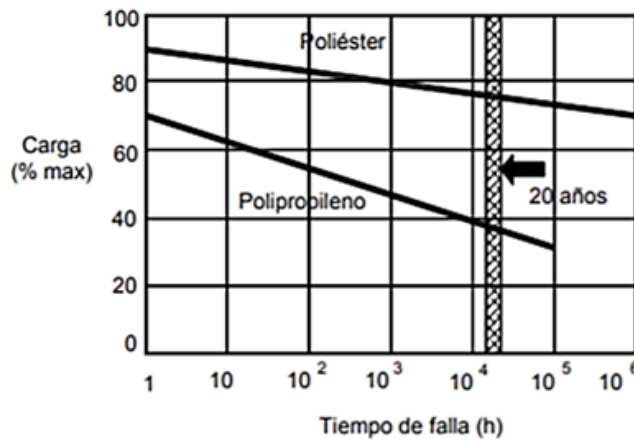
Vida útil del sistema

Tomando en cuenta los materiales de construcción del muro (llantas, cuerdas de polipropileno) la vida útil del sistema depende de la resistencia a través del tiempo de la soga.

Según la gráfica 26, el polipropileno presenta graves problemas de fluencia a largo plazo, disminuyendo su resistencia a la tensión a solo un 30% de su resistencia inicial después de 20 años, por lo cual, se tomará como referencia este dato para concluir la vida útil del muro.

Figura 27

Capacidad de carga vs tiempo de la soga de polipropileno



Nota: Tomado de Especificación técnica TESICOL

Fuerza del tirante

La fuerza que va a resistir cada tirante por área de refuerzo a una profundidad z es:

$$T = \sigma'_h (Sv * Sh) \quad (10)$$

Donde:

σ'_h = Esfuerzo horizontal a la profundidad z

Sv = Separación Vertical

Sh = Separación horizontal

Debido a que todas las llantas de la parte frontal deben estar ancladas, tanto ***Sv*** como ***Sh*** deben cumplir el siguiente criterio.

$$Sv = \text{Ancho de llanta}$$

$$Sh = \text{diametro de llanta}$$

Factor de seguridad contra falla del tirante

Como se describió en la sección de análisis de estabilidad interna, los tirantes pueden fallar por:

Ruptura

$$F.S(R) = \frac{T_{ult}}{T} \quad (11)$$

Donde:

T_{ult} = Resistencia por ruptura de la cuerda

T = Fuerza máxima aplicada a cada cuerda

El factor de seguridad por ruptura según (Braja M. Das, 2012) $FS(R) = 3$, no obstante, TESICOL, una empresa colombiana encargada de la producción de cuerdas de polipropileno, utiliza un factor de seguridad por ruptura de $FS(R) = 5$, por cuestiones de seguridad y confiabilidad, se recomienda utilizar el factor de seguridad suministrado por TESICOL.

Arrancamiento

$$F.S(A) = \frac{Fa}{T} \quad (12)$$

$$F.S(A) = 3$$

Fa = Fuerza de arrancamiento del sistema suelo llanta

Según (Garga & O'Shaughnessy, 2000) la fuerza de arrancamiento del sistema suelo llanta se puede calcular de la siguiente manera:

$$Fa = \frac{5}{3} F^* \sigma'_v Le \quad (13)$$

Donde:

F^* = Coeficiente de fricción entre el suelo y la llanta

σ'_v = Esfuerzo vertical a la profundidad del tirante

Le = Longitud de empotramiento del neumático

Las pruebas de pull-out en las que se basó el diseño del muro, indican que la fuerza de extracción del neumático empotrado en el suelo dependerá del esfuerzo vertical total y del factor F^* que esté presente.

Figura 28

Esquema ensayo pull- out



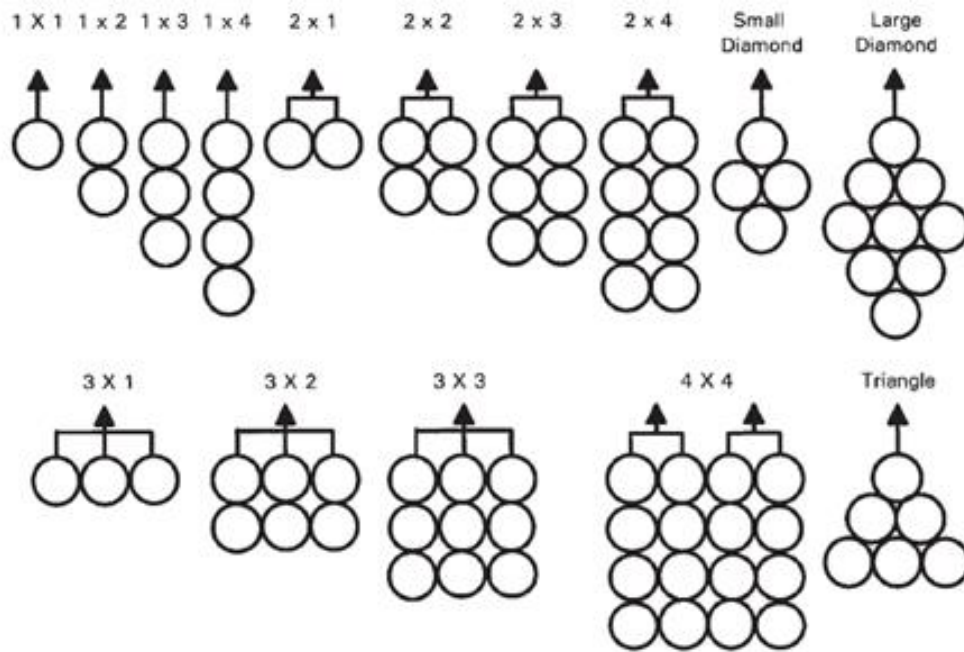
Nota: Tomado de *Tire-Reinforced earthfill. Part II: Pull Out behaviour and reinforced slope desing*, Garga & O'Shaugnessy, 2000

Por otra parte, la resistencia a la extracción desarrollada por la cuña frontal de suelo, fue despreciada de la fuerza total de pull-out experimentada. De acuerdo a lo anterior, los valores calculados del coeficiente de fricción (F^*) se obtuvieron de una fuerza de extracción parcial y presentan una estimación conservadora. (Garga & O'Shaugnessy, 2000)

El valor de F^* dependerá de la configuración escogida para el anclaje.

Figura 29

Configuración de neumáticos para el anclaje



Nota: Tomado de *Tire-Reinforced earthfill. Part II: Pull Out behaviour and reinforced slope desing*, Garga & O'Shaugnessy, 2000

Tabla 9

Valores de coeficiente de fricción para arena, según tipo de configuración

Embedment depth (m)	Tire mat configuration	Pull-out friction coefficient F^*
Cut tire 1.0	1x1	0.382
	1x2	0.986
	1x3	0.870
	1x4	0.601
	2x1	1.548
	2x2	0.537
	2x3	0.750
	2x3	0.540
	3x3	0.767
	4x4	0.546
	Small diamond	0.294
	Triangle	0.404

Nota: Tomado de *Tire-Reinforced earthfill. Part II: Pull Out behaviour and reinforced slope desing*, Garga & O'Shaugnessy, 2000.

Tomando el factor de seguridad por arrancamiento como 3 y remplazando en la ecuación (12) tenemos:

$$Fa = 3T \quad (14)$$

Remplazando Fa en la ecuación (14) obtenemos

$$Le = \frac{9T}{5 F^* \sigma'_v} \quad (15)$$

Con la ecuación obtenida anteriormente es posible obtener la longitud de empotramiento Le para un factor de seguridad por arrancamiento de **3**.

Longitud geométrica a la zona de falla

$$Lg = (H - z) * \tan\left(45 - \frac{\phi}{2}\right) \quad (16)$$

Donde:

Lg = longitud geométrica hasta la zona de falla.

H = Altura total del muro.

z = Profundidad del tirante.

Longitud total del refuerzo

$$Lt = Lg + Le \quad (17)$$

Debido a que es necesario garantizar tanto la estabilidad interna como la externa del muro, la longitud de refuerzo no debe ser menor al 70% de la altura del muro, por tanto

$$Lt \geq 0.7 * H \quad (18)$$

Los datos conocidos de la interacción del sistema suelo-llanta están restringidos para distancias de empotramiento vertical inferiores a un metro, medida desde la superficie libre del terreno. Circunstancia que genera la necesidad de encontrar una alternativa para estabilizar la zona

superficial que comprende $0 < z < 1$ [m], por lo cual se toma la decisión de utilizar geotextiles en esta zona.

Geotextiles

Tensión admisible

Inicialmente, se determina la resistencia a la tensión admisible del geotextil

$$T_{adm} = T_{ult} / (F.S_{ID} * F.S_{FL} * F.S_{DQB})$$

Donde:

T_{adm} = Tensión admisible del geotextil.

T_{ult} = Tensión de rotura del geotextil.

$F.S_{ID}$ = Factor de reducción por daños durante instalación.

$F.S_{FL}$ = Factor de reducción por carga continua sobre el geotextil (Fluencia).

$F.S_{DQB}$ = Factor de reducción por degradación química/biológica.

Según (PAVCO, 2012) los factores de reducción $F.S_{ID}$, $F.S_{FL}$, $F.S_{DQB}$ se ilustran en la siguiente tabla.

Tabla 10

Valores de factores de reducción para geotextiles

Área	Daños por instalación	Fluencia	Degradación Química/Biológica
	FR_{ID}	FR_{FL}	FR_{DQB}
Separación	1.1 a 2.5	1.5 a 2.5	1.0 a 1.5
Caminos no pavimentados	1.1 a 2.0	1.5 a 2.5	1.0 a 1.5
Muros de contención	1.1 a 2.0	2.0 a 4.0	1.0 a 1.5
Terraplenes sobre suelos blandos	1.1 a 2.0	2.0 a 3.5	1.0 a 1.5
Fundaciones	1.1 a 2.0	2.0 a 4.0	1.0 a 1.5
Estabilización de taludes	1.1 a 1.5	2.0 a 3.0	1.0 a 1.5
ferrocarriles	1.5 a 3.0	1.0 a 1.5	1.5 a 2.0

Separación vertical

La distancia vertical entre capas de geotextil se halla de la siguiente manera

$$S_v = T_{adm} / (F.S * \sigma_h) \quad (19)$$

Donde:

Sv = Espesor de cada capa

$F.S$ = Factor de seguridad global

σ_h = Esfuerzo horizontal en la profundidad total

Según la NSR-10 el factor de seguridad global en condiciones estáticas y pseudoestáticas es:

Tabla 11

Valores de factores de seguridad

Estabilidad general del sistema	Estático	Pseudoestático
Permanente o de larga duración (> 6 meses)	1,5	1,05
Temporal o de corta duración (< 6 meses)	1,3	1

Por razones constructivas y evitar el embombamiento, (PAVCO, 2012) recomienda

$$Sv < 50 [cm]$$

Longitud geométrica hasta la zona de falla

$$Lg = (H - z) * \tan(45 - \frac{\phi}{2}) \quad (20)$$

Donde:

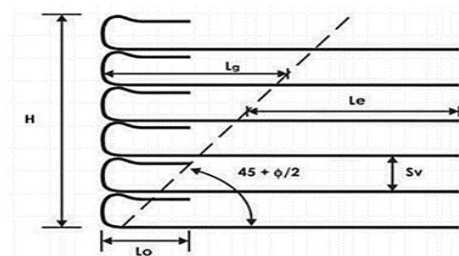
Lg = longitud geométrica hasta la zona de falla.

H = Altura total del muro.

z = Profundidad del tirante.

Figura 30

línea de falla de Rankine

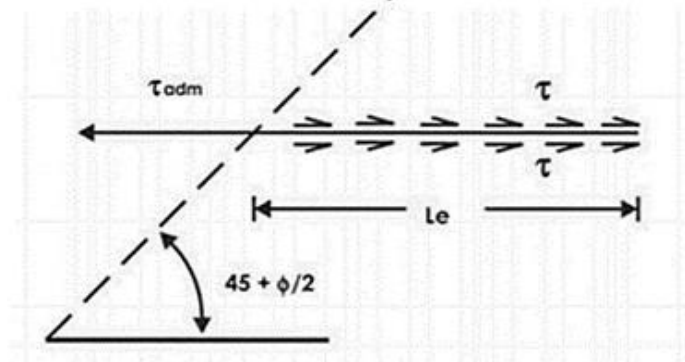


Nota: Tomado de Manual de diseño de geosistemas PAVCO

Longitud de empotramiento

Figura 31

Longitud de empotramiento de geotextil



$$L_e = \frac{\sigma_h S_v F.S}{2 C \tan(\delta)} \quad (21)$$

$$\delta = 0.8\phi$$

Donde:

L_e = Longitud de empotramiento.

σ_h = Esfuerzo vertical.

δ = Angulo de fricción entre suelo y geotextil.

Por razones constructivas, (PAVCO, 2012) recomienda

$$L_e < 1 [m]$$

Longitud total de refuerzo

$$L_t = L_g + L_e \quad (22)$$

Debido a que es necesario garantizar tanto la estabilidad interna como la externa del muro, la longitud de refuerzo no debe ser menor al 70% de la altura del muro, por tanto.

$$L_{tmin} \geq 0.7 * H$$

3.2.3 Estabilidad externa

Para garantizar la funcionabilidad del sistema de muros con llantas de desecho, es necesario realizar un chequeo por estabilidad externa, así se podrá corroborar el equilibrio de fuerzas y momentos tanto resistentes como actuantes, también, se debe garantizar que la capacidad de carga sea competente para soportar las cargas producidas por la construcción del muro.

3.2.3.1 Revisión por deslizamiento

Se debe garantizar que las fuerzas horizontales externas no originen un desplazamiento del muro en dirección horizontal

$$F.S_d = \frac{(\Sigma \text{ Fuerzas horizontales resistentes})}{\Sigma \text{ Fuerzas horizontales actuantes}}$$

Esta verificación se debe hacer tanto en condiciones estáticas como pseudoestáticas, estos son $F.S_d$ mínimos según la NSR-10:

Tabla 12

<i>Factores de seguridad al deslizamiento</i>		
Estabilidad externa	Estático	Pseudoestático
Deslizamiento	1,5	1,05

3.2.3.2 Revisión por volcamiento

Tomando en cuenta las fuerzas horizontales resistentes y actuantes se debe verificar que estas no generen un volcamiento del muro, para esto se utilizará como punto de referencia la esquina inferior izquierda de la estructura para calcular los momentos a partir del mismo.

$$F.S_v = \frac{(\Sigma \text{ Mometos resistentes})}{\Sigma \text{ Momentos actuantes}}$$

Esta verificación debe satisfacer tanto condiciones estáticas como pseudoestáticas, estos son $F.S_v$ mínimos según la NSR-10:

Tabla 13

<i>Factores de seguridad al Volcamiento</i>		
Estabilidad externa	Estático	Pseudoestático
Volcamiento	3	2

3.2.3.3 Revisión por capacidad portante

Para la revisión por capacidad portante, se debe garantizar que las cargas que soportan el terreno, sean superiores a las cargas transmitidas por la estructura.

$$F.S_c = \frac{q_{ult}}{q_{max}}$$

Esta verificación debe satisfacer tanto condiciones estáticas como pseudoestáticas, estos son $F.S_c$ mínimos según la NSR-10:

Tabla 14

<i>Factores de seguridad para capacidad de carga</i>		
Estabilidad externa	Estático	Pseudoestático
Capacidad portante	3	1,5

3.2.3.4 Estabilidad global

Para garantizar la estabilidad del volumen de relleno, se utiliza el software Slide V 6.0 que a través de los métodos de equilibrio limite permite hallar el factor de seguridad. Estos deben cumplir con los parámetros registrados en la NSR-10.

Tabla 15

<i>Factores de seguridad para la estabilidad global</i>		
Estabilidad general	Estático	Pseudoestático
F.S	1.5	1.05

En cuanto al modelamiento del talud y sus respectivos refuerzos, el programa ofrece diferentes configuraciones dependiendo de los métodos de estabilización que se proyecta utilizar, entre los cuales se encuentran:

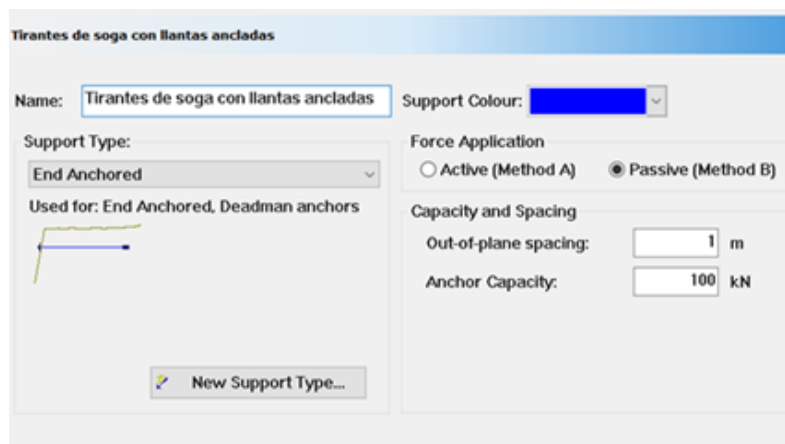
- Soporte de anclajes extremos
- Geotextil
- Retenida sementada
- Clavo de suelo
- Micropilote

En el caso del muro de contención con llantas recicladas, no existe una configuración preestablecida que permita modelar directamente el sistema. Por lo tanto, tomando en cuenta las características de su funcionamiento, la opción que más se ajusta son los soportes de anclajes extremos.

Slide ofrece esta configuración para sistemas que trabajen con un cuerpo muerto anclado. Como se ha descrito anteriormente, el sistema soga-llanta, funciona con un tirante (soga) que empotra un cuerpo (llanta) a una distancia determinada por detrás de la línea de falla.

Figura 32

Interfaz programa Slide para Soporte de anclajes externos



Los diagramas de fuerza de soporte son determinados evaluando cada posible modo de falla a lo largo de la longitud de soporte. Por ejemplo, para el soporte de anclaje extremo, los posibles modos de falla son:

1. Falla por tracción
2. Arrancamiento (soporte que permanece empotrado en el talud).

El modo de falla el cual proporciona la Mínima fuerza, en cada punto a lo largo de la longitud del soporte, es determinada por el diagrama de fuerza. El diagrama de fuerza y el punto de intersección de una superficie de desplazamiento con un elemento de soporte, exponen la magnitud de la fuerza que será aplicada a la superficie de desplazamiento. A continuación, se muestra el resultado de la estabilización del relleno, por el método de Janbu simplificado.

Figura 33

Estabilidad global del talud en estudio sin refuerzo

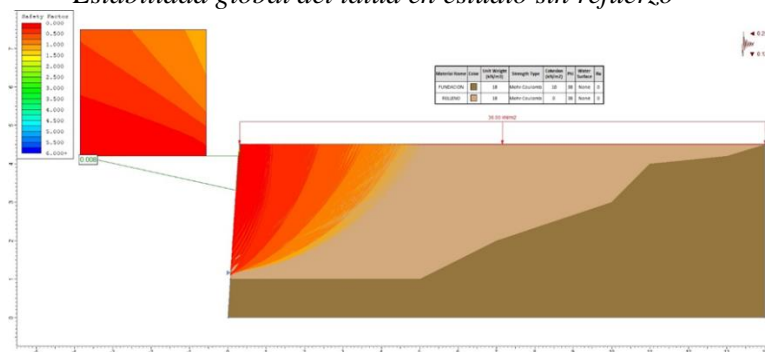
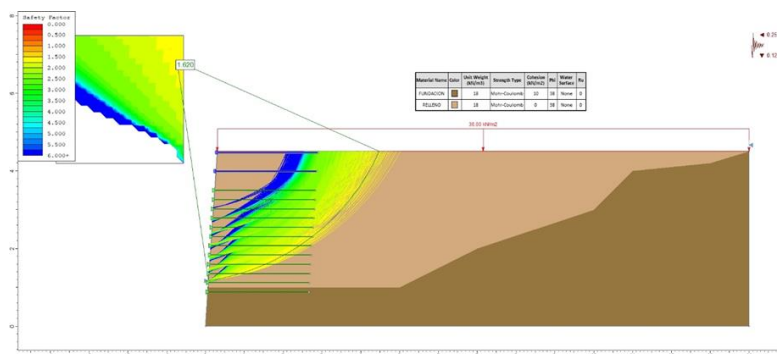


Figura 34

Estabilidad global del talud en estudio reforzado



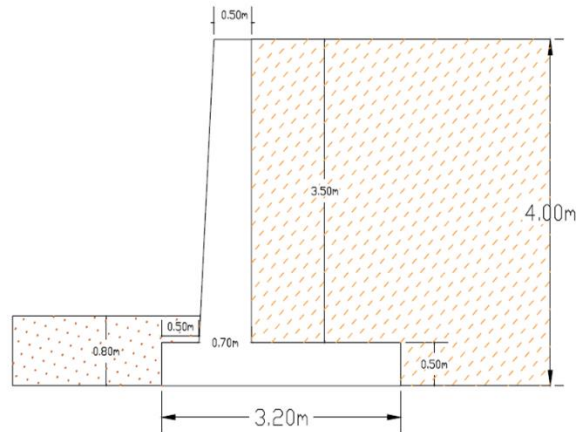
4. Análisis comparativo de costos

Se realizó el análisis comparativo entre tres alternativas para la contención del talud.

- **Alternativa 1:** Muro de contención tradicional elaborado en concreto reforzado.

Figura 35

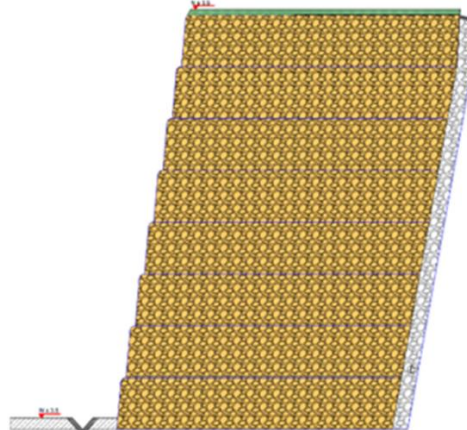
Muro de contención en concreto reforzado



- **Alternativa 2:** Muro de suelo estabilizado mecánicamente (MSE), reforzado con geosintéticos.

Figura 36

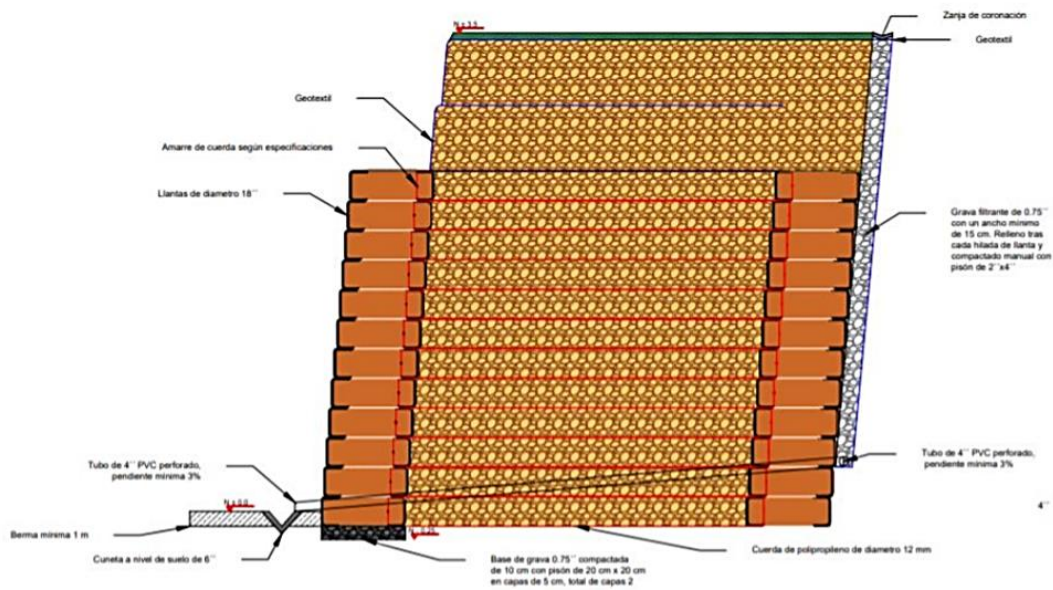
Muro de contención reforzado con geotextiles



- **Alternativa 3:** (Propuesta de diseño) Muro atirantado, implementando los neumáticos como anclaje y como elemento de contención en la cara posterior del muro.

Figura 37

Modelo de la propuesta de diseño



El análisis de costos se realizó por metro lineal construido y no se contempló el costo del material de relleno. Los valores calculados, se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 16

Costos totales de alternativas planteadas

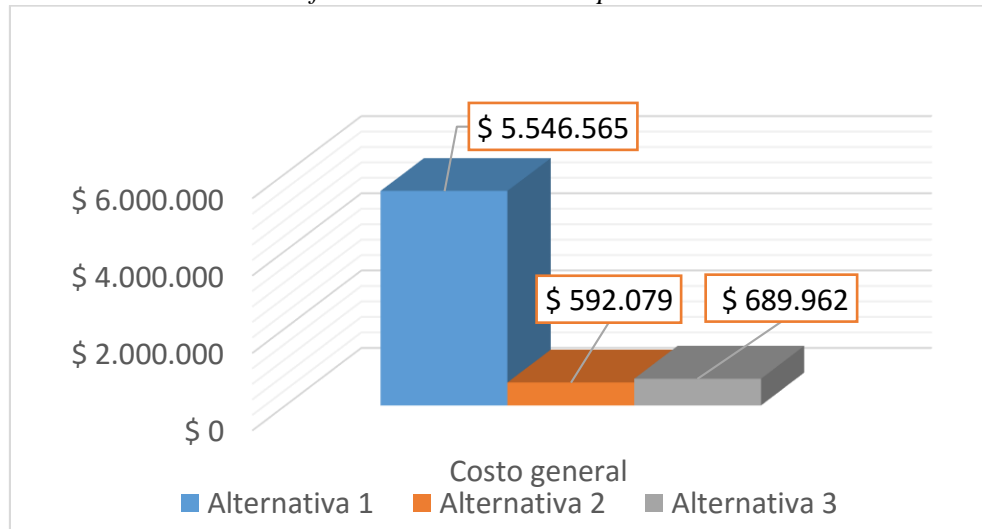
Opción	Costo Constructivo (mL)
Alternativa 1	\$ 5'646.565
Alternativa 2	\$ 592.079
Alternativa 3	\$ 1'090.671

La alternativa 1 siendo el método tradicional para la contención de suelos, es la opción más costosa de los modelos analizados, presenta un valor 5 veces superior a la propuesta de diseño planteada en el proyecto.

Por otra parte, en la Alternativa 3 se contempló un valor promedio para el neumático de \$ 50.000. Teniendo en cuenta que la totalidad de los neumáticos será donada por un miembro de la fundación “Rotarios” y que el valor de la mano de obra estará asumido por los habitantes del sector. El costo final de la alternativa desciende en un 63,26% colocándolo en el valor de \$ 689.962 por metro lineal de muro. Esto quiere decir que presentara un 15% más de costos que la alternativa con geotextiles.

Figura 38

Valor final de alternativas las planteadas



5. Conclusiones

- El neumático como elemento constructivo presenta propiedades únicas de resistencia a la tracción y flexibilidad, estas cualidades lo hacen poseedor de un buen comportamiento ante las fuerzas inducidas por el material de relleno. A su vez, la resistencia a la extracción proporcionada es suficiente para oponerse al empuje lateral de tierras y comportarse como elemento de anclaje. Por otra parte, el uso de estos como factor ambiental, contribuye al aprovechamiento de materias primas que se creían desechables.
- El conjunto de información analizada sobre el diseño y construcción de muros de contención empleando neumáticos evidencio la carencia de normatividad, ya que en su mayoría son fabricados artesanalmente. Debido a lo anterior se hace necesario la estandarización de procedimientos de diseño que rijan estos modelos, puesto que son una elección sostenible y segura para la contención de volúmenes de suelo.
- Las cifras de construcción de las alternativas planteadas, proyectan un ahorro significativo del 80% en la propuesta de diseño, con respecto al muro elaborado en concreto reforzado, ofreciendo las mismas garantías de seguridad. Por otra parte, el muro reforzado con geosintéticos, presenta la mejor viabilidad económica de las tres opciones, considerándose como el de menores costos. Sin embargo, el proporcionar un nuevo ciclo de vida útil a más de 2000 neumáticos en condiciones de desecho, empleándolos como elemento estructural, genera un gran impacto ambiental positivo, que favorece a la alternativa 3 (propuesta de diseño).
- Al tomar en cuenta los elementos que conforman al muro, se determina que el primer material en fallar es la cuerda de polipropileno, por consiguiente, es imperativo tener en cuenta esta observación a la hora de realizar los análisis de estabilidad interna; no obstante, la propuesta de diseño del presente documento cumple con todos los factores de seguridad requeridos para

considerarlo apto para su construcción; sus análisis de estabilidad interna, externa y global, arrojan resultados aceptables que comprueban su validez como alternativa emergente para futuros trabajos y proyectos de estabilidad de taludes.

6. Recomendaciones

El principal objetivo de este proyecto no es estandarizar una técnica de diseño, no obstante, el desarrollar una metodología en el presente trabajo, permite definir las directrices que deben seguir futuras investigaciones con el fin de consolidar las bases teóricas y normativas de este modelo; a continuación, se presentan una serie de recomendaciones con el propósito de brindar al lector una guía que permita eliminar la incertidumbre encontrada en algunos factores y así, lograr optimizar los resultados obtenidos a través de la presente metodología.

- En caso de que el amarre del nudo sea diferente al propuesto en el diseño, se debe tener en cuenta la distribución de fuerzas que generará dicho nudo, ya que una mala elección puede generar el debilitamiento de la soga, por tanto, una menor resistencia a la tensión por parte del sistema.
- Tomando en cuenta el inciso anterior, para un mayor grado de exactitud a la hora de hallar la resistencia última de la soga, es necesario realizar ensayos de Pull-Out a cuerdas de diferentes diámetros y de este modo, hallar el factor de reducción para una serie de nudos que puedan llegar a utilizarse a la hora de construir el muro.
- La resistencia última a la tensión de la soga de polipropileno se manejó con un factor de seguridad de cinco (5) (Valor recomendado por TESICOL), debido a la incertidumbre por pérdida de sus propiedades mecánicas a lo largo del tiempo. Para considerar factores de seguridad menos conservadores se recomienda realizar ensayos de desgaste a la cuerda a utilizar.
- Los valores de fricción del sistema suelo-llanta son aproximaciones hechas para suelos de características similares (suelos arenosos), por lo tanto, el modelo trabaja con valores

conservadores. Tomando en cuenta que, a mayor profundidad, más fricción se generara debido a la sobrecarga vertical que presente el neumático, si se quiere mejorar el modelo con la finalidad de optimizar recursos, es necesario realizar ensayos de Pull Out con diferentes variaciones de carga, utilizando el suelo de relleno estipulado en el presente trabajo.

- El cuerpo sometido a tensión en el modelo es una soga de polipropileno, su relación propiedades vs precio permite satisfacer las necesidades encontradas en el presente trabajo, sin embargo, para ampliar la gama de posibilidades, es recomendable realizar estudios a sogas de otros materiales que cumplan con los requerimientos de resistencia a la tensión, degradación química/biológica y desgaste a través del tiempo.
- Para efectos prácticos, el diseño se desarrolla con una cantidad de llantas homogénea tanto en sus características físicas como geométricas, en caso de contar con llantas de diferentes configuraciones, es necesario realizar investigaciones sobre sus afectaciones en la distribución de esfuerzos a lo largo de los anclajes y sus repercusiones en las deformaciones que puede generar esta variación.
- Las llantas como material ingenieril presentan grandes ventajas, no obstante, al estar compuesta en su mayor parte por caucho, son susceptibles a fallar en presencia de fuego, por tanto, se considera necesario realizar un estudio sobre posibles aditivos y/o recubrimientos a la pared frontal que permitan mitigar el riesgo de fallo por presencia de fuego o altas temperaturas.

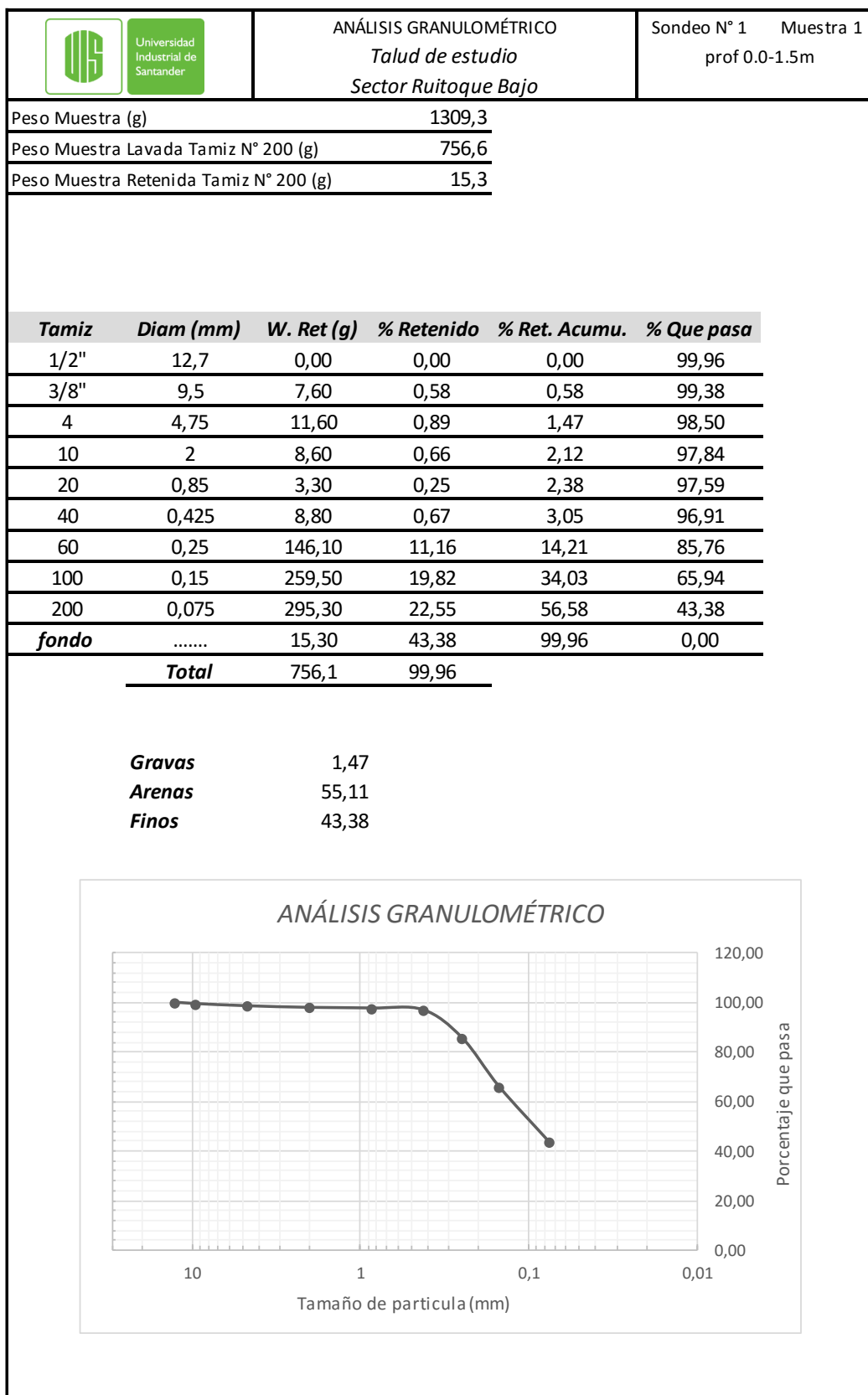
Referencias bibliográficas


- B. Antúnez (2019). *Manual de Construcción y Mantenimiento de Muro de Llantas en Barrios Populares de Tegucigalpa*. A. Heinemann, S. Bartels, E. Gaviría
- Braja, M. Das (2012). *Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones*. CENGAGE Learning.
- Castro, L. (2010). *Análisis mecánico para estructuras de retención hechas con llantas de desecho* (tesis de licenciatura). Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- Departamento de Ingenierías-Geosistemas (2012). *Manual de diseño con Geosintéticos*. PAVCO
- Elespectador.com. 2020. *Llantas de Enemigo a aliado ambiental* [online]
<https://www.elespectador.com/noticias/ciencia/llantas-de-enemigo-aliado-ambiental-articulo-617126>.
- Gonzalez, I. (2018). *Caracterización fisicoquímica de partículas de llanta de reciclaje irradiadas y su uso en materiales compuestos* (tesis). Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, Mexico.
- J. Suarez (1998). *Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales*. Universidad Industrial de Santander.
- K. Jackura, J. Hannon y R. Forshyt (2002). Experimental Tire-Anchored Timber Wall, *Transportation Research Board*, pp 197- 202.
- O. Rodríguez (2016). *Estandarización de técnicas de diseño y construcción de muros de tierra reforzada con llantas de desecho* (Tesis Maestría). Universidad Nacional, Medellín, Colombia.
- P. Barros, G. Sarabia, F. Valdés, P. Serrano y I. Gaytan (2019). Retaining Wall based on mechanically stabilized tire stack”, *Revista de Ingeniería y Construcción*, 34, pp 252-267
- Perdomo, D. (2014). *Las llantas usadas es un problema para el distrito capital una mirada desde la resolución 1457 de 2010* (tesis). Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia.


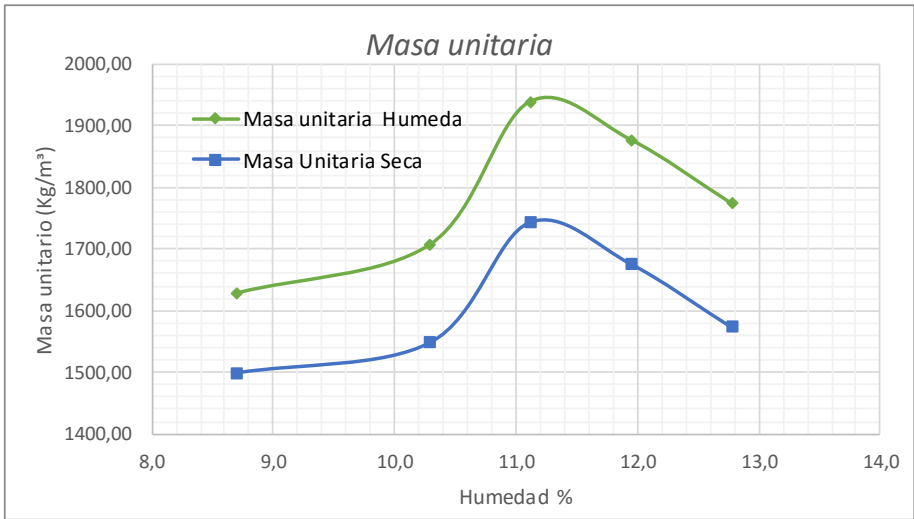
- Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10). Ley 400 de 1997. Título H. Abril de 2012 (Colombia).
- S. Chuquillanqui (2019). *Influencias de la incorporación de fibras de polipropileno para mejorar las propiedades Físicas-Mecánicas del adobe* (Tesis pregrado). Universidad Peruana Los Andes, Huancayo, Perú
- Suarez, J. (2009). *Deslizamientos. Técnicas de remediación, Vol. 2*. Recuperado el 08 de julio de 2020 de <https://wikiuniversidad.blogspot.com/2014/07/deslizamientos-tomo-ii-tecnicas-de.html>
- V. Garga, y V O'Shaughnessy (2000). Tire-reinforced earthfill. Part 1: Construction of atest fill, performance, and retaining wall design, *Canadian Geotechnical Journal*, 36, pp.75-96.
- V. Garga, y V. O'Shaughnessy (2000). Tire-reinforced earthfill. Part 2: Pull-out behaviour and reinforced slope design, *Canadian Geotechnical Journal*, 37, pp. 97-116.
- Vera, L. (2008). *Muros de retención de suelos con sistema de tierra armada* (tesis). Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

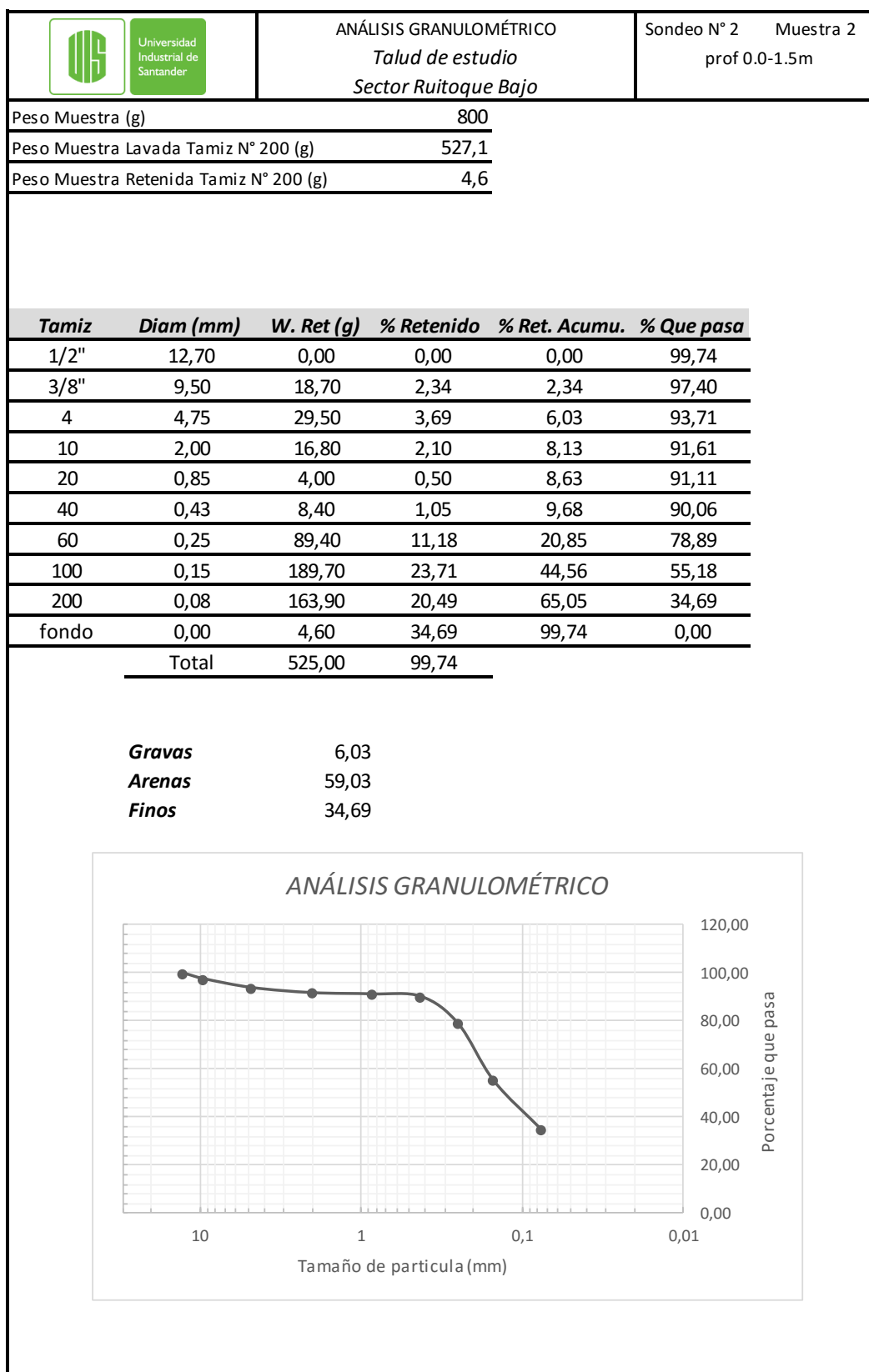
Anexos


Anexo A. Ensayos de laboratorio lugar de estudio


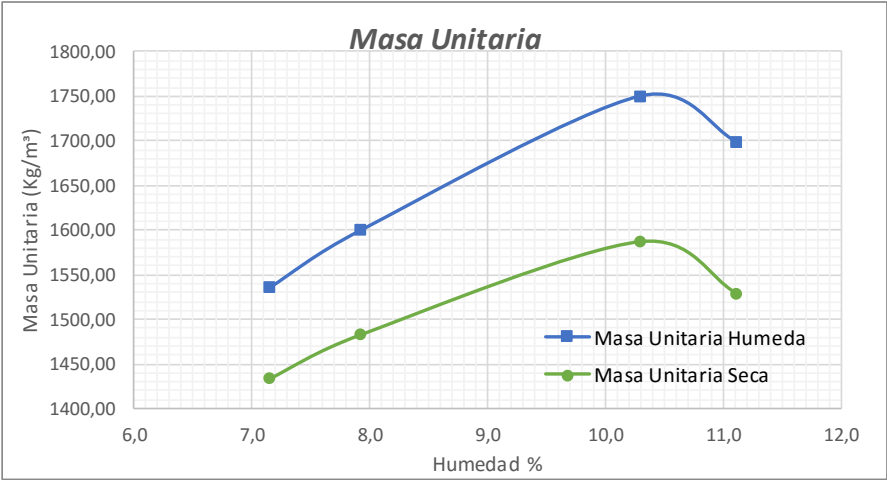


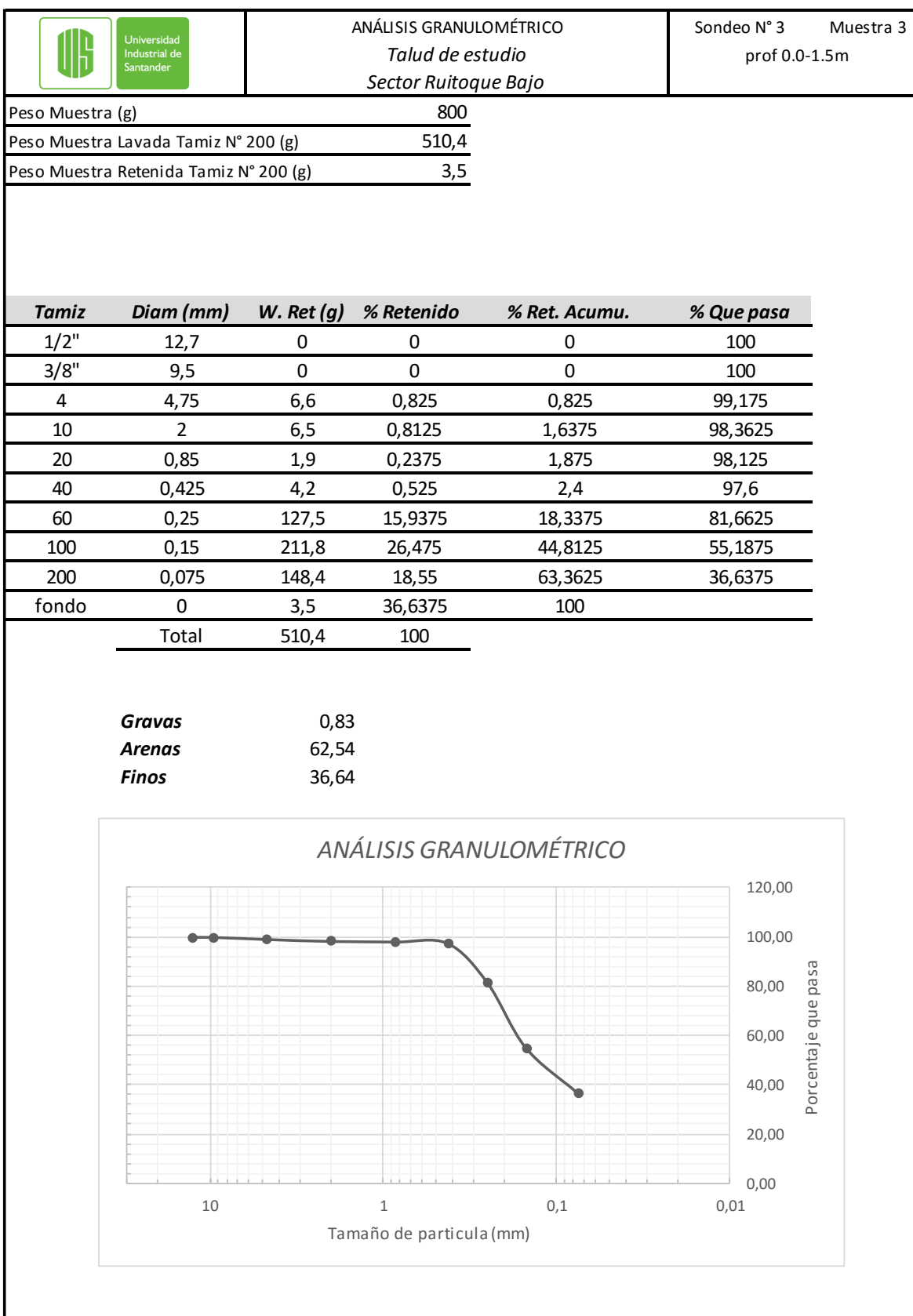
 Universidad Industrial de Santander		LIMITES DE PLASTICIDAD <i>Talud de estudio</i> <i>Sector Ruitoque Bajo</i>			Sondeo N°: 1	Muestra 1 Prof: 0.0-1.5m
HUMEDAD						
N° de Golpes	Peso cap. + suelo humedo (g)	Peso cap. + suelo seco (g)	Peso del Agua (g)	Peso capsula (g)	Peso suelo seco (g)	Humedad (%)
	510,7	447,4	63,3	10,7	436,7	14,50
LÍMITE LÍQUIDO						
50,05						
LÍMITE PLÁSTICO						
27,71						

 Universidad Industrial de Santander		PROCTOR MODIFICADO <i>Talud de estudio</i> Sector Ruitoque Bajo			Sondeo N° 1	Muestra 1 prof 0.0-1.5m	
Peso Molde (g) <u>4404,8</u>							
Dimensiones Molde							
Diametro (cm) <u>10,16</u>							
Altura (cm) <u>11,6</u>							
					Humedo	Seco	
peso muestra + molde (gr)	peso muestra (gr)	muestra humeda (gr)	muestra seca (gr)	Humedad	Masa unitaria (gr/cm ³)	Masa unitaria (Kg/m ³)	Masa unitaria (Kg/m ³)
5936,3	1531,5	15	13,8	8,7	1,63	1628,48	1498,14
6009,9	1605,1	15	13,6	10,29	1,71	1706,74	1547,50
6227	1822,2	15	13,5	11,11	1,94	1937,58	1743,84
6170	1765,2	15	13,4	11,94	1,88	1876,98	1676,77
6073,2	1668,4	15,9	14,1	12,77	1,77	1774,05	1573,15
							
				Masa unitaria seca optima (Kg/m³) <u>1750,00</u>			


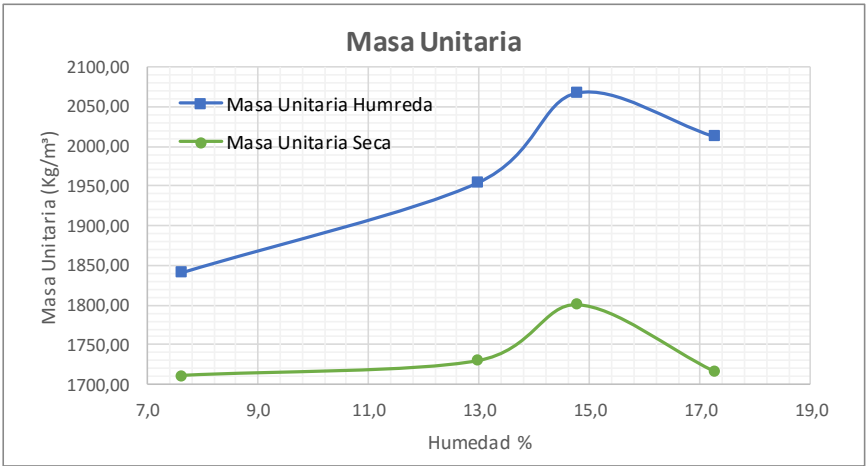


 Universidad Industrial de Santander		LIMITES DE PLASTICIDAD <i>Talud de estudio</i> <i>Sector Ruitoque Bajo</i>			Sondeo N°: 2	Muestra 2 Prof: 0.0-1.5m
HUMEDAD						
LÍMITE LÍQUIDO						
No Líquido						
LÍMITE PLÁSTICO						
No Plástico						
N° de Golpes	Peso cap. + suelo humedo (g)	Peso cap. + suelo seco (g)	Peso del Agua (g)	Peso capsula (g)	Peso suelo seco (g)	Humedad (%)
	610,7	544,9	65,8	10,7	534,2	12,32


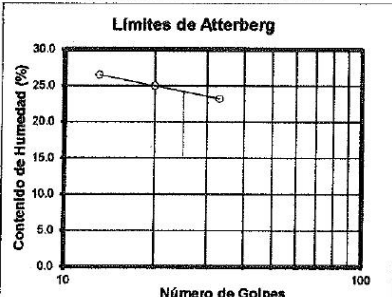
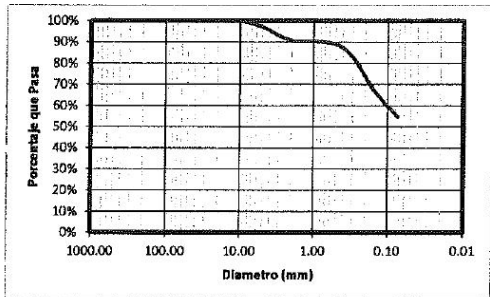
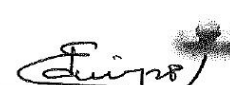
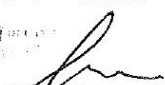
 Universidad Industrial de Santander		PROCTOR MODIFICADO <i>Talud de estudio</i> Sector Ruitoque Bajo			Sondeo N° 2	Muestra 2 prof 0.0-1.5m	
Peso Molde (g)		4161,6					
Dimensiones Molde							
Diametro (cm)		10,16					
Altura (cm)		11,6					
					Humedo	Seco	
peso muestra + molde (gr)	peso muestra + molde (gr)	peso muestra + molde (gr)	peso muestra + molde (gr)	peso muestra + molde (gr)	peso muestra + molde (gr)	peso muestra + molde (gr)	peso muestra + molde (gr)
5849,2	1444,4	15	14	7,14	1,54	1535,86	1433,51
5909,2	1504,4	15	13,9	7,91	1,60	1599,66	1482,40
6050,5	1645,7	15	13,6	10,29	1,75	1749,91	1586,64
6003	1598,2	15	13,5	11,11	1,70	1699,40	1529,48
							
Masa unitaria seca optima (Kg/m ³)				1590,00			


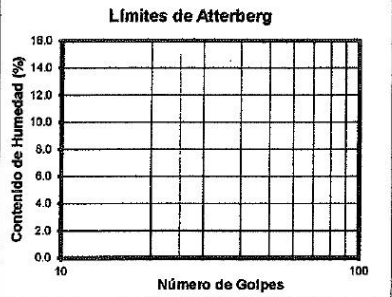
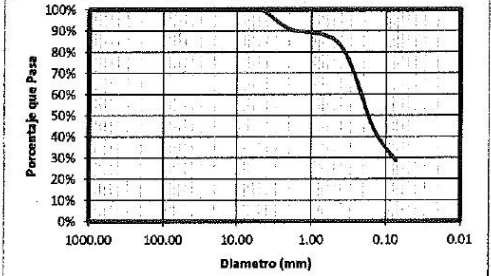





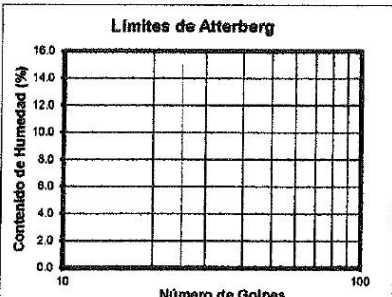
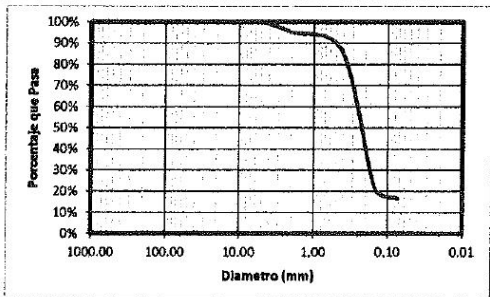
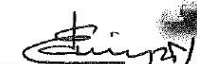

 Universidad Industrial de Santander		LIMITES DE PLASTICIDAD <i>Talud de estudio</i> <i>Sector Ruitoque Bajo</i>			Sondeo N°: 3	Muestra 3 Prof: 0.0-1.5m
HUMEDAD						
N° de Golpes	Peso cap. + suelo humedo (g)	Peso cap. + suelo seco (g)	Peso del Agua (g)	Peso capsula (g)	Peso suelo seco (g)	Humedad (%)
	617,3	536,9	80,4	17,3	519,6	15,47
LÍMITE LÍQUIDO						
No Líquido						
LÍMITE PLÁSTICO						
No Plástico						


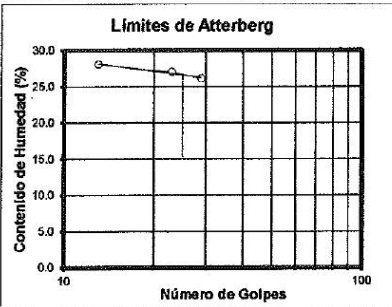
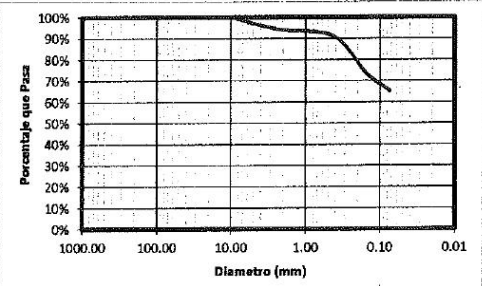


 Universidad Industrial de Santander		PROCTOR MODIFICADO <i>Talud de estudio</i> Sector Ruitoque Bajo			Sondeo N° 3	Muestra 3 prof 0.0-1.5m	
Peso Molde (g) <u>4277,1</u>							
Dimensiones Molde							
Diametro (cm) <u>10,16</u>							
Altura (cm) <u>11,6</u>							
					Humedo	Seco	
<i>peso muestra + molde (gr)</i>	<i>peso muestra + molde (gr)</i>	<i>peso muestra + molde (gr)</i>	<i>peso muestra + molde (gr)</i>	<i>peso muestra + molde (gr)</i>	<i>peso muestra + molde (gr)</i>	<i>peso muestra + molde (gr)</i>	<i>peso muestra + molde (gr)</i>
5896,8	1619,7	15,09	14,13	6,79	1,72	1722,26	1612,76
6008,9	1731,8	14,56	13,53	7,61	1,84	1841,46	1711,24
6115,1	1838	13,41	11,87	12,97	1,95	1954,39	1730,00
6221,4	1944,3	14,84	12,93	14,77	2,07	2067,42	1801,36
6170,2	1893,1	16,73	14,27	17,24	2,01	2012,97	1716,97
							
Masa unitaria seca optima (Kg/m³)				<u>1800,00</u>			


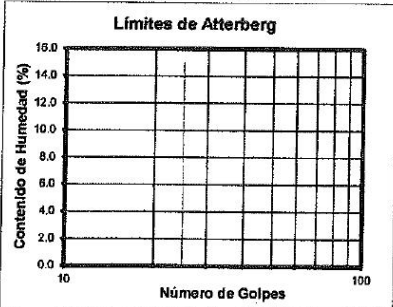
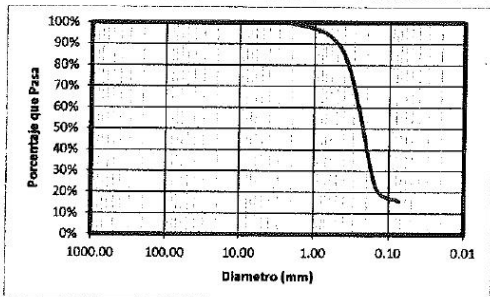
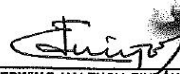
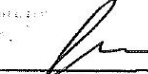
Anexo B. Ensayos de laboratorio lote 35 condominio
Ruitoque


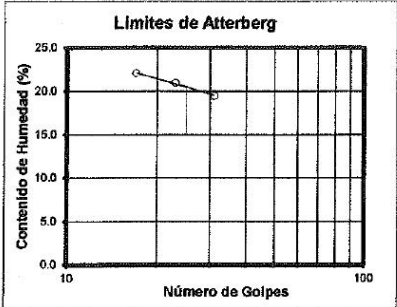
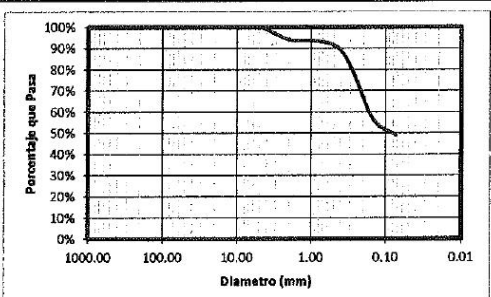
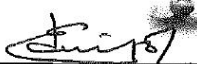

 <p>INGENIERÍA DEL TERRENO S.A.S</p>	<p>ENSAYO DE CLASIFICACIÓN LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126</p>	<p>IDT-FL-001</p>																																																																																																																																																																																		
<p>PROYECTO: RUITOQUE CONDOMINIO CONJUNTO BUENAVISTA LOTE 35</p>		<p>ABSCISA: S1</p>																																																																																																																																																																																		
<p>CLIENTE: INGEAS</p>		<p>SONDEO: M1</p>																																																																																																																																																																																		
<p>LOCALIZACIÓN: RUITOQUE CONDOMINIO</p>		<p>PROF: 0.00 - 1.00 [m]</p>																																																																																																																																																																																		
		<p>FECHA: 16-09-2013</p>																																																																																																																																																																																		
<table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>PESO DE RECIP. + S.H.</td> <td style="text-align: right;">967.00</td> </tr> <tr> <td>PESO DE RECIP. + S.S.</td> <td style="text-align: right;">840.00</td> </tr> <tr> <td>PESO RECIPIENTE</td> <td style="text-align: right;">68.00</td> </tr> <tr> <td>PESO AGUA</td> <td style="text-align: right;">127.00</td> </tr> <tr> <td>PESO SUELO SECO</td> <td style="text-align: right;">772.00</td> </tr> <tr> <td>% HUMEDAD</td> <td style="text-align: right;">16.45</td> </tr> </table>			PESO DE RECIP. + S.H.	967.00	PESO DE RECIP. + S.S.	840.00	PESO RECIPIENTE	68.00	PESO AGUA	127.00	PESO SUELO SECO	772.00	% HUMEDAD	16.45																																																																																																																																																																						
PESO DE RECIP. + S.H.	967.00																																																																																																																																																																																			
PESO DE RECIP. + S.S.	840.00																																																																																																																																																																																			
PESO RECIPIENTE	68.00																																																																																																																																																																																			
PESO AGUA	127.00																																																																																																																																																																																			
PESO SUELO SECO	772.00																																																																																																																																																																																			
% HUMEDAD	16.45																																																																																																																																																																																			
<p>LÍMITES DE CONSISTENCIA</p>		<p>GRADACIÓN</p>																																																																																																																																																																																		
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4" style="text-align: center;">LÍMITE LÍQUIDO</th> </tr> <tr> <th>Determinación No</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>No GOLPES</td> <td style="text-align: center;">33</td> <td style="text-align: center;">20</td> <td style="text-align: center;">13</td> </tr> <tr> <td>RECIP. No.</td> <td style="text-align: center;">25</td> <td style="text-align: center;">60</td> <td style="text-align: center;">66</td> </tr> <tr> <td>PESO DE RECIP. + S.H.</td> <td style="text-align: right;">33.51</td> <td style="text-align: right;">33.95</td> <td style="text-align: right;">34.44</td> </tr> <tr> <td>PESO DE RECIP. + S.S.</td> <td style="text-align: right;">28.77</td> <td style="text-align: right;">28.8</td> <td style="text-align: right;">29.04</td> </tr> <tr> <td>PESO RECIPIENTE</td> <td style="text-align: right;">8.35</td> <td style="text-align: right;">8.6</td> <td style="text-align: right;">8.66</td> </tr> <tr> <td>PESO AGUA</td> <td style="text-align: right;">4.74</td> <td style="text-align: right;">5.05</td> <td style="text-align: right;">5.40</td> </tr> <tr> <td>PESO SUELO SECO</td> <td style="text-align: right;">20.42</td> <td style="text-align: right;">20.20</td> <td style="text-align: right;">20.38</td> </tr> <tr> <td>% HUMEDAD</td> <td style="text-align: right;">23.21</td> <td style="text-align: right;">25.00</td> <td style="text-align: right;">26.50</td> </tr> </tbody> </table>		LÍMITE LÍQUIDO				Determinación No	1	2	3	No GOLPES	33	20	13	RECIP. No.	25	60	66	PESO DE RECIP. + S.H.	33.51	33.95	34.44	PESO DE RECIP. + S.S.	28.77	28.8	29.04	PESO RECIPIENTE	8.35	8.6	8.66	PESO AGUA	4.74	5.05	5.40	PESO SUELO SECO	20.42	20.20	20.38	% HUMEDAD	23.21	25.00	26.50	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Peso Inicial:</th> <th>336.00</th> <th>gr</th> <th>Peso final:</th> <th>152.00</th> <th>gr</th> </tr> <tr> <th>Tamiz (plg)</th> <th>Tamiz (mm)</th> <th>Peso (gr)</th> <th>% Reten.</th> <th>% Ret.Acum</th> <th>% Pasa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3"</td> <td>76.10</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2 1/2"</td> <td>64.00</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>100.0%</td> </tr> <tr> <td>2"</td> <td>50.80</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>100.0%</td> </tr> <tr> <td>1 1/2"</td> <td>38.10</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>100.0%</td> </tr> <tr> <td>1"</td> <td>25.40</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>100.0%</td> </tr> <tr> <td>3/4"</td> <td>19.00</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>100.0%</td> </tr> <tr> <td>1/2"</td> <td>12.70</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3/8"</td> <td>9.51</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>100.0%</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>4.76</td> <td>10.5</td> <td>3.1%</td> <td>3.1%</td> <td>96.9%</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>2.38</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>2.00</td> <td>20.5</td> <td>6.1%</td> <td>9.2%</td> <td>90.8%</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>1.68</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>16</td> <td>1.19</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>0.59</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>40</td> <td>0.42</td> <td>10.0</td> <td>3.0%</td> <td>12.2%</td> <td>87.8%</td> </tr> <tr> <td>50</td> <td>0.30</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>80</td> <td>0.18</td> <td>44.0</td> <td>13.1%</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>0.15</td> <td>26.5</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>0.07</td> <td>40.5</td> <td>12.1%</td> <td>45.2%</td> <td>54.8%</td> </tr> <tr> <td>Pasa 200</td> <td></td> <td>184.0</td> <td>54.8%</td> <td>100.0%</td> <td>0.0%</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td></td> <td>336.0</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Peso Inicial:	336.00	gr	Peso final:	152.00	gr	Tamiz (plg)	Tamiz (mm)	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa	3"	76.10					2 1/2"	64.00				100.0%	2"	50.80				100.0%	1 1/2"	38.10				100.0%	1"	25.40				100.0%	3/4"	19.00				100.0%	1/2"	12.70					3/8"	9.51				100.0%	4	4.76	10.5	3.1%	3.1%	96.9%	8	2.38					10	2.00	20.5	6.1%	9.2%	90.8%	12	1.68					16	1.19					30	0.59					40	0.42	10.0	3.0%	12.2%	87.8%	50	0.30					80	0.18	44.0	13.1%			100	0.15	26.5				200	0.07	40.5	12.1%	45.2%	54.8%	Pasa 200		184.0	54.8%	100.0%	0.0%	Total		336.0			
LÍMITE LÍQUIDO																																																																																																																																																																																				
Determinación No	1	2	3																																																																																																																																																																																	
No GOLPES	33	20	13																																																																																																																																																																																	
RECIP. No.	25	60	66																																																																																																																																																																																	
PESO DE RECIP. + S.H.	33.51	33.95	34.44																																																																																																																																																																																	
PESO DE RECIP. + S.S.	28.77	28.8	29.04																																																																																																																																																																																	
PESO RECIPIENTE	8.35	8.6	8.66																																																																																																																																																																																	
PESO AGUA	4.74	5.05	5.40																																																																																																																																																																																	
PESO SUELO SECO	20.42	20.20	20.38																																																																																																																																																																																	
% HUMEDAD	23.21	25.00	26.50																																																																																																																																																																																	
Peso Inicial:	336.00	gr	Peso final:	152.00	gr																																																																																																																																																																															
Tamiz (plg)	Tamiz (mm)	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa																																																																																																																																																																															
3"	76.10																																																																																																																																																																																			
2 1/2"	64.00				100.0%																																																																																																																																																																															
2"	50.80				100.0%																																																																																																																																																																															
1 1/2"	38.10				100.0%																																																																																																																																																																															
1"	25.40				100.0%																																																																																																																																																																															
3/4"	19.00				100.0%																																																																																																																																																																															
1/2"	12.70																																																																																																																																																																																			
3/8"	9.51				100.0%																																																																																																																																																																															
4	4.76	10.5	3.1%	3.1%	96.9%																																																																																																																																																																															
8	2.38																																																																																																																																																																																			
10	2.00	20.5	6.1%	9.2%	90.8%																																																																																																																																																																															
12	1.68																																																																																																																																																																																			
16	1.19																																																																																																																																																																																			
30	0.59																																																																																																																																																																																			
40	0.42	10.0	3.0%	12.2%	87.8%																																																																																																																																																																															
50	0.30																																																																																																																																																																																			
80	0.18	44.0	13.1%																																																																																																																																																																																	
100	0.15	26.5																																																																																																																																																																																		
200	0.07	40.5	12.1%	45.2%	54.8%																																																																																																																																																																															
Pasa 200		184.0	54.8%	100.0%	0.0%																																																																																																																																																																															
Total		336.0																																																																																																																																																																																		
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">LÍMITE PLÁSTICO</th> </tr> <tr> <th>RECIP. No.</th> <th>49</th> <th>24</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PESO DE RECIP. + S.H.</td> <td style="text-align: right;">28.04</td> <td style="text-align: right;">26.39</td> </tr> <tr> <td>PESO DE RECIP. + S.S.</td> <td style="text-align: right;">24.53</td> <td style="text-align: right;">23.14</td> </tr> <tr> <td>PESO RECIPIENTE</td> <td style="text-align: right;">8.59</td> <td style="text-align: right;">8.36</td> </tr> <tr> <td>PESO AGUA</td> <td style="text-align: right;">3.51</td> <td style="text-align: right;">3.25</td> </tr> <tr> <td>PESO SUELO SECO</td> <td style="text-align: right;">15.94</td> <td style="text-align: right;">14.78</td> </tr> <tr> <td>% HUMEDAD</td> <td style="text-align: right;">22.02</td> <td style="text-align: right;">21.99</td> </tr> </tbody> </table>		LÍMITE PLÁSTICO			RECIP. No.	49	24	PESO DE RECIP. + S.H.	28.04	26.39	PESO DE RECIP. + S.S.	24.53	23.14	PESO RECIPIENTE	8.59	8.36	PESO AGUA	3.51	3.25	PESO SUELO SECO	15.94	14.78	% HUMEDAD	22.02	21.99																																																																																																																																																											
LÍMITE PLÁSTICO																																																																																																																																																																																				
RECIP. No.	49	24																																																																																																																																																																																		
PESO DE RECIP. + S.H.	28.04	26.39																																																																																																																																																																																		
PESO DE RECIP. + S.S.	24.53	23.14																																																																																																																																																																																		
PESO RECIPIENTE	8.59	8.36																																																																																																																																																																																		
PESO AGUA	3.51	3.25																																																																																																																																																																																		
PESO SUELO SECO	15.94	14.78																																																																																																																																																																																		
% HUMEDAD	22.02	21.99																																																																																																																																																																																		
<div style="text-align: center;"> <p>Límites de Atterberg</p>  </div>		<div style="text-align: center;">  </div>																																																																																																																																																																																		
<p>RESULTADOS</p> <table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Limite Líquido</td> <td style="text-align: right;">24.2</td> <td style="text-align: right;">%</td> </tr> <tr> <td>Limite Plástico</td> <td style="text-align: right;">22.0</td> <td style="text-align: right;">%</td> </tr> <tr> <td>Índice Plástico</td> <td style="text-align: right;">2.2</td> <td style="text-align: right;">%</td> </tr> <tr> <td>Gravas</td> <td style="text-align: right;">3.1%</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Arenas</td> <td style="text-align: right;">42.1%</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Finos</td> <td style="text-align: right;">54.8%</td> <td></td> </tr> </table>		Limite Líquido	24.2	%	Limite Plástico	22.0	%	Índice Plástico	2.2	%	Gravas	3.1%		Arenas	42.1%		Finos	54.8%		<p>OBSERVACIONES:</p> <p><u>Materia compuesta de limos ligeramente plasticos,</u> <u>color rojo.</u></p>																																																																																																																																																																
Limite Líquido	24.2	%																																																																																																																																																																																		
Limite Plástico	22.0	%																																																																																																																																																																																		
Índice Plástico	2.2	%																																																																																																																																																																																		
Gravas	3.1%																																																																																																																																																																																			
Arenas	42.1%																																																																																																																																																																																			
Finos	54.8%																																																																																																																																																																																			
<p>CLASIFICACIÓN</p> <table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Índice de Grupo</td> <td style="text-align: right;">0</td> </tr> <tr> <td>A.A.S.H.T.O.</td> <td style="text-align: right;">A - 4</td> </tr> <tr> <td>U.S.C</td> <td style="text-align: right;">ML</td> </tr> </table>		Índice de Grupo	0	A.A.S.H.T.O.	A - 4	U.S.C	ML	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  EDWIN F. VALENCIA PINZÓN <small>Ingeniero Civil, MSc. Geotecnia</small> Aprobó </div> <div style="text-align: center;">  NELSON E. FLOREZ <small>Laboratorista</small> Realizó </div> </div>																																																																																																																																																																												
Índice de Grupo	0																																																																																																																																																																																			
A.A.S.H.T.O.	A - 4																																																																																																																																																																																			
U.S.C	ML																																																																																																																																																																																			


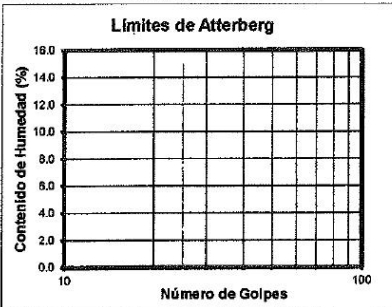
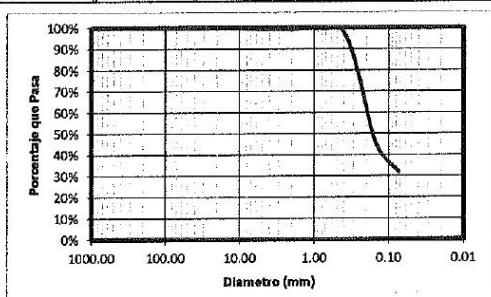


 INGENIERÍA DEL TERRENO S.A.S.		ENSAYO DE CLASIFICACIÓN LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126		IDT-FL-001																																																																																																																																										
PROYECTO: RUITOQUE CONDOMINIO CONJUNTO BUENAVISTA LOTE 35		ABSCISA																																																																																																																																												
CLIENTE: INGEAS S.A.S.		SONDEO		S1																																																																																																																																										
LOCALIZACIÓN: RUITOQUE CONDOMINIO		MUESTRA		M3																																																																																																																																										
		PROF.		2.00 - 3.00 [m]																																																																																																																																										
		FECHA:		16-09-2013																																																																																																																																										
PESO DE RECIP. + S.H. 1055.00 PESO DE RECIP. + S.S. 938.00 PESO RECIPIENTE 60.00 PESO AGUA 117.00 PESO SUELO SECO 878.00 % HUMEDAD 13.33																																																																																																																																														
LÍMITES DE CONSISTENCIA		GRADACIÓN																																																																																																																																												
LÍMITE LÍQUIDO																																																																																																																																														
Determinación No	NL																																																																																																																																													
No GOLPES																																																																																																																																														
RECIP. No.																																																																																																																																														
PESO DE RECIP. + S.H.																																																																																																																																														
PESO DE RECIP. + S.S.																																																																																																																																														
PESO RECIPIENTE																																																																																																																																														
PESO AGUA																																																																																																																																														
PESO SUELO SECO																																																																																																																																														
% HUMEDAD																																																																																																																																														
LÍMITE PLÁSTICO																																																																																																																																														
RECIP. No.	NP																																																																																																																																													
PESO DE RECIP. + S.H.																																																																																																																																														
PESO DE RECIP. + S.S.																																																																																																																																														
PESO RECIPIENTE																																																																																																																																														
PESO AGUA																																																																																																																																														
PESO SUELO SECO																																																																																																																																														
% HUMEDAD																																																																																																																																														
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Peso Inicial:</th> <th>419.50</th> <th>gr</th> <th>Peso final:</th> <th>300.00</th> <th>gr</th> </tr> <tr> <th>Tamiz (p/g)</th> <th>Tamiz (mm)</th> <th>Peso (gr)</th> <th>% Reten.</th> <th>% Ret Acum</th> <th>% Pasa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3"</td><td>76.10</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2 1/2"</td><td>64.00</td><td></td><td></td><td></td><td>100.0%</td></tr> <tr><td>2"</td><td>50.80</td><td></td><td></td><td></td><td>100.0%</td></tr> <tr><td>1 1/2"</td><td>38.10</td><td></td><td></td><td></td><td>100.0%</td></tr> <tr><td>1"</td><td>25.40</td><td></td><td></td><td></td><td>100.0%</td></tr> <tr><td>3/4"</td><td>19.00</td><td></td><td></td><td></td><td>100.0%</td></tr> <tr><td>1/2"</td><td>12.70</td><td></td><td></td><td></td><td>100.0%</td></tr> <tr><td>3/8"</td><td>9.51</td><td></td><td></td><td></td><td>100.0%</td></tr> <tr><td>4</td><td>4.76</td><td></td><td></td><td></td><td>100.0%</td></tr> <tr><td>8</td><td>2.38</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td>2.00</td><td>38.0</td><td>9.1%</td><td>9.1%</td><td>90.9%</td></tr> <tr><td>12</td><td>1.68</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>16</td><td>1.19</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>30</td><td>0.59</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>40</td><td>0.42</td><td>31.5</td><td>7.5%</td><td>16.6%</td><td>83.4%</td></tr> <tr><td>50</td><td>0.30</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>80</td><td>0.18</td><td>105.0</td><td>25.0%</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>100</td><td>0.15</td><td>59.0</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>200</td><td>0.07</td><td>66.5</td><td>15.9%</td><td>71.5%</td><td>28.5%</td></tr> <tr><td>Pasa 200</td><td></td><td>119.5</td><td>28.5%</td><td>100.0%</td><td>0.0%</td></tr> <tr><td>Total</td><td></td><td>419.5</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>			Peso Inicial:	419.50	gr	Peso final:	300.00	gr	Tamiz (p/g)	Tamiz (mm)	Peso (gr)	% Reten.	% Ret Acum	% Pasa	3"	76.10					2 1/2"	64.00				100.0%	2"	50.80				100.0%	1 1/2"	38.10				100.0%	1"	25.40				100.0%	3/4"	19.00				100.0%	1/2"	12.70				100.0%	3/8"	9.51				100.0%	4	4.76				100.0%	8	2.38					10	2.00	38.0	9.1%	9.1%	90.9%	12	1.68					16	1.19					30	0.59					40	0.42	31.5	7.5%	16.6%	83.4%	50	0.30					80	0.18	105.0	25.0%			100	0.15	59.0				200	0.07	66.5	15.9%	71.5%	28.5%	Pasa 200		119.5	28.5%	100.0%	0.0%	Total		419.5			
Peso Inicial:	419.50	gr	Peso final:	300.00	gr																																																																																																																																									
Tamiz (p/g)	Tamiz (mm)	Peso (gr)	% Reten.	% Ret Acum	% Pasa																																																																																																																																									
3"	76.10																																																																																																																																													
2 1/2"	64.00				100.0%																																																																																																																																									
2"	50.80				100.0%																																																																																																																																									
1 1/2"	38.10				100.0%																																																																																																																																									
1"	25.40				100.0%																																																																																																																																									
3/4"	19.00				100.0%																																																																																																																																									
1/2"	12.70				100.0%																																																																																																																																									
3/8"	9.51				100.0%																																																																																																																																									
4	4.76				100.0%																																																																																																																																									
8	2.38																																																																																																																																													
10	2.00	38.0	9.1%	9.1%	90.9%																																																																																																																																									
12	1.68																																																																																																																																													
16	1.19																																																																																																																																													
30	0.59																																																																																																																																													
40	0.42	31.5	7.5%	16.6%	83.4%																																																																																																																																									
50	0.30																																																																																																																																													
80	0.18	105.0	25.0%																																																																																																																																											
100	0.15	59.0																																																																																																																																												
200	0.07	66.5	15.9%	71.5%	28.5%																																																																																																																																									
Pasa 200		119.5	28.5%	100.0%	0.0%																																																																																																																																									
Total		419.5																																																																																																																																												
Límites de Atterberg		Gradación Gráfica																																																																																																																																												
																																																																																																																																														
RESULTADOS		OBSERVACIONES:																																																																																																																																												
Límite Líquido	N.L.	%	Material compuesto de arenas limosas color rojo.																																																																																																																																											
Límite Plástico	N.P.	%																																																																																																																																												
Índice Plástico	-	%																																																																																																																																												
Gravas	0.0%																																																																																																																																													
Arenas	71.5%																																																																																																																																													
Finos	28.5%																																																																																																																																													
CLASIFICACIÓN																																																																																																																																														
Índice de Grupo	0																																																																																																																																													
A.A.S.H.T.O.	A-2-4																																																																																																																																													
U.S.C.	SM																																																																																																																																													
		<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  EDWIN F. VALENCIA PINZÓN Ingeniero Civil, MSc. Geotécnica Aprobó </div> <div style="text-align: center;">  NELSON E. FLOREZ Laboratorio Realizó </div> </div>																																																																																																																																												


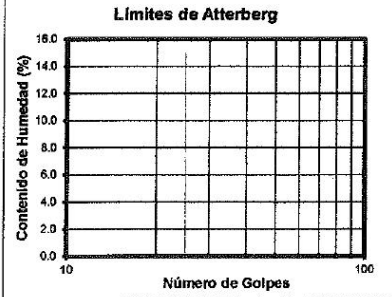
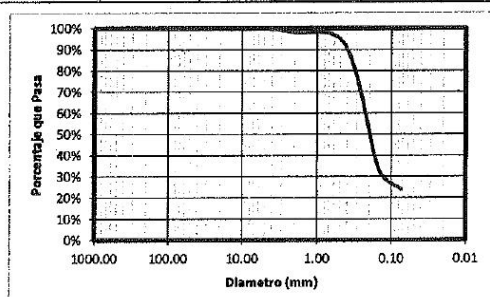


	ENSAYO DE CLASIFICACIÓN LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126	IDT-FL-001																																																																																																																																																												
PROYECTO: RUITOQUE CONDOMINIO CONJUNTO BUENAVISTA LOTE 35		ABSCISA SONDEO S1 MUESTRA M4 PROF. 3.00 - 4.00 [m] FECHA: 16-09-2013																																																																																																																																																												
CLIENTE: INGEAS LOCALIZACIÓN: RUITOQUE CONDOMINIO																																																																																																																																																														
PESO DE RECIP. + S.H. 978.00 PESO DE RECIP. + S.S. 870.00 PESO RECIPIENTE 60.00 PESO AGUA 108.00 PESO SUELO SECO 810.00 % HUMEDAD 13.33																																																																																																																																																														
LÍMITES DE CONSISTENCIA	GRADACIÓN																																																																																																																																																													
LÍMITE LÍQUIDO																																																																																																																																																														
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Determinación No</td><td></td></tr> <tr><td>No GOLPES</td><td></td></tr> <tr><td>RECIP. No</td><td></td></tr> <tr><td>PESO DE RECIP. + S.H.</td><td></td></tr> <tr><td>PESO DE RECIP. + S.S.</td><td></td></tr> <tr><td>PESO RECIPIENTE</td><td></td></tr> <tr><td>PESO AGUA</td><td></td></tr> <tr><td>PESO SUELO SECO</td><td></td></tr> <tr><td>% HUMEDAD</td><td></td></tr> </table> <div style="text-align: center; font-size: 2em; font-weight: bold; border: 2px solid black; padding: 10px; width: 100px; margin: 0 auto;">NL</div>	Determinación No		No GOLPES		RECIP. No		PESO DE RECIP. + S.H.		PESO DE RECIP. + S.S.		PESO RECIPIENTE		PESO AGUA		PESO SUELO SECO		% HUMEDAD		<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Peso inicial:</th> <th>600.50</th> <th>gr</th> <th>Peso final:</th> <th>499.50</th> <th>gr</th> </tr> <tr> <th>Tamiz (plg)</th> <th>Tamiz (mm)</th> <th>Peso (gr)</th> <th>% Reten.</th> <th>% Ret.Acum.</th> <th>% Pasa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3"</td><td>76.10</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2 1/2"</td><td>64.00</td><td></td><td></td><td></td><td>100.0%</td></tr> <tr><td>2"</td><td>50.80</td><td></td><td></td><td></td><td>100.0%</td></tr> <tr><td>1 1/2"</td><td>39.10</td><td></td><td></td><td></td><td>100.0%</td></tr> <tr><td>1"</td><td>25.40</td><td></td><td></td><td></td><td>100.0%</td></tr> <tr><td>3/4"</td><td>19.00</td><td></td><td></td><td></td><td>100.0%</td></tr> <tr><td>1/2"</td><td>12.70</td><td></td><td></td><td></td><td>100.0%</td></tr> <tr><td>3/8"</td><td>9.51</td><td></td><td></td><td></td><td>100.0%</td></tr> <tr><td>4</td><td>4.76</td><td></td><td></td><td></td><td>100.0%</td></tr> <tr><td>6</td><td>2.38</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td>2.00</td><td>28.5</td><td>4.7%</td><td>4.7%</td><td>95.3%</td></tr> <tr><td>12</td><td>1.68</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>16</td><td>1.19</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>30</td><td>0.59</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>40</td><td>0.42</td><td>54.5</td><td>9.1%</td><td>13.8%</td><td>88.2%</td></tr> <tr><td>50</td><td>0.30</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>80</td><td>0.16</td><td>355.5</td><td>59.2%</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>100</td><td>0.15</td><td>31.0</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>200</td><td>0.07</td><td>30.0</td><td>5.0%</td><td>83.2%</td><td>16.8%</td></tr> <tr><td>Pasa 200</td><td></td><td>101.0</td><td>16.8%</td><td>100.0%</td><td>0.0%</td></tr> <tr><td>Total</td><td></td><td>600.5</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>		Peso inicial:	600.50	gr	Peso final:	499.50	gr	Tamiz (plg)	Tamiz (mm)	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum.	% Pasa	3"	76.10					2 1/2"	64.00				100.0%	2"	50.80				100.0%	1 1/2"	39.10				100.0%	1"	25.40				100.0%	3/4"	19.00				100.0%	1/2"	12.70				100.0%	3/8"	9.51				100.0%	4	4.76				100.0%	6	2.38					10	2.00	28.5	4.7%	4.7%	95.3%	12	1.68					16	1.19					30	0.59					40	0.42	54.5	9.1%	13.8%	88.2%	50	0.30					80	0.16	355.5	59.2%			100	0.15	31.0				200	0.07	30.0	5.0%	83.2%	16.8%	Pasa 200		101.0	16.8%	100.0%	0.0%	Total		600.5			
Determinación No																																																																																																																																																														
No GOLPES																																																																																																																																																														
RECIP. No																																																																																																																																																														
PESO DE RECIP. + S.H.																																																																																																																																																														
PESO DE RECIP. + S.S.																																																																																																																																																														
PESO RECIPIENTE																																																																																																																																																														
PESO AGUA																																																																																																																																																														
PESO SUELO SECO																																																																																																																																																														
% HUMEDAD																																																																																																																																																														
Peso inicial:	600.50	gr	Peso final:	499.50	gr																																																																																																																																																									
Tamiz (plg)	Tamiz (mm)	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum.	% Pasa																																																																																																																																																									
3"	76.10																																																																																																																																																													
2 1/2"	64.00				100.0%																																																																																																																																																									
2"	50.80				100.0%																																																																																																																																																									
1 1/2"	39.10				100.0%																																																																																																																																																									
1"	25.40				100.0%																																																																																																																																																									
3/4"	19.00				100.0%																																																																																																																																																									
1/2"	12.70				100.0%																																																																																																																																																									
3/8"	9.51				100.0%																																																																																																																																																									
4	4.76				100.0%																																																																																																																																																									
6	2.38																																																																																																																																																													
10	2.00	28.5	4.7%	4.7%	95.3%																																																																																																																																																									
12	1.68																																																																																																																																																													
16	1.19																																																																																																																																																													
30	0.59																																																																																																																																																													
40	0.42	54.5	9.1%	13.8%	88.2%																																																																																																																																																									
50	0.30																																																																																																																																																													
80	0.16	355.5	59.2%																																																																																																																																																											
100	0.15	31.0																																																																																																																																																												
200	0.07	30.0	5.0%	83.2%	16.8%																																																																																																																																																									
Pasa 200		101.0	16.8%	100.0%	0.0%																																																																																																																																																									
Total		600.5																																																																																																																																																												
LÍMITE PLÁSTICO																																																																																																																																																														
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>RECIP. No</td><td></td></tr> <tr><td>PESO DE RECIP. + S.H.</td><td></td></tr> <tr><td>PESO DE RECIP. + S.S.</td><td></td></tr> <tr><td>PESO RECIPIENTE</td><td></td></tr> <tr><td>PESO AGUA</td><td></td></tr> <tr><td>PESO SUELO SECO</td><td></td></tr> <tr><td>% HUMEDAD</td><td></td></tr> </table> <div style="text-align: center; font-size: 2em; font-weight: bold; border: 2px solid black; padding: 10px; width: 100px; margin: 0 auto;">NP</div>	RECIP. No		PESO DE RECIP. + S.H.		PESO DE RECIP. + S.S.		PESO RECIPIENTE		PESO AGUA		PESO SUELO SECO		% HUMEDAD																																																																																																																																																	
RECIP. No																																																																																																																																																														
PESO DE RECIP. + S.H.																																																																																																																																																														
PESO DE RECIP. + S.S.																																																																																																																																																														
PESO RECIPIENTE																																																																																																																																																														
PESO AGUA																																																																																																																																																														
PESO SUELO SECO																																																																																																																																																														
% HUMEDAD																																																																																																																																																														
Límites de Atterberg 																																																																																																																																																														
RESULTADOS Límite Líquido <u> N.L. </u> % Límite Plástico <u> N.P. </u> % Índice Plástico <u> - </u> % Gravas <u> 0.0% </u> Arenas <u> 83.2% </u> Finos <u> 16.8% </u>	OBSERVACIONES: <u>Material compuesto de arenas limosas color amarillo.</u>																																																																																																																																																													
CLASIFICACIÓN Índice de Grupo <u> 0 </u> A.A.S.H.T.O. <u> A-2-4 </u> U.S.C <u> SM </u>	 EDWIN F. VALENCIA PINZÓN Ingeniero Civil, MSc. Geotecnia Aprobó	 NELSON E. FLOREZ Laboratorista Realizó																																																																																																																																																												


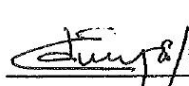


 INGENIERÍA DEL TIERRERO S.A.S.		ENSAYO DE CLASIFICACIÓN LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126		IDT-FL-001																																																																																																																																											
PROYECTO: RUITOQUE CONDOMINIO CONJUNTO BUENAVISTA LOTE 35		ABSCISA																																																																																																																																													
CLIENTE: INGEAS		SONDEO		S2																																																																																																																																											
LOCALIZACIÓN: RUITOQUE CONDOMINIO		MUESTRA		M1																																																																																																																																											
		PROF.		0.00 - 1.00 [m]																																																																																																																																											
		FECHA:		16-09-2013																																																																																																																																											
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>PESO DE RECIP. + S.H.</td> <td style="text-align: right;">743.00</td> </tr> <tr> <td>PESO DE RECIP. + S.S.</td> <td style="text-align: right;">658.00</td> </tr> <tr> <td>PESO RECIPIENTE</td> <td style="text-align: right;">58.00</td> </tr> <tr> <td>PESO AGUA</td> <td style="text-align: right;">85.00</td> </tr> <tr> <td>PESO SUELO SECO</td> <td style="text-align: right;">600.00</td> </tr> <tr> <td>% HUMEDAD</td> <td style="text-align: right;">14.17</td> </tr> </table>					PESO DE RECIP. + S.H.	743.00	PESO DE RECIP. + S.S.	658.00	PESO RECIPIENTE	58.00	PESO AGUA	85.00	PESO SUELO SECO	600.00	% HUMEDAD	14.17																																																																																																																															
PESO DE RECIP. + S.H.	743.00																																																																																																																																														
PESO DE RECIP. + S.S.	658.00																																																																																																																																														
PESO RECIPIENTE	58.00																																																																																																																																														
PESO AGUA	85.00																																																																																																																																														
PESO SUELO SECO	600.00																																																																																																																																														
% HUMEDAD	14.17																																																																																																																																														
LÍMITES DE CONSISTENCIA			GRADACIÓN																																																																																																																																												
LÍMITE LÍQUIDO																																																																																																																																															
Determinación No	1	2	3																																																																																																																																												
No GOLPES	29	23	13																																																																																																																																												
RECIP. No.	73	59	54																																																																																																																																												
PESO DE RECIP. + S.H.	32.12	31.71	33.03																																																																																																																																												
PESO DE RECIP. + S.S.	27.24	26.73	27.59																																																																																																																																												
PESO RECIPIENTE	8.56	8.31	8.2																																																																																																																																												
PESO AGUA	4.88	4.98	5.44																																																																																																																																												
PESO SUELO SECO	18.68	18.42	19.39																																																																																																																																												
% HUMEDAD	26.12	27.04	28.06																																																																																																																																												
LÍMITE PLÁSTICO																																																																																																																																															
RECIP. No.	37	32																																																																																																																																													
PESO DE RECIP. + S.H.	29.65	28.34																																																																																																																																													
PESO DE RECIP. + S.S.	25.65	25.10																																																																																																																																													
PESO RECIPIENTE	8.35	10.95																																																																																																																																													
PESO AGUA	4.00	3.24																																																																																																																																													
PESO SUELO SECO	17.30	14.15																																																																																																																																													
% HUMEDAD	23.12	22.90																																																																																																																																													
			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Peso Inicial:</th> <th>574.00</th> <th>gr</th> <th>Peso final:</th> <th>199.00</th> <th>gr</th> </tr> <tr> <th>Tamiz (plg)</th> <th>Tamiz (mm)</th> <th>Peso (gr)</th> <th>% Reten.</th> <th>% Ret.Acum</th> <th>% Pasa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3"</td><td>76.10</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2 1/2"</td><td>64.00</td><td></td><td></td><td></td><td>100.0%</td></tr> <tr><td>2"</td><td>50.80</td><td></td><td></td><td></td><td>100.0%</td></tr> <tr><td>1 1/2"</td><td>38.10</td><td></td><td></td><td></td><td>100.0%</td></tr> <tr><td>1"</td><td>25.40</td><td></td><td></td><td></td><td>100.0%</td></tr> <tr><td>3/4"</td><td>19.00</td><td></td><td></td><td></td><td>100.0%</td></tr> <tr><td>1/2"</td><td>12.70</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3/8"</td><td>9.51</td><td></td><td></td><td></td><td>100.0%</td></tr> <tr><td>4</td><td>4.76</td><td>17.5</td><td>3.0%</td><td>3.0%</td><td>97.0%</td></tr> <tr><td>8</td><td>2.38</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td>2.00</td><td>16.5</td><td>2.9%</td><td>5.9%</td><td>94.1%</td></tr> <tr><td>12</td><td>1.68</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>16</td><td>1.19</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>30</td><td>0.59</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>40</td><td>0.42</td><td>17.5</td><td>3.0%</td><td>9.0%</td><td>91.0%</td></tr> <tr><td>50</td><td>0.30</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>80</td><td>0.18</td><td>66.0</td><td>11.5%</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>100</td><td>0.15</td><td>36.0</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>200</td><td>0.07</td><td>45.5</td><td>7.9%</td><td>34.7%</td><td>65.3%</td></tr> <tr><td>Pasa 200</td><td></td><td>376.0</td><td>65.3%</td><td>100.0%</td><td>0.0%</td></tr> <tr><td>Total</td><td></td><td>574.0</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>			Peso Inicial:	574.00	gr	Peso final:	199.00	gr	Tamiz (plg)	Tamiz (mm)	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa	3"	76.10					2 1/2"	64.00				100.0%	2"	50.80				100.0%	1 1/2"	38.10				100.0%	1"	25.40				100.0%	3/4"	19.00				100.0%	1/2"	12.70					3/8"	9.51				100.0%	4	4.76	17.5	3.0%	3.0%	97.0%	8	2.38					10	2.00	16.5	2.9%	5.9%	94.1%	12	1.68					16	1.19					30	0.59					40	0.42	17.5	3.0%	9.0%	91.0%	50	0.30					80	0.18	66.0	11.5%			100	0.15	36.0				200	0.07	45.5	7.9%	34.7%	65.3%	Pasa 200		376.0	65.3%	100.0%	0.0%	Total		574.0			
Peso Inicial:	574.00	gr	Peso final:	199.00	gr																																																																																																																																										
Tamiz (plg)	Tamiz (mm)	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa																																																																																																																																										
3"	76.10																																																																																																																																														
2 1/2"	64.00				100.0%																																																																																																																																										
2"	50.80				100.0%																																																																																																																																										
1 1/2"	38.10				100.0%																																																																																																																																										
1"	25.40				100.0%																																																																																																																																										
3/4"	19.00				100.0%																																																																																																																																										
1/2"	12.70																																																																																																																																														
3/8"	9.51				100.0%																																																																																																																																										
4	4.76	17.5	3.0%	3.0%	97.0%																																																																																																																																										
8	2.38																																																																																																																																														
10	2.00	16.5	2.9%	5.9%	94.1%																																																																																																																																										
12	1.68																																																																																																																																														
16	1.19																																																																																																																																														
30	0.59																																																																																																																																														
40	0.42	17.5	3.0%	9.0%	91.0%																																																																																																																																										
50	0.30																																																																																																																																														
80	0.18	66.0	11.5%																																																																																																																																												
100	0.15	36.0																																																																																																																																													
200	0.07	45.5	7.9%	34.7%	65.3%																																																																																																																																										
Pasa 200		376.0	65.3%	100.0%	0.0%																																																																																																																																										
Total		574.0																																																																																																																																													
 <p style="text-align: center;">Límites de Atterberg</p>			 <p style="text-align: center;">Gradación</p>																																																																																																																																												
RESULTADOS			OBSERVACIONES:																																																																																																																																												
Límite Líquido	26.6	%	Material compuesto de limos arenoso color violeta.																																																																																																																																												
Límite Plástico	23.0	%																																																																																																																																													
Índice Plástico	3.6	%																																																																																																																																													
Gravas	3.0%		 																																																																																																																																												
Arenas	31.6%																																																																																																																																														
Finos	65.3%																																																																																																																																														
CLASIFICACIÓN																																																																																																																																															
Índice de Grupo	1		 EDWIN F. VALENCIA PINZÓN Ingeniero Civil, M.Sc. Geotecnia Aprobó	 NELSON E. FLOREZ Laboratorista Realizó																																																																																																																																											
A.A.S.H.T.O.	A-4																																																																																																																																														
U.S.C.	ML																																																																																																																																														


	ENSAYO DE CLASIFICACIÓN LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126	IDT-FL-001																																																																																																																																										
PROYECTO: RUITOQUE CONDOMINIO CONJUNTO BUENAVISTA LOTE 35		ABSCISA SONDEO S2 MUESTRA M4 PROF. 3.00 - 4.00 [m] FECHA: 18-09-2013																																																																																																																																										
CLIENTE: INGEAS SAS LOCALIZACIÓN: RUITOQUE CONDOMINIO																																																																																																																																												
PESO DE RECIP. + S.H. 488.00 PESO DE RECIP. + S.S. 462.00 PESO RECIPIENTE 87.00 PESO AGUA 26.00 PESO SUELO SECO 396.00 % HUMEDAD 6.58																																																																																																																																												
LÍMITES DE CONSISTENCIA		GRADACIÓN																																																																																																																																										
LÍMITE LÍQUIDO																																																																																																																																												
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Determinación No.</td><td></td></tr> <tr><td>No GOLPES</td><td></td></tr> <tr><td>RECIP. No.</td><td></td></tr> <tr><td>PESO DE RECIP. + S.H.</td><td></td></tr> <tr><td>PESO DE RECIP. + S.S.</td><td></td></tr> <tr><td>PESO RECIPIENTE</td><td></td></tr> <tr><td>PESO AGUA</td><td></td></tr> <tr><td>PESO SUELO SECO</td><td></td></tr> <tr><td>% HUMEDAD</td><td></td></tr> </table> <div style="text-align: center; font-size: 2em; font-weight: bold; border: 2px solid black; padding: 10px; width: 100px; margin: 0 auto;">NL</div>		Determinación No.		No GOLPES		RECIP. No.		PESO DE RECIP. + S.H.		PESO DE RECIP. + S.S.		PESO RECIPIENTE		PESO AGUA		PESO SUELO SECO		% HUMEDAD																																																																																																																										
Determinación No.																																																																																																																																												
No GOLPES																																																																																																																																												
RECIP. No.																																																																																																																																												
PESO DE RECIP. + S.H.																																																																																																																																												
PESO DE RECIP. + S.S.																																																																																																																																												
PESO RECIPIENTE																																																																																																																																												
PESO AGUA																																																																																																																																												
PESO SUELO SECO																																																																																																																																												
% HUMEDAD																																																																																																																																												
LÍMITE PLÁSTICO																																																																																																																																												
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>RECIP. No.</td><td></td></tr> <tr><td>PESO DE RECIP. + S.H.</td><td></td></tr> <tr><td>PESO DE RECIP. + S.S.</td><td></td></tr> <tr><td>PESO RECIPIENTE</td><td></td></tr> <tr><td>PESO AGUA</td><td></td></tr> <tr><td>PESO SUELO SECO</td><td></td></tr> <tr><td>% HUMEDAD</td><td></td></tr> </table> <div style="text-align: center; font-size: 2em; font-weight: bold; border: 2px solid black; padding: 10px; width: 100px; margin: 0 auto;">NP</div>		RECIP. No.		PESO DE RECIP. + S.H.		PESO DE RECIP. + S.S.		PESO RECIPIENTE		PESO AGUA		PESO SUELO SECO		% HUMEDAD																																																																																																																														
RECIP. No.																																																																																																																																												
PESO DE RECIP. + S.H.																																																																																																																																												
PESO DE RECIP. + S.S.																																																																																																																																												
PESO RECIPIENTE																																																																																																																																												
PESO AGUA																																																																																																																																												
PESO SUELO SECO																																																																																																																																												
% HUMEDAD																																																																																																																																												
Límites de Atterberg																																																																																																																																												
																																																																																																																																												
RESULTADOS																																																																																																																																												
Límite Líquido <u> NL </u> % Límite Plástico <u> N.P. </u> % Índice Plástico <u> - </u> %																																																																																																																																												
Gravas <u> 0.0% </u> Arenas <u> 84.0% </u> Finos <u> 16.0% </u>																																																																																																																																												
CLASIFICACIÓN																																																																																																																																												
Índice de Grupo <u> 0 </u> A.A.S.H.T.O. <u> A-2-4 </u> U.S.C <u> SM </u>																																																																																																																																												
		<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Peso Inicial:</th> <th>501.50</th> <th>gr</th> <th>Peso final:</th> <th>421.50</th> <th>gr</th> </tr> <tr> <th>Tamiz (p/g)</th> <th>Tamiz (mm)</th> <th>Peso (gr)</th> <th>% Reten.</th> <th>% Ret.Acum</th> <th>% Pasa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3"</td><td>76.10</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2 1/2"</td><td>64.00</td><td></td><td></td><td></td><td>100.0%</td></tr> <tr><td>2"</td><td>50.80</td><td></td><td></td><td></td><td>100.0%</td></tr> <tr><td>1 1/2"</td><td>38.10</td><td></td><td></td><td></td><td>100.0%</td></tr> <tr><td>1"</td><td>25.40</td><td></td><td></td><td></td><td>100.0%</td></tr> <tr><td>3/4"</td><td>19.00</td><td></td><td></td><td></td><td>100.0%</td></tr> <tr><td>1/2"</td><td>12.70</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3/8"</td><td>9.51</td><td></td><td></td><td></td><td>100.0%</td></tr> <tr><td>4</td><td>4.76</td><td></td><td></td><td></td><td>100.0%</td></tr> <tr><td>8</td><td>2.38</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td>2.00</td><td>1.5</td><td>0.3%</td><td>0.3%</td><td>99.7%</td></tr> <tr><td>12</td><td>1.68</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>16</td><td>1.19</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>30</td><td>0.59</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>40</td><td>0.42</td><td>68.5</td><td>13.3%</td><td>13.6%</td><td>86.4%</td></tr> <tr><td>50</td><td>0.30</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>80</td><td>0.18</td><td>288.5</td><td>59.5%</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>100</td><td>0.15</td><td>23.0</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>200</td><td>0.07</td><td>32.0</td><td>6.4%</td><td>84.0%</td><td>16.0%</td></tr> <tr><td>Pasa 200</td><td></td><td>80.0</td><td>16.0%</td><td>100.0%</td><td>0.0%</td></tr> <tr><td>Total</td><td></td><td>501.5</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Peso Inicial:	501.50	gr	Peso final:	421.50	gr	Tamiz (p/g)	Tamiz (mm)	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa	3"	76.10					2 1/2"	64.00				100.0%	2"	50.80				100.0%	1 1/2"	38.10				100.0%	1"	25.40				100.0%	3/4"	19.00				100.0%	1/2"	12.70					3/8"	9.51				100.0%	4	4.76				100.0%	8	2.38					10	2.00	1.5	0.3%	0.3%	99.7%	12	1.68					16	1.19					30	0.59					40	0.42	68.5	13.3%	13.6%	86.4%	50	0.30					80	0.18	288.5	59.5%			100	0.15	23.0				200	0.07	32.0	6.4%	84.0%	16.0%	Pasa 200		80.0	16.0%	100.0%	0.0%	Total		501.5			
Peso Inicial:	501.50	gr	Peso final:	421.50	gr																																																																																																																																							
Tamiz (p/g)	Tamiz (mm)	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa																																																																																																																																							
3"	76.10																																																																																																																																											
2 1/2"	64.00				100.0%																																																																																																																																							
2"	50.80				100.0%																																																																																																																																							
1 1/2"	38.10				100.0%																																																																																																																																							
1"	25.40				100.0%																																																																																																																																							
3/4"	19.00				100.0%																																																																																																																																							
1/2"	12.70																																																																																																																																											
3/8"	9.51				100.0%																																																																																																																																							
4	4.76				100.0%																																																																																																																																							
8	2.38																																																																																																																																											
10	2.00	1.5	0.3%	0.3%	99.7%																																																																																																																																							
12	1.68																																																																																																																																											
16	1.19																																																																																																																																											
30	0.59																																																																																																																																											
40	0.42	68.5	13.3%	13.6%	86.4%																																																																																																																																							
50	0.30																																																																																																																																											
80	0.18	288.5	59.5%																																																																																																																																									
100	0.15	23.0																																																																																																																																										
200	0.07	32.0	6.4%	84.0%	16.0%																																																																																																																																							
Pasa 200		80.0	16.0%	100.0%	0.0%																																																																																																																																							
Total		501.5																																																																																																																																										
																																																																																																																																												
		OBSERVACIONES: <u>Material compuesto de limos arenoso color amarillo.</u>																																																																																																																																										
		<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  EDWIN F. VALENCIA PINEDÓN Ingeniero Civil, MSc. Geotecnia Aprobó </div> <div style="text-align: center;">  NELSON E. FLOREZ Laboratorista Realizó </div> </div>																																																																																																																																										

 INGENIERIA DEL TERRENO S.A.S	ENSAYO DE CLASIFICACIÓN LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126	IDT-FL-001																																																																																																																																											
PROYECTO: RUITOQUE CONDOMINIO CONJUNTO BUENAVISTA LOTE 36	ABSCISA	SONDEO S3 MUESTRA M1 PROF. 0.00 - 1.00 [m] FECHA: 16-09-2013																																																																																																																																											
CLIENTE: INGEAS S.A.S. LOCALIZACIÓN: RUITOQUE CONDOMINIO																																																																																																																																													
PESO DE RECIP. + S.H. 587.00 PESO DE RECIP. + S.S. 529.50 PESO RECIPIENTE 67.00 PESO AGUA 57.50 PESO SUELO SECO 462.50 % HUMEDAD 12.43																																																																																																																																													
LÍMITES DE CONSISTENCIA		GRADACIÓN																																																																																																																																											
LÍMITE LÍQUIDO																																																																																																																																													
Determinación No	1	2	3																																																																																																																																										
No. GOLPES	31	23	17																																																																																																																																										
RECIP. No.	40	13	26																																																																																																																																										
PESO DE RECIP. + S.H.	32.24	32.06	33.84																																																																																																																																										
PESO DE RECIP. + S.S.	28.23	27.95	29.26																																																																																																																																										
PESO RECIPIENTE	7.64	8.36	8.51																																																																																																																																										
PESO AGUA	4.01	4.11	4.58																																																																																																																																										
PESO SUELO SECO	20.59	19.69	20.75																																																																																																																																										
% HUMEDAD	19.48	20.96	22.07																																																																																																																																										
LÍMITE PLÁSTICO																																																																																																																																													
RECIP. No.	71	62																																																																																																																																											
PESO DE RECIP. + S.H.	27.33	26.19																																																																																																																																											
PESO DE RECIP. + S.S.	24.30	23.44																																																																																																																																											
PESO RECIPIENTE	8.22	8.59																																																																																																																																											
PESO AGUA	3.03	2.75																																																																																																																																											
PESO SUELO SECO	16.08	14.85																																																																																																																																											
% HUMEDAD	18.64	18.52																																																																																																																																											
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Peso Inicial:</th> <th>518.50</th> <th>gr</th> <th>Peso final:</th> <th>263.50</th> <th>gr</th> </tr> <tr> <th>Tamiz (phi)</th> <th>Tamiz (mm)</th> <th>Peso (gr)</th> <th>% Reten.</th> <th>% Ret.Acum</th> <th>% Pasa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3"</td><td>78.10</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2 1/2"</td><td>64.00</td><td></td><td></td><td></td><td>100.0%</td></tr> <tr><td>2"</td><td>50.80</td><td></td><td></td><td></td><td>100.0%</td></tr> <tr><td>1 1/2"</td><td>38.10</td><td></td><td></td><td></td><td>100.0%</td></tr> <tr><td>1"</td><td>25.40</td><td></td><td></td><td></td><td>100.0%</td></tr> <tr><td>3/4"</td><td>19.00</td><td></td><td></td><td></td><td>100.0%</td></tr> <tr><td>1/2"</td><td>12.70</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3/8"</td><td>9.51</td><td></td><td></td><td></td><td>100.0%</td></tr> <tr><td>4</td><td>4.76</td><td></td><td></td><td></td><td>100.0%</td></tr> <tr><td>8</td><td>2.38</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td>2.00</td><td>30.0</td><td>5.8%</td><td>5.8%</td><td>94.2%</td></tr> <tr><td>12</td><td>1.68</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>16</td><td>1.19</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>30</td><td>0.59</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>40</td><td>0.42</td><td>23.5</td><td>4.5%</td><td>10.3%</td><td>89.7%</td></tr> <tr><td>50</td><td>0.30</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>80</td><td>0.18</td><td>134.0</td><td>25.8%</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>100</td><td>0.15</td><td>35.5</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>200</td><td>0.07</td><td>40.5</td><td>7.8%</td><td>50.8%</td><td>49.2%</td></tr> <tr><td>Pasa 200</td><td></td><td>255.0</td><td>49.2%</td><td>100.0%</td><td>0.0%</td></tr> <tr><td>Total</td><td></td><td>518.5</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>				Peso Inicial:	518.50	gr	Peso final:	263.50	gr	Tamiz (phi)	Tamiz (mm)	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa	3"	78.10					2 1/2"	64.00				100.0%	2"	50.80				100.0%	1 1/2"	38.10				100.0%	1"	25.40				100.0%	3/4"	19.00				100.0%	1/2"	12.70					3/8"	9.51				100.0%	4	4.76				100.0%	8	2.38					10	2.00	30.0	5.8%	5.8%	94.2%	12	1.68					16	1.19					30	0.59					40	0.42	23.5	4.5%	10.3%	89.7%	50	0.30					80	0.18	134.0	25.8%			100	0.15	35.5				200	0.07	40.5	7.8%	50.8%	49.2%	Pasa 200		255.0	49.2%	100.0%	0.0%	Total		518.5			
Peso Inicial:	518.50	gr	Peso final:	263.50	gr																																																																																																																																								
Tamiz (phi)	Tamiz (mm)	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa																																																																																																																																								
3"	78.10																																																																																																																																												
2 1/2"	64.00				100.0%																																																																																																																																								
2"	50.80				100.0%																																																																																																																																								
1 1/2"	38.10				100.0%																																																																																																																																								
1"	25.40				100.0%																																																																																																																																								
3/4"	19.00				100.0%																																																																																																																																								
1/2"	12.70																																																																																																																																												
3/8"	9.51				100.0%																																																																																																																																								
4	4.76				100.0%																																																																																																																																								
8	2.38																																																																																																																																												
10	2.00	30.0	5.8%	5.8%	94.2%																																																																																																																																								
12	1.68																																																																																																																																												
16	1.19																																																																																																																																												
30	0.59																																																																																																																																												
40	0.42	23.5	4.5%	10.3%	89.7%																																																																																																																																								
50	0.30																																																																																																																																												
80	0.18	134.0	25.8%																																																																																																																																										
100	0.15	35.5																																																																																																																																											
200	0.07	40.5	7.8%	50.8%	49.2%																																																																																																																																								
Pasa 200		255.0	49.2%	100.0%	0.0%																																																																																																																																								
Total		518.5																																																																																																																																											
 <p style="text-align: center;">Límites de Atterberg</p>		 <p style="text-align: center;">Gradación</p>																																																																																																																																											
RESULTADOS Límite Líquido 20.5 % Límite Plástico 18.7 % Índice Plástico 1.8 % Gravas 0.0% Arenas 50.8% Finos 49.2%		OBSERVACIONES: <u>Material compuesto de arenas limosas color violeta con amarillo y betas blancas.</u>																																																																																																																																											
CLASIFICACIÓN Índice de Grupo 0 A.A.S.H.T.O. A-4 U.S.C. SM		<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  EDWIN F. VALENCIA PINZÓN Ingeniero Civil, MSc. Geotecnia Aprobó </div> <div style="text-align: center;">  NELSON E. FLOREZ Laboratorio Realizó </div> </div>																																																																																																																																											

 <p>INGENIERÍA DEL TERRENO S.A.S</p>	<p>ENSAYO DE CLASIFICACIÓN LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126</p>	<p>IDT-FL-001</p>																																																																																																																																																														
<p>PROYECTO: RUITOQUE CONDOMINIO CONJUNTO BUENAVISTA LOTE 36</p>		<p>ABSCISA S3 SONDEO M3 MUESTRA 2.00 - 3.00 [m] PROF. 16-09-2013 FECHA:</p>																																																																																																																																																														
<p>CLIENTE: INGEAS LOCALIZACIÓN: RUITOQUE CONDOMINIO</p>																																																																																																																																																																
<p>PESO DE RECIP. + S.H. 885.00 PESO DE RECIP. + S.S. 809.00 PESO RECIPIENTE 69.00 PESO AGUA 76.00 PESO SUELO SECO 740.00 % HUMEDAD 10.27</p>																																																																																																																																																																
<p>LÍMITES DE CONSISTENCIA</p>	<p>GRADACIÓN</p>																																																																																																																																																															
<p>LÍMITE LÍQUIDO</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:30%;">Determinación No</td> <td style="width:30%;"></td> <td style="width:30%;"></td> </tr> <tr> <td>No GOLPES</td> <td rowspan="10" style="text-align: center; font-size: 48px; vertical-align: middle;">NL</td> <td></td> </tr> <tr> <td>RECIP. No.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>PESO DE RECIP. + S.H.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>PESO DE RECIP. + S.S.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>PESO RECIPIENTE</td> <td></td> </tr> <tr> <td>PESO AGUA</td> <td></td> </tr> <tr> <td>PESO SUELO SECO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>% HUMEDAD</td> <td></td> </tr> </table>	Determinación No			No GOLPES	NL		RECIP. No.		PESO DE RECIP. + S.H.		PESO DE RECIP. + S.S.		PESO RECIPIENTE		PESO AGUA		PESO SUELO SECO		% HUMEDAD		<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Peso Inicial:</th> <th>434.50</th> <th>gr</th> <th>Peso final:</th> <th>296.00</th> <th>gr</th> </tr> <tr> <th>Tamiz (plg)</th> <th>Tamiz (mm)</th> <th>Peso (gr)</th> <th>% Reten.</th> <th>% Ret. Acum</th> <th>% Pasa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3"</td><td>76.10</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2 1/2"</td><td>64.00</td><td></td><td></td><td></td><td>100.0%</td></tr> <tr><td>2"</td><td>50.80</td><td></td><td></td><td></td><td>100.0%</td></tr> <tr><td>1 1/2"</td><td>38.10</td><td></td><td></td><td></td><td>100.0%</td></tr> <tr><td>1"</td><td>25.40</td><td></td><td></td><td></td><td>100.0%</td></tr> <tr><td>3/4"</td><td>19.00</td><td></td><td></td><td></td><td>100.0%</td></tr> <tr><td>1/2"</td><td>12.70</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3/8"</td><td>9.51</td><td></td><td></td><td></td><td>100.0%</td></tr> <tr><td>4</td><td>4.78</td><td>3.0</td><td>0.7%</td><td>0.7%</td><td>99.3%</td></tr> <tr><td>8</td><td>2.38</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td>2.00</td><td></td><td></td><td>0.7%</td><td>99.3%</td></tr> <tr><td>12</td><td>1.68</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>16</td><td>1.19</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>30</td><td>0.59</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>40</td><td>0.42</td><td>2.0</td><td>0.5%</td><td>1.2%</td><td>98.8%</td></tr> <tr><td>50</td><td>0.30</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>80</td><td>0.18</td><td>161.0</td><td>37.1%</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>100</td><td>0.15</td><td>70.0</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>200</td><td>0.07</td><td>60.0</td><td>13.6%</td><td>68.1%</td><td>31.9%</td></tr> <tr><td>Pasa 200</td><td></td><td>138.5</td><td>31.9%</td><td>100.0%</td><td>0.0%</td></tr> <tr><td>Total</td><td></td><td>434.5</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>		Peso Inicial:	434.50	gr	Peso final:	296.00	gr	Tamiz (plg)	Tamiz (mm)	Peso (gr)	% Reten.	% Ret. Acum	% Pasa	3"	76.10					2 1/2"	64.00				100.0%	2"	50.80				100.0%	1 1/2"	38.10				100.0%	1"	25.40				100.0%	3/4"	19.00				100.0%	1/2"	12.70					3/8"	9.51				100.0%	4	4.78	3.0	0.7%	0.7%	99.3%	8	2.38					10	2.00			0.7%	99.3%	12	1.68					16	1.19					30	0.59					40	0.42	2.0	0.5%	1.2%	98.8%	50	0.30					80	0.18	161.0	37.1%			100	0.15	70.0				200	0.07	60.0	13.6%	68.1%	31.9%	Pasa 200		138.5	31.9%	100.0%	0.0%	Total		434.5			
Determinación No																																																																																																																																																																
No GOLPES	NL																																																																																																																																																															
RECIP. No.																																																																																																																																																																
PESO DE RECIP. + S.H.																																																																																																																																																																
PESO DE RECIP. + S.S.																																																																																																																																																																
PESO RECIPIENTE																																																																																																																																																																
PESO AGUA																																																																																																																																																																
PESO SUELO SECO																																																																																																																																																																
% HUMEDAD																																																																																																																																																																
Peso Inicial:		434.50	gr	Peso final:	296.00	gr																																																																																																																																																										
Tamiz (plg)		Tamiz (mm)	Peso (gr)	% Reten.	% Ret. Acum	% Pasa																																																																																																																																																										
3"	76.10																																																																																																																																																															
2 1/2"	64.00				100.0%																																																																																																																																																											
2"	50.80				100.0%																																																																																																																																																											
1 1/2"	38.10				100.0%																																																																																																																																																											
1"	25.40				100.0%																																																																																																																																																											
3/4"	19.00				100.0%																																																																																																																																																											
1/2"	12.70																																																																																																																																																															
3/8"	9.51				100.0%																																																																																																																																																											
4	4.78	3.0	0.7%	0.7%	99.3%																																																																																																																																																											
8	2.38																																																																																																																																																															
10	2.00			0.7%	99.3%																																																																																																																																																											
12	1.68																																																																																																																																																															
16	1.19																																																																																																																																																															
30	0.59																																																																																																																																																															
40	0.42	2.0	0.5%	1.2%	98.8%																																																																																																																																																											
50	0.30																																																																																																																																																															
80	0.18	161.0	37.1%																																																																																																																																																													
100	0.15	70.0																																																																																																																																																														
200	0.07	60.0	13.6%	68.1%	31.9%																																																																																																																																																											
Pasa 200		138.5	31.9%	100.0%	0.0%																																																																																																																																																											
Total		434.5																																																																																																																																																														
<p>LÍMITE PLÁSTICO</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:30%;">RECIP. No.</td> <td style="width:30%;"></td> <td style="width:30%;"></td> </tr> <tr> <td>PESO DE RECIP. + S.H.</td> <td rowspan="8" style="text-align: center; font-size: 48px; vertical-align: middle;">NP</td> <td></td> </tr> <tr> <td>PESO DE RECIP. + S.S.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>PESO RECIPIENTE</td> <td></td> </tr> <tr> <td>PESO AGUA</td> <td></td> </tr> <tr> <td>PESO SUELO SECO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>% HUMEDAD</td> <td></td> </tr> </table>	RECIP. No.			PESO DE RECIP. + S.H.	NP		PESO DE RECIP. + S.S.		PESO RECIPIENTE		PESO AGUA		PESO SUELO SECO		% HUMEDAD																																																																																																																																																	
RECIP. No.																																																																																																																																																																
PESO DE RECIP. + S.H.	NP																																																																																																																																																															
PESO DE RECIP. + S.S.																																																																																																																																																																
PESO RECIPIENTE																																																																																																																																																																
PESO AGUA																																																																																																																																																																
PESO SUELO SECO																																																																																																																																																																
% HUMEDAD																																																																																																																																																																
<p>Límites de Atterberg</p> 																																																																																																																																																																
<p>RESULTADOS</p> <p>Límite Líquido <u> </u> N.L. <u> </u> % Límite Plástico <u> </u> N.P. <u> </u> % Índice Plástico <u> </u> - <u> </u> %</p> <p>Gravas <u> </u> 0.7% Arenas <u> </u> 67.4% Finos <u> </u> 31.9%</p>		<p>OBSERVACIONES:</p> <p><u>Material compuesto de arenas limosas color amarillo.</u></p>																																																																																																																																																														
<p>CLASIFICACIÓN</p> <p>Índice de Grupo <u> </u> 0 A.A.S.H.T.O. <u> </u> A - 2 - 4 U.S.C. <u> </u> SM</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  EDWIN F. VALENCIA PINZÓN Ingeniero Civil, M.Sc. Geotecnía Aprobó </div> <div style="text-align: center;">  NELSON E. FLOREZ Laboratorio Realizó </div> </div>																																																																																																																																																															

	ENSAYO DE CLASIFICACIÓN LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 - E - 123 - E - 125 - E - 126	IDT-FL-001																																																																																																																																																												
PROYECTO: RUITOQUE CONDOMINIO CONJUNTO BUENAVISTA LOTE 36	ABSCISA	SONDEO S3																																																																																																																																																												
CLIENTE: INGEAS	MUESTRA M5	PROF. 4:00 - 5:00 [m]																																																																																																																																																												
LOCALIZACIÓN: RUITOQUE CONDOMINIO	FECHA: 16-09-2013																																																																																																																																																													
PESO DE RECIP. + S.H. 801.00 PESO DE RECIP. + S.S. 734.00 PESO RECIPIENTE 67.50 PESO AGUA 67.00 PESO SUELO SECO 886.60 % HUMEDAD 10.05																																																																																																																																																														
LÍMITES DE CONSISTENCIA	GRADACIÓN																																																																																																																																																													
LÍMITE LÍQUIDO																																																																																																																																																														
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Determinación No</td><td></td></tr> <tr><td>No GOLPES</td><td></td></tr> <tr><td>RECIP. No.</td><td style="text-align: center; font-size: 2em;">NL</td></tr> <tr><td>PESO DE RECIP. + S.H.</td><td></td></tr> <tr><td>PESO DE RECIP. + S.S.</td><td></td></tr> <tr><td>PESO RECIPIENTE</td><td></td></tr> <tr><td>PESO AGUA</td><td></td></tr> <tr><td>PESO SUELO SECO</td><td></td></tr> <tr><td>% HUMEDAD</td><td></td></tr> </table>	Determinación No		No GOLPES		RECIP. No.	NL	PESO DE RECIP. + S.H.		PESO DE RECIP. + S.S.		PESO RECIPIENTE		PESO AGUA		PESO SUELO SECO		% HUMEDAD		<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Peso inicial:</th> <th>690.00</th> <th>gr</th> <th>Peso final:</th> <th>523.50</th> <th>gr</th> </tr> <tr> <th>Tamiz (phi)</th> <th>Tamiz (mm)</th> <th>Peso (gr)</th> <th>% Reten.</th> <th>% Rel.Acum</th> <th>% Pasa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3"</td><td>76.10</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2 1/2"</td><td>64.00</td><td></td><td></td><td></td><td>100.0%</td></tr> <tr><td>2"</td><td>50.60</td><td></td><td></td><td></td><td>100.0%</td></tr> <tr><td>1 1/2"</td><td>38.10</td><td></td><td></td><td></td><td>100.0%</td></tr> <tr><td>1"</td><td>25.40</td><td></td><td></td><td></td><td>100.0%</td></tr> <tr><td>3/4"</td><td>18.00</td><td></td><td></td><td></td><td>100.0%</td></tr> <tr><td>1/2"</td><td>12.70</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3/8"</td><td>9.51</td><td></td><td></td><td></td><td>100.0%</td></tr> <tr><td>4</td><td>4.76</td><td></td><td></td><td></td><td>100.0%</td></tr> <tr><td>8</td><td>2.38</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td>2.00</td><td>13.5</td><td>2.0%</td><td>2.0%</td><td>98.0%</td></tr> <tr><td>12</td><td>1.68</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>16</td><td>1.19</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>30</td><td>0.59</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>40</td><td>0.42</td><td>43.5</td><td>6.3%</td><td>8.3%</td><td>91.7%</td></tr> <tr><td>50</td><td>0.30</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>80</td><td>0.18</td><td>335.0</td><td>48.6%</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>100</td><td>0.15</td><td>86.0</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>200</td><td>0.07</td><td>65.5</td><td>9.5%</td><td>75.9%</td><td>24.1%</td></tr> <tr><td>Pasa 200</td><td></td><td>166.5</td><td>24.1%</td><td>100.0%</td><td>0.0%</td></tr> <tr><td>Total</td><td></td><td>690.0</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>		Peso inicial:	690.00	gr	Peso final:	523.50	gr	Tamiz (phi)	Tamiz (mm)	Peso (gr)	% Reten.	% Rel.Acum	% Pasa	3"	76.10					2 1/2"	64.00				100.0%	2"	50.60				100.0%	1 1/2"	38.10				100.0%	1"	25.40				100.0%	3/4"	18.00				100.0%	1/2"	12.70					3/8"	9.51				100.0%	4	4.76				100.0%	8	2.38					10	2.00	13.5	2.0%	2.0%	98.0%	12	1.68					16	1.19					30	0.59					40	0.42	43.5	6.3%	8.3%	91.7%	50	0.30					80	0.18	335.0	48.6%			100	0.15	86.0				200	0.07	65.5	9.5%	75.9%	24.1%	Pasa 200		166.5	24.1%	100.0%	0.0%	Total		690.0			
Determinación No																																																																																																																																																														
No GOLPES																																																																																																																																																														
RECIP. No.	NL																																																																																																																																																													
PESO DE RECIP. + S.H.																																																																																																																																																														
PESO DE RECIP. + S.S.																																																																																																																																																														
PESO RECIPIENTE																																																																																																																																																														
PESO AGUA																																																																																																																																																														
PESO SUELO SECO																																																																																																																																																														
% HUMEDAD																																																																																																																																																														
Peso inicial:	690.00	gr	Peso final:	523.50	gr																																																																																																																																																									
Tamiz (phi)	Tamiz (mm)	Peso (gr)	% Reten.	% Rel.Acum	% Pasa																																																																																																																																																									
3"	76.10																																																																																																																																																													
2 1/2"	64.00				100.0%																																																																																																																																																									
2"	50.60				100.0%																																																																																																																																																									
1 1/2"	38.10				100.0%																																																																																																																																																									
1"	25.40				100.0%																																																																																																																																																									
3/4"	18.00				100.0%																																																																																																																																																									
1/2"	12.70																																																																																																																																																													
3/8"	9.51				100.0%																																																																																																																																																									
4	4.76				100.0%																																																																																																																																																									
8	2.38																																																																																																																																																													
10	2.00	13.5	2.0%	2.0%	98.0%																																																																																																																																																									
12	1.68																																																																																																																																																													
16	1.19																																																																																																																																																													
30	0.59																																																																																																																																																													
40	0.42	43.5	6.3%	8.3%	91.7%																																																																																																																																																									
50	0.30																																																																																																																																																													
80	0.18	335.0	48.6%																																																																																																																																																											
100	0.15	86.0																																																																																																																																																												
200	0.07	65.5	9.5%	75.9%	24.1%																																																																																																																																																									
Pasa 200		166.5	24.1%	100.0%	0.0%																																																																																																																																																									
Total		690.0																																																																																																																																																												
LÍMITE PLÁSTICO																																																																																																																																																														
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>RECIP. No.</td><td></td></tr> <tr><td>PESO DE RECIP. + S.H.</td><td></td></tr> <tr><td>PESO DE RECIP. + S.S.</td><td style="text-align: center; font-size: 2em;">NP</td></tr> <tr><td>PESO RECIPIENTE</td><td></td></tr> <tr><td>PESO AGUA</td><td></td></tr> <tr><td>PESO SUELO SECO</td><td></td></tr> <tr><td>% HUMEDAD</td><td></td></tr> </table>	RECIP. No.		PESO DE RECIP. + S.H.		PESO DE RECIP. + S.S.	NP	PESO RECIPIENTE		PESO AGUA		PESO SUELO SECO		% HUMEDAD																																																																																																																																																	
RECIP. No.																																																																																																																																																														
PESO DE RECIP. + S.H.																																																																																																																																																														
PESO DE RECIP. + S.S.	NP																																																																																																																																																													
PESO RECIPIENTE																																																																																																																																																														
PESO AGUA																																																																																																																																																														
PESO SUELO SECO																																																																																																																																																														
% HUMEDAD																																																																																																																																																														
Límites de Atterberg																																																																																																																																																														
																																																																																																																																																														
RESULTADOS																																																																																																																																																														
Límite Líquido <u> </u> N.L. <u> </u> % Límite Plástico <u> </u> N.P. <u> </u> % Índice Plástico <u> </u> - <u> </u> % Gravas <u> </u> 0.0% Arenas <u> </u> 75.9% Finos <u> </u> 24.1%	OBSERVACIONES: <u>Material compuesto de arenas limosas color blanco</u> <u>con fango.</u>																																																																																																																																																													
CLASIFICACIÓN																																																																																																																																																														
Índice de Grupo <u> </u> 0 A.A.S.H.T.O. <u> </u> A-2 - 4 U.S.C. <u> </u> SM	 EDWIN F. VALENCIA PINZÓN Ingeniero Civil, M.Sc. Geotecnia Aprobó	 NELSON E. FLOREZ Laboratorio Realizó																																																																																																																																																												

FORMATO DE CAMPO													IDY-FL-004		
		PROYECTO: RUITOQUE CONDOMINIO CONJUNTO BUENAVISTA LOTE 36										ABSCISA: 1			
												BONDEO: 5.00 [m]			
										CLIENTE:	FECHA: 16-09-2013				
DE	HASTA	ESTRATIFICACION	No. Muestra	Toma de Muestras			N SPT	S.U.C.S	HUMEDAD NATURAL (%)	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO	% PASA 200	NIVEL FREÁTICO	DESCRIPCIÓN
				0'-0"	6"-18"	6"-12"									
0.00	0.50		1	4	3	4	7	ML	16.45	24.2	22	2.2	54.8		Material compuesto de limos ligeramente plasticos, color rojo. Recuperacion 60 [cm]
0.50	1.00			5	5	6	11	ML	16.45	24.2	22	2.2	54.8		
1.00	1.50		2	6	7	7	14	ML	16.45	24.2	22	2.2	54.8		Material compuesto de limos ligeramente plasticos, color rojo. Recuperacion 40 [cm]
1.50	2.00			7	18	7	25	ML	16.45	24.2	22	2.2	54.8		
2.00	2.50		3	10	11	9	20	SM	13.33	N.L	N.P	-	28.5		Material compuesto de arenas limosas color rojo.
2.50	3.00			9	9	9	18	SM	13.33	N.L	N.P	-	28.5		
3.00	3.50		4	17	19	21	40	SM	13.33	N.L	N.P	-	16.8		Material compuesto de arenas limosas color amarillo. Recuperacion 45 [cm]
3.50	4.00			23	24	25	49	SM	13.33	N.L	N.P	-	16.8		
4.00	4.50		5	26	27	26	53	SM	13.33	N.L	N.P	-	16.8		Material compuesto de arenas limosas color amarillo.
4.50	5.00			28	29	47	76	SM	13.33	N.L	N.P	-	16.8		
							R								RECHAZO
OBSERVACIONES:															
NIVEL FREÁTICO															
NO SE ENCONTRÓ NIVEL FREÁTICO															
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  EDWIN F. VALENCIA PINZON Ingeniero Civil, MSc. Geotecnia Aprobó </div> <div style="text-align: center;">   NELSON E. FLOREZ Laboratorio Realizó </div> </div>															

H (m)		ENTRIFICACION	No. Muestra	Tome de Muestras			N SPT	S.L.L.C.S	HUMEDAD NATURAL (%)	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO	% PASA 200	NIVEL FREÁTICO	DESCRIPCIÓN
DE	ASTA			0-6"	6"-12"	12"-18"									
0.00	0.50		1	2	3	4	7	ML	14.17	28.6	23	3.6	65.3		Material compuesto de limos arenoso color violeta. Recuperacion 50 [cm]
0.50	1.00			4	3	4	7	ML	14.17	28.6	23	3.6	65.3		
1.00	1.50		2	4	3	4	7	ML	14.17	28.6	23	3.6	65.3		Material compuesto de limos arenoso color violeta. Recuperacion 40 [cm]
1.50	2.00			4	12	20	32	ML	14.17	28.6	23	3.6	65.3		
2.00	2.50		3	14	24	29	53	ML	14.17	28.6	23	3.6	65.3		Material compuesto de limos arenoso color violeta. Recuperacion 50 [cm]
2.50	3.00			31	24	28	49	ML	14.17	28.6	23	3.6	65.3		
3.00	3.50		4	28	23	28	49	SM	6.58	N.L	N.P	-	16		Material compuesto de limos arenoso color amarillo. Recuperacion 40 [cm]
3.50	4.00			27	28	28	64	SM	6.58	N.L	N.P	-	16		
4.00	4.50		5	28	25	26	61	SM	6.58	N.L	N.P	-	16		Material compuesto de limos arenoso color amarillo. Recuperacion 40 [cm]
4.50	5.00			26	27	28	65	SM	6.58	N.L	N.P	-	16		
5.00	5.50		6	33	37	38	75	SM	6.58	N.L	N.P	-	16		Material compuesto de limos arenoso color amarillo. Recuperacion 45 [cm]
5.50	6.00			38	38	38	72	SM	6.58	N.L	N.P	-	16		
R															RECHAZO
OBSERVACIONES:															
NIVEL FREÁTICO															
NO SE ENCONTRÓ NIVEL FREÁTICO															
															
EDWIN F. VALENCIA PINZÓN Ingeniero Civil, Msc. Geotecnia Aprobó								NELSON E. FLOREZ Laboratorio Realizó							

EDWIN F. VALENCIA PINZÓN
Ingeniero Civil, Msc. Geotecnia
Aprobó

NELSON E. FLOREZ
Laboratorio
Realizó

INGENIERIA DEL TERRAFERMO S.A.S		FORMATO DE CAMPO										IDT-FL-004	
		PROYECTO:	RUITOQUE CONDOMINIO CONJUNTO BUENAVISTA LOTE 35							ABSCISA:	3		
		CLIENTE:										SONDEO:	6.00 [m]
												PROF.:	16-05-2013
												FECHA:	16-05-2013

DE	HASTA	ENTRANCACION	No. Muestras	Toma de Muestras			N SPT	S.U.C.S	HUMEDAD NATURAL (%)	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO	% PASA 200	NIVEL FREÁTICO	DESCRIPCIÓN
				0-5"	5-15"	15-30"									
0.00	0.50		1	2	3	2	5	SM	12.43	20.5	18.7	1.8	49.2		Material compuesto de arenas limosas color violeta con amarillo y betas blancas. Recuperacion 45 [cm]
0.50	1.00			4	5	6	11	SM	12.43	20.5	18.7	1.8	49.2		
1.00	1.50		2	7	9	10	19	SM	12.43	20.5	18.7	1.8	49.2		Material compuesto de arenas limosas color violeta con amarillo y betas blancas. Recuperacion 50 [cm]
1.50	2.00			9	10	11	21	SM	12.43	20.5	18.7	1.8	49.2		
2.00	2.50		3	18	18	16	34	SM	10.27	N.L	N.P	-	31.9		Material compuesto de arenas limosas color amarillo. Recuperacion 60 [cm]
2.50	3.00			20	21	20	41	SM	10.27	N.L	N.P	-	31.9		
3.00	3.50		4	19	20	21	41	SM	10.27	N.L	N.P	-	31.9		Material compuesto de arenas limosas color amarillo. Recuperacion 60 [cm]
3.50	4.00			21	22	22	44	SM	10.27	N.L	N.P	-	31.9		
4.00	4.50		5	18	24	32	56	SM	10.05	N.L	N.P	-	24.1		Material compuesto de arenas limosas color blanco con rojo. Recuperacion 60 [cm]
4.50	5.00			27	21	28	49	SM	10.05	N.L	N.P	-	24.1		
5.00	5.50		6	29	31	33	64	SM	10.05	N.L	N.P	-	24.1		Material compuesto de arenas limosas color blanco con rojo.
5.50	6.00			36	35	48	83	SM	10.05	N.L	N.P	-	24.1		
							R								RECHAZO

OBSERVACIONES:


NIVEL FREÁTICO

NO SE ENCONTRÓ NIVEL FREÁTICO

EDWIN F. VALENCIA PINZÓN
Ingeniero Civil, MSc. Geotecnia
Aprobó

NELSON E. FLOREZ
Laboratorista
Realizó

Anexo C. Parámetros técnicos, TESICOL

 TESICOL <small>INDUSTRIAS S.A. COLOMBIA S.A.</small>	FICHA TÉCNICA SOGAS	VERSIÓN: 0	SOGAS
		FECHA: ENERO 26 DE 2010	


NOMBRE EN EL MERCADO:	3 mm	4 mm	5 mm	6 mm	8 mm	10 mm	12 mm	13 mm
MATERIA PRIMA:	Polipropileno 100 % virgen							
COLOR:	Según solicitud del cliente							
PRESENTACIÓN:	Rollo de 1.000 mts	Rollo de 1.000 mts	Rollo de 800 mts	Rollo de 500 mts	Rollo de 400 mts	Rollo de 250 mts	Rollo de 220 mts	Rollo de 200 mts
PESO:	5 Kg	8.5 Kg	10.5 Kg	8.5 Kg	12 Kg	11.3 Kg	14.2 Kg	15 Kg
RESISTENCIA A LA RUPTURA:	204 Kg-fza	351 Kg-fza	540 Kg-fza	662 Kg-fza	957 Kg-fza	1.426 Kg-fza	2.010 Kg-fza	2.343 Kg-fza
ELONGACIÓN A LA RUPTURA:	41%	41%	43%	45%	47%	48%	48%	48%
CARGA TRABAJO :	DE 40.8 Kg-fza	DE 70.2 Kg-fza	DE 108 Kg-fza	DE 132.4 Kg-fza	DE 191.4 Kg-fza	DE 285.2 Kg-fza	DE 402 Kg-fza	DE 468 Kg-fza
FACTOR SEGURIDAD :	DE 5							

La carga de trabajo se obtiene de dividir la resistencia a la ruptura por el factor de seguridad.

ATENCIÓN: Esta información está basada en la norma NTC-2092 "EMBALAJES: Cuerdas y trenzas plásticas". Esta información se suministra de buena fe, es precisa y confiable según nuestro mejor conocimiento, pero debe considerarse sólo como una guía en la selección del producto y no como garantía de funcionalidad. TESICOL S.A. declina toda responsabilidad por resultados obtenidos mediante el uso de ésta información.

ELABORADO:	MAX VANEGAS. Laboratorista	APROBADO:	CRISTOBAL REYES MARTINEZ. Gerente de Calidad
OBSERVACIONES: Este documento es emitido electrónicamente por aseguramiento de calidad por lo que no requiere de firmas.			

NIT. 890.211.562-2
 Zona Industrial Chimitá Km 1 Teléfonos: (57-7) 6760101 – 6760125 Fax: 6760706 Apdo. 3066 E-mail: info@tesicol.com.co
 BUCARAMANGA – COLOMBIA

 TESICOL <small>INDUSTRIAS S.A.</small>	FICHA TÉCNICA SOGAS	VERSIÓN: 0	SOGAS
		FECHA: ENERO 26 DE 2010	

NOMBRE EN EL MERCADO:	16 mm	19 mm	21 mm	25 mm	28 mm	34 mm	38 mm	50mm
MATERIA PRIMA:	Polipropileno 100 % virgen							
COLOR:	Según solicitud del cliente							
PRESENTACIÓN:	Rollo de 250 mts	Rollo de 150 mts	Rollo de 150 mts	Rollo de 150 mts	Rollo de 100 mts	Rollo de 100 mts	Rollo de 100 mts	Rollo de 100 mts
PESO:	30.1 Kg	25.5 Kg	30 Kg	41.2 Kg	35.5 Kg	52.1 Kg	65 Kg	113 Kg
RESISTENCIA LA RUPTURA: A	3.493 Kg-fza	4.481 Kg-fza	4.723 Kg-fza	5.814 Kg-fza	6.936 Kg-fza	9.354 Kg-fza	11.220 Kg-fza	17.020 Kg-fza
ELONGACIÓN LA RUPTURA: A	40%	41%	43%	44%	46%	49%	50%	50%
CARGA TRABAJO: DE	698.6 Kg-fza	896 Kg-fza	944 Kg-fza	1.162 Kg-fza	1.387 Kg-fza	1.870 Kg-fza	2.244 Kg-fza	3.404 Kg-fza
FACTOR SEGURIDAD: DE	5							

La carga de trabajo se obtiene de dividir la resistencia a la ruptura por el factor de seguridad.

ATENCIÓN: Esta información está basada en la norma NTC-2092 "EMBALAJES. Cuerdas y trenzas plásticas". Esta información se suministra de buena fe, es precisa y confiable según nuestro mejor conocimiento, pero debe considerarse sólo como una guía en la selección del producto y no como garantía de funcionalidad. TESICOL S.A. declina toda responsabilidad por resultados obtenidos mediante el uso de esta información.

ELABORADO:	MAX VANEGAS. Laboratorista	APROBADO:	CRISTOBAL REYES MARTINEZ. Gerente de Calidad
OBSERVACIONES: Este documento es emitido electrónicamente por aseguramiento de calidad por lo que no requiere de firmas.			

NIT. 890.211.562-2
 Zona Industrial Chimitá Km 1 Teléfonos: (57-7) 6760101 - 6760125 Fax: 6760706 Apdo. 3066 E-mail:
info@tesicol.com.co
 BUCARAMANGA - COLOMBIA

Anexo D. Diseño numérico de alternativas

DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN CON LLANTAS RECICLADAS

GEOMETRÍA		
Hsuelo	3,7	m
Hsat	0	m
Hneumático	0,225	m
Aneumático	0,65	m
Dcuerda	0,012	m
MATERIALES		
γsuelo-fund	18	KN/m ³
γsuelo-fund	10	KN/m ²
Φsuelo-fund	38	°
γsuelo-relleno	18	KN/m ³
γsuelo-relleno	0	KN/m ²
Φsuelo-relleno	38	°
Tult-T2400	41	KN
Tult-cuerda	19,71	KN
soporte	5495,01	KN/m ²
SOBRECARGAS		
quniforme	36	KN/m ²
qcohesión	0	KN/m ²
qviva	0	KN/m ²

EMPUJE ACTIVO		
Ka	0,24	
Kp	4,2	
Pa	59,1	KN
Za	1,09	m
Pp	1,91	KN
Zp	0,035	m
EMPUJE SISMICO		
δ'	23	°
Kh	0,25	
Kv	0	
β	95	°
θ'	14,04	°
α	0	°
Kae	0,35	
Pae	42,52	KN
Δpae	19,01	KN
Zae	2,77	m

Tipo de refuerzo	No capas	Z [m]	σ'v [KN/m ²]	σ'h [KN/m ²]
Geotextil	1	0,5	45	10,8
Geotextil	2	1	54	12,96
Tirante	3	1,225	58,05	13,932
Tirante	4	1,45	62,1	14,904
Tirante	5	1,675	66,15	15,876
Tirante	6	1,9	70,2	16,848
Tirante	7	2,125	74,25	17,82
Tirante	8	2,35	78,3	18,792
Tirante	9	2,575	82,35	19,764
Tirante	10	2,8	86,4	20,736
Tirante	11	3,025	90,45	21,708
Tirante	12	3,25	94,5	22,68
Tirante	13	3,475	98,55	23,652
Tirante	14	3,7	102,6	24,624

ESTABILIDAD INTERNA 0 < Z < 1 [m]

F.Srid	1,2	Z [m]	Lg	Le	Lemin	Lt	Ltmin
F.SRfl	2,2	0,5	1,56	0,76	1	2,56	2,6
F.SRdqb	1	1	1,32	0,46	1	2,32	2,6
F.S	2,64						
Tadm [KN]	15,53						
F.Sg	1,5						
Svteorico [m]	0,8						
Svmax [m]	0,5						
δ	30,4						

ESTABILIDAD INTERNA 1 < Z < 3,7 [m]

Sv [m]	0,225
Sh [m]	0,6375
F.Smin-ruptura	5
F.Sarrancamiento	3
F*	0,289

Z [m]	T [KN]	F.Sruptura	Lg [m]	Le (FS=3) [m]	Fr [KN]	Lt [m]	Ltmin [m]
1,225	2,00	9,86	1,21	1,13	11,99	2,34	2,6
1,45	2,14	9,22	1,10	1,02	12,83	2,12	2,6
1,675	2,28	8,66	0,99	0,94	13,66	1,93	2,6
1,9	2,42	8,16	0,88	0,88	14,50	1,76	2,6
2,125	2,56	7,71	0,77	0,83	15,34	1,60	2,6
2,35	2,70	7,31	0,66	0,79	16,17	1,45	2,6
2,575	2,83	6,95	0,55	0,76	17,01	1,31	2,6
2,8	2,97	6,63	0,44	0,74	17,85	1,17	2,6
3,025	3,11	6,33	0,33	0,71	18,68	1,04	2,6
3,25	3,25	6,06	0,22	0,69	19,52	0,91	2,6
3,475	3,39	5,81	0,11	0,68	20,36	0,79	2,6
3,7	3,53	5,58	0,00	0,66	21,19	0,66	2,6

ESTABILIDAD EXTERNA

DESPLIZAMIENTO	
L	2,60
t	48,57
Fresistente	126,29
Factuante	65,15
F.S	1,94
*Estático	

CUMPLE

DESPLIZAMIENTO	
L	2,60
t	48,57
Fresistente	126,29
Factuante	95,01
F.S	1,33
*Pseudostático	

CUMPLE

CAPACIDAD DE CARGA	
Nc	77,5
Nq	61,55
Ny	78,61
B	2,6
σult	2863,75
e	0,30
B/6	0,433
σmin	50,51
σmax	154,69
F.S	18,5

CUMPLE

CUMPLE

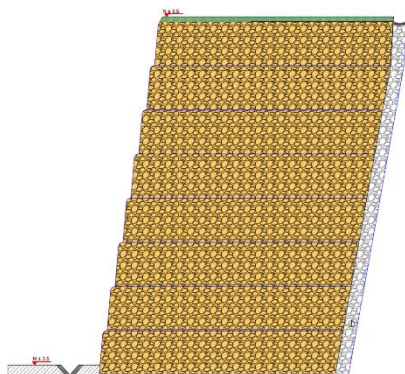
VOLCAMIENTO	
Msobrecarga	121,68
Msuelo	219,02
Mresistente	340,70
Mactuante	64,42
F.S	5,29
*Estático	

CUMPLE

VOLCAMIENTO	
Msobrecarga	121,68
Msuelo	219,02
Mresistente	340,70
Mactuante	99,97
F.S	3,41
*Pseudostático	

CUMPLE

Diseño de muro mecánicamente estabilizado con geotextiles



Tipo de refuerzo	No capas	Z [m]	$\sigma'v$ [KN/m2]	$\sigma'h$ [KN/m2]
Geotextil	1	0,45	44,1	10,584
Geotextil	2	0,9	52,2	12,528
Geotextil	3	1,35	60,3	14,472
Geotextil	4	1,8	68,4	16,416
Geotextil	5	2,25	76,5	18,36
Geotextil	6	2,7	84,6	20,304
Geotextil	7	3,15	92,7	22,248
Geotextil	8	3,6	100,8	24,192

GEOMETRÍA		
Hsuelo	3,6	m
Hsat	0	m
Hneumático	0,225	m
Aneumático	0,65	m
Dcuerda	0,012	m
MATERIALES		
γsuelo-fund	18	KN/m3
Csuelof-fund	10	KN/m2
Φsuelo-fund	38	°
γsuelo-relleno	18	KN/m3
Csuelof-relleno	0	KN/m2
Φsuelo-relleno	38	°
Tult-T2400	41	KN
Tult-cuerda	19,71	KN
soporte	5495,01	KN/m2
SOBRECARGAS		
quniforme	36	KN/m2
qcohesión	0	KN/m2
qviva	0	KN/m2

EMPUJE ACTIVO		
Ka	0,24	
Kp	4,2	
Pa	59,1	KN
Za	1,09	m
Pp	0,38	KN
Zp	0,035	m
EMPUJE SISMICO		
δ'	23	°
Kh	0,25	
Kv	0	
β	95	°
θ'	14,04	°
α	0	°
Kae	0,35	
Pae	42,52	KN
Δpae	19,01	KN
Zae	2,77	m

ESTABILIDAD INTERNA

F.Srid	1,2	Z [m]	Lg	Le	Lemin	Lt	Ltmin
F.SRfl	2,2	0,45	1,54	0,71	1	2,54	2,5
F.SRdqb	1	0,9	1,32	0,42	1	2,32	2,5
F.S	2,64	1,35	1,10	0,33	1	2,10	2,5
Tadm [KN]	15,53	1,8	0,88	0,28	1	1,88	2,5
F.Sg	1,5	2,25	0,66	0,25	1	1,66	2,5
Svteorico [m]	0,45	2,7	0,44	0,23	1	1,44	2,5
δ	30,4	3,15	0,22	0,21	1	1,22	2,5
		3,6	0,00	0,20	1	1,00	2,5

ESTABILIDAD EXTERNA

DESPLAZAMIENTO	
L	2,50
τ	47,72
Fresistente	119,30
Factuante	59,10
F.S	2,02
*Estático	

CUMPLE

DESPLAZAMIENTO	
L	2,60
τ	48,57
Fresistente	119,30
Factuante	86,18
F.S	1,38
*Pseudostático	

CUMPLE

VOLCAMIENTO	
Msobrecarga	112,50
Msuelo	219,02
Mresistente	331,52
Mactuante	64,42
F.S	5,15
*Estático	

CUMPLE

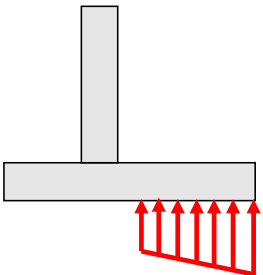
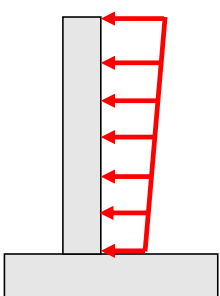
VOLCAMIENTO	
Msobrecarga	112,50
Msuelo	219,02
Mresistente	331,52
Mactuante	99,97
F.S	3,32
*Pseudostático	

CUMPLE

CAPACIDAD DE CARGA	
Nc	77,5
Nq	61,55
Ny	78,61
B	2,5
σult	2654,50
e	0,19
B/6	0,417
σmin	37,2
σmax	99,59
F.S	26,7

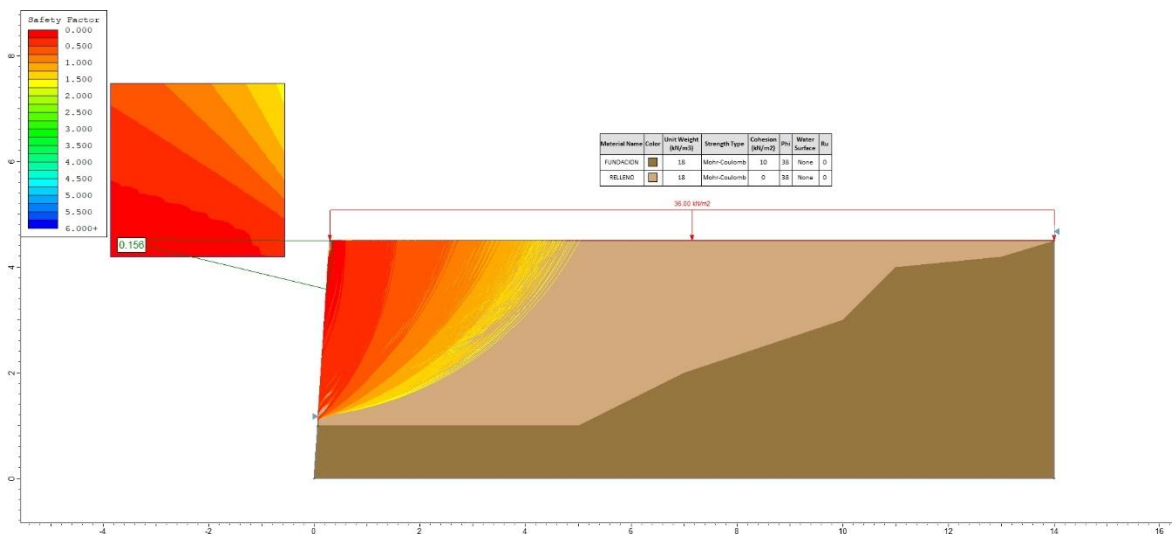
CUMPLE

CUMPLE

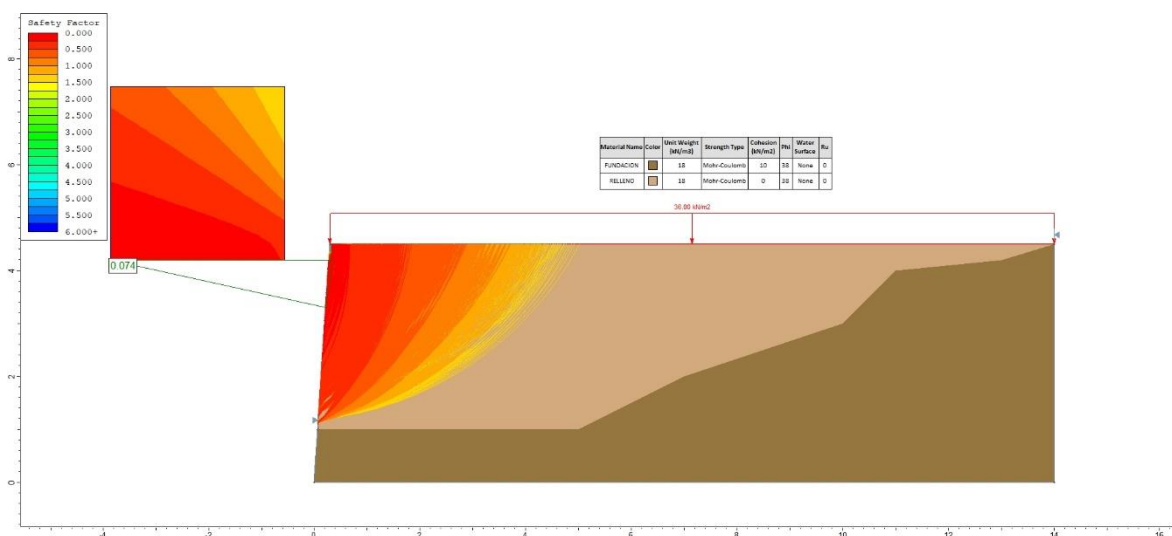
Cimentación			Concreto			Diseño de Zarpa anterior		
<i>B</i>	3,2	<i>m</i>	<i>f'c</i>	21	<i>Mpa</i>	<i>bw</i>	100	<i>cm</i>
<i>Recubrimiento</i>	7,5	<i>cm</i>	λ	1		<i>d</i>	42,5	<i>cm</i>
<i>q min</i>	6,60	<i>KN/m</i>	ϕ	0,75		<i>Mu</i>	293,15	<i>KN/m</i>
<i>q max</i>	152,55	<i>KN/m</i>						
<i>d</i>	0,425	<i>m</i>						
<i>q1</i>	80,72	<i>KN/m</i>						
Chequeo: Cortante como viga								
<i>bw</i>	1,575	<i>m</i>						
<i>Vu</i>	220,44	<i>KN</i>	Diseño de Zarpa posterior					
ϕVn	391,10	<i>KN</i>	<i>q2</i> 29,41 <i>KN</i>					
Cumple			<i>Mu</i> 2,13 <i>KN/m</i>					
Refuerzo por retracción y temperatura			<i>Mn</i> 2,37 <i>KN.m</i>					
ρ	0,0018		<i>K</i> 0,00131					
<i>As</i>	24,48	<i>cm²</i>	ρ 3,1222E-05 Aplicar ρ min					
			<i>As</i> 14,025 <i>cm²/m</i>					
Vástago			Refuerzo por retracción y temperatura Trans.			Diseño a flexion Vástago		
Chequeo: Cortante como viga			ρ	0,0018		<i>bw</i>	100	<i>cm</i>
<i>E sobrecarga</i>	26,983	<i>KN/m</i>	<i>As</i>	26,775	<i>cm²</i>	<i>d</i>	42,5	<i>cm</i>
<i>Eae</i>	67,12	<i>KN/m</i>						
<i>Recubrimiento</i>	7,5	<i>cm</i>						
<i>d</i>	0,425	<i>m</i>						
<i>q1</i>	31,86	<i>KN/m</i>						
<i>Vu</i>	152,18	<i>KN</i>						
ϕVn	1018,11	<i>KN</i>	Diseño a flexion Vástago					
Cumple			<i>bw</i> 100 <i>cm</i>					
			<i>d</i> 42,5 <i>cm</i>					
			<i>Mu</i> 395,00 <i>KN.m</i>					
			<i>Mn</i> 438,9 <i>KN.m</i>					
			<i>K</i> 0,2430					
			ρ 0,0062 Cumple					
			<i>As</i> 26,5367548 <i>cm²/m</i>					
			Refuerzo por retracción y temperatura long.					
			ρ 0,0018					
			<i>As</i> 7,65 <i>cm²/m</i>					

Anexo E. Estabilidad Global propuesta de diseño

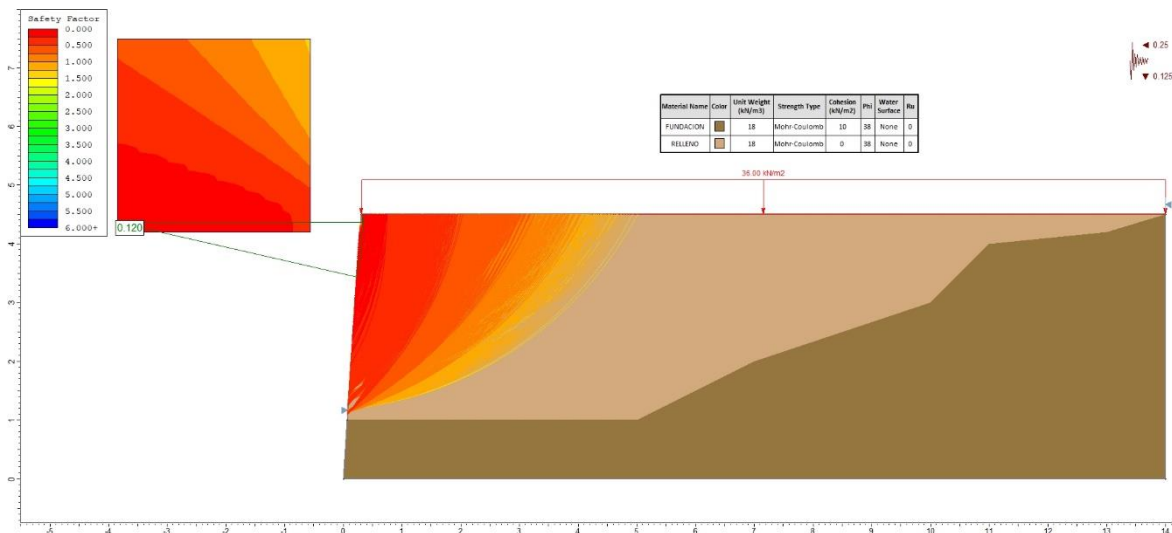
Factor de seguridad global estático del talud sin estabilizar (Bishop simplificado)



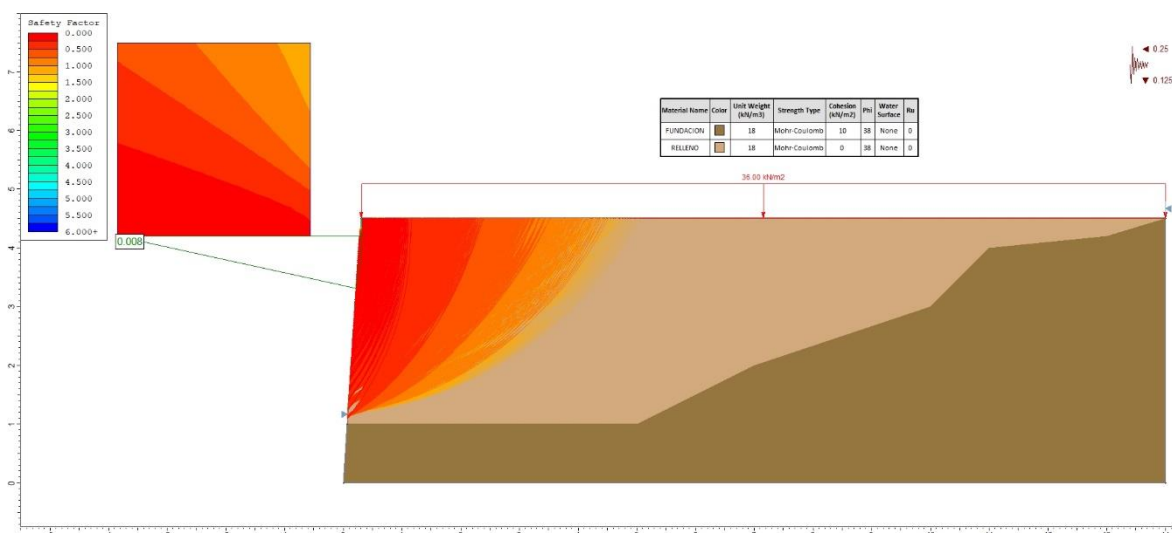
Factor de seguridad global estático del talud sin estabilizar (Janbu simplificado)



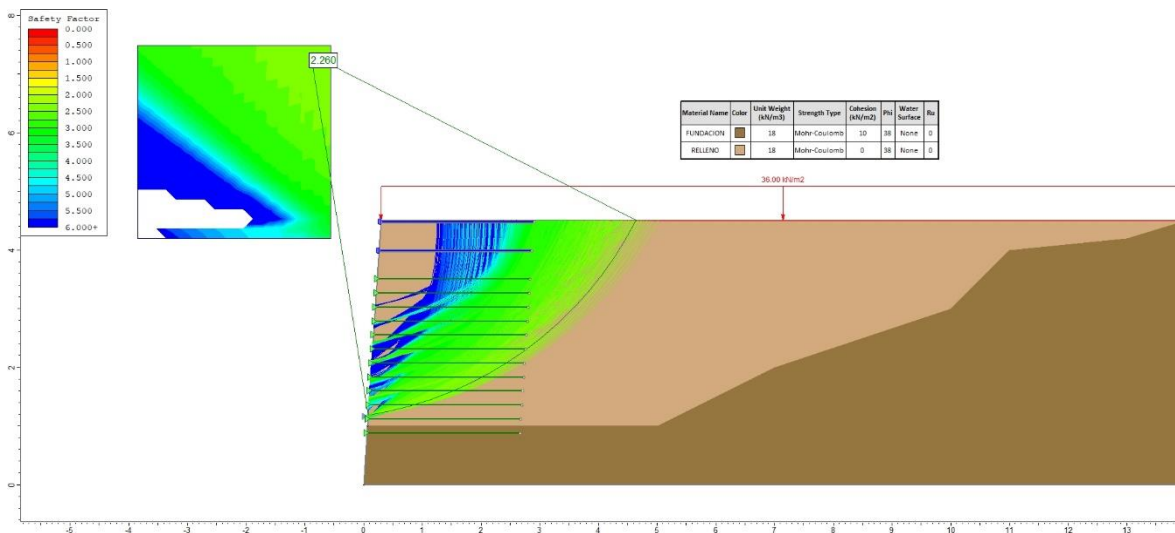
Factor de seguridad global pseudoestático del talud sin estabilizar (Bishop simplificado)



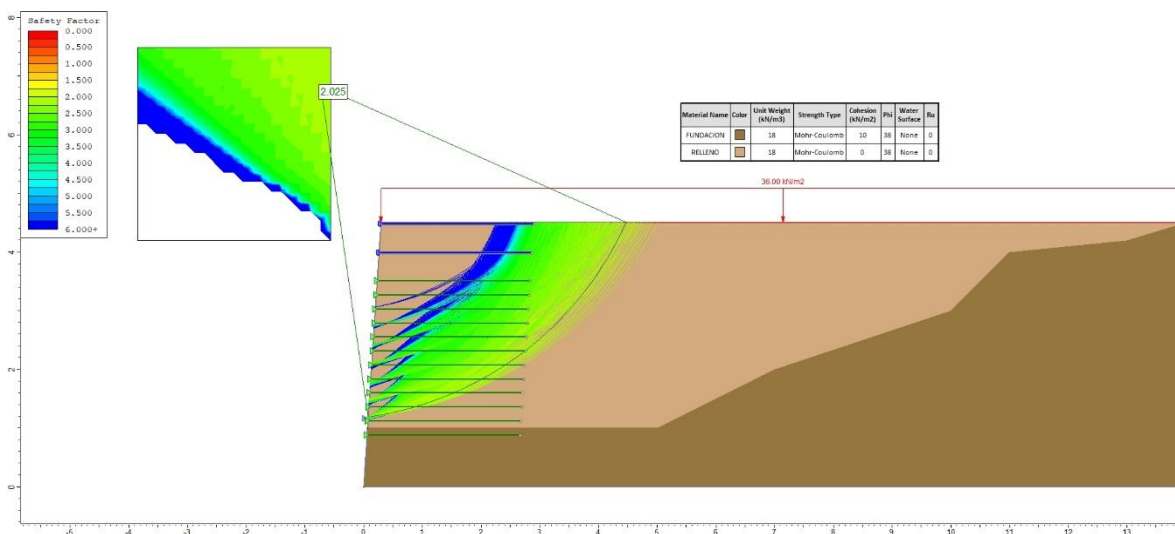
Factor de seguridad global pseudoestático del talud sin estabilizar (Janbu simplificado)



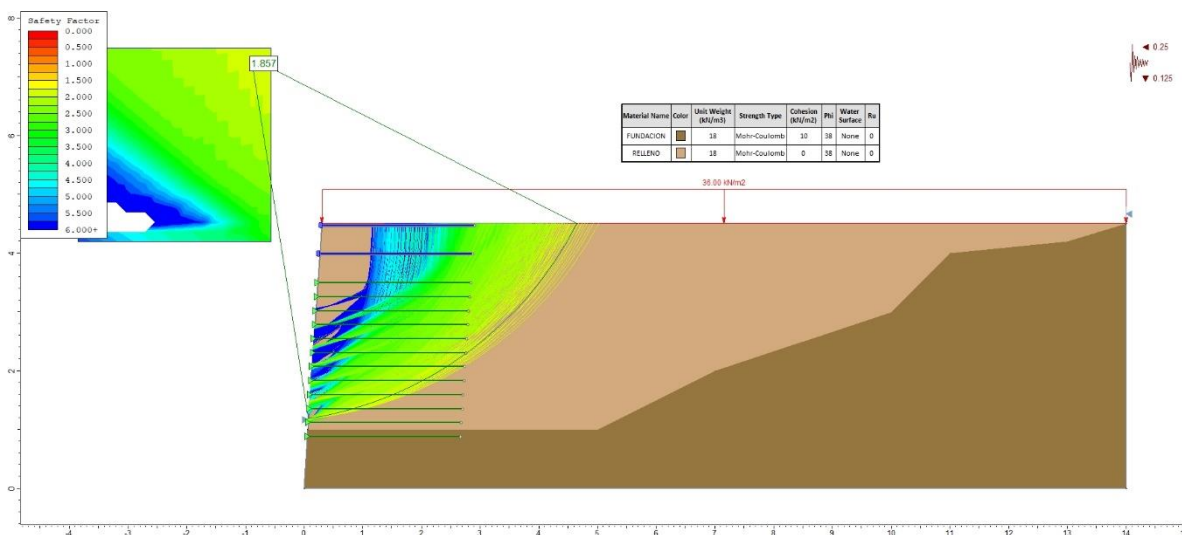
Factor de seguridad global estático del talud estabilizado (Bishop simplificado)



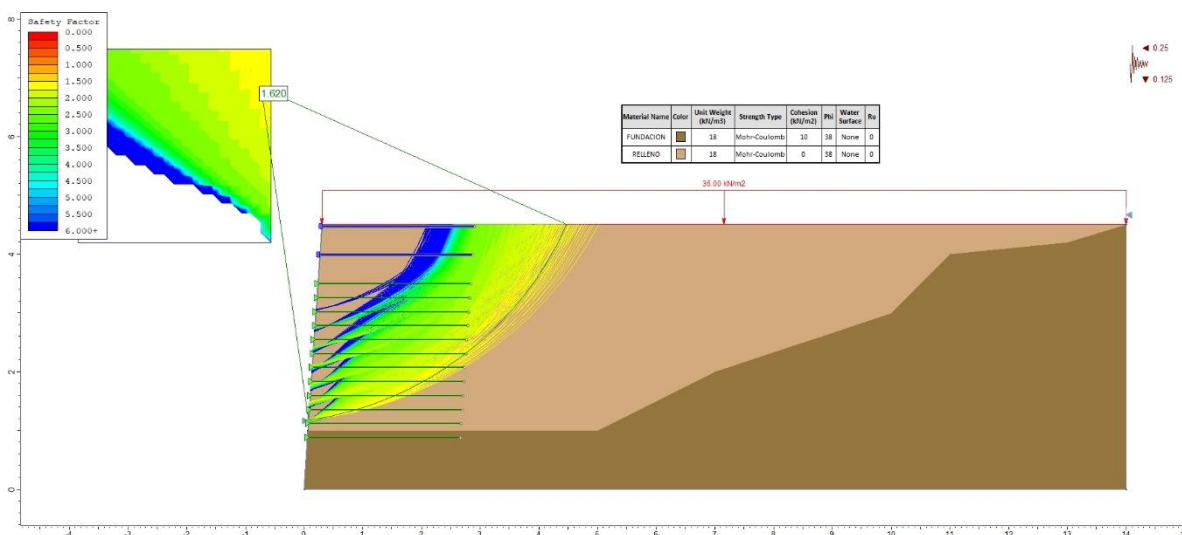
Factor de seguridad global estático del talud estabilizado (Janbu simplificado)



Factor de seguridad global pseudoestático del talud estabilizado (Bishop simplificado)



Factor de seguridad global pseudoestático del talud estabilizado (Janbu simplificado)



Anexo F. Análisis de precios unitarios de las alternativas desarrolladas

PROYECTO MURO DE CONTENCIÓN CON NEUMÁTICOS



	ACTIVIDAD	UND	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	
1,0	MURO EN SUELO REFORZADO CON NEUMÁTICOS					
1,1	Replanteo y nivelación a mano	m2	2,60	\$ 6.040	\$ 15.703	
1,2	Relleno reforzado en capas con Neumáticos y Material proveniente del sitio y/o cantera	ml	1,00	\$ 638.134	\$ 638.134	
1,3	Fachada en friso rústico e=0.03 m / reforzado malla	m2	1,00	\$ 30.782	\$ 30.782	
1,4	Geodren vial de 50 cm de alto y tubería de 65 mm	ml	1,00	\$ 23.989	\$ 23.989	
1,5	Colchón drenante inclinación 5° espesor 15 cm tubería perforada 4" (101,6mm)	ml	1,00	\$ 67.009	\$ 67.009	
1,6	Relleno reforzado en capas con Geotextil Material proveniente del sitio y/o cantera	ml	1,00	\$ 138.378	\$ 138.378	
TOTAL COSTO DIRECTO					\$ 913.996	
INCLUYE ; SUMINISTRO DE GEOSINTÉTICOS, GEODRENES, EQUIPOS DE COMPACTACIÓN, FORMALETA Y MANO DE OBRA, ASÍ COMO EL ACABADO DE FACHADA EN FRISO RÚSTICO / CORTE Y TRANSPORTE MATERIAL PARA EL RELLENO A UNA DISTANCIA MÁXIMA DE 30 MTR NO INCLUYE ; Suministro de material de relleno ni la Excavación de la caja de cimentación ni actividad de relleno en trasdos (Se cotiza por aparte) / Suministro de agua		ADMINISTRACION		11,00%	\$ 100.540	
		IMPREVISTOS		0,00%	\$ -	
		UTILIDAD		7,00%	\$ 63.980	
		TOTAL ANTES DE IVA				\$ 1.078.515
		IVA SOBRE UTILIDAD		19%	\$ 12.156	
		TOTAL				\$ 1.090.671
	ACTIVIDAD	UND	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	
1,0	MURO EN SUELO REFORZADO CON NEUMÁTICOS					
1,2	Relleno reforzado en capas con Neumáticos Material proveniente del sitio y/o cantera	m3	1,00	\$ 913.996	\$ 913.996	
TOTAL COSTO DIRECTO					\$ 913.996	
INCLUYE ; SUMINISTRO DE GEOSINTÉTICOS, GEODRENES, EQUIPOS DE COMPACTACIÓN, FORMALETA Y MANO DE OBRA, ASÍ COMO EL ACABADO DE FACHADA EN FRISO RÚSTICO / CORTE Y TRANSPORTE MATERIAL PARA EL RELLENO A UNA DISTANCIA MÁXIMA DE 30 MTR NO INCLUYE ; Suministro de material de relleno ni la Excavación de la caja de cimentación ni actividad de relleno en trasdos (Se cotiza por aparte) / Suministro de agua		ADMINISTRACION		11,00%	\$ 100.540	
		IMPREVISTOS		0,00%	\$ -	
		UTILIDAD		7,00%	\$ 63.980	
		TOTAL ANTES DE IVA				\$ 1.078.515
		IVA SOBRE UTILIDAD		19%	\$ 12.156	
		TOTAL				\$ 1.090.671

ITEM		1,1 Replanteo y nivelacion a mano				
UND		M2				
I. EQUIPO						
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	TARIFA	RENDIM.	VLR. UNIT.	
Herramienta menor		GL	\$ 1.000	1,00	\$ 1.000	
				SUBTOTAL	\$ 1.000	
II. MATERIALES						
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	PRECIO U.	CANTIDAD	DESP.	VLR. UNIT.
				SUBTOTAL	\$ 0	
III. MANO DE OBRA						
TRABAJADOR	No	JORNAL	PRESTAC.	TOTAL	RENDIM.	VLR. UNIT.
Oficial	1	65.000,00	65,0%	107.250,00	100,00	1.072,50
Ayudante	2	45.000,00	65,0%	148.500,00	100,00	1.485,00
Parafiscales	1	155.000,00	40,0%	217.000,00	100,00	2.170,00
Dotaciones	3	3.500,00	1,0%	10.605,00	100,00	106,05
Salud Ocupacional	3	6.800,00	1,0%	20.604,00	100,00	206,04
				SUBTOTAL	\$ 5.040	
				TOTAL	\$ 6.040	

ITEM 1,2	Relleno reforzado en capas con Neumaticos y Material proveniente del sitio y/o cantera
UND	ml

I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TARIFA	RENDIM.	VLR. UNIT.
Herramienta menor	GL	\$ 500	0,14	\$ 71
Retroexcavadora	Hora	\$ 80.000	1,42	\$ 56.160
Vibrocompactador	Hora	\$ 60.000	1,42	\$ 42.120
Saltarin	Dia	\$ 80.000	7,12	\$ 11.232
SUBTOTAL				\$ 109.583

II. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO U.	CANTIDAD	DESP.	VLR. UNIT.
Neumaticos 225/90/R18	ml	\$ 50.000	36,00	5,00%	\$ 230.769
Estacas	gl	\$ 1.000	1,00	5,00%	\$ 1.000
Soga polipropileno d:12mm	ml	\$ 1.545	128,40	5,00%	\$ 198.378
SUBTOTAL					\$ 430.147

III. MANO DE OBRA

TRABAJADOR	No	JORNAL	PRESTAC.	TOTAL	RENDIM.	VLR. UNIT.
Oficial	2	55.000,00	65,0%	181.500,00	21,37	8.494,20
Ayudante	8	42.000,00	65,0%	554.400,00	21,37	25.945,92
Parafiscales	1	446.000,00	40,0%	624.400,00	21,37	29.221,92
Dotaciones	10	65.000,00	1,0%	656.500,00	21,37	30.724,20
Salud Ocupacional	10	8.500,00	1,0%	85.850,00	21,37	4.017,78
SUBTOTAL					\$ 98.404	

TOTAL	\$ 638.134
--------------	-------------------

ITEM	1.3	Fachada en friso rustico e= 0.03 m / reforzado malla
UND	M2	

I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TARIFA	RENDIM.	VLR. UNIT.
Herramienta menor	GL	\$ 500	1,00	\$ 500
Andamios	m2	\$ 10.000	4,00	\$ 2.500
SUBTOTAL				\$ 3.000

II. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO U.	CANTIDAD	DESP.	VLR. UNIT.
Alambros galvanizado	kg	\$ 4.500	0,20	0,00%	\$ 900
Malla galvanizada	m2	\$ 5.000	1,00	0,00%	\$ 5.000
Cemento	bto	\$ 25.000	0,18	0,00%	\$ 4.500
Arena	m3	\$ 65.000	0,03	0,00%	\$ 2.210
SUBTOTAL					\$ 12.610

III. MANO DE OBRA

TRABAJADOR	No	JORNAL	PRESTAC.	TOTAL	RENDIM.	VLR. UNIT.
Oficial	1	55.000,00	65,0%	90.750,00	30,00	3.025,00
Ayudante	2	42.000,00	65,0%	138.600,00	30,00	4.620,00
Parafiscales	1	139.000,00	40,0%	194.600,00	30,00	6.486,67
Dotaciones	3	3.500,00	1,0%	10.605,00	30,00	353,50
Salud Ocupacional	3	6.800,00	1,0%	20.604,00	30,00	686,80
SUBTOTAL					\$ 15.172	

TOTAL	\$ 30.782
--------------	------------------

ITEM 1,4	Geodren vial de 50 cm de alto y tubería de 65 mm	
UND	ML	

I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TARIFA	RENDIM.	VLR. UNIT.
Herramienta menor	GL	\$ 500	2,00	\$ 1.000
SUBTOTAL				\$ 1.000

II. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO U.	CANTIDAD	DESP.	VLR. UNIT.
GEODREN 65 mm / 0,5M	ML	\$ 18.020	1,00	10,00%	19.822,00
SUBTOTAL					\$ 19.822

III. MANO DE OBRA

TRABAJADOR	No	JORNAL	PRESTAC.	TOTAL	RENDIM.	VLR. UNIT.
Oficial	1	55.000,00	65,0%	90.750,00	100,00	907,50
Ayudante	1	42.000,00	65,0%	69.300,00	100,00	693,00
Parafiscales	1	97.000,00	40,0%	135.800,00	100,00	1.358,00
Dotaciones	2	3.500,00	1,0%	7.070,00	100,00	70,70
Salud Ocupacional	2	6.800,00	1,0%	13.736,00	100,00	137,36
SUBTOTAL						\$ 3.167

TOTAL	\$ 23.989
--------------	------------------

ITEM 1,5	Colchon drenante inclinacion 5° espesor 15 cm tuberia perforada 4" (101,6mm)
UND	ML

I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TARIFA	RENDIM.	VLR. UNIT.
Herramienta menor	GL	\$ 300	1,00	\$ 300
SUBTOTAL				\$ 300

II. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO U.	CANTIDAD	DESP.	VLR. UNIT.
Geotextil NT 1600S 3.5m x 1mt	M2	\$ 3.114	5,42	10,00%	18.567,37
Filtro mat. Gran. Grava 3/4"	M3	\$ 80.000	0,41	10,00%	35.640,00
Tuberia perforada 4"	ML	\$ 10.398	1,00	5,00%	10.917,90
SUBTOTAL					\$ 65.125

III. MANO DE OBRA

TRABAJADOR	No	JORNAL	PRESTAC.	TOTAL	RENDIM.	VLR. UNIT.
Oficial	1	55.000,00	65,0%	90.750,00	200,00	453,75
Ayudante	1	42.000,00	65,0%	69.300,00	200,00	346,50
Parafiscales	1	97.000,00	40,0%	135.800,00	200,00	679,00
Dotaciones	2	3.500,00	1,0%	7.070,00	200,00	35,35
Salud Ocupacional	2	6.800,00	1,0%	13.736,00	200,00	68,68
SUBTOTAL						\$ 1.583

TOTAL	\$ 67.009
--------------	------------------

ITEM 1,6	Relleno reforzado en capas con Geotextil Material proveniente del sitio y/o cantera
UND	ML

I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TARIFA	RENDIM.	VLR. UNIT.
Herramienta menor	GL	\$ 500	0,38	\$ 192
Retroexcavadora	Hora	\$ 80.000	3,85	\$ 20.800
Vibrocompactador	Hora	\$ 60.000	3,85	\$ 15.600
Saltrin	Dia	\$ 80.000	19,23	\$ 4.160
Formaleta	m2	\$ 100	0,07	\$ 1.430
SUBTOTAL				\$ 42.182

II. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO U.	CANTIDAD	DESP.	VLR. UNIT.
Geosinteticos refuerzo	m2	\$ 8.750	6,20	5,00%	\$ 54.250
Estacas	gl	\$ 1.000	1,00	5,00%	\$ 1.000
Alambron galvanizado	kg	\$ 4.500	1,00	5,00%	\$ 4.500
SUBTOTAL					\$ 59.750

III. MANO DE OBRA

TRABAJADOR	No	JORNAL	PRESTAC.	TOTAL	RENDIM.	VLR. UNIT.
Oficial	2	55.000,00	65,0%	181.500,00	57,69	3.146,00
Ayudante	8	42.000,00	65,0%	554.400,00	57,69	9.609,60
Parafiscales	1	446.000,00	40,0%	624.400,00	57,69	10.822,93
Dotaciones	10	65.000,00	1,0%	656.500,00	57,69	11.379,33
Salud Ocupacional	10	8.500,00	1,0%	85.850,00	57,69	1.488,07
SUBTOTAL					\$ 36.446	

TOTAL	\$ 138.378
--------------	-------------------

MURO REFORZADO CON GEOSINTETICOS



	ACTIVIDAD	UND	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	
1,0	MURO EN SUELO REFORZADO					
1,1	Replanteo y nivelacion a mano	m2	2,60	\$ 6.040	\$ 15.703	
1,2	Relleno reforzado en capas con Geotextil Material proveniente del sitio y/o cantera	ml	1,00	\$ 278.653	\$ 278.653	
1,3	Fachada en friso rustico e=0.03 m / reforzado malla	m2	3,60	\$ 30.782	\$ 110.815	
1,4	Geodren vial de 50 cm de alto y tubería de 65 mm	ml	1,00	\$ 23.989	\$ 23.989	
1,5	Geodren planar de 0.5m de ancho para lloraderos (Horizontal: cada 2m /Vertical: cada 3 capas)	ml	1,00	\$ 67.009	\$ 67.009	
TOTAL COSTO DIRECTO					\$ 496.170	
INCLUYE ; SUMINISTRO DE GEOSINTETICOS, GEODRENES, EQUIPOS DE COMPACTACION, FORMAleta Y MANO DE OBRA, ASI COMO EL ACABADO DE FACHADA EN FRISO RUSTICO / CORTE Y TRANSPORTE MATERIAL PARA EL RELLENO A UNA DISTANCIA MAXIMA DE 30 MTR NO INCLUYE; Suministro de material de relleno ni la Excavacion de la caja de cimentacion ni actividad de relleno en trasdos (Se cotiza por aparte) / Suministro de agua		ADMINISTRACION		11,00%	\$ 54.579	
		IMPREVISTOS		0,00%	\$ -	
		UTILIDAD		7,00%	\$ 34.732	
		TOTAL ANTES DE IVA				\$ 585.480
		IVA SOBRE UTILIDAD		19%	\$ 6.599	
		TOTAL				\$ 592.079
	ACTIVIDAD	UND	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	
1,0	MURO EN SUELO REFORZADO					
1,2	Relleno reforzado en capas con Geotextil Material proveniente del sitio y/o cantera	m3	1,00	\$ 496.170	\$ 496.170	
TOTAL COSTO DIRECTO					\$ 496.170	
INCLUYE ; SUMINISTRO DE GEOSINTETICOS, GEODRENES, EQUIPOS DE COMPACTACION, FORMAleta Y MANO DE OBRA, ASI COMO EL ACABADO DE FACHADA EN FRISO RUSTICO / CORTE Y TRANSPORTE MATERIAL PARA EL RELLENO A UNA DISTANCIA MAXIMA DE 30 MTR NO INCLUYE; Suministro de material de relleno ni la Excavacion de la caja de cimentacion ni actividad de relleno en trasdos (Se cotiza por aparte) / Suministro de agua		ADMINISTRACION		11,00%	\$ 54.579	
		IMPREVISTOS		0,00%	\$ -	
		UTILIDAD		7,00%	\$ 34.732	
		TOTAL ANTES DE IVA				\$ 585.480
		IVA SOBRE UTILIDAD		19%	\$ 6.599	
		TOTAL				\$ 592.079

ITEM 1,1	Replanteo y nivelacion a mano
UND	M2

I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TARIFA	RENDIM.	VLR. UNIT.
Herramienta menor	GL	\$ 1.000	1,00	\$ 1.000
SUBTOTAL				\$ 1.000

II. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO U.	CANTIDAD	DESP.	VLR. UNIT.
SUBTOTAL					\$ 0

III. MANO DE OBRA

TRABAJADOR	No	JORNAL	PRESTAC.	TOTAL	RENDIM.	VLR. UNIT.
Oficial	1	65.000,00	65,0%	107.250,00	100,00	1.072,50
Ayudante	2	45.000,00	65,0%	148.500,00	100,00	1.485,00
Parafiscales	1	155.000,00	40,0%	217.000,00	100,00	2.170,00
Dotaciones	3	3.500,00	1,0%	10.605,00	100,00	106,05
Salud Ocupacional	3	6.800,00	1,0%	20.604,00	100,00	206,04
SUBTOTAL						\$ 5.040

TOTAL	\$ 6.040
--------------	-----------------

ITEM 1,2	Relleno reforzado en capas con Geotextil Material proveniente del sitio y/o cantera	
UND	ML	

I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TARIFA	RENDIM.	VLR. UNIT.
Herramienta menor	GL	\$ 500	0,14	\$ 71
Retroexcavadora	Hora	\$ 80.000	1,39	\$ 57.600
Vibrocompactador	Hora	\$ 60.000	1,39	\$ 43.200
Saltarin	Dia	\$ 80.000	6,94	\$ 11.520
Formaleta	m2	\$ 100	0,03	\$ 3.960
SUBTOTAL				\$ 116.351

II. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO U.	CANTIDAD	DESP.	VLR. UNIT.
Geosinteticos refuerzo	m2	\$ 8.750	3,30	5,00%	\$ 28.875
Estacas	gl	\$ 1.000	10,00	5,00%	\$ 10.000
Alambron galvanizado	kg	\$ 4.500	5,00	5,00%	\$ 22.500
SUBTOTAL					\$ 61.375

III. MANO DE OBRA

TRABAJADOR	No	JORNAL	PRESTAC.	TOTAL	RENDIM.	VLR. UNIT.
Oficial	2	55.000,00	65,0%	181.500,00	20,83	8.712,00
Ayudante	8	42.000,00	65,0%	554.400,00	20,83	26.611,20
Parafiscales	1	446.000,00	40,0%	624.400,00	20,83	29.971,20
Dotaciones	10	65.000,00	1,0%	656.500,00	20,83	31.512,00
Salud Ocupacional	10	8.500,00	1,0%	85.850,00	20,83	4.120,80
SUBTOTAL						\$ 100.927

TOTAL	\$ 278.653
--------------	-------------------

ITEM 1,3	Fachada en friso rustico e= 0.03 m / reforzado malla
UND	M2

I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TARIFA	RENDIM.	VLR. UNIT.
Herramienta menor	GL	\$ 500	1,00	\$ 500
Andamios	m2	\$ 10.000	4,00	\$ 2.500
SUBTOTAL				\$ 3.000

II. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO U.	CANTIDAD	DESP.	VLR. UNIT.
Alambros galvanizado	kg	\$ 4.500	0,20	0,00%	\$ 900
Malla galvanizada	m2	\$ 5.000	1,00	0,00%	\$ 5.000
Cemento	bto	\$ 25.000	0,18	0,00%	\$ 4.500
Arena	m3	\$ 65.000	0,03	0,00%	\$ 2.210
SUBTOTAL					\$ 12.610

III. MANO DE OBRA

TRABAJADOR	No	JORNAL	PRESTAC.	TOTAL	RENDIM.	VLR. UNIT.
Oficial	1	55.000,00	65,0%	90.750,00	30,00	3.025,00
Ayudante	2	42.000,00	65,0%	138.600,00	30,00	4.620,00
Parafiscales	1	139.000,00	40,0%	194.600,00	30,00	6.486,67
Dotaciones	3	3.500,00	1,0%	10.605,00	30,00	353,50
Salud Ocupacional	3	6.800,00	1,0%	20.604,00	30,00	686,80
SUBTOTAL					\$ 15.172	

TOTAL	\$ 30.782
--------------	------------------

ITEM 1,4	Geodren vial de 50 cm de alto y tubería de 65 mm
UND	ML

I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TARIFA	RENDIM.	VLR. UNIT.
Herramienta menor	GL	\$ 500	2,00	\$ 1.000
SUBTOTAL				\$ 1.000

II. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO U.	CANTIDAD	DESP.	VLR. UNIT.
GEODREN 65 mm / 0,5M	ML	\$ 18.020	1,00	10,00%	19.822,00
SUBTOTAL					\$ 19.822

III. MANO DE OBRA

TRABAJADOR	No	JORNAL	PRESTAC.	TOTAL	RENDIM.	VLR. UNIT.
Oficial	1	55.000,00	65,0%	90.750,00	100,00	907,50
Ayudante	1	42.000,00	65,0%	69.300,00	100,00	693,00
Parafiscales	1	97.000,00	40,0%	135.800,00	100,00	1.358,00
Dotaciones	2	3.500,00	1,0%	7.070,00	100,00	70,70
Salud Ocupacional	2	6.800,00	1,0%	13.736,00	100,00	137,36
SUBTOTAL						\$ 3.167

TOTAL	\$ 23.989
--------------	------------------

ITEM 1,5	Geodren planar de 0.5m de ancho para lloraderos (Horizontal: cada 2m /Vertical: cada 3 capas)
UND	ML

I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TARIFA	RENDIM.	VLR. UNIT.
Herramienta menor	GL	\$ 300	1,00	\$ 300
SUBTOTAL				\$ 300

II. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO U.	CANTIDAD	DESP.	VLR. UNIT.
Geotextil NT 1600S 3.5m x 1mt	M2	\$ 3.114	5,42	10,00%	18.567,37
Filtro mat. Gran. Grava 3/4"	M3	\$ 80.000	0,41	10,00%	35.640,00
Tubería perforada 4"	ML	\$ 10.398	1,00	5,00%	10.917,90
SUBTOTAL					\$ 65.125

III. MANO DE OBRA

TRABAJADOR	No	JORNAL	PRESTAC.	TOTAL	RENDIM.	VLR. UNIT.
Oficial	1	55.000,00	65,0%	90.750,00	200,00	453,75
Ayudante	1	42.000,00	65,0%	69.300,00	200,00	346,50
Parafiscales	1	97.000,00	40,0%	135.800,00	200,00	679,00
Dotaciones	2	3.500,00	1,0%	7.070,00	200,00	35,35
Salud Ocupacional	2	6.800,00	1,0%	13.736,00	200,00	68,68
SUBTOTAL					\$ 1.583	

TOTAL	\$ 67.009
--------------	------------------

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS A.P.U.



CIMIENTO MURO DE CONTENCIÓN EN CONCRETO

ITEM	DESCRIPCIÓN (Proceso ó Tarea)					UNIDAD
	Cimiento muro de contención en concreto f'c: 21 Mpa, reforzado con acero estructural Fy:420 Mpa, b:3.2m L:80m h:0.50m d':0.075m					mL
I MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	ALCANCE	DESPERDICIO	UNIDAD	CONSUMO	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
Separadores para acero, hecho de polipropileno	T2. Armado de Acero de refuerzo del cimiento.	5%	und.	1,31	\$ 850,0	\$ 1.116
Barra de acero Ø7/8" L:6.0m, Fy:420Mpa	T2. Armado de Acero de refuerzo del cimiento.	24,06%	ml	34,49	\$ 8.264,2	\$ 285.020
Barra de acero Ø 1" L:6.0m, Fy:420Mpa	T2. Armado de Acero de refuerzo del cimiento.	31,6%	ml	20,00	\$ 10.849,8	\$ 216.982
Alambre negro para amarres.	T2. Armado de Acero de refuerzo del cimiento.	5%	Kg	7,61	\$ 4.350,0	\$ 33.105
Cemento gris portland tipo 1, bulto 50 kg.	T3. Mezclado, vaciado y vibrado del concreto f'c: 21 Mpa	10%	Kg	616,00	\$ 550,0	\$ 338.800
Arena gruesa lavada de peña libre de materia orgánica	T3. Mezclado, vaciado y vibrado del concreto f'c: 21 Mpa	10%	m3	0,99	\$ 78.500,0	\$ 77.370
Triturado Ø3/4" puesto en obra	T3. Mezclado, vaciado y vibrado del concreto f'c: 21 Mpa	10%	m3	1,48	\$ 85.600,0	\$ 126.551
Agua provisional de obra.	T3. Mezclado, vaciado y vibrado del concreto f'c: 21 Mpa	10%	lts	316,80	\$ 21,0	\$ 6.653
Antisol sika, caneca 20 kg.	T4. Curado del concreto con Antisol Sika.	10%	grs	640,00	\$ 6,4	\$ 4.096
					Subtotal	\$ 1.089.692
II EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
DESCRIPCIÓN	ALCANCE		UNIDAD	RDMENTO	VALOR TARIFA	VALOR PARCIAL
Herramienta menor, 5% del costo M.O.	T1, T2, T3, T4		%M.O.	5%	\$ 317.116	\$ 15.856
Mezcladora de concreto, capacidad 1 bulto	T3. Mezclado, vaciado y vibrado del concreto f'c: 21 Mpa		hr-M/m	1,28	\$ 28.000	\$ 35.840
Vibrador de concreto tipo inmersión.	T3. Mezclado, vaciado y vibrado del concreto f'c: 21 Mpa		hr-M/m	1,28	\$ 18.000	\$ 23.040
					Subtotal	\$ 74.736
III MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	ALCANCE		UNIDAD	CONSUMO	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
1 Cuadrilla (1x1) 0.25 hr-H/m2	T1. Verificación de ejes, centros, alineamientos, plomos y cotas.	0,25 hr-H/m2	hr-M/m	0,40	\$ 19.289	\$ 7.716
1 Cuadrilla (1x1) 0.07 hr-H/kg	T2. Armado de Acero de refuerzo del cimiento.	0,07 hr-H/kg	hr-M/m	10,15	\$ 19.289	\$ 195.729
2 Cuadrillas (1x4) productividad 10 m3/día	T3. Mezclado, vaciado y vibrado del concreto f'c: 21 Mpa.	1,6 hr-H/m3	hr-H/m	2,56	\$ 43.976	\$ 112.579
1 Cuadrilla (0x1) 0.083 hr-H/m2	T4. Curado del concreto con Antisol Sika.	0,083 hr-H/m2	hr-M/m	0,13	\$ 8.229	\$ 1.093
					Subtotal	\$ 317.116
IV OTROS						
DESCRIPCIÓN	ALCANCE		UNIDAD	FACTOR	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
					Subtotal	\$ -
					COSTO DIRECTO	\$ 1.481.545
					COSTOS INDIRECTOS A.I.U. 33%	\$ 488.910
					COSTO TOTAL	\$ 1.970.454

