



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y  
URBANISMO**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
CIVIL**

**TESIS**

**ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS  
GEOTÉCNICAS DE LOS SUELOS RESIDUALES  
PARA LA ESTABILIDAD DE TALUDES EN EL  
CERRO LA CAMPANA - RUTA AL TERMINAL  
PORTUARIO DE PUERTO ETEN**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

**Ventocilla Sánchez Pedro Miguel Rubén**

**ASESORES:**

**Dr. Ing. Coronado Zuloeta, Omar**

**MSc. Guerrero Millones Ana María**

**Línea de Investigación:**

**Ingeniería de Procesos - Ingeniería Geotécnica**

**Pimentel – Perú**

**2018**

**ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS  
DE LOS SUELOS RESIDUALES PARA LA ESTABILIDAD  
DE TALUDES EN EL CERRO LA CAMPANA - RUTA AL  
TERMINAL PORTUARIO DE PUERTO ETEN**

Aprobación de Tesis

---

Dr. Ing. Coronado Zuloeta Omar  
**Presidente del jurado de tesis**

---

Mba. Ing. Patazca Rojas Pedro Ramón  
**Vocal del jurado de tesis**

---

Mg. Ing. Muñoz Pérez Sócrates Pedro  
**Secretario del jurado de tesis**

---

MSc. Ana María Guerrero Millones  
**Asesora de Tesis**

## **DEDICATORIA**

Dedicamos la presente tesis a todas las personas que me han brindado su apoyo incondicional, cuando me daban los ánimos a seguir y nunca rendirme.

A mis queridos padres Ángela Sánchez Velázquez, Miguel Rubén Ventocilla Fonseca, y a mi hermana Carolina Ventocilla Sánchez quienes, con su esfuerzo, dedicación y abnegación, me han apoyado y guiaron siempre para lograr una de mis metas.

A mis maestros. Dr. Ing. Omar Coronado Zuloeta y MSc. Ana María Guerrero Millones por su gran apoyo y motivación para la culminación de nuestros estudios profesionales para la elaboración de este proyecto de investigación; y por impulsar el desarrollo de nuestra formación profesional y por apoyarnos en su momento.

Ya que hoy, puedo sentir de esta sensación de alegría al saber que el esfuerzo en conjunto de toda mi familia ha dado sus resultados que, con perseverancia, dedicación y esfuerzo, se ha conseguido hacer realidad uno de mis sueños, para que en esta parte de mi vida lograr sostenerme, impulsarme y seguir avanzando; porque nos ha posibilitado creer más en Dios, y amar siempre a nuestros seres queridos.

## AGRADECIMIENTO

El presente trabajo de tesis primeramente me gustaría agradecerle a ti Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado A la UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

A mi maestra de tesis, MSc. Ana María Guerrero Millones, por su esfuerzo y dedicación, quien, con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar mis estudios con éxito.

También me gustaría agradecer a mi maestro Dr. Ing. Coronado Zuloeta Omar, que durante toda mi carrera profesional ha aportado en mi formación ya que, por sus consejos que ayudan a formarte como persona e investigador.

A mis padres, los cuales me han motivado durante mi formación profesional. Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

*Para ellos: Muchas gracias y que Dios los bendiga*

# ÍNDICE

<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>1.1. Situación problemática</b> .....	1
<b>1.2. Formulación del problema</b> .....	4
<b>1.3. Hipótesis</b> .....	4
<b>1.4. Objetivos</b> .....	4
<b>1.5. Justificación</b> .....	5
<b>1.6. Antecedentes de investigación</b> .....	6
<b>1.7. Marco teórico</b> .....	13
<b>1.7.1. Teorías</b> .....	13
<b>1.7.2. Variable 1</b> .....	17
<b>1.7.3. Variable 2</b> .....	22
<b>1.7.4. Normativa aplicada</b> .....	42
<b>1.7.5. Definición de términos</b> .....	48
<b>II. Material y Método</b> .....	50
<b>2.1. Tipo y Diseño de Investigación</b> .....	50
<b>2.1.1. Tipo de investigación:</b> .....	50
<b>2.1.2. Diseño de la investigación</b> .....	50
<b>2.2. Métodos de Investigación</b> .....	51
<b>2.3. Población y Muestra</b> .....	51
<b>2.4. Variables, Operacionalización</b> .....	51
<b>2.4.1. Variables</b> .....	51
<b>2.4.2. Operacionalización</b> .....	52
<b>2.5. Técnicas e Instrumento de recolección de datos</b> .....	54
<b>2.5.1. Técnicas de Recolección de datos</b> .....	54
<b>2.5.2. Instrumentos de recolección de datos</b> .....	54
<b>2.6. Validación y Confiabilidad de Instrumentos</b> .....	54
<b>2.6.1. Validación de instrumentos</b> .....	54
<b>2.6.2. Confiabilidad de Instrumento</b> .....	54
<b>III. Resultados</b> .....	56
<b>3.1. Análisis de las características de los deslizamientos observados en cada sector.</b> .....	56
<b>3.2. Caracterizar los suelos de los perfiles analizados mediante los ensayos de mecánica de suelos.</b> .....	57
<b>3.3. Realizar los planos de los taludes seleccionados.</b> .....	76
<b>3.4. Proponer el tipo de estabilizador a los taludes seleccionados.</b> .....	78

3.5. Detallar el presupuesto del proyecto .....	79
IV. DISCUSIONES.....	81
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	83
VI. REFERENCIAS .....	86

## Índice de Ilustraciones

<b>Ilustración 1. Mapa de la zona de estudio.....</b>	<b>3</b>
<b>Ilustración 2. Mapa Geotécnico Distrito de Puerto Eten.....</b>	<b>11</b>
<b>Ilustración 3. Nomenclatura de taludes y laderas .....</b>	<b>12</b>
<b>Ilustración 4. Procesos de deterioro en macizos rocosos (Hencher –1997).....</b>	<b>13</b>
<b>Ilustración 5. Las características de la litología y la estructura de la formación. 17</b>	
<b>Ilustración 7. Concreto lanzado (shotcrete) (Corral Higuera, 2006).....</b>	<b>21</b>
<b>Ilustración 8. Concreto lanzado (shotcrete) (Corral Higuera, 2006).....</b>	<b>21</b>
<b>Ilustración 9. Uso de mallas de acero (Corral Higuera, 2006) .....</b>	<b>24</b>
<b>Ilustración 10. Uso de vegetación (Corral Higuera, 2006) .....</b>	<b>24</b>
<b>Ilustración 11. Obras de drenaje superficial (Corral Higuera, 2006) .....</b>	<b>25</b>
<b>Ilustración 12. Uso de Geotextiles (Corral Higuera, 2006).....</b>	<b>26</b>
<b>Ilustración 13. Esquema general de una ladera en un suelo residual de granito (Suarez Díaz).....</b>	<b>32</b>
<b>Ilustración 14. Representación esquemática del proceso de meteorización química (Geological Society Engineering Group, 1995). (Suarez Díaz).....</b>	<b>33</b>
<b>Ilustración 15. Procesos de Meteorización (Sancio y otros, 2000). (Suarez Díaz) 33</b>	
<b>Ilustración 16. Detalle de la caja para ensayo de Corte Directo .....</b>	<b>36</b>
<b>Ilustración 6. Fórmula para el factor de seguridad .....</b>	<b>46</b>
<b>Ilustración 17. Extracción de muestras parte superior del talud .....</b>	<b>57</b>
<b>Ilustración 18.Observación de falla de talud .....</b>	<b>57</b>
<b>Ilustración 19.Extraccion de muestra parte media del talud.....</b>	<b>57</b>
<b>Ilustración 20. Grafico del porcentaje de humedad.....</b>	<b>58</b>
<b>Ilustración 21. Muestras en taras .....</b>	<b>59</b>
<b>Ilustración 22. Muestras en el horno a 110°C + - .....</b>	<b>59</b>
<b>Ilustración 23. Retirando muestra seca.....</b>	<b>59</b>

<b>Ilustración 24. Curvas granulométricas (MD1 – E1, MD1-E2, MD1 – E3, MD2 – E2, MD2-E2, MD2 – E3).....</b>	<b>60</b>
<b>Ilustración 25. Curvas granulométricas (MD3 – E1, MD3-E2, MD3 – E3, MD4 – E2, MD4-E2, MD4 – E3).....</b>	<b>60</b>
<b>Ilustración 26. Curvas granulométricas (MI1 – E1, MI1 - E2, MI1 – E3, MI2 – E2, MI2 - E2, MI2 – E3).....</b>	<b>61</b>
<b>Ilustración 27. Curvas granulométricas (MI3 – E1, MI3 - E2, MI3 – E3, MI4 – E2, MI4 - E2, MI4 – E3).....</b>	<b>61</b>
<b>Ilustración 28. Muestra saturada.....</b>	<b>62</b>
<b>Ilustración 29. Colocando muestra por las mallas .....</b>	<b>62</b>
<b>Ilustración 30. Mallas normalizadas .....</b>	<b>62</b>
<b>Ilustración 31. Taras para Límites plástico. ....</b>	<b>65</b>
<b>Ilustración 32. muestra con plasticidad nula. ....</b>	<b>65</b>
<b>Ilustración 33. bastoncitos para límite plástico no llegan a 3 mm. ....</b>	<b>65</b>
<b>Ilustración 34. Porcentaje de Sales solubles totales .....</b>	<b>66</b>
<b>Ilustración 35. Muestra en Beaker saturada. ....</b>	<b>67</b>
<b>Ilustración 36. Muestra preparada para 24hrs de asentamiento .....</b>	<b>67</b>
<b>Ilustración 37. Agitando muestra .....</b>	<b>67</b>
<b>Ilustración 38. Resultados de Peso específico relativo .....</b>	<b>68</b>
<b>Ilustración 39. Muestra saturada en fiola. ....</b>	<b>69</b>
<b>Ilustración 40. Temperatura de la muestra saturada .....</b>	<b>69</b>
<b>Ilustración 41. Extrayendo el aire atrapado. ....</b>	<b>69</b>
<b>Ilustración 42. Curva de resistencia (MD1 – E1, MD1 – E3).....</b>	<b>70</b>
<b>Ilustración 43. Cohesión y Fricción de la muestra (MD1 – E1, MD1 – E3).....</b>	<b>70</b>
<b>Ilustración 44. Curva de resistencia (MD1 – E2) .....</b>	<b>71</b>
<b>Ilustración 45. Cohesión y Fricción de la muestra (MD1 – E2) .....</b>	<b>71</b>
<b>Ilustración 46. Equipo de Corte Directo .....</b>	<b>72</b>



<b>Ilustración 47. Caja de molde para corte.....</b>	<b>72</b>
<b>Ilustración 48. Molde de la muestra .....</b>	<b>72</b>
<b>Ilustración 49. Sección de una parte del talud con su estratigrafía establecida..</b>	<b>73</b>
<b>Ilustración 50. Espectro que indica del factor de seguridad que tiene el Talud...</b>	<b>73</b>
<b>Ilustración 51. Dovelas donde indican la posible falla que tiene el talud.....</b>	<b>74</b>
<b>Ilustración 52. Superficie de la zona de estudio .....</b>	<b>75</b>
<b>Ilustración 53. 3D de los taludes y acceso al muelle de Puerto Eten .....</b>	<b>76</b>
<b>Ilustración 54. 3D de los taludes y acceso al muelle de Puerto Eten .....</b>	<b>76</b>
<b>Ilustración 55. Ficha técnica para concreto Shocrete .....</b>	<b>77</b>

## Índice de tablas

<b>Tabla 1. Microzonificación de la Ciudad .....</b>	<b>10</b>
<b>Tabla 2. Máximo tamaño de partículas que (pasa el 100%) .....</b>	<b>41</b>
<b>Tabla 3. Cantidad mínima de la muestra de agregado grueso o global .....</b>	<b>42</b>
<b>Tabla 4. Factor para limite liquido.....</b>	<b>43</b>
<b>Tabla 5. Estimados de Precisión .....</b>	<b>43</b>
<b>Tabla 6. Densidad Relativa del agua y Factor de conversiones K para .....</b>	<b>44</b>
<b>Tabla 7. Contenido de asfalto para estabilizar.....</b>	<b>45</b>
<b>Tabla 8. Diseño de Investigación.....</b>	<b>49</b>
<b>Tabla 9. Tipo de falla en el talud .....</b>	<b>55</b>
<b>Tabla 10. Resumen de los resultados .....</b>	<b>56</b>
<b>Tabla 11. Clasificación del suelo .....</b>	<b>64</b>
<b>Tabla 12. Puntos topográficos .....</b>	<b>75</b>
<b>Tabla 13. Costos del material.....</b>	<b>85</b>
<b>Tabla 14. Costos de Transporte .....</b>	<b>89</b>
<b>Tabla 15. Costos de servicios particulares .....</b>	<b>91</b>
<b>Tabla 16. Costos de ensayos realizados en laboratorio.....</b>	<b>92</b>
<b>.Tabla 17. Costo total de la investigación.....</b>	<b>95</b>

## RESUMEN

La presente investigación cuasi-experimental de tipo correlacional, donde tenemos el lugar de estudio el acceso al muelle de Puerto Eten, está establecido por unos taludes a ambos lados, estas laderas no cuentan con una seguridad adecuada ya que están ocurriendo distintos desprendimientos.

Para determinar las características del tipo de suelo que se encuentra en las laderas del Cerro La Campana se realizó los estudio de estudios de Mecánica de suelo para ver el tipo de material existente en la zona, con el ensayo del análisis granulométrico por tamizado se obtuvo como resultado una arena pobremente graduada con presencia de limo SP – SM según SUCS, y con la ayuda del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras 2018, se obtuvo la relación de los taludes para dicho material, ya que se realizó un análisis de estabilidad con los datos del ensayo de corte directo usando el programa SLIDE por el método de BISHOP SIMPLIFICADO obteniendo el factor de seguridad de los taludes, para mayor seguridad se le propone establecer un recubrimiento a los taludes con concreto Shotcrete.

Para la recolección de datos se empleó una entrevista y la guía de observación, por medio de formatos para los diferentes ensayos realizados.

Se demostró, con el análisis de estabilidad y Manual de Diseño Geométrico de Carreteras 2018, establecer la inclinación del talud con una relación 2 : 1, más el concreto Shotcrete ya no ocurrirá distintos desprendimientos en la zona de acceso hacia el muelle de Puerto Eten.

Por lo tanto, el perfilado del acceso y los taludes del Cerro La Campana del Distrito de Puerto Eten quedaron establecidos con el modelamiento que se realizó con el software de Autodesk - Civil 3D®, indicando los volúmenes de cortes que se van a realizar en su totalidad.

**Palabras Clave:** Talud, Corte Directo, Análisis Granulométrico, Factor de Seguridad, Concreto Shotcrete, estabilidad, Manual de Diseño Geométrico de Carreteras 2018.

## ABSTRACT

The present quasi-experimental investigation of correlational type, where we have the study site, the access to the pier of Puerto Eten, is established by some heels on both sides, these streets do not have adequate security as they are occurring different landslides.

To determine the characteristics of the type of soil found on the slopes of Cerro La Campana, studies of soil mechanics studies were carried out to see the type of material existing in the area, with the test of the granulometric analysis by sifting was obtained as resulting in a poorly graded sand with the presence of SP - SM silt according to SUCS, and with the help of the Road Geometric Design Manual 2018, the relationship of the slopes for this material was obtained, since a stability analysis was carried out with the data of the direct cut test using the SLIDE program by the SIMPLIFIED BISHOP method, obtaining the safety factor of the slopes, for greater safety it is proposed to establish a coating on the slopes with Shotcrete concrete.

For the data collection an interview and the observation guide were used, through formats for the different tests carried out.

It was demonstrated, with the stability analysis and Highway Geometric Design Manual 2018, to establish the inclination of the slope with a 2: 1 ratio, plus the concrete Shotcrete no longer will occur different landslides in the access area towards the pier of Puerto Eten.

Therefore, the profiling of access and the slopes of Cerro La Campana in the District of Puerto Eten were established with the modeling carried out with the Autodesk - Civil 3D®, indicating the volumes of cuts that will be made in their entirety.

**Keywords:** Slope, Direct Cutting, Granulometric Analysis, Safety Factor, Shotcrete Concrete, Stability, (DG - 2018) Geometric Road Design.

## INTRODUCCIÓN

La ciudad de Puerto Eten es uno de los centros urbanos importantes de la región Lambayeque, con una población al año 2018 de 2,522 habitantes, a pesar que el 65.42% de su Población Económicamente Activa PEA se dedica a los servicios de comercio. Las formulaciones de planes urbanos tienen como principal objetivo establecer pautas técnico – normativas para el uso racional del suelo; sin embargo, en muchas ciudades de nuestro país, a pesar de existir planes urbanos, la falta de conocimiento de la población, así como el deficiente control urbano municipal propician la ocupación de zonas expuestas a peligros naturales, resultando así sectores críticos en los que el riesgo de sufrir pérdidas y daños considerables, de tal manera dicha investigación ayudará a un sector del Distrito de Puerto Eten brindando la seguridad adecuada a los que es el acceso al muelle ya que en una zona tanto pesquera como turísticas.

La presente investigación tiene la siguiente estructura:

Capítulo I: Introducción

Capítulo II: Material y métodos

Capítulo III: Resultados

Capítulo IV: Discusión

Capítulo V: Conclusiones

Capítulo VI: Referencias

Anexos

**Aprobado con Resolución Rectoral N° 0867-2017/USS**

# **I. INTRODUCCIÓN**

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Situación problemática**

#### **1.1.1. A Nivel Internacional.**

**En Ecuador,** La conflagración de las laderas es un problema que afecta especialmente a las vías terrenales de conexión, dado que en estas organizaciones es obligatorio proceder borde de creación que afectan a la gran proporción en el estado de su antecedente. la inestabilidad de las laderas, provocando el colapso de actividades a gran sucesión como recorridas de nota, métodos de captación, casas, etc. remolques imprevistos causados por variaciones del adoquinado, por asfaltos que tienen poca renuencia, para la falta de seguridad y supuesto se deben ingerir medidas que ayuden a cargar las pendientes. Hay áreas en las que los derrumbes están presentes en cualquier instante, ahora sea debido a las leyes del firme o agentes externos, como drenaje deficiente, obligaciones excesivas o simplemente por la intemperie que está presente en los altibajos de la pendiente. Estos problemas todavía incluyen la disyuntiva de suministrar investigaciones y exámenes que fortalezcan la forma de estudiar que las características que permiten que reduzcan el perjuicio labrado por los deslizamientos de tierra. **Angamarca Angamarca, F. F. (2010).**

#### **1.1.2. A Nivel Nacional.**

**En Perú,** los suelos con poca potencial de carga o susceptibles al desplazamiento deben ser estudiadas, inmediatamente sea cuando se realizan trabajos o cuando se modifican las estipulaciones de acorde de las pendientes, puesto que se produce deslizamientos, poniendo en peligro la vida humana, los capitales materiales y el ambiente. Establecen consideraciones de normas mínimas, para la bonificación indispensable de la mezcla del asfalto y la inmovilidad de la pendiente, a través de razonamientos de alteración sintética, automotriz o topográfica. Esta disposición es obligatoria para toda el área nacional. Su laboriosidad es necesaria para todos los estudios de estabilización de Suelos y Pendientes para trabajos de ingeniería civil. La presente pauta considera los problemas mínimos, sin ser limitantes para los aprendizajes de tasación y mitigación de los contratiempos de derrumbes de taludes. **Ministerio de Vivienda, C. y. (2017). CE. 020.**

### **1.1.3. A Nivel Local**

**En Chiclayo**, encontramos “Peligros Geológicos en la región Lambayeque” está enfocado en la identificación de las zonas con mayor susceptibilidad a la ocurrencia de peligros geológicos en dicha región. El presente, es un informe preliminar que presenta las zonas críticas por peligros geológicos identificadas durante el desarrollo del proyecto.

El actual territorio de Lambayeque, está estructurado en dos basamentos geológicos: el complejo Olmos, de edad Precambriana y la Formación Salas (Ordovícico). Ambos consisten de secuencias de esquistos y filitas intercaladas con lutitas que afloran hacia el lado noreste de la región. Dichos basamentos han sido cubiertos por formaciones mesozoicas silicoclásticas (Grupo Mitu, Formación Oyotún, Grupo Goyllarizquizga) y derrames volcánicos andesíticos del Grupo Calipuy de edad eocenomioceno. Cortando a toda la secuencia descrita se encuentran rocas intrusivas y cuerpos.

Se manifiesta a manera de surcos y cárcavas en laderas de valle y altiplanicies. Comienzan con canales muy delgados que a medida que persiste la erosión, pueden profundizarse a decenas de metros. Este fenómeno sucede por infiltración de precipitaciones pluviales en suelos sueltos y desprovistos de vegetación y es perjudicial para la agricultura y el paisaje.

erosión fluvial o de riberas en algunas zonas de Chiclayo y Lambayeque

Debido a que los ríos de la región Lambayeque, son de régimen irregular y torrencioso, en épocas de crecientes incrementan su caudal con el consiguiente arrastre de material que actúa como agente erosivo de sus riberas. Esto ocurre mayormente en zonas de mayor velocidad de circulación, meandros y rocas de menor resistencia; en una acción dinámica que afectan obras de ingeniería civil, puentes, carreteras; centros poblados u obras de infraestructura de riego como bocatoma y canales.

Desprendimiento de una masa rocosa de un talud a través de una superficie a manera de saltos, rodando, etc. Se producen en rocas intrusivas, volcánicas y/o sedimentarias, que dejan numerosos bloques libres en estado de equilibrio crítico, con pendientes bajas y donde no siempre se cuentan con terrazas lo suficientemente altas para proteger los desbordes.

Es el desplazamiento de formaciones superficiales o rocas no coherentes, bajo la influencia combinada de la gravedad y saturación acuosa (por infiltraciones pluviales, subterráneas o de riego) que ocasionan la pérdida de cohesión interna del terreno deformando la masa de suelo o roca formando planos de debilidad pro donde se desliza el material que conforma una ladera. **S., Ochoa, M., & Núñez, S. (2008)**



#### 1.1.4. A Nivel Institucional

**En Puerto Eten**, el inconveniente que está ocurriendo es la mala estabilidad que tiene las laderas del Cerro La Campana por donde es el acceso al muelle de Puerto Eten por lo que se debe buscar una solución, ya que es una zona tanto turística como pesquera por tal motivo se esta realizando el estudio para identificar donde estan ocurriendo los diferentes desprendimiento en el acceso al muelle, el cual puede ocasionar diferentes accidente a los moradores y a todas las personas que van a visitar, por lo tanto se esta buscando la solucion a esta situacion problemática, de tal manera se realizaran los estudios adecuados para porder estabilizar los taludes del Cerro La campana mediante las Normas Tecnicas Peruanas y el Manual de Diseño Geometrico de Carreteras 2018. El Cerro La Campana se encuentra en el distrito de Eten Puerto, en la provincia de Chiclayo. Lambayeque - Perú. Dicho lugar se encuentran informantes arquitectónicos de una acrópolis perteneciente a la cultura Cupisnique (1000 a 800 años a.c.), envasada por los arqueólogos Dr. Walter Alva en 1978 y el Dr. Carlos Elera en 1980 con coordenadas UTM N( 9234099) E ( 625319) Z ( 7 ). **Zerga Ocaña, A. (2003)** Ver anexo 1



Ilustración 1. Mapa de la zona de estudio

## **1.2. Formulación del problema**

¿En qué medida influirá el estudio de las características geotécnicas de los suelos residuales en la estabilidad de taludes del Cerro La campana - ruta al terminal portuario puerto Eten?

## **1.3. Hipótesis**

El estudio de las características geotécnicas influirá en la representación de los suelos de las laderas del Cerro La Campana permitiendo entregar parámetros a ser utilizados en el análisis de estabilidad.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo General.**

Estudiar las características geotécnicas de los suelos residuales para la estabilidad de taludes en el cerro La campana - ruta al terminal portuario puerto Eten.

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

1. Analizar la realidad situacional del tipo de falla observados en cada sector
2. Caracterizar los suelos de los perfiles analizados mediante los ensayos de mecánica de suelos.
3. Verificar el análisis de estabilidad utilizando el software SLIDE 6.0.
4. Realizar los planos de debilidad de los taludes seleccionados.
5. Proponer el tipo de estabilizador a los taludes seleccionados.
6. Detallar el presupuesto del proyecto.

## **1.5. Justificación**

### **1.5.1. Justificación económica.**

Realizar un desarrollo del estudio en las laderas del cerro La Campana con costos mínimos de institución, compra y mantenimiento, donde llegan al muelle de Puerto Etén de forma regulatoria y al mismo plazo proteger el ambiente nacional de tal manera con la realización del estudio vamos a obtener propuestas de como estabilizar los taludes. **Poveda orduña , J. J., & Guillermo Vargas, A. (2006).**

### **1.5.2. Justificación Social.**

Este tratado está abocado a cumplirse para legar sin implicar problemas de arrastres de tierra a una importante encogida que comunica al condado de Puerto Etén con la plaza, para el tranco del borde comercial y las visitas turísticas que repercute beneficiosamente en toda la sociedad al distrito de Puerto Eten. **Suarez Diaz, J. (1998).**

### **1.5.3. Justificación Ambiental.**

La conservación del medio ambiente debe ser considerado ya que la ladera del Cerro La Campana está siendo afectado por la meteorización y está causando derrumbes de acuerdo a este problema se está realizando el estudio de las características geotécnicas para poder obtener diferentes soluciones. Fue claro propinar una posibilidad definitiva al reparo y originar obras de funda ambiental y estabilización de la ladera superior. **Poveda orduña , J. J., & Guillermo Vargas, A. (2006).**

### **1.5.4. Justificación Tecnológica.**

Debido a que es una comarca costera se investigación usar reglas de bioingeniería pueden ser una buena posibilidad puesto que se basan en el hábito de cubiertas vegetales vivas como sujeto constructivo, globalmente o con concreto lanzado (shotcrete), geotextiles o artículos sintéticos). Estas estructuras se pueden separar en un grupo principal como técnicas de recubrimiento. **Suarez Diaz, J. (1998).**

## **1.6. Antecedentes de investigación**

### **1.6.1. A Nivel internacional.**

**Montoya Orozco, (2009).** En su investigación “**Confiabilidad de taludes**” se pretende los siguientes objetivos:

Analizar las explicaciones del examen de la confiabilidad en firmeza de laderas. Los estilos para el opúsculo de firmeza de taludes se basan en hipótesis propias. Para el ensayo bidimensional, la universalidad de los sistemas comparte lo subsiguiente:

El análisis bidimensional está idealizado de que el problema es la deformación plana. Porque el tramo L es mucho mayor que las dimensiones de la sección transversal.

La metodología aplicada al calcular el índice de confiabilidad por diferentes métodos, la comparación de los resultados obtenidos entre ellos se realiza y compara con el cálculo del factor de seguridad aplicando el método de elementos finitos.

Conclusión

El objetivo del ensayo de firmeza de la pendiente es aprender la hipótesis del brete para que el borrador de los embarazos y algodones que dan punto a la pendiente o afectan la firmeza de la pendiente se lleven a cabo de forma segura y económica.

**Cabrera rivera, (2007).** En su tesis “**Características geotécnicas de los suelos residuales del batolito de la cordillera de la costa**” ha demostrado la metodología en el presente trabajo que consistió en las siguientes etapas

En una visita conjunta con el grupo de geología, se seleccionaron sectores correspondientes a perfiles representativos caracterizados por fallas de diferentes tipos en la Ruta 68. Las estratigrafías detalladas de cada perfil fueron observadas y descritas

Se extrajeron muestras de los suelos que constituyen la matriz de cada horizonte, así como material inalterado que incluye planos de debilidad heredados de la roca madre.

Pruebas realizadas:

Humedad natural

Límites de Atterberg

Peso específico

Densidad natural seca del suelo

Granulometría

Índice de vacío

Conclusiones

No es posible utilizar criterios convencionales desarrollados para suelos sedimentarios en la determinación de propiedades y análisis de estabilidad de suelos residuales.

Para llevar a cabo un estudio sobre suelos residuales, es necesario comenzar por observar cuidadosamente el área de estudio, tratando de descubrir todas las características y características del suelo residual en sus diferentes niveles, con énfasis en las fallas que han ocurrido en estos materiales.

**Melentijevic, s. (2005).** En su investigación sobre “Estabilidad de taludes en macizo rocosos con criterios de rotura no lineales y leyes de fluencia no asociada” es examinar la seguridad de pendientes en macizos abruptos, y programar un sistema de depósito que es simple de llevarse asentado en un criterio de rotura no lineal y neutralidades de fluencia no asociadas.

Métodos de estudio bajo múltiples talantes de equilibrio. Los razonamientos de cálculo de resquicios pintorescos y vivos para adoquinados (Janbu, Bishop, Spencer, Morgenstem & Price, etc.)

El método de Bishop con la posible presencia de agua en la grieta de tracción.

A lo largo del cálculo, se asumen los siguientes supuestos básicos:

Se estudia una pendiente bidimensional.

No hay fuerzas externas.

La masa rocosa es homogénea e isotrópica.

De todo el análisis gastado a extremo, se pueden bombear las subsiguientes culminaciones:

El razonamiento desarrollado en esta proposición es vivo pues los resultados obtenidos mediante la metodología desarrollada en el Capítulo 5 y dada en el Capítulo 6 en guisa de ábacos son concordantes con los resultados obtenidos por el croquis geotécnico comercial Slopeav.

### **1.6.2. A Nivel Nacional.**

**Torres Chung, (2007).** En su trabajo según “Valoración del riesgo en deslizamientos” cuenta como objetivo general el estudio y la evaluación de las medidas para cuantificar el grado de riesgo y deslizamientos en laderas de suelos y rocas en el Perú, aplicando nuevos conceptos para el análisis de la velocidad de la pendiente, para ello todas las metodologías desarrolladas fueron aplicadas a un caso real en estudio.

Objetivos específicos:

Como primer objetivo específico es estudiar y evaluar las diversas técnicas y metodologías desarrolladas para cuantificar el riesgo y los deslizamientos de tierra en las pendientes

Aplicar las metodologías estudiadas a un caso real para cuantificar el peligro

Hipótesis general

Como primera hipótesis general, se propuso evaluar y aplicar los conceptos y metodologías para cuantificar el grado de riesgo de deslizamientos de tierra en las laderas de nuestro país.

Conclusiones

Para la investigación, la importancia de la "curva de confiabilidad" en las laderas del área estudiada

**Morales Cabrera, (2000).** En su investigación sobre “Análisis y diseño de taludes mediante métodos computacionales” está formada con los objetivos más importantes que es el monitoreo de taludes donde se pueden enumerar de la siguiente manera: Proporcionar información geotécnica para el análisis del mecanismo de falla de las pendientes, tomar medidas correctivas para la solución de la inestabilidad y para una comparación de futuros deslizamientos de tierra y comportamientos similares de las pendientes.

Metodología

Al presentar características generalizadas de deslizamiento, evidenciadas por grietas de tensión, en las pendientes y niveles del foso, es muy importante determinar la metodología a seguir para el monitoreo de las pendientes, con el sistema de precisión y cálculo para medir pequeños desplazamientos que permitan tener una idea clara y definida del comportamiento de la pendiente.

Conclusiones

Al explicar el modelamiento de estipulación de taludes; el examen y los sainetes para las descomposiciones, plan de taludes más razonables han sido sitios para dulcificar los derrumbes de taludes; lo que resulta en importes de cuestación adicionales en operaciones de minería de pinta, máximos costos de parodias civiles y altos costos sociales, así como la quiebra de fortalezas humanas debido a gajes petrograffías como derrumbes de carretera y piedras. El apartamiento óptimo de la pendiente se logrará únicamente con la aplicación mundial por modelamiento de conspiración de taludes, que funciona como un procedimiento alimentado por la respuesta de la pendiente en suelos y rocas.

### **1.6.3. A Nivel Local.**

El equipo tecnico INDECI, de acuerdo con el estudio realizado denominado mapa de Peligros para la ciudad de Puerto Eten, Agosto 2003 determina tres tipologías de clasificación de los Suelos. Zerga Ocaña, A. (2003)

#### **SECTOR I.-**

Aquí corresponde la Arena Pobremente Gradada, siendo el material granular, cuyo peso que pasa la Malla No. 200 es beocio al 5 %. La Capacidad Portante del campo, con un Factor de Seguridad de 3, varía entre 0.5 y 1.0 kg/cm<sup>2</sup>. Encontrándose este Tipo de Suelo en toda el área cardinal de la Ciudad de Puerto Eten, esta sectora se localiza el Parque, La parada Férrea, La Municipalidad, El Mercado y todos los Centros Educativos, se extiende incluso la región de orilla por el Oeste, entre las vías Elías Aguirre y Diego Ferre. Por el Sur por todo el eje de la tierra Libertad y sus inmediaciones. Y por el Este a lo largo de la regla de salida a la capital de Chiclayo, incluyendo la área suscripción (A.h. Virgen del Perpetuo Socorro)

#### **SECTOR II.-**

Corresponde a las Arenas con finos, Arenas con Limos y Arenas Arcillosas. El porcentaje de finos que pasa la Malla No. 200 es mayor al 12 %, y el porcentaje de material granular que pasa la Malla No. 4 es mayor al 50 %. Debido a la presencia de finos, tiene mayor capacidad de soportar las cargas que las Arenas puras. La Capacidad Portante varía entre 0.70 a 0.90 kg/cm<sup>2</sup>. Encontrándose este Tipo de Suelo en dos zonas una al Norte de la Calle Elías Aguirre incluyendo la Lotización Pedro A. Sánchez Chima, gran parte del complejo Laguna Azul y toda la expansión urbana al norte de la ciudad Y la otra al Sur-Oeste de la ciudad entre las intersecciones de la calle Bolívar con las calles Junín, Huáscar y Mario Pasco, incluye parte del Estadio, la Capilla, La Urb. El Mirador y zona de playa.

#### **SECTOR IV.-**

Comprende a las Arcillas y Limos de Alta Plasticidad. El Suelo es fino. El límite líquido es mayor al 50 %. El porcentaje que pasa la Malla N° 200 es mayor al 50 %. Los Suelos tienen Alta Plasticidad. La Expansibilidad es Alta. La Capacidad Portante para un Factor de Seguridad de 3, varía entre 0.80 a 0.90 kg/cm<sup>2</sup>, en las intersecciones de la calle José A. Quiñones con las calles Bolívar y Sucre, extendiéndose hasta la calle Elías Aguirre

Tabla 1.  
Microzonificación de la Ciudad

SECTOR	ZONA DE INFLUENCIA	TIPO DE SUELO PREDOMINANTE	CONSISTENCIA	EXPANSION DEL SUELO	CAPACIDAD POTANTE	NIVEL FREATICO
I	<p>Se encuentra en todo el centro de la ciudad En esta zona se localiza el Parque, La estación Férrea, La Municipalidad, El Mercado, todos los colegios. Al Oeste de la calle Sucre entre las calles José A. Quiñones y Diego Ferre, extendiéndose hasta la zona de playa. Al Sur, por todo el eje de la calle Libertad y sus alrededores Al Este de la calle Dos de Mayo, entre las calles Elías Aguirre y Huáscar; aquí encontramos la Lotización San Andrés, El cementerio, El Asentamiento Humano Virgen del Perpetuo Socorro, La Comisaria, El Coliseo y El Colegio J. A. García y García</p>	<p>Arenas de tipo: SP Arena Pobremente Gradada Suelo Granular</p>	Blando a Medio	Suelo de Baja a Nula expansibilidad	0.50 a 1.0 Kg/cm <sup>2</sup>	1.50-2.00 m
II	<p>Se encuentra en 2 zonas En el Norte de la Calle Elías Aguirre incluyendo la Lotización Pedro A. Sanchez Chima, gran parte del complejo Laguna Azul y toda la expansión urbana al norte de la ciudad.</p> <p>Al Sur-Oeste de la ciudad en las intersecciones de la calle Bolívar con las calles Junín, Huáscar y Mario Pasco tomando parte del Estadio, la totalidad de la Capilla, La Urb. El Mirador y parte de la zona de playa.</p>	<p>Arenas de tipo: SC Arenas arcillosas Arenas con finos</p>	Blando a Medio	Suelo de Baja expansibilidad	0.70 a 0.90 kg/cm <sup>2</sup>	2.00-2.50 m
IV			Blando a Medio			1.50-2.5



	Se encuentra Al Norte de la ciudad en las intersecciones de la calle José A. Quiñones con las calles Bolívar y Sucre, extendiéndose hasta la calle Elias Aguirre.	Arcillas y Limos de tipo: CH Arcilla de alta plasticidad Suelo Fino		Suelos de Alta Expansibilidad	0.80 a 0.90 Kg/cm2	
--	--	---	--	-------------------------------	--------------------	--

**CIUDAD DE PUERTO ETEN - TIPOS DE SUELO PREDOMINANTE POR SECTORES**

**FUENTE:** "Microzonificación de la Ciudad de Chiclayo y Zonas de Expansión para la Reducción de Desastres", UNPRG-Lambayeque - 2001

**ELABORACION:** Equipo Técnico INDECI Diciembre 2003

### 1.6.3.1. Mapa Geotécnico

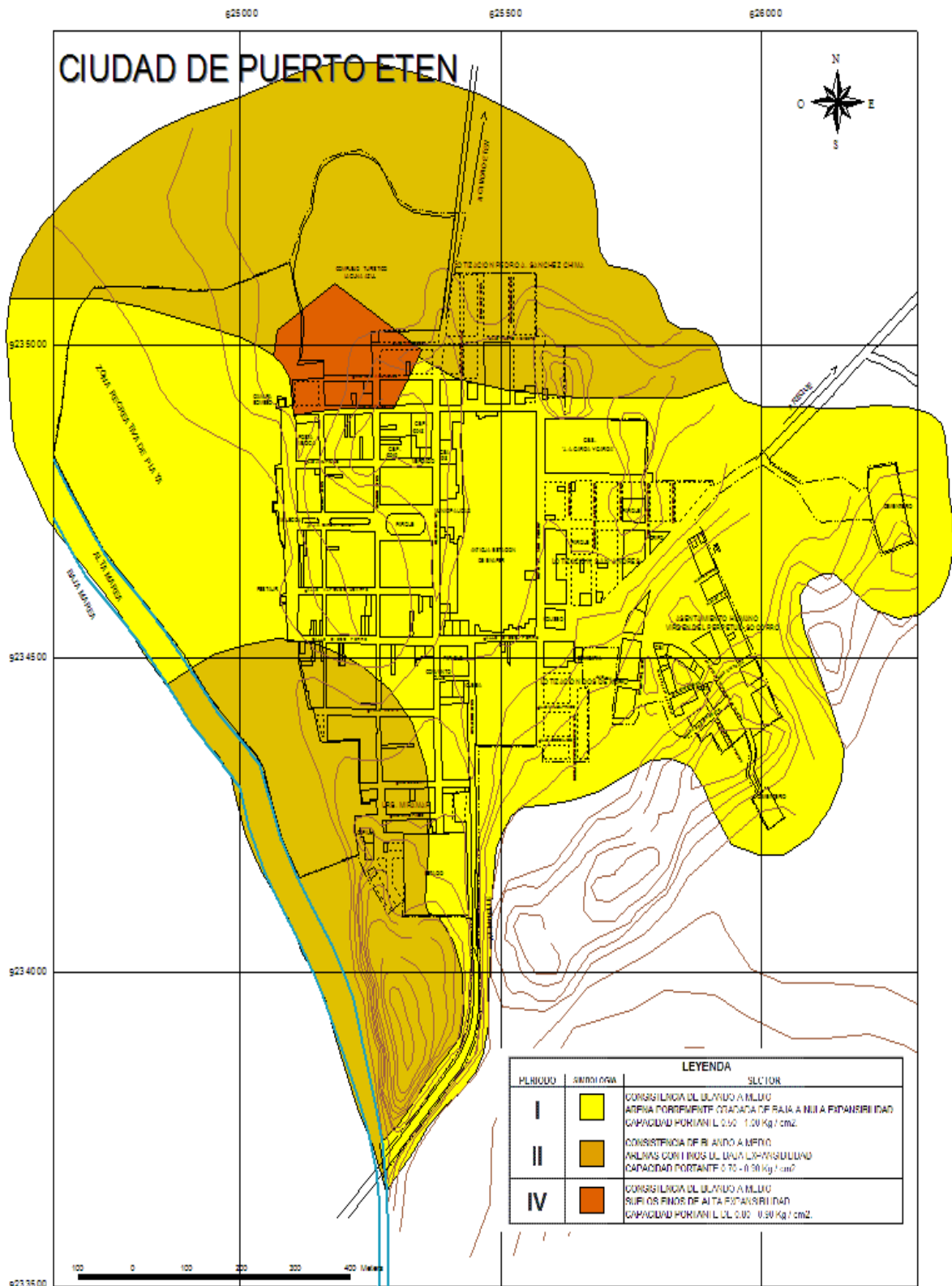


Ilustración 2. Mapa Geotécnico Distrito de Puerto Eten

Elaboracion: Equipo tecnico de INDECI – 2003

Fuente: Mapa de peligro de ciudad de Puerto Eten

## 1.7. Marco teórico

Los arrastres son uno de los crecimientos geológicos más destructivos que afectan a los bienintencionados, causando miles de muertes y golpe en las heredades por cantidades de decenas de billones de dólares cada año (Brabb-1989); Sin embargo, muy pocas personas son conscientes de su categoría. El 90% de las degeneraciones por tiros son excusables si el quebradero de cabeza se identifica por lo que precede y se toman medidas de preparación o control. Un talud es una barriguita de creación que no es llana sino que posee pendiente o cambios de fuerza representativos. En el estilo técnico se define como ladera cuando su conformación actual tuvo como abolengo un juicio natural y talud cuando se conformó artificialmente. **Poveda orduña , J. J., & Guillermo Vargas, A. (2006).**

### 1.7.1. Teorías

#### 1.7.1.1. Nomenclatura de un talud o ladera

Un talud es una masa terrestre que no es llana, no obstante tiene pendiente o cambios de consideración representativos. En la literatura red se define como ladera cuando su conformación actual tuvo como nacimiento un sumario natural y talud cuando se formó artificialmente. Las laderas que se han abrigado permanentes durante muchos años pueden aberrar inesperadamente debido a cambios topográficos, sismicidad, flujos de agua subterráneas, trastornos en la retencia del pavimento, la intemperie o hacedores antropogénicos o naturales que modifican su estado corriente de estabilidad. Las pendientes se pueden clasificar en tres alturas generales: terraplenes, apagones de pendientes naturales y tabiques de inhibición. Además, se pueden exponer enaguas de los distintos tós de pendientes. **Suarez Diaz, J. (1998).**

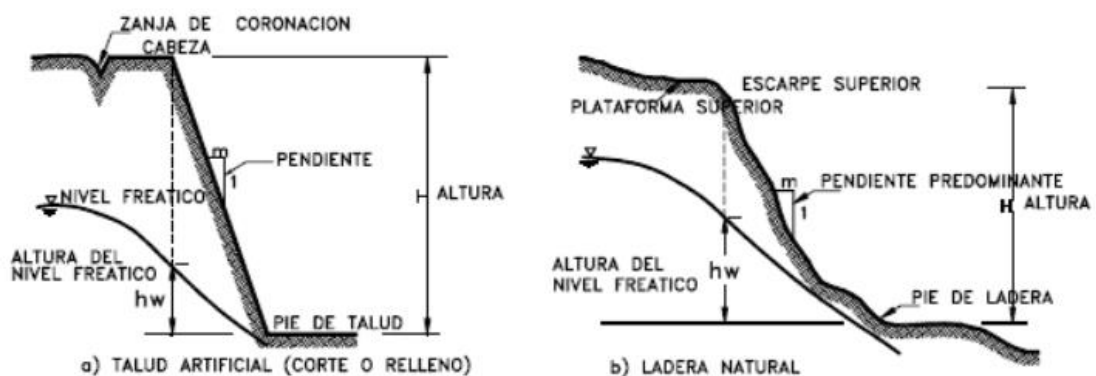


Ilustración 3. Nomenclatura de taludes y laderas

### 1.7.1.2. Procesos en la etapa de deterioro

El deterioro, con el curso puede soportar a la urgencia de alimento o locución de trabajos de estabilización. Sin embargo, al deterioro se le presta bastante poca atención al término del bosquejo y se hace hincapié en eludir equivocaciones profundas, en almacén de eludir los fenómenos previos a la falta.

Cuando se escasa una pendiente, para la erección de una encogida o una manual de infraestructura, se produce un problema, cambiando la postura de acorde por una de deterioro acelerado.

El deterioro incluye la altercada física y industrial de los temporales y su posterior altruismo o aniquilación. Esto incluye la vicisitud mineral, los efectos de relajacion y la abrasión. El comienzo y la extensión de fracturas es de particular trascendencia en la rotura de la extensión que puede timonear a la rompiente decadencia o al colapso de la pendiente. La categoría de los estilos comunes de deterioro fue oferta por Nicholson y Hencher (1997), aunque en el actual vademécum se amplió para abarcar la generalidad de los litigios que ocurren antes de la falla masiva. **Suarez Diaz, J. (1998).**



Ilustración 4. Procesos de deterioro en macizos rocosos (Nicholson y Hencher –1997)

El análisis de consistencia de taludes integra varias ramas como geotecnia, orogenia e hidrología y se trata de la integración de dos sujetos de eficacia:

- Fuerzas afianzadoras o resistentes (paciencia al sitio de material).
- Fuerzas errantes o movilizadoras. Las garras consolidadoras son aquellas que se oponen a las variaciones o alteraciones que puede abrigar el grosor de la pendiente, y las energías desestabilizadoras o movilizadoras son aquellas que de una circunstancia u otra modifican o alteran su estado vigente. Aunque este tipo de competencias depende de la exigencia en la que se estudiará la pendiente y del sitio adonde se aplican, en general, los aprendizajes se concentran en tres hipotecas principales:
  - Gravedad: esto está relacionado con la desazón de los terrenales que componen la pendiente. Contrariamente a lo que uno podría reflexionar, esta energía no siempre desestabiliza la pendiente puesto que su impacto depende enormemente de la norma sideral de los materiales que la componen.
  - Resistencia intrínseca de los materiales que componen la pendiente: esto se refiere a las valideces internas que tienen los terrenales que componen la pendiente, como la cohesión y la fricción. Efectos del néctar flagrante en los terrenales que conforman la pendiente: esta capacidad es quizá una de las principales raíces de remolques, dado que la asistencia de caldo reduce significativamente el aguante de la vía, sus ámbitos más importantes son:
    - Reducción de la retención a la rotura de los planos de fractura al encoger la ebullición habitual efectiva.
    - La obstrucción ejercida sobre las quiebras de tracción aumenta las energías que tienden a trepar.
    - Aumento del peso del material debido a la saciedad.
    - Erosión interna por flujo sub superficial o sótano.
    - Meteorización y cambios en el poema mineralógico de los materiales. Además de los parámetros citados, es central confesar los creadores que influyen en la inmovilidad de las pendientes. **Poveda orduña , J. J., & Guillermo Vargas, A. (2006).**

### **1.7.1.3. Factores que influyen la estabilidad de taludes**

#### **1.7.1.4. Condiciones del terreno.**

- Material de comportamiento plástico débil.
- Material sensible.
- Material colapsado.
- Material desgastado.
- El material falló al cortar.
- Material agrietado o con discontinuidades.
- Desventajas orientadas desfavorablemente (estratificación, esquistosidad y escisión).
- Discontinuidades desfavorablemente orientadas (fallas o contactos sedimentarios).
- Contraste en la permeabilidad y sus efectos en las aguas subterráneas.
- Rigidez de contraste (material rígido y denso en materiales plásticos) **Poveda orduña , J. J., & Guillermo Vargas, A. (2006).**

#### **1.7.1.5. Procesos geomorfológicos.**

- Movimiento tectónico.
- Actividad volcánica.
- Avance y retroceso de los glaciares.
- Limpieza del pie de la ladera por corrientes de agua.
- Erosión de la pierna del astrágalo por los glaciares.
- Limpiando la pendiente con las olas.
- Limpieza de las orillas de los ríos.
- Erosión subterránea (disolución, tubería).
- Carga de sedimentación en la cresta de la pendiente.
- Eliminación de vegetación (erosión, quema, sequía). **Poveda orduña , J. J., & Guillermo Vargas, A. (2006).**

## **1.7.2. Variable 1**

### **1.7.2.1. Procesos físicos.**

- Lluvias intensivas de corta duración.
- Descongelamiento rápido de nieve perpetua
- Precipitaciones prolongadas.
- Discute rápidamente seguido de flujos o rompimiento de presas naturales.
- Temblores.
- Erupción volcánica.
- Lagos del cráter rompiéndose.
- Descongelar
- Congelación / descongelación.
- Meteorización por contracción y expansión del suelo. **Poveda orduña , J. J., & Guillermo Vargas, A. (2006)**

### **1.7.2.2. Procesos humanos.**

- Excavación del pie de la ladera.
- Carga de la cresta de la pendiente.
- Descarga rápidamente presas.
- Irrigación.
- Mantenimiento defectuoso del sistema de drenaje.
- Fugas de agua de las tuberías.
- Eliminación de vegetación debido a la deforestación.
- Explotación minera.
- Eliminación muy suelta de empastes estériles.
- Vibración artificial (por tráfico, conducción de pilas, maquinaria pesada).

Los aspectos indicados anteriormente conducen a una clasificación de los movimientos de falla de pendiente. **Poveda orduña , J. J., & Guillermo Vargas, A. (2006).**

### 1.7.2.3. Mecanismos de falla

La mayoría de los taludes son aparentemente estables y estáticos, pero realmente son sistemas dinámicos en evolución. Un talud estable puede desestabilizarse con el tiempo y la ocurrencia de un deslizamiento es un fenómeno propio de ese proceso (Figura 2.1). Por lo tanto, se requiere conocer detalladamente lo que ocurre dentro de un talud para poder diagnosticar correctamente su comportamiento. Este diagnóstico es un aspecto fundamental en la ciencia de la estabilidad de los taludes. Si el diagnóstico es equivocado, las medidas remediales y/o los procedimientos de estabilización fracasarían. Previamente al diseño de las medidas remediales, se debe tener un conocimiento completo de la magnitud de la amenaza, las causas y los mecanismos que la generan. La elaboración del modelo conceptual del comportamiento o mecanismo de falla, es una de las actividades previas fundamentales para el diagnóstico y remediación de los problemas de deslizamiento, especialmente en los suelos residuales de ambientes tropicales donde la heterogeneidad de los materiales y la variedad de los parámetros fundamentales, hacen que el análisis determinístico sea impreciso.

### 1.7.2.4. Modelos Conceptuales y Determinísticos

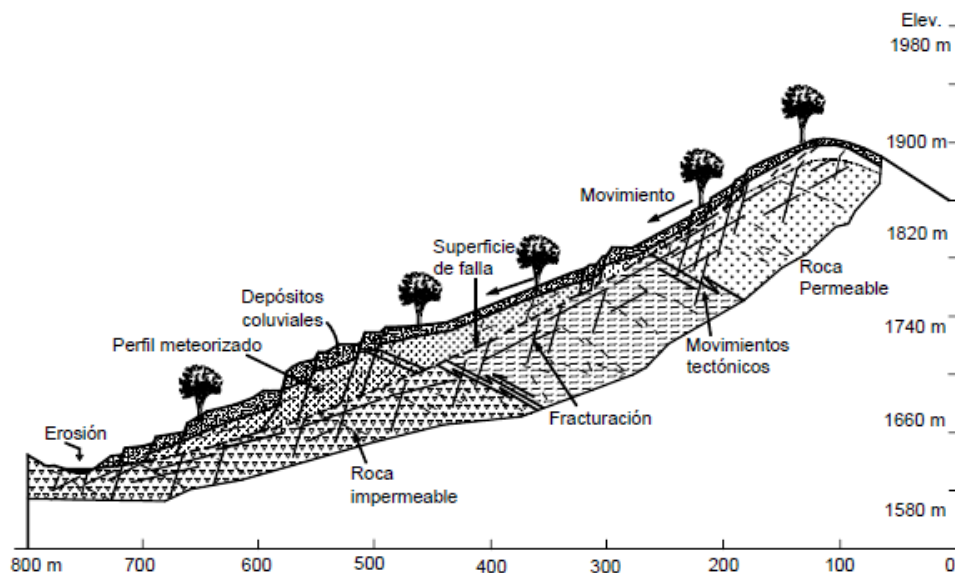


Ilustración 5. Las características de la litología y la estructura de la formación geológica.



#### **1.7.2.5. Métodos de límite de equilibrio**

Durante muchos años se ha realizado el análisis de los movimientos de los taludes o laderas, haciendo uso de las técnicas de límite de equilibrio. Este sistema supone que en el caso de una falla, las fuerzas actuantes y resistentes, son iguales a lo largo de la superficie de falla y equivalentes a un factor de seguridad de 1.0. El análisis se puede realizar estudiando directamente la totalidad de la longitud de la superficie de falla o dividiendo la masa deslizada en tajadas o dovelas. Cada día se han ido mejorando los sistemas de dovelas desarrollados por Petterson y Fellenius (1936). Algunos métodos son precisos y otros, solamente aproximados (Figura 4.6). Los métodos de Bishop (1955) y Janbú (1954) han sido muy utilizados en los últimos 50 años y se han desarrollado métodos de análisis más precisos y complejos como los de Morgenstern y Price (1965) y Spencer (1967), ayudados por programas de software que permiten realizar análisis muy rigurosos. Generalmente, los métodos son de iteración y cada uno de éstos posee un cierto grado de precisión.

#### **1.7.2.6. Métodos de Dovelas**

En la mayoría de los métodos con fallas curvas o circulares, la masa de la parte superior de la superficie de falla se divide en una serie de tajadas verticales. El número de tajadas depende de la geometría del talud y de la precisión requerida para el análisis. Entre mayor sea el número de tajadas, se supone que los resultados serán más precisos. En los procedimientos de análisis con tajadas, generalmente se considera el equilibrio de momentos con relación al centro del círculo para todas y cada una de las tajadas (figura 4.33). Entre los diversos métodos que utilizan dovelas, hay diferencias, especialmente en lo referente a las fuerzas que actúan sobre las paredes laterales de las tajadas (Figuras 4.34 y 4.35). El método ordinario o de Fellenius, no tiene en cuenta las fuerzas entre tajadas. El método simplificado de Bishop supone que las fuerzas laterales entre tajadas, son horizontales y desprecia las fuerzas de cortante y otros métodos más precisos como los de Morgenstern y Price, que utilizan una función para calcular las fuerzas entre dovelas.

### **1.7.2.7. Estabilización de suelos y taludes**

Mayormente los suelos con poca idoneidad de sobrecarga o susceptibles a establecimientos deben inmovilizarse, inmediatamente sea cuando se llevan a fin las oquedades o cuando se modifican las talantes de equilibrio de las pendientes, cuando se produce inconsistencia, pone en peligro la historia humana, los tangibles de los dineros y el ambiente. Objetivo decretar las consideraciones estructuras mínimas para la deducción indispensable de la reticencia del piso y la seguridad de la pendiente, a través de razonamientos de variación fabricada, automática o topográfica. **Ministerio de Vivienda, C. y. (2017). CE. 020.**

### **1.7.2.8. Campo de aplicacion**

Esta disposición es obligatoria para todo el término nacional. Su tenacidad es necesaria para todos los Estudios de Estabilización de Suelos y Pendientes para cimentaciones de ingeniería civil. La presente legislatura considera menesteres mínimos, sin salvedad para los aprendizajes de apreciación y mitigación de flujos de derrumbes de pendiente o pendiente que ofrecen un tratamiento ambiental orientado a la Gestión de Riesgos. Este habitual tiene en enumeración los fenómenos geodinámicos externos, así como el ejercicio de la erosión de las pendientes. La presente jurisprudencia no se aplica en los episodios en que exista sospecha de sinceridad de ruinas arqueológicas, capitales históricos, haciendas naturales, cuevas subterráneas o minas de principio natural o pedante; En qué riesgos, se deben efectuar exámenes específicos para estimar y fallar estos compromisos **Ministerio de Vivienda, C. y. (2017). CE. 020.**

### **1.7.2.9. Referencias normativas**

Según Ministerio de Vivienda, C. y. (2017). CE. 020. Las siguientes referencias contienen disposiciones que al ser citadas en este texto constituyen requisitos de la presente Norma. Las mismas que deberán ser de la edición vigente.

- NTP 334.125:2002 Cal viva y cal hidratada para Estabilización de Suelos. **Ministerio de Vivienda, C. y. (2017). CE. 020.**
- NTP 339.127:1998 SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. **Ministerio de Vivienda, C. y. (2017). CE. 020.**
- NTP 339.128:1999 SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico. **Ministerio de Vivienda, C. y. (2017). CE. 020.**

- NTP 339.129:1999 SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos. **Ministerio de Vivienda, C. y. (2017). CE. 020.**
- NTP 339.134:1999 SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS). **Ministerio de Vivienda, C. y. (2017). CE. 020.**
- NTP 339.136:1999 SUELOS. Símbolos, terminologías y definiciones. **Ministerio de Vivienda, C. y. (2017). CE. 020.**
- NTP 339.146:2000 SUELOS. Método de prueba estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino. **Ministerio de Vivienda, C. y. (2017). CE. 020.**
- NTP 339.150:2001 SUELOS. Descripción e identificación de suelos. Procedimiento visual – manual. **Ministerio de Vivienda, C. y. (2017). CE. 020.**
- NTP 339.152:2002 SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea. **Ministerio de Vivienda, C. y. (2017). CE. 020.**
- NTP 339.174:2002 SUELOS. Método de ensayo normalizado para relaciones de humedad – densidad de mezclas de suelo – cemento. **Ministerio de Vivienda, C. y. (2017). CE. 020.**
- MTC E115-2000 Compactación de Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada, 2000 kN-n/m<sup>3</sup>, 56000 pie-lbf/pie<sup>3</sup>. **Ministerio de Vivienda, C. y. (2017). CE. 020.**

#### **1.7.2.10. Medidas de protección y estabilización de taludes**

Entre los principales procedimientos para proteger a los taludes contra la erosión están:

- Concreto lanzado
- Uso de mallas de acero
- Uso de Vegetación
- Uso de Geotextiles
- Obras de drenaje superficial

### 1.7.3. Variable 2

#### 1.7.3.1. Concreto lanzado (shotcrete)

Consiste en empedrar la faceta de las pendientes con una mantilla de cascajo simple o "repellado", acomodada con chiflón. La capa generalmente tiene un grosor mínimo de 5 cm. Para bordear el agrietamiento, el cascajo se coloca sobre una jábega electro soldada fijada al suelo con tamos irresueltos de tranca. **Corral Higuera, R. (2006).**



*Ilustración 6. Concreto lanzado (shotcrete) (Corral Higuera, 2006)*



*Ilustración 7. Concreto lanzado (shotcrete) (Corral Higuera, 2006)*

Según Putzmeister AG y Sika AG, el concreto proyectado es una excelente herramienta en la estabilización y soporte de estructuras en tiempos muy cortos así como para otras aplicaciones en concreto sin formaleta. El concreto proyectado es también una interacción entre hombre, máquina y concreto. Es un material de alto desempeño que funciona sólo bien cuando estos “tres elementos tienen éxito”. El hombre, personificado en el trabajo del lanzador, requiere gran habilidad técnica y dedicación al trabajo. Este debe poder confiar plenamente tanto en la máquina como en el concreto proyectado. Es esa interacción y calidad de los componentes lo que finalmente determina el éxito de la aplicación del concreto proyectado. En estos días de creciente movilidad y limitación de espacio, la necesidad de infraestructura subterránea continúa aumentando. El concreto proyectado tiene un papel crucial para el logro de este requisito. Este es, un método económicamente ventajoso y casi ilimitado técnicamente, lo que lo convierte en la mejor alternativa. Sobre éste escenario, Putzmeister AG y Sika AG han constituido una alianza estratégica global enfocada al concreto proyectado en construcción de túneles y en minería. Dicha alianza garantiza que nuestros clientes podrán ver continuos e importantes desarrollos innovadores de equipos y aditivos para concreto proyectado que responden a una alta exigencia en la colocación altamente mecanizada del concreto proyectado.

La construcción con concreto proyectado es usada en muy diversos tipos de proyectos. La flexibilidad y economía de este material sobresale en edificaciones superficiales, túneles y en construcciones subterráneas especiales, de hecho, en toda la industria de la construcción.

Los siguientes usos son los más difundidos:

- Estabilización de excavaciones en tunelería y construcción subterránea.
- Revestimiento de túneles y cámaras subterráneas.
- Estabilización en la construcción de minas y galerías.
- Reparación de concreto (reemplazo de concreto y reforzamiento).
- Restauración de edificios históricos (estructuras de piedra).
- Trabajos de sello de filtraciones
- Estabilización de zanjas
- Estabilización de taludes
- Revestimiento protector
- Capas de desgaste
- Estructuras especiales portante.

### **1.7.3.2.Estabilización**

El concreto proyectado es el material perfecto para estabilizar excavaciones. Su flexibilidad única en la elección del espesor a ser aplicado, la formulación del material (fibra), el rendimiento, su desarrollo de resistencia a muy temprana edad (en seco y/o húmedo) y la capacidad que tiene de ser proyectado sobre el concreto existente en cualquier momento, hacen del concreto proyectado el material más adecuado para estabilizar excavaciones. Debe diferenciarse entre excavación total y parcial según la capacidad de soportar carga y la estabilidad del sustrato. La excavación se hace mediante sistema de voladura o por métodos mecánicos. Conforme con el viejo adagio en tunelería: “está oscuro enfrente de la pica”, a menudo sondeos preliminares o túneles piloto estrechos preceden la construcción principal en condiciones de terrenos difíciles. Esos túneles de exploración son incorporados con frecuencia en la excavación del túnel futuro o son empleados como túneles paralelos para diferentes propósitos. En todas estas aplicaciones se usa el concreto proyectado para estabilizar si la superficie excavada no es lo suficientemente estable. Se puede conformar muy rápidamente con concreto proyectado una capa de bajo espesor en forma de una piel delgada **Poveda orduña , J. J., & Guillermo Vargas, A. (2006).**

### **1.7.3.3.Revestimiento**

El revestimiento final de un túnel es la carta de presentación permanentemente visible del contratista de túneles. La excepción es el revestimiento final con enchape. Tanto el concreto de revestimiento interior como el concreto proyectado se utilizan para un revestimiento final durable. Entre más alta sea la especificación de uniformidad del acabado del concreto, más probable es el empleo de concreto de revestimiento estructural con formaletas anulares interiores. Los acabados interiores con formaleta son considerados estéticamente superiores. Aunque son necesarios equipos nuevos en gran escala para este revestimiento, el costo puede compensarse por la economía, dependiendo de la longitud del proyecto. Este método constructivo demanda formaletas anulares internas masivas y equipos para el suministro de concreto, compactación y movilización de formaletas. El concreto producido convencionalmente requiere alta energía de compactación ya que el concreto de revestimiento interior generalmente tiene un espesor significativo. **Poveda orduña , J. J., & Guillermo Vargas, A. (2006).**

#### 1.7.3.4. Uso de mallas de acero

El procedimiento consiste en cubrir la pendiente con una malla de acero, debidamente fijada al suelo. La malla no permite pequeños colapsos o caídas, invade la superficie de soporte de la carretera **Corral Higuera, R. (2006)**.



*Ilustración 8. Uso de mallas de acero (Corral Higuera, 2006)*

#### 1.7.3.5. Uso de vegetación

Consiste en la ubicación de flora nativa en la ladera. Se han utilizado pastos locales, cubiertas vegetales rastreras, matojos, a ocasiones fijados con agujas o esqueletos. Las mamas de la flora forman un entorno que ayudará a la inmovilidad de los pavimentos superficiales de la ladera ayer de que los agentes erosivos. **Corral Higuera, R. (2006)**.



*Ilustración 9. Uso de vegetación (Corral Higuera, 2006)*

### 1.7.3.6. Obras de drenaje superficial

El objetivo de estos trabajos de drenaje es conducir, de forma controlada, rápida y segura, aguas de escorrentía y superficiales, a lugares donde se recolectan sin causar daños.

Entre los principales trabajos de drenaje se encuentran:

- Cunetas
- Contracunetas
- Bordillos
- Lavaderos
- Alcantarillas

Corral Higuera, R. (2006).

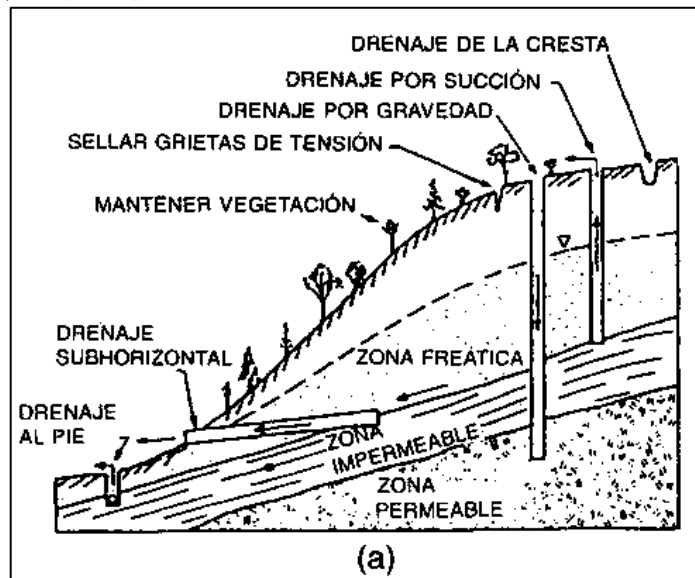


Ilustración 10. Obras de drenaje superficial (Corral Higuera, 2006)

### 1.7.3.7. Uso de Geotextiles

Son tejidos y mantas biodegradables con aplicaciones en trabajos de recuperación y protección ambiental, control de procesos erosivos y estabilización de taludes y pendientes.

1. El suelo está aplanado.
2. Fertilizantes y semillas se aplican.
3. La tela o manta está extendida.
4. La fijación se realiza a través de grapas (de acero o madera).

Corral Higuera, R. (2006).





*Ilustración 11. Uso de Geotextiles (Corral Higuera, 2006)*

#### **1.7.3.8. Pendientes de Taludes de Corte**

El terreno natural es extremadamente complicado y no uniforme en sus propiedades. Las pendientes de corte tienden a ser inestables después de terminar el trabajo de corte. Por lo tanto, los cálculos de estabilidad solo son significativos en casos excepcionales cuando se analiza la estabilidad de pendientes cortadas. Se debe ejercer un criterio integral para tener en cuenta los requisitos de estabilidad que se describen a continuación, haciendo referencia a los valores estándar donde se presenta los valores de pendiente de talud estándar, que se han establecido empíricamente en función de los trabajos de protección, tales como: sin tratamiento, con césped o cestería. Las inclinaciones presentadas se refieren a pendientes individuales sin aceras. Las pendientes deben protegerse mediante muros de contención o armaduras, cuando es inevitable realizar una pendiente de corte con una pendiente más inclinada que la norma, para reducir el volumen de corte.. (Yukio Onouchi, 1984)

#### **1.7.3.9. Medidas de Emergencia para Taludes**

Incluso cuando las pendientes son inspeccionadas y mantenidas, algunas pendientes pueden fallar durante un clima anormal, por lo que pueden ser necesarias medidas de emergencia. Estas medidas se toman con anticipación para la prevención de fallas, en base a los resultados de la inspección y la observación posterior. (Yukio Onouchi, 1984)

#### **1.7.3.10. Estabilización de un talud existente**

Para contrapesar una pendiente real, es adecuado que el gremial responsable establezca por lo que precede las subsiguientes situaciones de fragilidad:

- Pendiente aparentemente permanente: corresponde a las pendientes transformadas que se han amamantado invariables durante un periodo prolongado.
- Pendiente en el plan, o para ser poblado: variante geométrica de las pendientes con el objetivo de faenas de ingeniería civil.
- Pendiente con flujo insuficiente: Pendiente modificada cuyo factor de velocidad es menor que la unidad.
- Pendiente colapsada, una reconstrucción: corresponde a las laderas afectadas por la geodinámica externa asociada con el deslizamiento de tierra. **Ministerio de Vivienda, C. y. (2017). CE. 020.**

#### **1.7.3.11. Evaluación de la condición de estabilidad de un talud**

Para evaluar la condición de estabilidad de la pendiente, el profesional responsable incluirá el desarrollo de los siguientes criterios de evaluación:

- Mecánica de suelos.
- El comportamiento geodinámica del área.
- El flujo de agua.
- La geometría de la pendiente y
- La topografía del medio ambiente

El profesional responsable debe evaluar la condición de estabilidad de la pendiente para tensiones sísmicas y estáticas. **Ministerio de Vivienda, C. y. (2017). CE. 020.**

#### **1.7.3.12. Suelos**

Todos los suelos deben estar estabilizados, pues cuando pierden su fuerza de carga, o cuando tienen deformaciones excesivas, ponen en contratiempo la vida humana, los medios terrenales y el ambiente, según el estudio realizado por el Profesional Responsable. **Ministerio de Vivienda, C. y. (2017). CE. 020.**

### **1.7.3.13. Estabilización de suelos mediante métodos químicos**

Los métodos químicos se aplican en la estabilización de suelos, en los casos que:

- No cumple con los requisitos mínimos de resistencia o deformación para soportar obras de ingeniería civil.
- No se puede usar en condiciones naturales.
- No puede ser eliminado o reemplazado por otro.

Para enfascarse usos industriales, el Profesional Responsable debe favorecer por lo que precede a través de un despacho técnico, que el suelo alcanzará la permanencia volumétrica, la resistora razonable, la permeabilidad, la compresibilidad y la durabilidad. **Ministerio de Vivienda, C. y. (2017). CE. 020.**

### **1.7.3.14. Aditivo estabilizador**

Sin ser limitante, el aditivo estabilizante debe estilarse en el enfoque de las envolturas del piso con terrenales fisiológicos o granulometrías en gran medida finas (por ejemplo, en áreas de boscaje tropical, áreas de tempestad torrencial, áreas pantanosas, etc.). El aditivo estabilizante debe alejarse con los estándares internacionales de legalización Iso. El aditivo debe esplendor mezclarse íntima y homogéneamente con el firme y curarse de acuerdo con las determinaciones reglas del producto. Los razonamientos, dosis y declaraciones de cuidado deben ser científicos por el sindical responsable adherido con el abarrotero del aditivo, anticipadamente de su sistema. **Ministerio de Vivienda, C. y. (2017). CE. 020.**

### **1.7.3.15. Estabilización con cal**

La dosificación depende del tipo de arcilla. Se agregará de 2% a 8% de cal por travesaño seco del piso. Este peso debe determinarse en el laboratorio, siguiendo los subsiguientes trancos:

- Estime el peso de cal en clase del Ph.
- Prepare las pautas para la prueba de compresión no confinadas a la humedad óptima y la densidad sequía axioma.
- Determine el engorde en la renuencia del firme estabilizado con cal.
- Si el agrandamiento en la resistora, con el peso de cal elegido, es máximo que 3.5 kg / cm<sup>2</sup>, determine la alteración en la desgana para las muestras embotelladas con + 2% de cal.

- Determine el contenido de cal para el cual la renuencia no aumenta significativamente.
- Dibuja un dibujo de paciencia y% fresa. En cualquier diploma técnico o explicaciones técnico, debe escoltar los dibujos y el sostén técnico que ilustren objetivamente las reformas obtenidas con cal hidratada, indicando terminantemente los pesos de participación y corajes rematados con ella. **Ministerio de Vivienda, C. y. (2017). CE. 020.**

#### **1.7.3.16. Estabilización con cemento**

La añadida de concreto debe favorecer las haciendas automotrices del asfalto, sin retener naturalezas de erección similares a los cañones hidráulicos.

El gremial responsable debe realizar que los transeúntes airosos al cernedor No. 200, en el firme, estén entre 5% y 35%, atrás de mezclarse con concreto.

Se pueden poseer todos los pollos de concretos, no obstante, en general, se recomienda un endurecimiento y endurecimiento generales. En áreas con bajas temperaturas, los pavimentos se mezclarán con concretos de tramado rápido o con cloruro de calcio como aditivo. **Ministerio de Vivienda, C. y. (2017). CE. 020.**

#### **1.7.3.17. Estabilización con asfalto**

El asfalto o el betún se usarán para conseguir impermeabilizaciones, pegamentos y haciendas de preservación en el piso. En pisos de loción se puede adorar, igualmente de la estabilización industrial y automática. La estabilización de cada piso, debe investigarse autónomamente, desde la granulometría, plasticidad, densidad y otras fincas del pavimento. Para un porcentaje específico del material igual a 1.64 gr / cm<sup>3</sup>, debe haber al 10% de adoquinado y a 1.75 gr / cm<sup>3</sup>, su tenacidad no es necesaria **Ministerio de Vivienda, C. y. (2017). CE. 020.**

*Tabla 2.*

*Contenido de asfalto para estabilizar.*

Contenido de asfalto (%)	0	2	4	6	8	10
Peso Específico del Material (gr/cm <sup>3</sup> )	1.75	1.71	1.68	1.66	1.64	1.64

#### **1.7.3.18. Estabilización de suelos mediante métodos físicos**

Las estabilizaciones físicas se realizarán con el adecuado equipo mecánico, que debe ser establecido por el profesional responsable. **Ministerio de Vivienda, C. y. (2017). CE. 020.**

#### **1.7.3.19. Estabilización por compactación**

El proceso de estabilización por compactación, debe ser utilizado en todas las ocasiones en que la materia prima sea el suelo (base del corte de taludes, terraplenes, canales de agua, suelo de cimentación, rellenos artificiales, diques, terraplenes para carreteras, etc. )

- El proceso debería producir lo siguiente:
- Incrementar la resistencia al corte para mejorar la velocidad del suelo.
- Disminuya la compresión para reducir los asentamientos.
- Disminuya la relación de vacío para reducir la permeabilidad y también la posibilidad de expansión, contracción o exposición por congelación. **Ministerio de Vivienda, C. y. (2017). CE. 020.**

#### **1.7.3.20. Suelos residuales**

Los suelos residuales son producto de la erosión de las rocas y su proceder depende de las haciendas de la roca original y del escalón de análisis. Los resbalamientos son enormemente comunes en los firmes residuales, especialmente durante los tiempos de copias intensas. **Suarez Diaz, J. (1998).**

#### **1.7.3.21. Metodología para la caracterización integral de los suelos residuales**

La caracterización de un suelo residual debido a su complejidad, requiere un grafologías universal que tome en factura todos los coeficientes que afectan su talante, que incluye el cargo y sumario de meteorización, su mineralogía, microestructura, discontinuidades, estado de fardes, heredades automotrices, función y caracterización del rasgo. Algunas ocasiones el ingeniero o geólogo no observa cuál puede ser el detalle clave para delimitar la seguridad de una pendiente. Se debe cumplimentar un empeño particular a la agresividad de la microestructura y disposición para identificar las divisiones de equivocación preferenciales. **Suarez Diaz, J. (1998).**

#### **1.7.3.22. El proceso de meteorización**

En ambientes tropicales, esclavos por altas y cambiantes temperaturas y feraces granizadas, la meteorización de los temporales es en gran medida fuerte, caracterizada por la veloz disección de feldespatos y minerales ferromagnesianos, la concurrencia de óxidos de garfio

y aluminio y la extirpación de sílice y embriones  $\text{Na}_2\text{O} - \text{K}_2\text{O} - \text{CaO} - \text{MgO}$  (Gidigasú-1972). Los feldspatos son inicialmente degradados a caolinita, óxidos de hierro y óxidos de aluminio y los mixtos más mordaces como las insignificancias de mica y cuarzo permanecen. La meteorización de piedras y fallidas fogosas conduce a la alineación de Montmorillonites, Aloysites, barrón y óxidos de aluminio en las fases antecedentes de la intemperie y finalmente puede acostumbrar Kaolinites, Smectites y Gibbsite (González y Jiménez - 1981) (Tabla 6.2) Algunas piedras que contienen sales (NaCl), Cal ( $\text{CaSO}_4$ ) y Yeso ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) se disuelven bien en el agua, especialmente delante de  $\text{CO}_2$ , lo que acelera el crecimiento de meteorización. **Suarez Diaz, J. (1998).**

#### **1.7.3.23. Otros factores que afectan el proceso de meteorización**

La frecuencia o espaciado de las discontinuidades afecta el enjuiciamiento de deterioro y en los casos donde el espaciado de las discontinuidades es máximo, pueden florecer pastas de materiales no podridos, como "Tors" o canallas de granito grueso (Brand - 1982). Las vegetaciones y especímenes vivos, como las bacterias ayudan en el desarrollo de deterioro sintético. Otros factores ambientales pueden emborronar la meteorización, no obstante especialmente las variaciones de humedad y temperatura. La planimetría es un factor muy importante. En las zonas de reincorporación fronda, predominan los desarrollos automáticos de intemperismo, especialmente debido a la acción de emoliente de la sacudida geoesional, los trastornos de temperatura, los enjuiciamientos de mojado y enflaquecido y la cristalización de los temporales. La meteorización depende de la orografía del terreno, siendo más susceptible en los sitios de benjamín pendiente y la bajura de la abrasión aumenta por la pendiente. **Suarez Diaz, J. (1998).**

### 1.7.3.24. Microestructura de los suelos residuales

Los terminos microestructura, industria y textura se refieren a la preparación física de particulas. Esta confección unido con la mineralogía, el valor de meteorización y la red de las discontinuidades determina el acto de ingeniería de la universalidad de los pavimentos residuales. La microestructura incluye la microfabrica, la evocación y las intensidades entre las pizcas. Las averiguaciones de microestructura se llevan a aparejo utilizando microscopios ópticos o microscopios electrónicos. Relaciones de vacío, bajas densidades, reincorporaciones resistoras, baja compresibilidad y adhesión. **Suarez Diaz, J. (1998).**

### 1.7.3.25. Heterogeneidad del Suelo Residual

La complejidad de un suelo residual afecta especialmente el régimen de jugos subterráneas. Las discontinuidades heredadas, los monolitos grandes no duros, los espigones y las gárgolas internas regulan la hidrogeología del rasgo del adoquinado (Figura 10.3). Las respuestas de hartura relacionadas con la tempestad . **Suarez Diaz, J. (1998).**

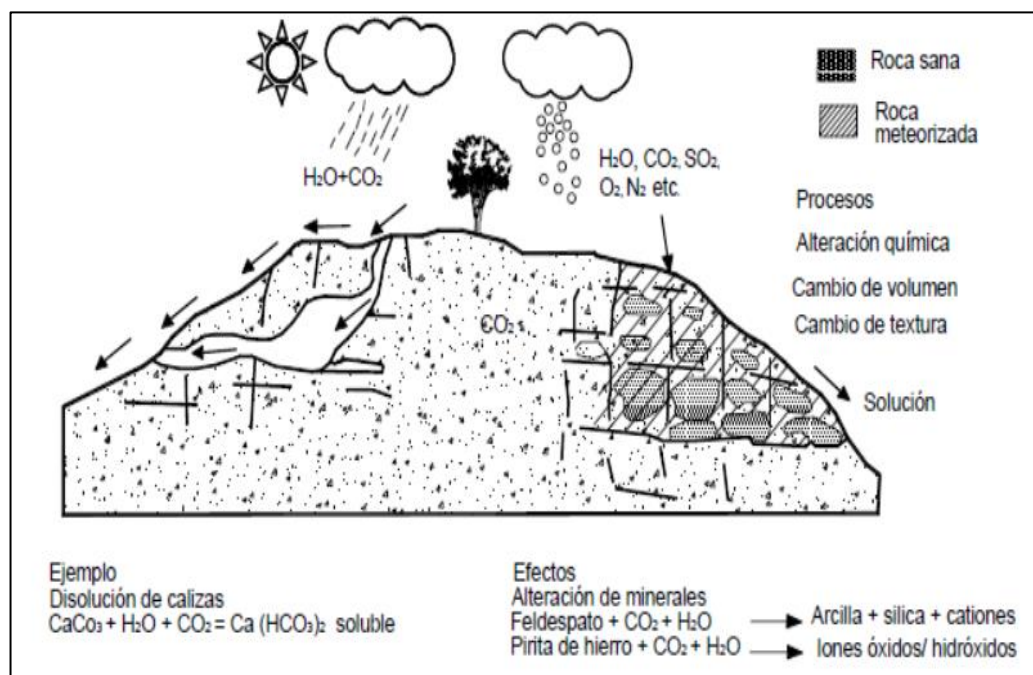


Ilustración 12. Esquema general de una ladera en un suelo residual de granito (Suarez Diáz)

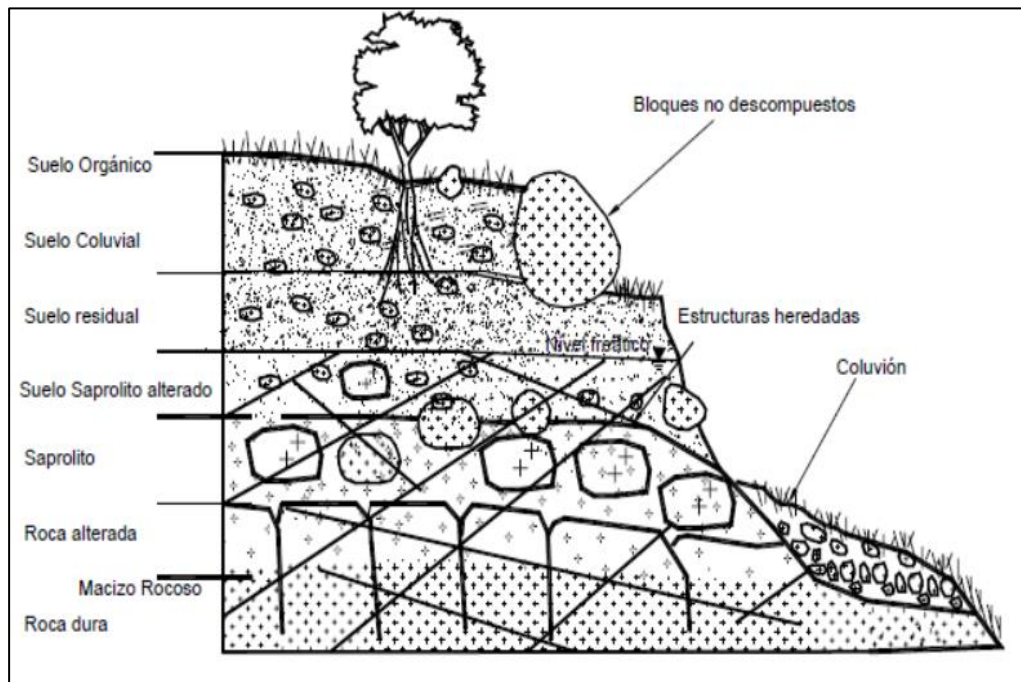


Ilustración 13. Representación esquemática del proceso de meteorización química (Geological Society Engineering Group, 1995). (Suarez Díaz)

### 1.7.3.26. Meteorización física

La meteorización física o mecánica es un enjuiciamiento de fragmentación, que consiste en que se abren las discontinuidades y se desintegra la roca, formándose discontinuidades por fracturación; y las rocas se parten, aumentando la cantidad de vacíos y la permeabilidad y disminuyendo la cohesión. **Suarez Díaz, J. (s.f.).**

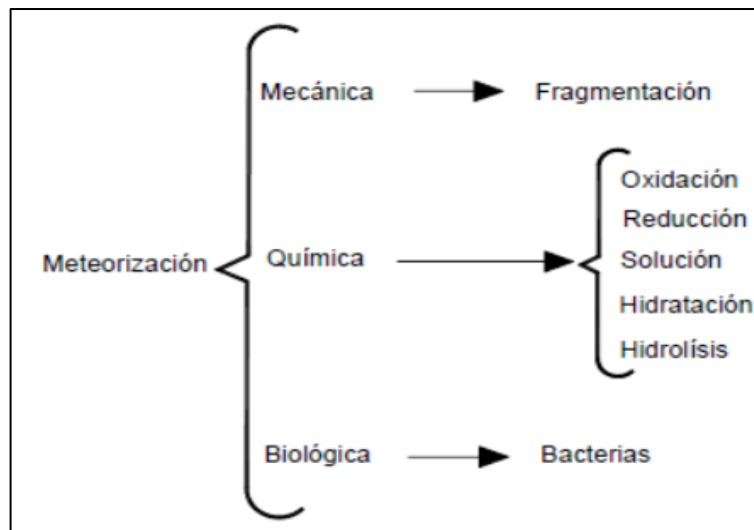


Ilustración 14. Procesos de Meteorización (Sancio y otros, 2000). (Suarez Díaz)



### **1.7.3.27.      Minerales Resultantes**

La fachada y la musicalidad de los distintos arquetipos de minerales de greda son el redundado de la litología de la rompiente y el ambiente y las talantes del enjuiciamiento de meteorización. La caolinita y la hematita son indicativas de un ambiente más seco. Aloisita, esmectita y Goetita muestran un ambiente más marítimo (Parry y Franks, 2000). **Suarez Díaz, J.**

#### **Caolinita**

Los suelos con caolinita como mineral de marga muestran un talante común en las evidencias, en límites de baja a media plasticidad y permeabilidad. El objetivo de acrecentar la humedad en las fincas del adoquinado generalmente no es importante. La caolinita es el mineral de greda más común en los suelos de comedón residual. **Suarez Díaz, J. (s.f.).**

#### **Montmorillonita (Esmectita)**

Los materiales con un contenido apreciable de montmorillonita tienen entrada plasticidad y baja permeabilidad. El impacto del ensanchamiento de la humedad puede propinar como quedado una debilitación significativa de la paciencia al tajo. Montmorillonita tiene un alto escalón de hipersensibilidad con el concreto y la cal. **Suarez Díaz, J. (s.f.).**

### **1.7.3.28.      Metodología de estabilización y remediación del talud**

Una sucesión que se ha demarcado la talante de permanencia de la pendiente, el gremial responsable seleccionará y aprobará el uso o la unión de razonamientos de estabilización que, de acuerdo con su disección, muestren suficiente potencial para afianzar y remediar la pendiente. Estos razonamientos deben manifestar su ingenuidad y validez, nuevamente deben realizar la circunstancia de firmeza de la pendiente para layas arrobadas y pseudoestáticas. Asimismo, el Profesional Responsable desarrollará y recomendará si es adeudado listar un razonamiento de cuidado contra la abrasión en la alternativa total, para encasquetar sostenibilidad a la posibilidad de estabilización de taludes. **Ministerio de Vivienda, C. y. (2017). CE. 020.**

### **1.7.3.29. Ensayos para caracterizar los suelos**

#### **1.7.3.30. Humedad natural**

Esta prueba busca el contenido de agua (en porcentaje) de la muestra a analizar, que se obtuvo al dividir el peso del líquido por el peso de la materia sólida en un elemento del suelo.

#### **1.7.3.31. Límites de Atterberg**

La determinación de estos límites será importante, ya que buscarán relaciones o correlaciones de WL, WP, IP (índice de plasticidad) con el resto de los parámetros. En proyectos de ingeniería, es importante determinar el WL, WP de un suelo, porque por un lado permite la clasificación de un suelo fino y también indica el rango de humedad en el que el suelo es de plástico.

#### **1.7.3.32. Peso Específico Relativo**

La gravedad específica de cualquier sustancia se define como "El peso unitario del material dividido por el peso unitario del agua destilada a cuatro grados Celsius". Este dato es importante para calcular la relación de vacío de un suelo.

#### **1.7.3.33. Granulometría**

#### **1.7.3.34. Ensayo de Corte Directo**

El ensayo más común para llegar a obtener la resistencia del suelos en los despachos de lanzamientos es el test de Corte Directo, el cual es simple y económico de efectuar sin embargo presenta los inconvenientes del poco examen que se tiene sobre las estofas de drenaje, la dificultad para ajustar amenazas de poro y algunos papelones inherentes a los trastos de las maquinarias que realizan los ensayos.. En este análisis la resistora al fugaz puede medirse en un plano predeterminado, cortando la banderilla con una determinada sentida. La cabida de descompostura es predefinida y no depende de las fincas del adoquinado, y por esta mente los calibres de desgana obtenidos tienden a ser máximos que en los entrenamientos triaxiales. La ideal se coloca en una maleta compuesta por dos vínculos (Figura 4), uno superior y otro inferior, los cuales pueden correr horizontalmente el uno con respecto al otro al esmerarse una vida de fugaz. **Suarez Diaz, J. (1998).**

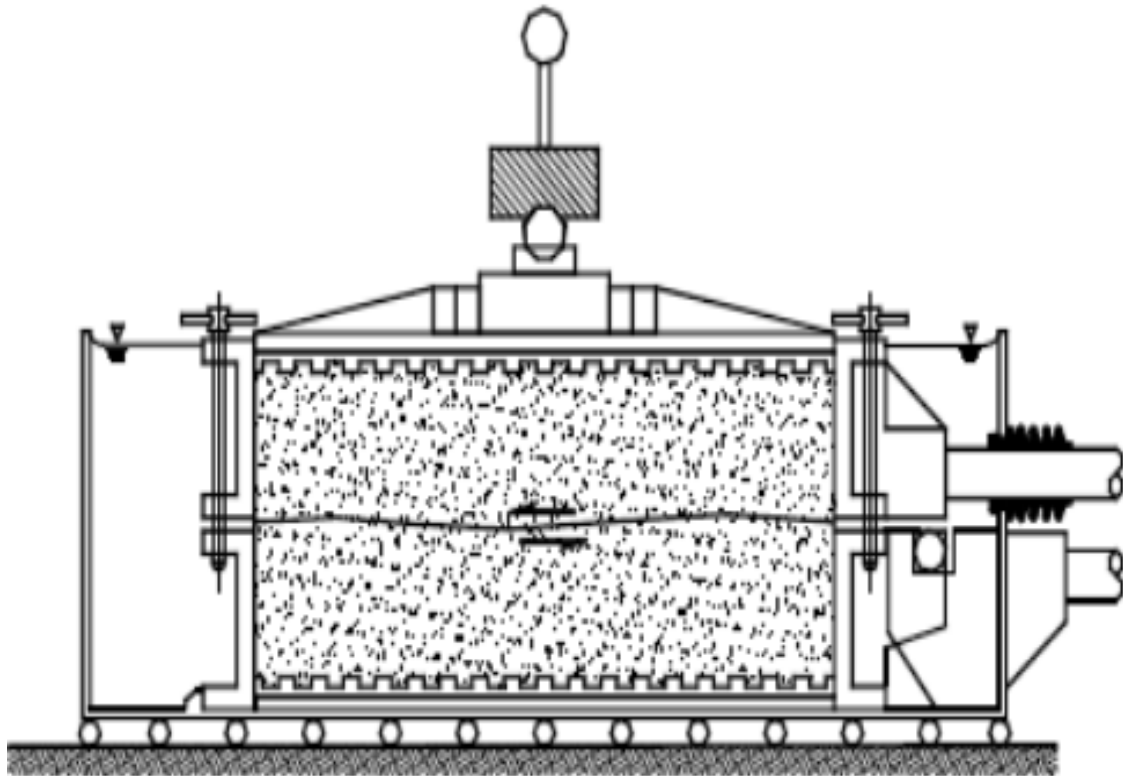


Ilustración 15. Detalle de la caja para ensayo de Corte Directo

### 1.7.3.35. Antecedentes

El Instituto Nacional de Defensa Civil – Indeci, viene ejecutando, a través del Proyecto Indeci – Pnud Per/02/051 Ciudades Sostenibles, que concibe a la aldea como una enjundia segura, saludable, atractiva, ordenada y eficaz en su funcionamiento y desarrollo, de tradición que sus residentes puedan existir en un ambiente agradable. La población de Puerto Eten es uno de los círculos vigilantes importantes de la zona Lambayeque, con una aldea al flagrante año de 2,522 habitantes<sup>1</sup>, a pesar que el 65.42% de su Pea se dedica a los retretes, su meollo de quehacer no es Puerto Eten sino Chiclayo, actuando como ateneo aposento del mismo. Los principales jaques que amenazan a la población están conocidos con la faja del Fenómeno El Niño, presentándose fuertes velocidades pluviales que originan severas inundaciones en listas de difícil drenaje, provocando bajas en la infraestructura urbana de la capital y de su medio ambiente. Sin embargo, es importante validar que el Fenómeno El Niño no es la única observación para esta capital, y en general para la jurisdicción boreal del Perú, puesto que como es sabido, el Perú está formando parte de una de las comarcas de máximo energía sísmica del espacio, siendo adeudado entonces conquistar neutralidad de está situación. **Zerga Ocaña, A. (2003)**

### **1.7.3.36. Ubicación**

El distrito de Puerto Eten se ubica al Sur Oeste de la región de Chiclayo, cepillado por el Océano Pacífico, al costado siniestro el Río Reque y rodeado por el extrarradio de capital Eten, bajo el Sistema de Medidas Utm: X= 625318.87 Y= 9234713.62. **Zerga Ocaña, A. (2003)**

### **1.7.3.37. Aspecto demográfico – económico**

### **1.7.3.38. Dinámica Urbana y Densidad Poblacional**

Puerto Eten alcanzó eminente florecimiento en la últimas divisiones del siglo Xix, aun las 3 primeras del siglo pasado, con el funcionamiento de los ferrocarriles Eten, Chiclayo y sus ramales Lambayeque, Ferreñafe y Chiclayo – Haciendas Azucareras, así como la línea Eten Cayaltí; ferrocarriles que no solo movilizan pasajeros sino todavía la opresión de exportación que lo constituían fundamentalmente el carbohidrato y los géneros importados. El muelle de Eten se terminó de poblar en 1873, tiene 803 m de largo, 9.35 m de dilatado y 4.3 m de alzada sobre el ras de marea media.

La grava y andanada se hacia a través de machinas y barquichuelos que movilizaban la gabela entre el navío fondeado a unos 300 m y el muelle, este procedimiento se emplea debido a la poca bajura de las líquidos.

La transformación urbana de la aldea de Puerto Eten se ha optimizado en los subsiguientes tiempos: Periodo 1961, ocupaba un área de 20.37 Hás., siendo su eje principal la Av. Dos de Mayo, desde adonde partía en tren – Estación de Ferrocarril y la recorrida al Muelle. Su localidad era de 2,192 residentes con una carga de impulso de 1.3%. Periodo 1972, ocupaba un área de 33.61 Hás., contenido al Norte entre las vías Juan Fanning, Elías Aguirre, al Este la Av. Dos de Mayo, carretera Libertad, al Sur tierra Diego Ferré, Parque frente a la capilla, y al Oeste, Av. J. A. García y García, tierra Alfonso Ugarte y Malecón. Su ciudad era de 2,517 residentes con una obligación de engorde del -0.5 %, esta tarifa denegación es originada por la desactivación del Puerto (completamente deteriorado y sin funcionamiento) y del ferrocarril. Periodo 1981 – 1993, ocupa un área de 52.85 Hás., comprende al Norte el Complejo Turístico Laguna Azul y la vía José Quiñónez; al Este con la carretera San Juan, Coliseo; al Sur con la tierra Mario Pasco y al Oeste con el Malecón.

Su localidad era de 2,472 residentes con una carga de incremento del 0.2%. Al año 2003, ocupa un área de 59.92 Hás, comprende por el Norte la Lotización Pedro A. Sánchez Chima;

al Este Lotización San Andrés y el Aahh Virgen del Perpetuo Socorro, aldea del Puerto que fue esnobista por las borrascas intensas del Fenómeno El niño 1997-1998 y se le reubicó en la provincia suscripción Este de la capital. Su ciudad proyectada al presente año (2003) es de 2,522 Hab. El estirón de la localidad tiene una postura decreciente desde 1961, registrando en el último tiempo intercensal (2003) de 0.2 % anual, la densidad average es de 42 Hab./há y se encuentra en el grado de las densidades bajas. **Zerga Ocaña, A. (2003)**

#### **1.7.3.39. Población Económicamente Activa**

La contribución del incremento de Puerto Eten es relativamente baja originada por la desactivación del Puerto (absolutamente deteriorado, sin funcionamiento). Dichas faenas fueron las que propiciaron su auge a preámbulos del siglo Xx. Estas batallas han menguado casi completamente, sumiendo a los trabajadores portuarios en una total retirada, teniendo varios de ellos que portar en investigación de otras misiones. Solo tienen grandeza las importaciones de desembarque marino y bufé terrenal a Petro Perú que casi en nada benefician a sus residentes. **Zerga Ocaña, A. (2003)**

#### **1.7.3.40. Aspecto físico – espacial**

##### **1.7.3.41. Usos de Suelo**

Puerto Eten con 2,5221 residentes distribuidos en 66.35 Hás<sup>2</sup>, tiene una densidad de 38 Hab/há considerando el total; el goce residencial es influyente con 24.73 Há (37.27 %) siguiendo en fama hábitos especiales con 15.68 Hás ( 23.63 %), siguiendo en gravedad el aprovisionamiento con 3.47 Hás (5.23 %) y el bazar con 1.02 Hás (1.54 %)

##### **1.7.3.42. Uso Residencial**

Este hábito tiene una circunscripción de 24.73 Hás de las cuales están afanadas 18.34 %, que representa el 27.64 % y nidas en diseño con 6.39 Hás que representan el 9.63 %. La población presenta una maquinación urbana ortogonal configurada por barriadas con trozos de cavidad de calidades irregulares. Caracterizan la acomodación residencial: la tipología influyente es morada unifamiliar con un asfalto de tesitura average de arquitectura.

##### **Uso Comercial**

Ocupa una extensión de 1.02 Hás. que representa el 1.54 % del área urbana, el nivel de comercio es local. El comercio a través del mercado que ocupa un área de 0.25 Hás (0.38 %), es mínimo, y se encuentra activado parcialmente porque la ciudad se abastece de ciudad Eten ó Chiclayo.

### **Uso Industrial**

En el distrito de Puerto Eten el desarrollo industrial propiamente es incipiente, solo existe una fábrica de losetas con área de 0.03 Hás (0.04 %) y se ubica dentro de la zona residencial.

### **Usos Especiales**

Está constituido por equipamientos máximos (Estadio, Cementerio Antiguo y Nuevo), inmuebles institucionales (Municipio, Iglesia – Convento, Banco de la Nación, Comisaría, club) y de ministerio (terminal de tamaño, subestaciones eléctricas). Ocupa un área de 15.68 Hás, que representa el 23.63 % del área total de la población.

### **Uso Equipamiento**

Ocupa una extensión de 3.47 Hás. Que representa el 3.59 % del área urbana. Esta constituido por el equipamiento de salud con 0.29 Hás (0.30 % del área urbana), educación con 2.71 Hás (2.25 % del área urbana) y recreación con 1.01 Hás (1.05 % del área urbana)

### **1.7.3.43. Caracterización físico-geográfica**

#### **Geología**

Esta alineada por almacenamientos aluviales pertenecientes a la huerta del Chancay Lambayeque, formado por arenillas pobremente gradadas, arenillas gredosas y listas escasas de margas de reincorporación plasticidad. Los materiales granulares se consolidan a gran bajura. En la espaciosidad están relativamente sueltos, con seguridad mediana.

#### **Geomorfología**

La Ciudad de Puerto Eten se referencia en la cuenca del Chancay - Lambayeque, en la parte Oeste, colindante con el océano Pacífico, se define como zona costera aluvial, y presencia de depósitos aluviales conformados por grava y arena y conglomerados de arcillas y limos.

#### **Topografía**

La topografía es llana en la zona urbana con poca pendiente, limitando con el océano Pacífico Sin embargo rodeando a la ciudad en las zonas norte, sur y este las pendientes del terreno son apreciables. En la parte sur, tiene acantilados de gran altura.

#### **Hidrología**

En la zona de Puerto Eten no hay presencia de río alguno, pero no obstante el río Reque en la zona de la desembocadura al mar, este genera en épocas de máximas avenidas situaciones muy apremiantes por las inundaciones que ocasionan en la parte norte de Puerto Eten.

## **Clima**

En condiciones normales, las escasas precipitaciones condicionan el carácter semidesértico y desértico de la angosta franja costera, por ello el clima de la zona se puede clasificar como desértico subtropical Árido, influenciado directamente por la corriente fría marina de Humbolt, que actúa como elemento regulador de los fenómenos meteorológicos.

## **Temperatura**

La temperatura en verano fluctúa Según datos de la Estación Reque entre 25.59 °C (Dic) y 28.27° C (Feb), siendo la temperatura máxima anual de 28.27 °C; la temperatura mínima anual de 15.37°C, en el mes de Septiembre y con una temperatura media anual de 21°C.

## **Humedad**

La humedad atmosférica relativa es alta, con un promedio anual de 82%; promedio mínimo de 61% y máximo de 85%, similar al departamento de Lambayeque.

### **1.7.3.44. Vientos**

Los rumbos son uniformes, durante casi todo el año, con pagaduría So a Ne. La pagaduría de los corrientes está relacionada a bocajarro a la plaza del Anticiclón del Pacifico. 1.6.4 Pluviometría De acuerdo con la parada meteorológica más cercana a la jurisdicción de bufé, Estación Climatológica Ordinaria de Reque, con serie a las lluvias, en esferashabituales éstas son reducidas a nulas. En casos nobles presentados en los años 1972, 1983 y 1998, han adelantado las salidas y producido inconvenientes acierto en la villa como en los bordes aledaños a Puerto Eten.

### **1.7.3.45. Por fenómenos de origen geológico**

Las fuerzas del interior de la tierra a causa del movimiento de la corteza terrestre se manifiestan a través de fenómenos como movimientos sísmicos, actividad volcánica y formación de las cordilleras.

### **1.7.3.46. Sismicidad**

El paraje peruano esta situado sobre una lista sísmica harto activa. Casi todos los eventos sísmicos están respetados a la subducción de la inscripción Oceánica de Nazca y la plancha Continental Sudamericana. La máximo parte de la aplicación tectónica en el globo se concentra a lo largo de los bordes de las lápidas, liberando el borde continental del Perú el 14% de la influencia sísmica del mundo.

#### 1.7.4. Normativa aplicada

Norma Técnica Peruana NTP 339.127 y MTC E108-1999 indica el método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

➤ **Especimen de ensayo**

- Para los contenidos de humedad que se determinen en conjunción con algún otro método ASTM, se empleará la cantidad mínima de espécimen especificada en dicho método si alguna fuera proporcionada.

La cantidad mínima de espécimen de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total, si no se toma la muestra total, será de acuerdo a lo siguiente:

Tabla 3.

Máximo tamaño de partículas que (pasa el 100%)

Máximo tamaño de partícula (pasa el 100%)	Tamaño de malla estándar	Masa mínima recomendada de espécimen de ensayo húmedo para contenidos de humedad reportados a $\pm 0.1\%$	Masa mínima recomendada de espécimen de ensayo húmedo para contenidos de humedad reportados a $\pm 1\%$
2 mm. o menos	ITINTEC 2.00 mm. (N° 10)	20 g	20 g*
4.75 mm.	ITINTEC 4.75 mm. (N° 4)	100 g	20 g*
9.5 mm.	ITINTEC 9.51 mm. (3/8")	500 g	50 g
19.0 mm.	ITINTEC 19.0 mm. (3/4")	2.5 kg	250 g
37.5 mm.	ITINTEC 38.1 mm. (1/2")	10 kg	1 kg
75.0 mm.	ITINTEC 76.1 mm. (3")	50 kg	5 kg

Cuando el espécimen de ensayo es una porción de una mayor cantidad de material, el espécimen seleccionado será representativo de la condición de humedad de la cantidad total de material. La forma en que se seleccione el espécimen de ensayo depende del propósito y aplicación del ensayo, del tipo de material que se ensaya, la condición de humedad, y el tipo de muestra (de otro ensayo, en bolsa, en bloque, y las demás)

Para muestras alteradas tales como las desbastadas, en bolsa, y otras, el espécimen de ensayo se obtiene por uno de los siguientes métodos (listados en orden de preferencia):

- Si el material puede ser manipulado sin pérdida significativa de humedad, el material debe mezclarse y luego reducirse al tamaño requerido por cuarteo o por división.



➤ **Norma técnica Peruana NTP 400.012:2001** la presente Norma Técnica Peruana nos indica el método para la determinación de la distribución por tamaño de partículas del agregado fino, grueso y global por tamizado

➤ **CAMPO DE APLICACIÓN**

Esta Norma Técnica se aplica para determinar la gradación de materiales propuestos para su uso como agregados o los que están siendo utilizados como tales. Los resultados serán utilizados para determinar el cumplimiento de la distribución del tamaño de partículas con los requisitos que exige la especificación técnica de la obra y proporcionar los datos necesarios para el control de la producción de agregados. Los datos también pueden ser utilizados para correlacionar el esponjamiento y el embalaje

*Tabla 4.  
Cantidad mínima de la muestra de agregado grueso o global*

Tamaño Máximo Nominal Aberturas Cuadradas mm (pulg)	Cantidad de la Muestra de Ensayo, Mínimo kg (lb)
9,5 (3/8)	1 (2)
12,5 (1/2)	2 (4)
19,0 (3/4)	5 (11)
25,0 (1)	10 (22)
37,5 (1 ½)	15 (33)
50 (2)	20 (44)
63 (2 ½)	35 (77)
75 (3)	60 (130)
90 (3 ½)	100 (220)
100 (4)	150 (330)
125 (5)	300 (660)

## **PRECISIÓN Y DESVIACIÓN**

### **Precisión:**

La estimación de la precisión para este método de ensayo se presenta en la Tabla 3 (Véase Anexo B). Los estimados están basados en los resultados obtenidos por “AASHTO Materials Reference Laboratory Proficiency Sample Program”(Programa de Muestreo del Laboratorio de Materiales de Referencia de AASHTO), con ensayos realizados con el método ASTM C 136 y AASHTO T 27.

➤ **Norma tecnica Peruana NTP 339.129:1999** la presente norma nos indica el metodo de ensayo para determinar el límite liquido, límite plástico, e indice de plasticidad de suelos. Los limites de Atterberg, Inicialmente Albert Atterberg definio seis “Limites de consistencia” de suelos de grano fino : El limite superior de flujo viscoso, el limite liquido, el limite de pegajosidad, el limite de cohesion, el limite plastico, y el limite de constraccion. En ingenieria se usade contraccion limite de contracción ya que en ingenieria se usan frecuentemente el limite liquido, el limite plastico, y en algunas referencias el limite de constracción.

Tabla 5.  
Factor para limite liquido

N ( Número de golpes)	k (Factor para límite liquido)
20	0.974
21	0.979
22	0.985
23	0.990
24	0.995
25	1.000
26	1.005
27	1.009
28	1.014
29	1.018
30	1.022

Tabla 6.  
Estimados de Precisión

Índice de precisión y tipo de ensayo	Desviación Estándar	Rango Aceptable de los resultados
Precisión de un operador simple:		
Limite Liquido	0.8	2.4
Limite plástico	0.9	2.6
precisión Multilaboratorio:		
Limite Liquido	3.5	9.9
Limite plástico	3.7	10.6

- **Norma tecnica Peruana NTP 339.152:2002** la presente norma nos indica el metodo normalizado para la determinacion del contenido de sales solubles totales en suelos y agua subterranea.

#### Alcance

El contenido de sales solubles de un suelo se determina en un extrato acuoso preparado usando una relacion suelo – agua de 1:5 para la mezcla. Esta proporción se ha considerado como la mas adecuada entre otras que se indican en la literatura pertinente.

Un volumen conocido de la solucion de ensayo, que es el extrato acuoso, o una muestra de agua subterranea que es filtrada, se evapora a sequedad en una cápsula de peso conocido y se pone a secar a peso constante a 180° C +- 2 °C. El incremento de peso hallado representa el total de solido suelo

Tabla 7.

*Densidad Relativa del agua y Factor de conversiones K para diferentes temperaturas*

Temperatura (°c)	Densidad Rel .H2O	Fac. correc. (K)
17.5	0.9987140	1.0005
18.0	0.9986244	1.0004
18.5	0.9985296	1.0003
19.0	0.9984347	1.0002
19.5	0.9983345	1.0001
20.0	0.9982343	1.0000
20.5	0.9981288	0.9999
21.0	0.9980233	0.9998
21.5	0.9979126	0.9997
22.0	0.9978019	0.9996
22.5	0.9976861	0.9995
23.0	0.9975702	0.9993
23.5	0.9974494	0.9992
24.0	0.9973286	0.9991
24.5	0.9972028	0.9990
25.0	0.9970770	0.9988
25.5	0.9969463	0.9987
26.0	0.9968156	0.9986
26.5	0.9966804	0.9984
27.0	0.9965451	0.9983
27.5	0.9964052	0.9982
28.0	0.9962652	0.9980
28.5	0.9962070	0.9979
29.0	0.9959761	0.9977

➤ **Norma técnica Peruana NTP 339.171**

El ensayo busca identificar la relación que se establece entre el esfuerzo y la deformación considerando una carga lateral aplicada de tal forma que se genera un esfuerzo cortante, se presenta un plano de falla horizontal paralelo a la carga aplicada. Existen dos sistemas para la ejecución de este ensayo, el de esfuerzo controlado y el de deformación controlada. En el primero se aumenta gradualmente la carga que induce el esfuerzo hasta que se produzca la falla. Este sistema se usa de preferencia para ensayos de una tasa de carga muy baja debido a que con el mismo puede mantenerse más fácilmente una carga constante durante cualquier período de tiempo; además, pueden quitarse más fácilmente las cargas. El inconveniente que se presenta es que por el exceso de desplazamiento que se impone después de haber pasado la resistencia máxima se obtiene la resistencia al esfuerzo cortante final verdadera

**Ensayo consolidado no drenado (C U):**

En este ensayo se permite que la muestra drene o se consolide durante la aplicación de la carga vertical, de modo que en el momento de aplicar el esfuerzo de corte las presiones intersticiales sean nulas, pero no durante la aplicación del esfuerzo cortante. La tensión de corte es rápida para que la presión de poros no pueda disiparse en el transcurso del ensayo.

**Ensayo consolidado drenado (CD).**

La velocidad de corte es lenta, se permite el drenaje de la muestra durante todo el ensayo siendo las presiones intersticiales nulas durante la aplicación del esfuerzo cortante

**Ensayos de tensión controlada**

Se aplica el esfuerzo horizontal, se miden las deformaciones hasta llegar a la estabilización, luego se aumenta la fuerza horizontal y así sucesivamente, hasta que llega el momento en que las deformaciones no se estabilizan, lo que nos indica que hemos sobrepasado la carga de rotura.

**Ensayos de deformación controlada.**

La mitad móvil de la caja se desplaza a una velocidad determinada; los esfuerzos horizontales se van midiendo con un anillo dinamométrico conectado en serie con la fuerza horizontal

### 1.7.4.1. Método de Bishop

Bishop (1955), presentó un método utilizando dovelas y teniendo en cuenta el efecto de las fuerzas entre las dovelas. Bishop asume que las fuerzas entre dovelas son horizontales (Figura 4.37); es decir, que no tiene en cuenta las fuerzas de cortante.

La solución rigurosa de Bishop es muy compleja y por esta razón, se utiliza una versión simplificada de su método, de acuerdo con la expresión:

$$F.S. = \frac{\sum \left[ \frac{c' \Delta l \cos \alpha + (W' u \Delta l \cos \alpha) \tan \phi'}{\cos \alpha + (\text{sen} \alpha \tan \phi') / FS} \right]}{\sum W \text{sen} \alpha}$$

Donde:

$\Delta l$  = longitud de arco de la base de la dovela

$W$  = Peso de cada dovela

$c', \phi$  = Parámetros de resistencia del suelo.

$u$  = Presión de poros en la base de cada dovela =  $\gamma_w \times h_w$

$\alpha$  = Angulo del radio y la vertical en cada dovela.

*Ilustración 16. Fórmula para el factor de seguridad*

Como se puede observar en la ecuación, el término factor de seguridad FS se encuentra tanto en la izquierda como en la derecha de la ecuación; se requiere un proceso de interacción para calcular el factor de seguridad.

El método simplificado de Bishop es uno de los métodos más utilizados actualmente para el cálculo de factores de seguridad de los taludes. Aunque el método sólo satisface el equilibrio de momentos, se considera que los resultados son muy precisos en comparación con el método ordinario.

Aunque existen métodos de mayor precisión que el método de Bishop, las diferencias de los factores de seguridad calculados, no son grandes. La principal restricción del método de Bishop simplificado, es que solamente considera las superficies circulares. **Suarez Diaz, J. (1998).**

### 1.7.5. Definición de términos

**Pendiente:** Inclinación de un elemento lineal, natural o constructivo respecto de la horizontal

**Labrado:** Acción de labrar un material como la madera, el metal, la piedra o el mármol.

**Topografía:** Técnica que consiste en describir y representar en un plano la superficie o el relieve de un terreno

**Talud:** Es la inclinación que se da a las tierras para que se sostengan las unas a las otras.

**Ladera:** Pendiente de una montaña o elevación del terreno por cualquiera de sus lados.

**Suelo:** Superficie de la corteza terrestre.

**Acrópolis:** Hace referencia a la parte más alta de una ciudad.

**Geotecnia:** Parte de la geología aplicada que estudia la composición y propiedades de la zona más superficial de la corteza terrestre, para el asiento de todo tipo de construcciones y obras públicas.

**Suelos residuales:** Se originan cuando los productos de la meteorización no son transportados como sedimentos, sino que se acumulan en el sitio en que se van formando

**Meteorización:** Es la descomposición de minerales y rocas que ocurre sobre o cerca de la superficie terrestre cuando estos materiales entran en contacto con la atmósfera, hidrosfera y la biosfera.

## **II. MATERIAL Y MÉTODOS**

## II. Material y Método

### 2.1. Tipo y Diseño de Investigación.

#### 2.1.1. Tipo de investigación:

El tipo de investigación que se utilizó fue cuantitativo. Se fundamenta en la medición de las características de los suelos de las laderas del Cerro La Campana, lo cual supone derivar de un marco conceptual pertinente al problema analizado, una serie de postulados que expresen relaciones entre las variables estudiadas de forma deductiva. Éste método tiende a generalizar y normalizar resultados. **(Bernal, 2010, pág. 60)**

#### 2.1.2. Diseño de la investigación:

El diseño que se utilizó fue cuasi-experimental. La investigación se caracteriza porque en ella el investigador actúa conscientemente sobre el objeto de estudio, en tanto que los objetivos de estos estudios son precisamente conocer los efectos de los actos producidos por el propio investigador como mecanismo o técnica para probar sus hipótesis. **(Bernal, 2010, pág. 123)**

En la investigación se caracterizó el tipo de suelo de la Laderas del Cerro La Campana, para observar cómo afectan en el análisis de estabilidad.

Tabla 8.  
Diseño de Investigación

Diseño de Investigación		
Problema	Solución	Realidad
El tipo de material que tiene las laderas del cerro la campana el cual no es muy estable y de tal manera influye lo que es la forma que tiene el talud el cual no tiene la inclinacion que debería tener para una seguridad adecuada.	Realizar el estudio de mecanica de suelos a sus respectivas muestras representativas para poder clasificar el suelo y ver que tipo de material para poder ir al manual de diseño de carreteras DG - 2018 cual me indica que inclinacion va tener el talud para tal tipo de material de tal manera influye un levantamiento topografico para ver la forma como esta establecido los taludes y realizar el modelamiento adecuado	Se obtendra una relacion adecuada para el talud capaz de cumplir con todos los objetivos propuestos y la seguridad indicada

**(Fuente: Propia)**



## **2.2. Métodos de Investigación**

Los métodos se basaron con los ensayos de mecánica de suelos para poder caracterizar el tipo de material que se encuentra en las Laderas del Cerro La Campana y con los datos obtenidos realizar un análisis de estabilidad utilizando el software SLIDE 6.0 brindando el factor de seguridad que tiene el talud. **Fuente Propia**

## **2.3.Población y Muestra**

La población de esta investigación lo constituyeron los Taludes del Cerro La Campana del Distrito de Puerto Eten.

La muestra de esta investigación lo constituyeron la extracción que se realizó por la estratigrafía del talud cada veinte metros tanto para el talud derecho e izquierdo en ocho puntos específicos con un total de veinticuatro muestras. Por cada zona se extrajeron cinco kilos de material mediante la guía de la tesis de Cabrera Rivera, T. B. (2007). Características geotécnicas de los suelos residuales del batolito de la cordillera de la costa. UNIVERSIDAD DE CHILE, VALPARAISO, ya que la Norma CE.020 SUELOS Y TALUDES no indica a que distancia se debe realizar la extracción.

## **2.4. Variables, Operacionalización.**

### **2.4.1. Variables**

#### **2.4.1.1.Variable Dependiente:** Las características geotécnicas

El Estudio de las características geotécnicas permite obtener como está conformado el tipo de material que se encuentran en el Cerro La Campana donde se está realizando el estudio de investigación y de tal manera poder influir en las soluciones que se puedan obtener mediante los diferentes problemas que se están observando en la zona de estudio. **Zerga Ocaña, A. (2003)**

#### **2.4.1.2.Variable Independiente:** Estabilidad de Taludes.

El análisis de estabilidad de taludes se ha realizado con los datos obtenidos de la caracterización del tipo de material que se encuentran en las laderas del Cerro La Campana utilizando el software SLIDE 6.0, brindando el factor de seguridad que tienen los taludes y dar los parámetros de inclinación adecuado según el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras 2018 y de tal manera para mayor estabilidad de los taludes se ha propone utilizar el concreto Shotcrete. **Zerga Ocaña, A. (2003)**

## 2.4.2. Operacionalización

**TABLA DE VARIABLE DEPENDIENTE**

<b>V. Dependiente</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Subindicadores</b>	<b>Escala de medición</b>	<b>Técnica de recolección de Información</b>	<b>Instrumento de recolección de datos</b>	<b>Instrumento de medición</b>	
<b>Características Geotécnicas de los suelos residuales</b>	Contenido de Humedad	Cantidad de agua	Formula	%	Análisis Documental	Guía de Observación	Mallas normalizadas	
	Tamaño de las Partículas	Curva Granulométrica	Tamizado	Pulg			Cuchara de Casagrande	
	Contenido de Aire	Índice de Vacíos	Formula	%			Taras	
	Cantidad de sales	Sulfato de Sodio	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	%			Balanza	
			Sulfato de magnesio				MgSO <sub>4</sub>	Fiola
			Sulfato de Potasio				K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Equipo de Corte Directo
	Capacidad Portante	Resistencia	Angulo de fricción	Kg/cm <sup>2</sup>			Microsoft Excel	
					Agua destilada			

Fuente Propia

**TABLA DE VARIABLE INDEPENDIENTE**

V. Independiente	Dimensiones	Indicadores	Subindicadores	Escala de medición	Técnica de recolección de Información	Instrumento de recolección de datos	Instrumento de medición
<b>Estabilidad de Taludes</b>	Tipo de Material	Gravas, limo arenoso y arcilla	Relación 1:1.75	V:H	Observación, guía y Análisis Documental	Guía de Observación	Estación Total TopCom
		Arena	Relación 1:2.25				
		Enrocado	Relación 1:1.25				
	Concreto Shotcrete	F'c 80	Kg/cm2	Trípode			
		F'c 100					
		F'c 140					
		F'c 175					
		F'c 210					
	Medidas de protección y estabilización	Uso de mallas de acero	Malla doble torsión	m2			Manual de Carreteras DG - 2018
			Malla MFI 3500				
			Malla MT				
	Uso de Vegetación	Plantaciones	m2	Mira Topográfica			
		Empradizado					
		Tela Biodegradable					
Uso de Geotextiles	Abonos Verdes	Agujados de fibra cortada	m2	Calculadora			
		Temo soldados					
		Filamento Continuo					
						Prisma	Libreta de Campo
							Calculadora

## **2.5. Técnicas e Instrumento de recolección de datos**

### **2.5.1. Técnicas de Recolección de datos**

- 1.- Se utilizó un GPS navegador e identificando por medio de coordenadas UTM la ubicación del tipo de falla que tienen las laderas del Cerro La Campana.
- 2.- Realizando los ensayos de mecánica de suelos para caracterizar el tipo de material que se encuentra en la zona de estudio.
- 3.- Verificar el factor de seguridad utilizando el software SLIDE 6.0.
- 4.- Aplicar la inclinación adecuada a los taludes con la base del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras 2018.

**Fuente propia**

### **2.5.2. Instrumentos de recolección de datos**

- ✓ Gps Navegado Garmin 64sr
- ✓ Estación Total Topcon ES 105
- ✓ Libreta de Campo
- ✓ Microsoft Excel
- ✓ Microsoft Word
- ✓ Software AutoCAD Civil 3D
- ✓ Software SLIDE 6.0

**Fuente propia**

## **2.6. Validación y Confiabilidad de Instrumentos**

### **2.6.1. Validación de instrumentos**

La validación de los instrumentos fue supervisada por Wilson Olaya Aguilar, técnico del laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos de la Universidad Señor de Sipán, realizando la calibración y conformidad de los instrumentos utilizados para ensayo realizado en laboratorio. **Fuente propia**

### **2.6.2. Confiabilidad de Instrumento**

Para asegurar precisión, exactitud y confiabilidad en los resultados, ante esta medida se consultó a los respectivos especialistas para el correcto desarrollo, en los procesos necesarios para esta investigación. **Fuente Propia**

# **III. RESULTADOS**

### III. Resultados

#### 3.1. Análisis de las características de los deslizamientos observados en cada sector.

##### Procedimiento

El análisis de las características de los deslizamientos se ha realizado en la zona de estudio el cual mediante la observación se identificó las diferentes fallas que tiene los taludes del Cerro La Campana el procedimiento que se ha manejado ha sido con un Gsp Navegador identificando los puntos con sus respectivas coordenadas donde se encuentra las mayores fallas de deslizamiento en cada talud. **Ver anexo 2.**

##### Resultados

*Tabla 9.*  
*Tipo de falla en el talud*

N° de Punto	Norte	Este	Tipo de Falla
1	9234036.7	625354.35	Desprendimiento por bloque
2	9233926.2	625344.58	
3	9234071	625375.42	
4	9233991.3	625346.23	

##### Interpretación

Con los resultados obtenidos, se identifica las fallas más críticas en las laderas el cual se realizó el levantamiento topográfico total del cerro La Campana para realizar el perfilado respectivo de los taludes de la misma manera los puntos obtenido con sus coordenadas, van a servir para realizar la extracción de muestras representativas y poder realizar los diferentes ensayos de laboratorio y caracterizar el tipo de material existente.

### 3.2. Caracterizar los suelos de los perfiles analizados mediante los ensayos de mecánica de suelos.

#### Procedimiento

Para caracterizar los suelos de los perfiles analizados se realizó la extracción de muestras representativas de los puntos más crítico donde están ocurriendo los diferentes deslizamientos los cuales fueron ocho puntos específicos, con la guía de una tesis anterior sobre el tema relacionado, la muestra fue extraída en lo que es el pie de talud, parte media y hombro de talud ya que existía diferentes estratos. La extracción fue en cada punto con tres muestras con un total de 24 muestras representativas indicadas como MD1 – E1, MD1 – E2 , MD1 – E3, MI1 – E1, MI1 – E2, MI1 – E3, MD2 – E1, MD2 – E2 , MD2 – E3, MI2 – E1, MI2 – E2, MI2 – E3, MD3 – E1, MD3 – E2 , MD3 – E3, MI3 – E1, MI3 – E2, MI3 – E3, MD4 – E1, MD4 – E2 , MD4 – E3, MI4 – E1, MI4 – E2, MI4 – E3. **Ver Anexo 3**

Tabla 10.  
Resumen de los resultados

Tabla resumen de resultados de los ensayos								
Estratos	%Humedad	LL	LP	IP	Gs	% Sales	SUCS	AASHTO
MD1 - E1	4.82	N.P	N.P	N.P	2.66	0.86	SP	A-3 (0)
MD1 - E2	3.58	N.P	N.P	N.P	2.68	0.80	SP-SM	A-3 (0)
MD1 - E3	3.94	N.P	N.P	N.P	2.66	0.90	SP	A-3 (0)
MI1 - E1	3.86	N.P	N.P	N.P	2.60	0.60	SP	A-3 (0)
MI1 - E2	4.00	N.P	N.P	N.P	2.68	0.80	SP-SM	A-3 (0)
MI1 - E3	3.85	N.P	N.P	N.P	2.55	0.70	SP	A-3 (0)
MD2 - E1	3.90	N.P	N.P	N.P	2.72	0.80	SP	A-3 (0)
MD2 - E2	3.97	N.P	N.P	N.P	2.74	0.56	SP-SM	A-3 (0)
MD2 - E3	3.93	N.P	N.P	N.P	2.79	0.70	SP	A-3 (0)
MI2 - E1	6.84	N.P	N.P	N.P	2.55	0.85	SP	A-3 (0)
MI2 - E2	5.80	N.P	N.P	N.P	2.81	0.82	SP-SM	A-3 (0)
MI2 - E3	4.50	N.P	N.P	N.P	2.65	0.60	SP	A-1-b (0)
MD3 - E1	6.00	N.P	N.P	N.P	2.74	0.80	SP	A-1-b (0)
MD3 - E2	4.24	N.P	N.P	N.P	2.69	0.90	SP	A-3 (0)
MD3 - E3	4.16	N.P	N.P	N.P	2.68	0.60	SP	A-3 (0)
MI3 - E1	3.60	N.P	N.P	N.P	2.79	0.60	SP	A-3 (0)
MI3 - E2	8.51	N.P	N.P	N.P	2.74	0.80	SP-SM	A-3 (0)
MI3 - E3	5.25	N.P	N.P	N.P	2.78	0.70	SP-SM	A-3 (0)
MD4 - E1	4.46	N.P	N.P	N.P	2.66	0.80	SP	A-3 (0)
MD4 - E2	3.37	N.P	N.P	N.P	2.63	0.56	SP-SM	A-3 (0)
MD4 - E3	6.74	N.P	N.P	N.P	2.69	0.70	SP	A-3 (0)
MI4 - E1	3.22	N.P	N.P	N.P	2.66	0.85	SP-SM	A-3 (0)
MI4 - E2	2.10	N.P	N.P	N.P	2.52	0.82	SP	A-3 (0)
MI4 - E3	4.48	N.P	N.P	N.P	2.72	0.70	SP-SM	A-3 (0)



*Ilustración 17. Extracción de muestras parte superior del talud*



*Ilustración 18. Observación de falla de talud*



*Ilustración 19. Extracción de muestra parte media del talud*



## Metodología de los ensayos del objetivo N° 2

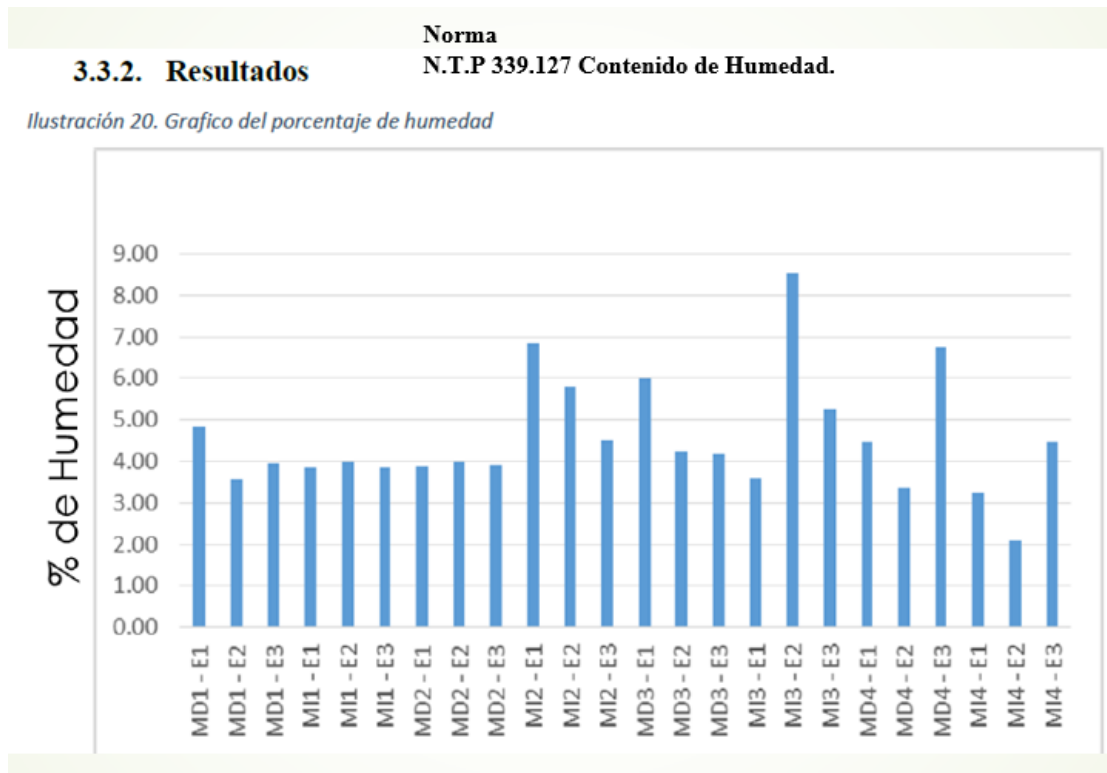
### ➤ Ensayo de contenido de humedad de las muestras

#### Procedimiento

Para realizar el ensayo de contenido de humedad se inició con la obtención de las muestras en bolsas herméticas para conservar su humedad de campo, se procedió a llevar las muestras al laboratorio y se pesó 1500 gr de muestra y se colocó al horno, al día siguiente se pesó cuanto de agua ha perdido la muestra y se procedió a hallar el contenido de humedad. **Ver anexo 4.** El resumen de los resultados del ensayo de contenido de humedad que se realizaron a cada estrato, se mostrarán en la siguiente figura:

#### Resultados

#### Característica Física



*Ilustración 20. Grafico del porcentaje de humedad*

#### Interpretación

En la figura se muestra los resultados del ensayo de contenido de humedad, se observa que hay una gran diferencia en la MD3 - E2 con respecto a las demás muestras, debido a que se encuentra un mayor porcentaje de humedad en esa zona indicada.



*Ilustración 21. Muestras en taras*



*Ilustración 22. Muestras en el horno a 110°C +/-*



*Ilustración 23. Retirando muestra seca*

➤ **Análisis Granulométrico por tamizado**

**Procedimiento**

Para realizar el análisis granulométrico por tamizado se utilizó una serie de tamices con diferentes diámetros que son ensamblados en una columna. En la parte superior, donde se encuentra el tamiz de mayor diámetro, se agrega el material original (suelo o sedimento mezclado) y la columna de tamices se somete a vibración y movimientos rotatorios intensos. Se retiran los tamices y se desensamblan, tomando por separado los pesos de material retenido en cada uno de ellos y que, en su suma, deben corresponder al peso total del material que inicialmente se colocó en la columna de tamices y así obtener la distribución por tamaño de las partículas presentes en una muestra de suelo. **Ver anexo 4**

**Resultados**

**N.T.P 400.012 Granulometría**

**Característica Física**

**GRUPO 1 - TALUD DERECHO**

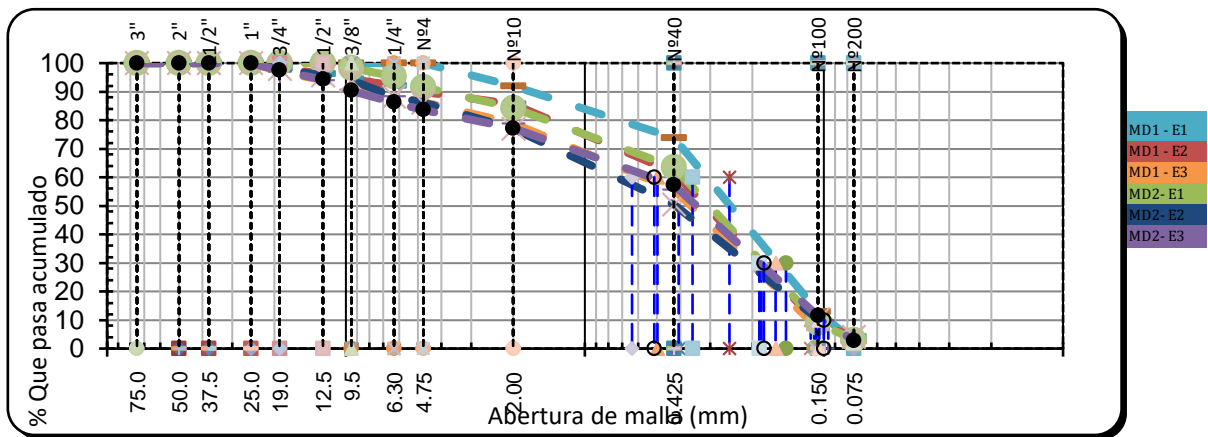


Ilustración 24. Curvas granulométricas (MD1 – E1, MD1-E2, MD1 – E3, MD2 – E2, MD2-E2, MD2 – E3)

**GRUPO 2 - TALUD DERECHO**

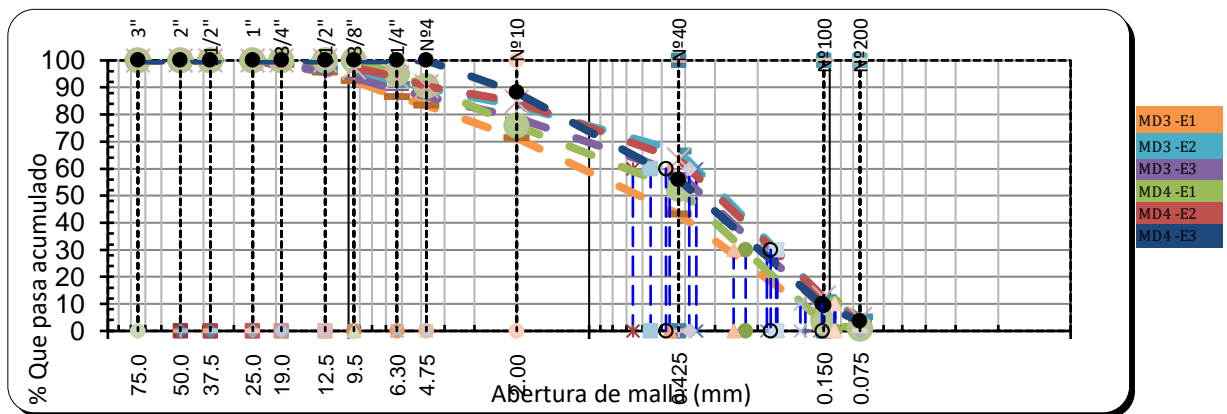


Ilustración 25. Curvas granulométricas (MD3 – E1, MD3-E2, MD3 – E3, MD4 – E2, MD4-E2, MD4 – E3)

GRUPO 3 – TALUD IZQUIERDO

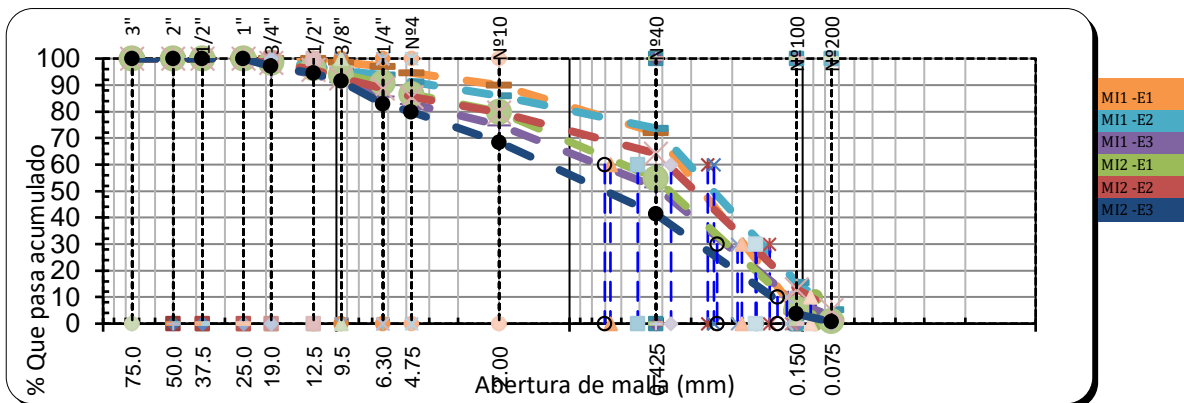


Ilustración 26. Curvas granulométricas (MI1 – E1, MI1 - E2, MI1 – E3, MI2 – E2, MI2 - E2, MI2 – E3)

GRUPO 4 – TALUD IZQUIERDO

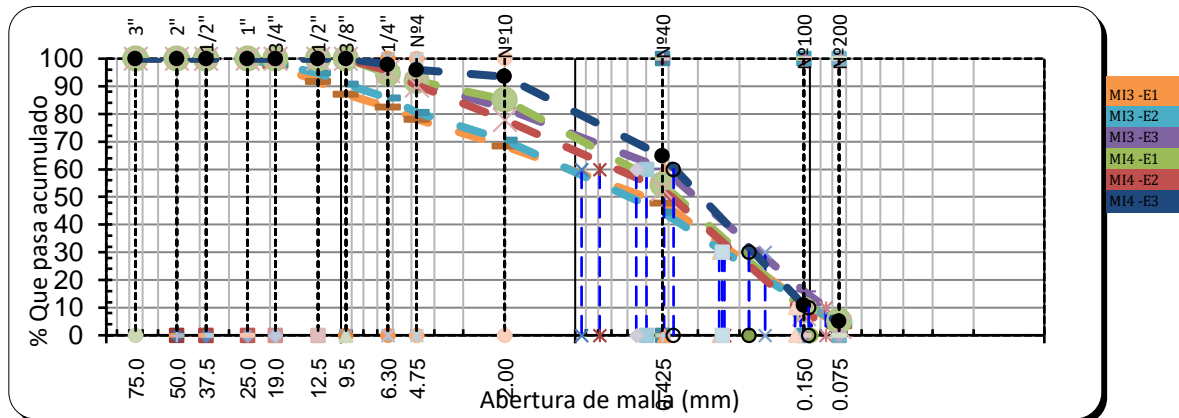


Ilustración 27. Curvas granulométricas (MI3 – E1, MI3 - E2, MI3 – E3, MI4 – E2, MI4 - E2, MI4 – E3)

**Interpretación**

En las figuras se observan las curvas granulométricas de las 24 muestras agrupadas en 6 cuadros por lo tanto se ve que las curvas con el tamaño que tienen las partículas el cual son arenas ya que el material pasa por las últimas mallas normalizadas.



Ilustración 28. Muestra saturada



Ilustración 29. Colocando muestra por las mallas

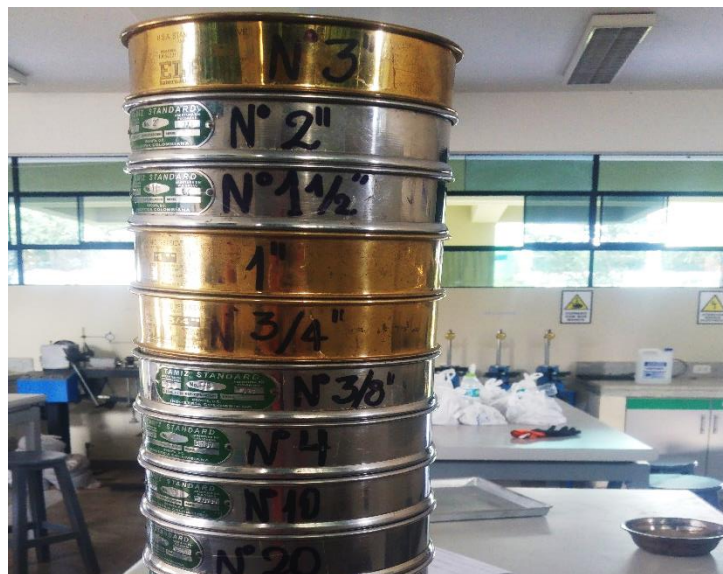


Ilustración 30. Mallas normalizadas

## ➤ Límites de Atterberg

### **Procedimiento**

#### **Límite líquido**

Para realizar el ensayo de límites de Atterberg. Primero se inició con el ensayo de límite líquido, el cual se procedió a llevar las muestras al laboratorio y se colocó al horno, al día siguiente se pesó 150 gr que pase la malla N° 40, se mezcló la muestra con agua destilada, Colocamos la muestra en la copa de Casagrande y formamos la ranura con el ranurador laminar, se tomó la muestra próxima a la ranura cerrada y determino el contenido de humedad, se remoldo la muestra de suelo incrementando el contenido de humedad y repetimos los pasos 3 veces por cada estrato de suelo alterado, Luego dibujar la curva de fluidez, con los resultados de N° de golpes y el contenido de humedad, determinamos en la curva el contenido de humedad para los 25 golpes que será el límite líquido. **Ver anexo 4**

#### **Límite Plástico**

Se inició el ensayo de límite plástico, la obtención de las muestras en bolsas herméticas, se procedió a llevar las muestras al laboratorio y se colocó al horno, al día siguiente se pesó 150 gr que pase la malla N° 40, Mezclamos la muestra con agua destilada, se sustrajo un poco de muestra y se rolo sobre una placa de vidrio, hasta tratar de alcanzar un diámetro de 3.2 mm, el bastoncillo esta acto para los ensayos cuando se ve sus grietas, este procedimiento se hizo para la muestra restante luego se calculó el peso húmedo del suelo, el cual nos sirve para calcular el contenido de humedad, después al horno durante 24 horas para después hallar su peso seco. **Ver anexo 4**

#### **Índice de plasticidad**

Para calcular lo que el índice de plasticidad del suelo se realizó la diferencia entre el Límite líquido y el Límite de plástico este límite indica el margen de contenidos de agua en que suelo se comporta en un material plástico y de tal manera clasificar y ver qué tipo de material encontramos. **Ver anexo 4**

## Resultados

Tabla 11.  
Clasificación del suelo

### Característica Física

Tabla resumen de resultados de los ensayos						
Estratos	%Humedad	LL	LP	IP	SUCS	AASHTO
MD1 - E1	4.82	N.P	N.P	N.P	SP	A-3 (0)
MD1 - E2	3.58	N.P	N.P	N.P	SP-SM	A-3 (0)
MD1 - E3	3.94	N.P	N.P	N.P	SP	A-3 (0)
MI1 - E1	3.86	N.P	N.P	N.P	SP	A-3 (0)
MI1 - E2	4.00	N.P	N.P	N.P	SP-SM	A-3 (0)
MI1 - E3	3.85	N.P	N.P	N.P	SP	A-3 (0)
MD2 - E1	3.90	N.P	N.P	N.P	SP	A-3 (0)
MD2 - E2	3.97	N.P	N.P	N.P	SP-SM	A-3 (0)
MD2 - E3	3.93	N.P	N.P	N.P	SP	A-3 (0)
MI2 - E1	6.84	N.P	N.P	N.P	SP	A-3 (0)
MI2 - E2	5.80	N.P	N.P	N.P	SP-SM	A-3 (0)
MI2 - E3	4.50	N.P	N.P	N.P	SP	A-1-b (0)
MD3 - E1	6.00	N.P	N.P	N.P	SP	A-1-b (0)
MD3 - E2	4.24	N.P	N.P	N.P	SP	A-3 (0)
MD3 - E3	4.16	N.P	N.P	N.P	SP	A-3 (0)
MI3 - E1	3.60	N.P	N.P	N.P	SP	A-3 (0)
MI3 - E2	8.51	N.P	N.P	N.P	SP-SM	A-3 (0)
MI3 - E3	5.25	N.P	N.P	N.P	SP-SM	A-3 (0)
MD4 - E1	4.46	N.P	N.P	N.P	SP	A-3 (0)
MD4 - E2	3.37	N.P	N.P	N.P	SP-SM	A-3 (0)
MD4 - E3	6.74	N.P	N.P	N.P	SP	A-3 (0)
MI4 - E1	3.22	N.P	N.P	N.P	SP-SM	A-3 (0)
MI4 - E2	2.10	N.P	N.P	N.P	SP	A-3 (0)
MI4 - E3	4.48	N.P	N.P	N.P	SP-SM	A-3 (0)

### Interpretación

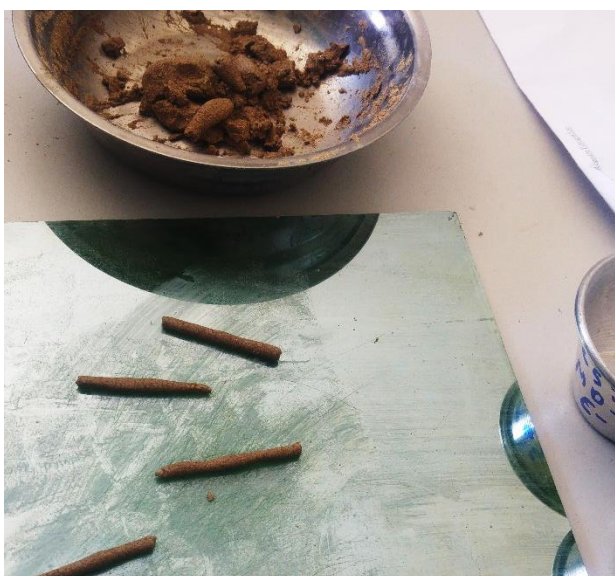
Con los resultados obtenidos del cuadro anterior, se tomó los valores tanto de los límites plásticos, Límites Líquido y el índice de plasticidad el cual se ha podido realizar la clasificación respectiva de las muestras representativas de los taludes, el cual se clasificó como es un suelo SP que significa es una Arena Pobremente Gradada y también obtener en algunos puntos de las laderas un suelo SP – SM que significa un suelo Arena Pobremente Gradada con presencia de Limo.



*Ilustración 31. Tetas para Límites plástico.*



*Ilustración 32. muestra con plasticidad nula.*



*Ilustración 33. bastoncitos para límite plástico no llegan a 3 mm.*



## ➤ Ensayo de sales solubles

### Procedimiento

Se inició el ensayo de sales solubles, se procedió a llevar las muestras al laboratorio y se colocó al horno, al día siguiente se pesó 50 gr que pase la malla N° 10. Después de tamizar se sustrae 50 g para lo cual se coloca en una botella de vidrio semejada a la de bebidas de Sporade, Se agregó 250 ml d agua al envase de vidrio, después se colocó el envase en la maquina giratoria con la muestra durante 20 minutos, después de pasar el tiempo de girar la muestra se deja reposar el envase durante una hora o hasta el día siguiente para que sedimenten las partículas, luego colocamos papel filtro en un pequeño embudo y extraer 50 ml de la nueva mezcla y colocarlo en el embudo para que se deposite en una probeta, colocar la mezcla contenida en la probeta en una tara, previa colocación se debe pesar la tara, pesar la tara más la muestra, llevar la tara al horno, dejándolo durante 24 horas a una temperatura de 110 +/- 5°C, retirar la tara del horno y determinar el peso para de partículas de sales que contuvo la muestra. **Ver anexo 4**

### Resultados

### Característica Química

N.T.P 339.152 Sales Solubles Totales.

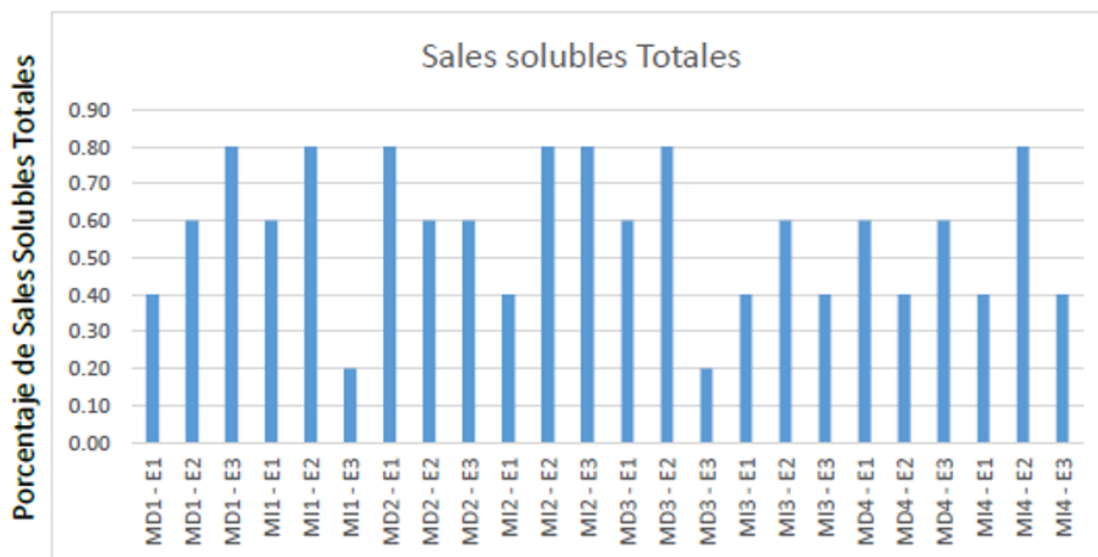


Ilustración 34. Porcentaje de Sales solubles totales

### Interpretación:

En la figura se muestra los resultados del ensayo de Sales solubles totales, se observa que el máximo contenido de sales en la muestra es 0.90% el cual tiene la MD3 - 2 Y MD1 - E3, debido a que se encuentra un mayor porcentaje de sales en las muestras.



Ilustración 35. Muestra en Beaker saturada.



Ilustración 36. Muestra preparada para 24hrs de asentamiento



Ilustración 37. Agitando muestra

## ➤ Ensayo de Peso Específico Relativo

### Procedimiento

Se inició colocando la muestra de suelo y el agua en la fiola, con un termómetro se midió la temperatura. Colocamos la muestra más el  $dH_2O$ , luego de sacar el valor de la temperatura y la colocamos en un recipiente y se deja reposar para luego extraer el agua con la ayuda de la pera de succión y dejar solamente la muestra asentada en el fondo del recipiente y con ello sacar el peso seco de la muestra más tara.

Después de 24 horas sacamos la muestra del horno y la pesamos. (Obtención de peso seco de la muestra). Ver anexo 4

### Resultados

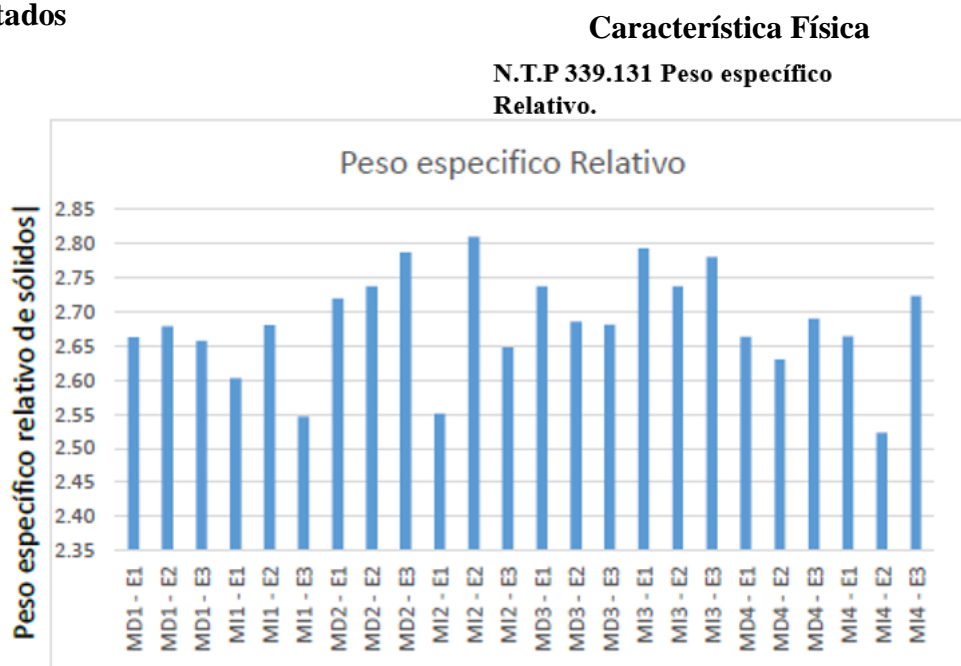


Ilustración 38. Resultados de Peso específico relativo

### Interpretación:

En la figura se muestra los Gs del ensayo de peso específico relativo de las partículas sólidas, se observa que hay poca variación en las muestras y el máximo peso específico en las muestras representativas es 2.95 g/cm<sup>3</sup>



Ilustración 39. Muestra saturada en fiola.



Ilustración 40. Temperatura de la muestra saturada



Ilustración 41. Extrayendo el aire atrapado.

## ➤ Ensayo de Corte Directo

### Procedimiento

Para la realización de este ensayo de corte directo se tomó una muestra inalterada de suelo, la cual fue una arena seca que fue suministrada. Si se usa una muestra inalterada, debe ser suficientemente grande para proveer un mínimo de tres muestras idénticas, luego se hace la preparación de la muestra debe efectuarse de tal manera que la pérdida de humedad sea insignificante para muestras inalteradas de suelos sensibles, debe tenerse extremo cuidado al labrar las muestras, para evitar la alteración de su estructura natural. Se determina el peso inicial de la muestra para el cálculo posterior del contenido inicial de humedad de acuerdo con la norma. **Ver anexo 5**

### Resultados

### Característica Mecánica

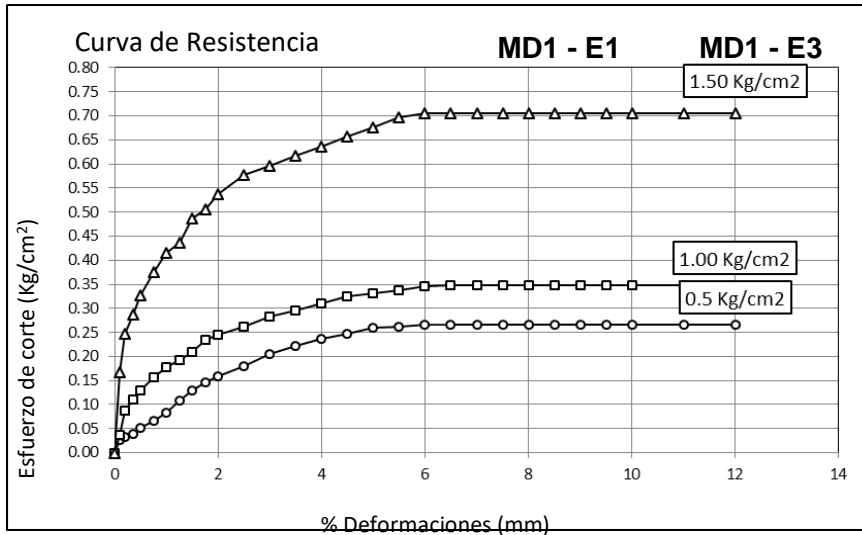


Ilustración 42. Curva de resistencia (MD1 - E1, MD1 - E3)

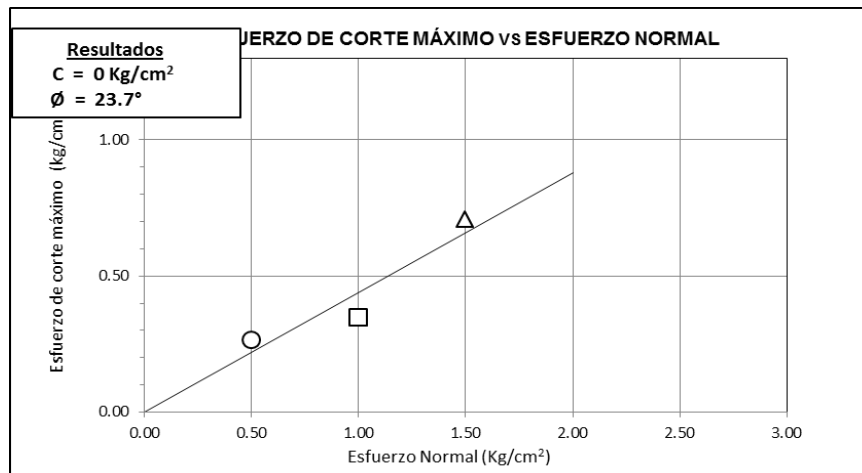


Ilustración 43. Cohesión y Fricción de la muestra (MD1 - E1, MD1 - E3)

## Característica Mecánica

Curva de Resistencia

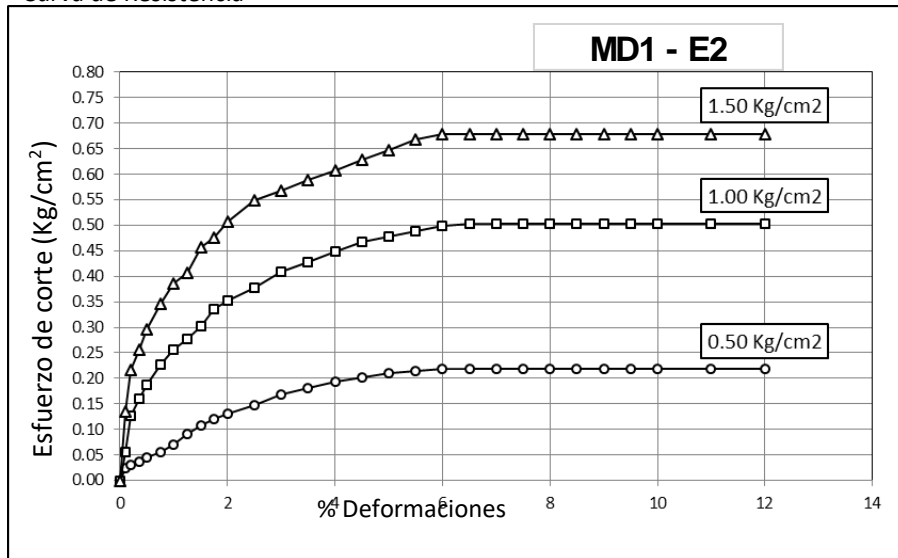


Ilustración 44. Curva de resistencia (MD1 – E2)

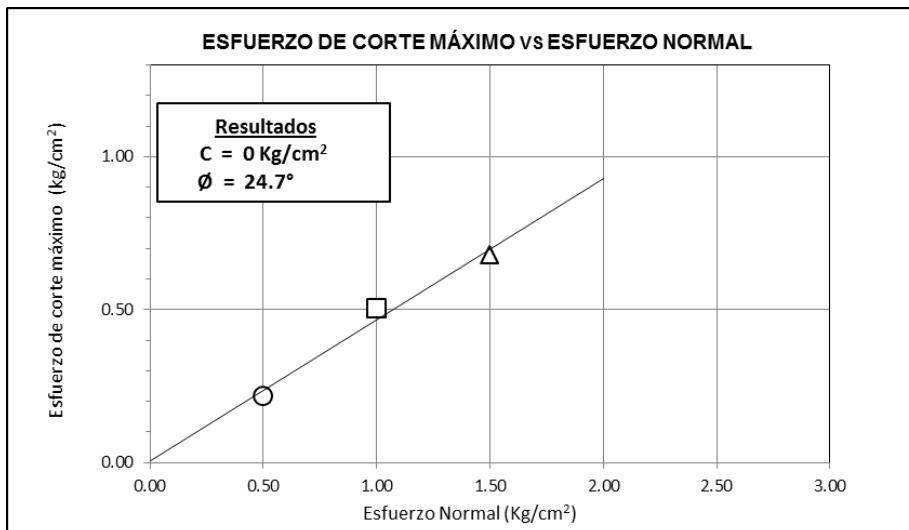


Ilustración 45. Cohesión y Fricción de la muestra (MD1 – E2)

### Interpretación

Con los resultados obtenidos los cuales son la Cohesión y el ángulo de fricción se podrá realizar el análisis de estabilidad de taludes en una sección usando el programa SLIDE por el método de Bishop indicando el factor de seguridad que tiene el talud. **Ver Anexo 5**



*Ilustración 46. Equipo de Corte Directo*



*Ilustración 47. Caja de molde para corte*



*Ilustración 48. Molde de la muestra*

### 3.3. Verificar el análisis de estabilidad utilizando el software SLIDE 6.0

#### Procedimiento

Para realizar el análisis de estabilidad se ha trabajado con el programa “SLIDE” es un software de análisis de Estabilidad de Taludes en 2D que utiliza métodos de equilibrio límite para el cálculo de la estabilidad por el método de Bishop Simplificado ya que es uno de los métodos más utilizados actualmente para el cálculo de factores de seguridad de los taludes este método trabaja con los valores que se obtienen del ensayo de Corte directo el cual es Angulo de fricción del suelo, la Cohesión y el peso específico del suelo. **Ver anexo 6**

#### Resultados

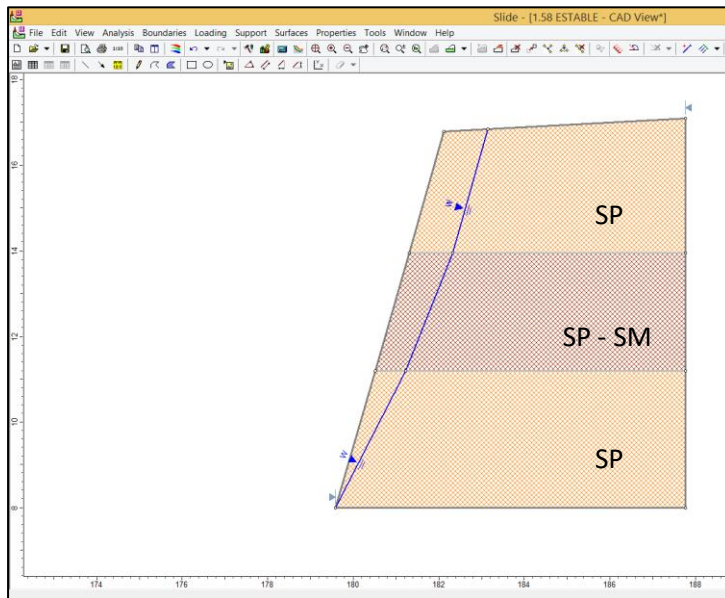


Ilustración 49. Sección de una parte del talud con su estratigrafía establecida.

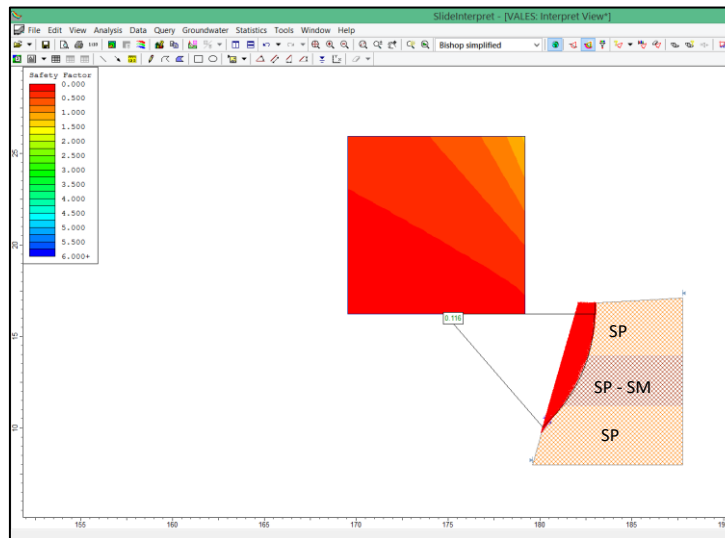


Ilustración 50. Espectro que indica del factor de seguridad que tiene el Talud.



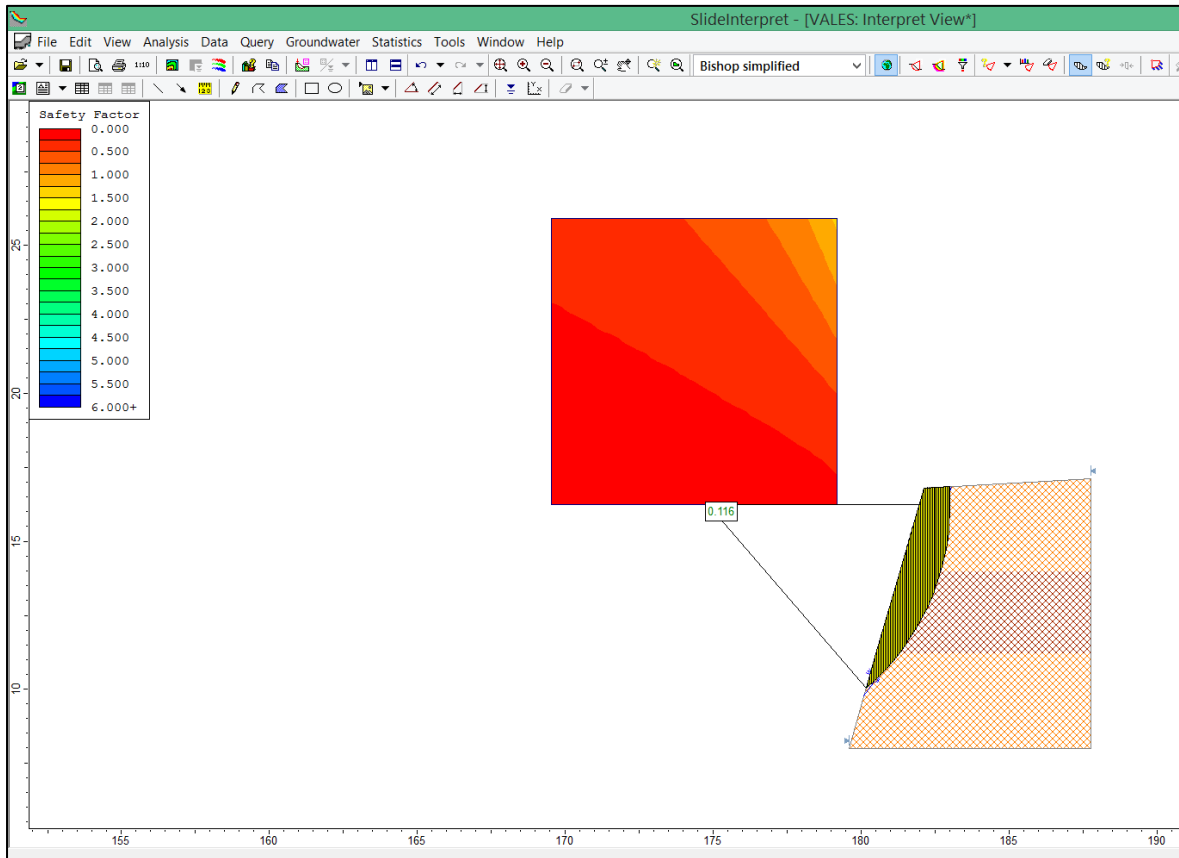


Ilustración 51. Dovelas donde indican la posible falla que tiene el talud

## Interpretación

Con los resultados obtenidos del análisis de estabilidad que se realizó usando el programa “SLIDE” con el procedimiento del método de Bishop simplificado, brinda el factor de seguridad que tiene el talud es menor a 1, el cual eso significa que el talud no es estable, por consiguiente, con ayuda del Manual de diseño geométrico de carreteras (DG – 2018) se estableció la relación del talud de acuerdo a lo que indica por el tipo de material.

### 3.3. Realizar los planos de los taludes seleccionados.

#### Procedimiento

Para realizar los planos de los taludes seleccionados se realizó un levantamiento topográfico con una Estación total Topcom, Gps navegador, brújula, primas y libreta de campo el cual consistió obtener puntos topográficos con coordenadas UTM en lo que es pie de talud, parte media del talud y hombro del talud en una longitud de 500 metros y transversal cada 10 metros y de esa manera poder obtener la planimetría y altimetría. **Ver anexo 7.**

#### Resultados

Tabla 12.  
Puntos topográficos

Puntos	Norte	Este	Elevacion
1	9233912	625328	8.00
2	9234091.89	625370.35	6.73
3	9234077.6	625364.56	6.93
4	9234057.72	625359.533	6.99
5	9234056.38	625359.243	8.12
6	9234036.71	625354.348	8.07
7	9234036.87	625353.394	8.24
8	9233924.15	625325.201	8.06
9	9233936.17	625275.961	9.11
10	9233922.88	625284.583	9.35
11	9233919.98	625290.966	9.34
12	9233913.42	625315.998	9.27
186	9233494.28	625194.15	8.92
187	9233515.85	625198.1	8.82
188	9233517.99	625200.08	8.72
189	9233518.57	625202.48	9.18
190	9233537.68	625197.06	8.17
191	9233523.61	625203.62	8.09
192	9233538.45	625205.58	8.03
193	9233542.7	625205.44	8.00
194	9233546.5	625197.52	7.99
195	9233586.02	625214.97	7.92
196	9233588.16	625206.53	7.91
197	9234091.86	625370.356	6.73

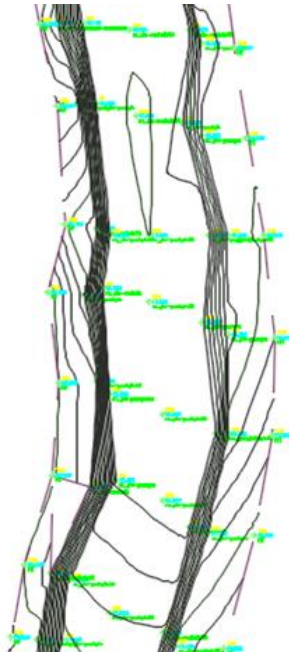


Ilustración 52. Superficie de la zona de estudio

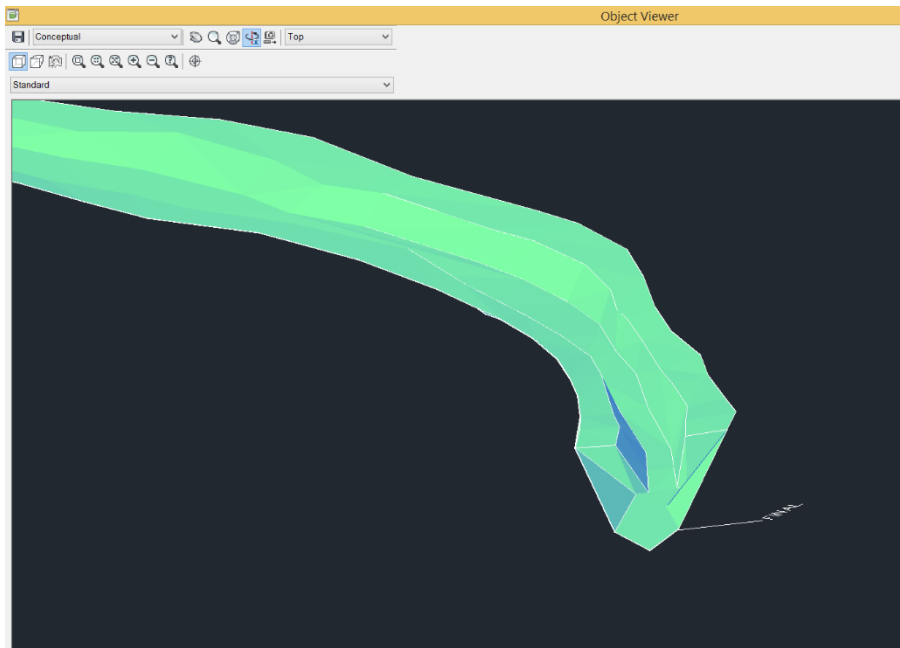


Ilustración 53. 3D de los taludes y acceso al muelle de Puerto Eten

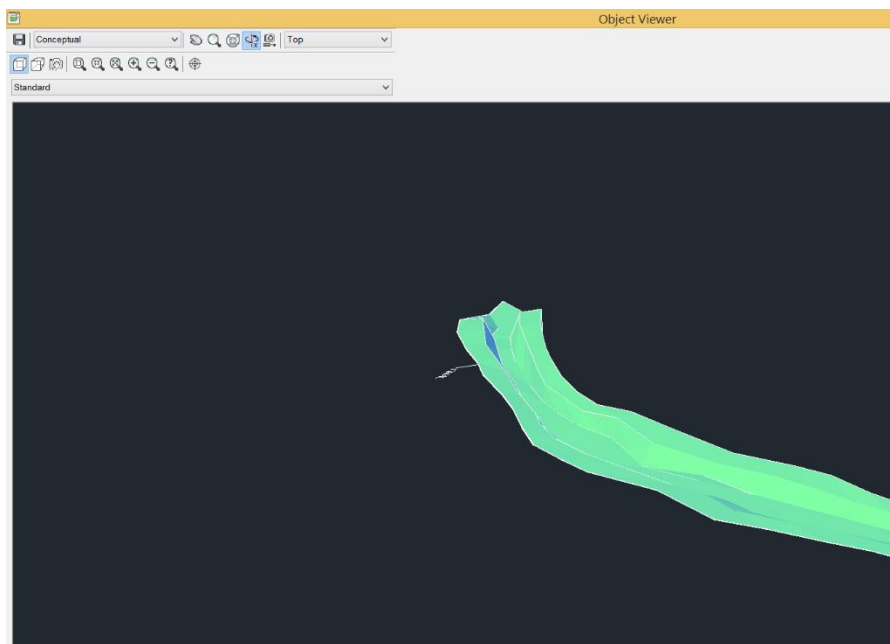


Ilustración 54. 3D de los taludes y acceso al muelle de Puerto Eten

### **Interpretación**

Con los resultados he podido realizar la superficie la zona de estudio y ver la forma como están establecido los taludes y hacer el perfilado correspondiente con ayuda del DG - 2018 que indicara la inclinación que van adoptar las laderas sabiendo el tipo de material que está establecido en la zona el cual es una arena y indica la relación que será 1 : 2.25 terraplén y 1 : 2.00 para talud de corte.

### 3.4. Proponer el tipo de estabilizador a los taludes seleccionados.

#### Procedimiento

Se propone utilizar concreto Shotcrete de la empresa UNICON profesionales ya que es conocida a nivel Nacional que a trabajo en diferentes obras utilizando concreto Shotcrete para estabilidad de túneles y taludes, es un concreto transportado a través de tubería o manguera, proyectado a gran velocidad sobre una superficie, adhiriéndose perfectamente a ella con una excelente compactación y la resistencia que se recomienda es de 210 Kg/cm<sup>2</sup>.

Ver Anexo 8

#### Resultados

#### Ficha Técnica de UNICON para concreto Shotcrete

TIPO DE CONCRETO	CONCRETO LANZADO – SHOTCRETE (MEZCLA HUMEDA)	UNIDAD
Resistencias de especificación	80, 100, 140, 175, 210, 245, 280, 315, 350, 420	Kg/cm <sup>2</sup>
Edades de verificación de resistencia f'c	28	Días
Tamaño máximo de agregado	HUSO 89 = ½	Pulgadas
Tiempo de manejabilidad desde la llegada a la obra	1	Horas
Asentamiento de diseño	3 ± 1	Pulgadas
Tiempos de fraguado inicial desde la salida de la planta	2.5	Horas
Densidad	De 2,200 a 2,400	Kg/m <sup>3</sup>
Contenido de Aire	Máximo 3	%

Ilustración 55. Ficha técnica para concreto Shotcrete. Año 2018

#### Interpretación

Con la propuesta indicada ayudara a establecer la estabilidad y la protección necesaria de tal manera tendrán una seguridad necesaria los taludes seleccionados.

### 3.5. Detallar el presupuesto del proyecto

#### Procedimiento

Se estableció el costo y presupuesto conforme avanzaba el tiempo de tal manera comprando los materiales necesarios para realizar desde el primer objetivo realizar la visitar a campo, luego realizar la extracción de muestras el cual se necesitaba diferentes instrumentos y materiales el cual fue adquiridos para poder hacer una investigación de los estudios indicados de igual manera también para los ensayos establecidos se necesitaban algunos instrumentos que fueron adquiridos para que se puedan realizar, por lo cual se plasmó un presupuesto detallado de los gastos totales.

#### Resultados

PRESUPUESTO					
<b>PRESUPUESTO:</b>	ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DE LOS SUELOS RESIDUALES PARA LA ESTABILIDAD DE TALUDES EN EL CERRO LA CAMPANA - RUTA AL TERMINAL PORTUARIO DE PUERTO ETEN				
<b>Lugar:</b>	DISTRITO DE PUERTO ETEN				
ITEM	PARTIDA	UM	METRADO	PRECIO	PARCIAL S./
	<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>				<b>S/. 4,749.00</b>
<b>ID01</b>	<b>IDENTIFICACIÓN Y EXTRACCIÓN DE MUESTRA</b>				
	<b>MATERIALES</b>				<b>S/. 557.00</b>
	Pico angosta de 60 cm	UND	1	S/. 17.50	S/. 17.50
	Pala angosta de 60 cm	UND	1	S/. 17.50	S/. 17.50
	Bolsas de plástico	UND	10	S/. 4.00	S/. 40.00
	Guantes de Caucho MultiPack	UND	1	S/. 35.00	S/. 35.00
	Wincha 5 metros	UND	1	S/. 12.90	S/. 12.90
	Yeso para construcción Bolsa x 18 kg	UND	1	S/. 12.60	S/. 12.60
	Termometro	UND	1	S/. 30.00	S/. 30.00
	Taras metalicas	UND	50	S/. 4.00	S/. 200.00
	Agua destilada	UND	20	S/. 8.00	S/. 160.00
	Fiola	UND	1	S/. 25.00	S/. 25.00
	Espátula con mango de plástico 6"	UND	1	S/. 6.50	S/. 6.50
<b>ID02</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				
	<b>TRANSPORTE</b>				<b>S/. 2,880.00</b>
	Transporte de materiales y equipos	GLB	5	S/. 20.00	S/. 100.00
	Levantamiento Topografico	m2	1	S/. 200.00	S/. 200.00
	Ensayo de contenido de humedad	GLB	24	S/. 10.00	S/. 240.00
	Ensayo Granulometrico	GLB	24	S/. 30.00	S/. 720.00
	Ensayo de Limites de Atterberg	GLB	24	S/. 20.00	S/. 480.00
	Ensayo de Sales solubles totales	GLB	24	S/. 15.00	S/. 360.00
	Ensayo de Peso especifico	GLB	24	S/. 20.00	S/. 480.00
	Ensayo de Corte directo	GLB	6	S/. 50.00	S/. 300.00
<b>ID03</b>	<b>GASTOS GENERALES</b>				<b>S/. 1,312.00</b>
	Impresiones	GLB	400	S/. 3.00	S/. 1,200.00
	Viáticos	GLB	5	S/. 20.00	S/. 100.00
	Servicios de ploteos	GLB	3	S/. 4.00	S/. 12.00

#### Interpretación

Con los materiales e instrumento adquiridos se ha podido realizar de manera eficiente el objetivo establecido el cual está conforme el presupuesto total que consta de un total de S/. 4,749.00

## **IV. DISCUSIONES**

## **IV. DISCUSIONES**

### **1. Análisis de las características de los deslizamientos observados en cada sector.**

Con la información recopilada para realizar el presente estudio, del análisis de las características de los deslizamientos se denotaba que se producían pequeño deslizamiento en lo que es mayormente en la parte donde es la entrada al muelle de Puerto Eten los taludes tienen una altura de 10 metros a partir de la progresiva 0+150 aproximadamente en algunas partes, por el motivo que los taludes no tenían una inclinación establecida y tampoco una protección adecuada ya que no se han realizado estudios por parte la Municipalidad distrital de Puerto Eten, de tal manera se le va establecer con los estudios realizados.

### **2. Caracterizar los suelos de los perfiles analizados mediante los ensayos de mecánica de suelos.**

Con la información recopilada para realizar el presente estudio, se puede debatir que el estudio de INDECI (agosto 2003), de donde se tomó los mapas geotécnicos y de peligros geológicos para identificación la selección de puntos a analizar, se encuentra muy generalizado, tan solo dividiendo el área total de los suelos en el Distrito de Puerto Eten en tres grupos donde el proyecto de investigación que se está realizando se encuentra en el primer sector en todo el centro de la ciudad en esta zona se localiza el Parque, la estación Férrea, La Municipalidad, el mercado, todos los colegios. Al Oeste de la calle Sucre entre las calles José A. Quiñones y Diego Ferré, extendiéndose hasta la zona de playa. Al Sur, por todo el eje de la calle Libertad y sus alrededores Al Este de la calle Dos de Mayo, entre las calles Elías Aguirre y Huáscar; aquí se encontró la Lotización San Andrés, El Cementerio, El Asentamiento Humano Virgen del Perpetuo Socorro, La Comisaría, El Coliseo y El Colegio J. A. García y lo que es el acceso al muelle de Puerto Eten, por lo cual han llegado a clasificar el tipo de suelo que hay en la zona, que es un tipo de suelos SP (Arena Pobremente Gradada), de tal manera se puede refutar con los ensayos realizados en el laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad Señor de Sipán se realizó con las extracciones de muestras representativas de los taludes seleccionados, el cual ha sido clasificado como un Suelo SP (Arena pobremente Gradada) y en algunos puntos se ha encontrado un suelo SP – SM (Arena Pobremente Gradada con presencia de Limo).

### **3. Verificación del análisis de estabilidad**

Con el análisis de estabilidad que se ha realizado con el programa “SLIDE” usando el método de “BISHOP SIMPLIFICADO” con los datos que se ha podido introducir al programa lo cual hemos obtenido el factor de seguridad que tiene el Talud que es menor a 1, donde indica que el Talud no es estable ya que no se encuentra en los rangos de los factores de seguridad de validez de los métodos de equilibrio límite que ha sido realizado por el Ing. Jaime Suarez Díaz en su libro deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales.

### **4. Elaboración de los planos en los taludes seleccionados.**

Con los datos obtenidos del levantamiento topográfico que se realizó en este año, 2018 se logró crear la superficie de los taludes y el acceso al muelle de Puerto Eten, de tal manera se han observado las pendientes que tiene esa zona del acceso al muelle, no son tan pronunciada entonces se puede coincidir con el levantamiento topográfico que ha realizado el Instituto Nacional de Defensa Civil en el año 2003 que indica que la topografía es llana en la zona urbana con poca pendiente, limitando con el océano Pacífico Sin embargo rodeando a la ciudad en las zonas norte, sur y este las pendientes del terreno son apreciables. En la parte sur, tiene acantilados de gran altura.

### **5. Propuesta del tipo de estabilizador a los taludes seleccionados.**

La propuesta que se establece es el Concreto Shocrete o concreto lanzado es el estabilizador mayormente usado en lo que es túneles y taludes, ya que también ayuda a la protección de las laderas que es afectada por la meteorización, la empresa que se está proponiendo “UNICOM” profesionales en concreto ya que es conocida a nivel Nacional a comparación con las diferentes empresas de menor experiencias.

### **6. Detallar el presupuesto del proyecto.**

El presupuesto del proyecto se encuentra en conformidad con los gastos realizados en el proceso de su investigación



# **V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1. Conclusiones

1. Los desprendimientos fueron identificados en los ocho puntos específicos de tal manera con los estudios realizados se le va dar la inclinación adecuada a los taludes que se procederá a estabilizar y proteger con concreto Shocretet.
2. Los suelos de los taludes del Cerro La Campana se han clasificado mediante la extracción de muestras representativas de la zona como una arena SP Y SP – SM (Arenas pobremente gradadas con presencia de Limo) La humedad que tiene el suelo del Cerro La Campana es humedad ya que se identifica con un porcentaje de humedad máxima de 8.5 %. Los tamaños de las partículas del suelo de los taludes del Cerro La Campana se clasificado como arenas ya que lo máximo que se retiene se encuentra en la malla normalizada N°40. Las muestras de los taludes seleccionados se clasificaron en parte superior e inferior como un suelo SP (Arena pobremente gradada) y en lo que es la parte media como una arena SM (Arena Pobremente gradada con presencia de Limo). La cantidad de sales que tiene el Suelo del Cerro La Campana se identificó con un porcentaje máximo de 0.8%. El mayor peso específico que tiene el suelo de los taludes se estableció con un valor de 2.82 kN. La cohesión y el ángulo de fricción que tiene los taludes del Cerro La Campana influyo en el análisis de estabilidad para poder hallar el factor de seguridad que tiene las laderas.
3. El análisis de estabilidad que se realizó en los taludes del cerro La Campana con el programa SLIDE brindó el factor de seguridad el cual es menor a uno donde se indica que el talud no es estable.
4. Los planos establecidos de los taludes del cerro La Campana influyo para realizar el perfilado de los taludes y darle la inclinación adecuada en función con el Manual de Diseño Geométrico de Carretera (DG – 2018)
5. La propuesta que se estableció ayudará a estabilizar y proteger las laderas del Cerro La Campana para brindar mayor seguridad a la zona.
6. El presupuesto del proyecto quedo establecido de manera detallada con los diferentes gastos que se han realizado conforme a la investigación.

## **5.2.Recomendaciones**

1. En la identificación de los desprendimientos se recomienda trabajar con una brigada de trabajadores para el avance del objetivo del proyecto.
2. En la extracción de muestras representativas se aconseja llevar más de una muestra patrón para realizar los ensayos de mecánica de suelos por factor de seguridad.
3. En el análisis de estabilidad se sugiere calibrar el equipo de corte directo bajo un técnico especialista para obtener datos reales en el proceso del ensayo.
4. En los planos de la zona de estudio se sugiere realizar el levantamiento topográfico con ayuda de cuatro auxiliares en topografía para poder obtener puntos en la parte superior e inferior del talud de manera más eficiente.
5. En la propuesta se recomienda trabajar con colocación de concreto Shotcret que vaya con una fibra de malla de acero para que pueda adherirse con el concreto lanzado.
6. En el presupuesto del proyecto se sugiere establecer los costos en cada ensayo de mecánica de suelo realizado.

## VI. REFERENCIAS

- Angamarca Angamarca, F. F. (2010). *Modelación numérica de estabilidad de taludes controlados por la presencia de niveles de despegue de alta plasticidad y permeabilidad*. Loja, Ecuador. Obtenido de <http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/2235/3/Tesis.pdf>
- Cabrera Rivera, T. B. (2007). *Características geotécnicas de los suelos residuales del batolito de la cordillera de la costa*. UNIVERSIDAD DE CHILE, VALPARAISO. Obtenido de <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/104554>
- Corral Higuera, R. (2006). *Tecnologías para la protección de taludes y laderas*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/rmn1779/tecnologas-para-la-proteccion-de-taludes-y-laderas?cv=1>
- Melentijeve, S. (2005). *Estabilidad de taludes en macizo rocosos con criterios de rotura no lineales y leyes de fluencia no asociada*. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID, Madrid. Obtenido de <http://oa.upm.es/722/1/04200507.pdf?cv=1>
- Mijáilovich Liapunov, A. (s.f.). Estabilidad Según Lyapunov. Sistemas Estacionarios. En A. Mijáilovich Liapunov. Obtenido de <http://docplayer.es/16589287-Estabilidad-segun-lyapunov-sistemas-estacionarios.html?cv=1>
- Ministerio de Vivienda, C. y. (2017). *CE. 020 Estabilización de Suelos y Taludes*. Lima: Macro. Obtenido de <https://www.slideshare.net/LoreBermeo/estabilizacion-de-suelos-y-taludes?cv=1>
- Ministerio de Vivienda, C. y. (2017). *Norma Técnica Peruana E.050*. Lima: Macro. Obtenido de [http://www.gutierrezyleon.com/download/documentos/E.050\\_SUELOS%20Y%20CIMENTACIONES.pdf](http://www.gutierrezyleon.com/download/documentos/E.050_SUELOS%20Y%20CIMENTACIONES.pdf)
- Montoya Orozco, A. (2009). *Confiabilidad de taludes*. Universidad Nacional Autónoma de México. Obtenido de [https://drive.google.com/file/d/0B8MLbp\\_P2JHmOHJ4bEdKYlQxU0k/view](https://drive.google.com/file/d/0B8MLbp_P2JHmOHJ4bEdKYlQxU0k/view)
- Morales Cabrera, D. U. (2000). *Análisis y diseño de taludes mediante métodos computacionales*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA, Lima. Obtenido de [https://drive.google.com/a/crece.uss.edu.pe/file/d/0B8MLbp\\_P2JHmTnJwSENxSk9NbzA/view?usp=drive\\_web](https://drive.google.com/a/crece.uss.edu.pe/file/d/0B8MLbp_P2JHmTnJwSENxSk9NbzA/view?usp=drive_web)
- Poveda orduña , J. J., & Guillermo Vargas, A. (2006). *Estabilización del talud en el pr 55 + 950 de la vía Manizales – mariquita*. UNIVERSIDAD DE LA SALLE, BOGOTÁ. Obtenido de <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/15339/T40.08%20P869e.pdf?isAllowed=y&sequence=1>
- Suarez Diaz, J. (1998). *Deslizamientos y Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales*. (I. d. Ltda, Ed.) Bucaramanga, Colombia. Obtenido de <http://desastres.usac.edu.gt/documentos/docgt/pdf/spa/doc0101/doc0101.pdf>
- Suarez Díaz, J. (s.f.). Deslizamientos: Analisis Geotecnico. Obtenido de <https://civilgeeks.com/2013/03/08/deslizamientos-analisis-geotecnico-libro/>
- Torres Chung , C. R. (2007). *“Valoración Del Riesgo En Deslizamientos”*. UNIVERSIDAD RICARDO PALMA, Lima. Obtenido de

[https://drive.google.com/a/crece.uss.edu.pe/file/d/0B8MLbp\\_P2JHmUC13NGQ2bW1qXzA/view?usp=drive\\_web](https://drive.google.com/a/crece.uss.edu.pe/file/d/0B8MLbp_P2JHmUC13NGQ2bW1qXzA/view?usp=drive_web)

Villacorta, S., Ochoa, M., & Nuñez, S. (2008). *Zonas críticas por peligros geológicos en la región de Lambayeque*. TECNICO GEOLOGIA AMBIENTAL, INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO, LIMA. Obtenido de [http://www.ingemmet.gob.pe/documents/73138/204416/09R\\_ZONAS\\_CRITICAS\\_LAMBAYEQUE.pdf/68401bf2-7033-4ff2-b46e-10950194c40d](http://www.ingemmet.gob.pe/documents/73138/204416/09R_ZONAS_CRITICAS_LAMBAYEQUE.pdf/68401bf2-7033-4ff2-b46e-10950194c40d)

Yukio Onouchi. (1984). *Manual de protección de taludes*. Tokyo, Japon. Obtenido de <http://www.jorgealvahurtado.com/files/Manual%20de%20Proteccion%20de%20Taludes.pdf>

Zerga Ocaña, A. (2003). *Plan de prevención ante desastres: Uso del suelo y medidas de mitigación ciudad de Puerto Eten*. Instituto Nacional de defensa civil, Lambayeque. Obtenido de [http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/estudios\\_CS/Region\\_lambayeque/chiclayo/puertoeten\\_mp.pdf](http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/estudios_CS/Region_lambayeque/chiclayo/puertoeten_mp.pdf)

# **ANEXOS**

## PANEL FOTOGRÁFICO



**Anexo 1.** Inicio de formación de los taludes Progresiva 0 + 000 m.



**Anexo 1.** Inicio de formación de los taludes Progresiva 0 + 050 m.



**Anexo 1.** Inicio de formación de los taludes Progresiva 0 + 080 m.



**Anexo 1.** Inicio de formación de los taludes Progresiva 0 + 150.





**Anexo 1.** Inicio de formación de los taludes Progresiva 0 + 250 m.



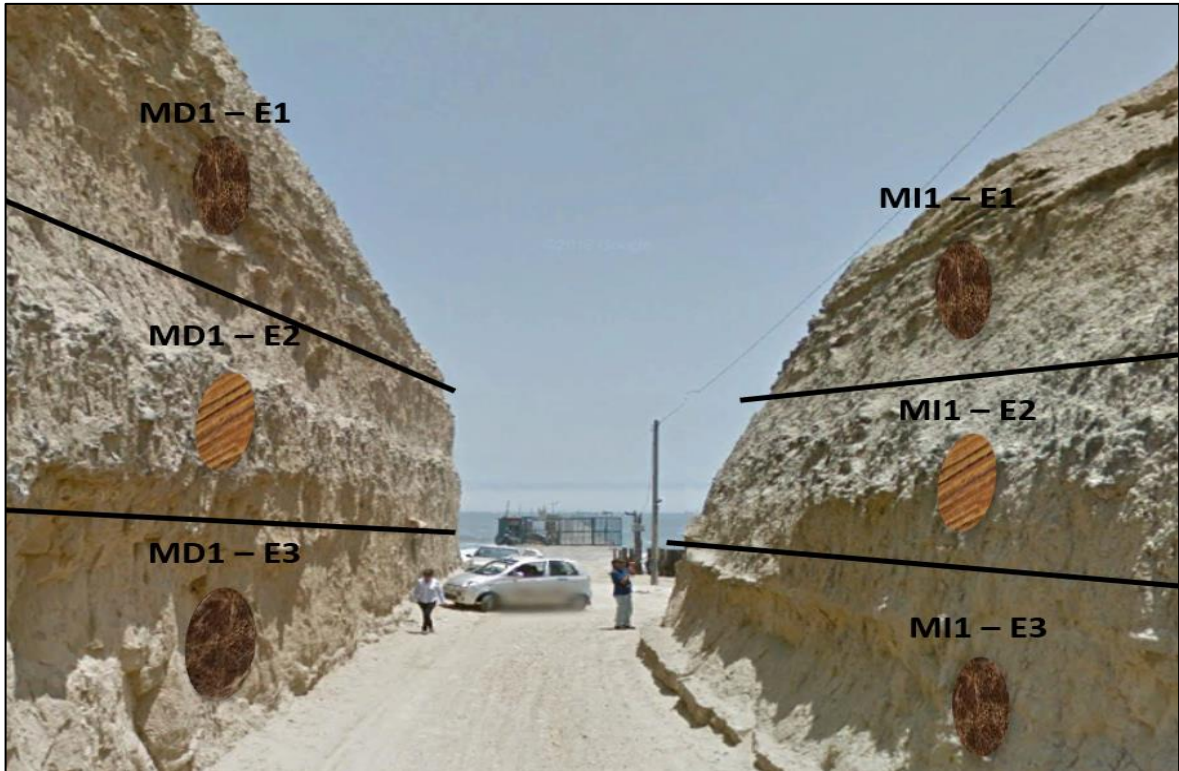
**Anexo 1.** Inicio de formación de los taludes Progresiva 0 + 440 m.



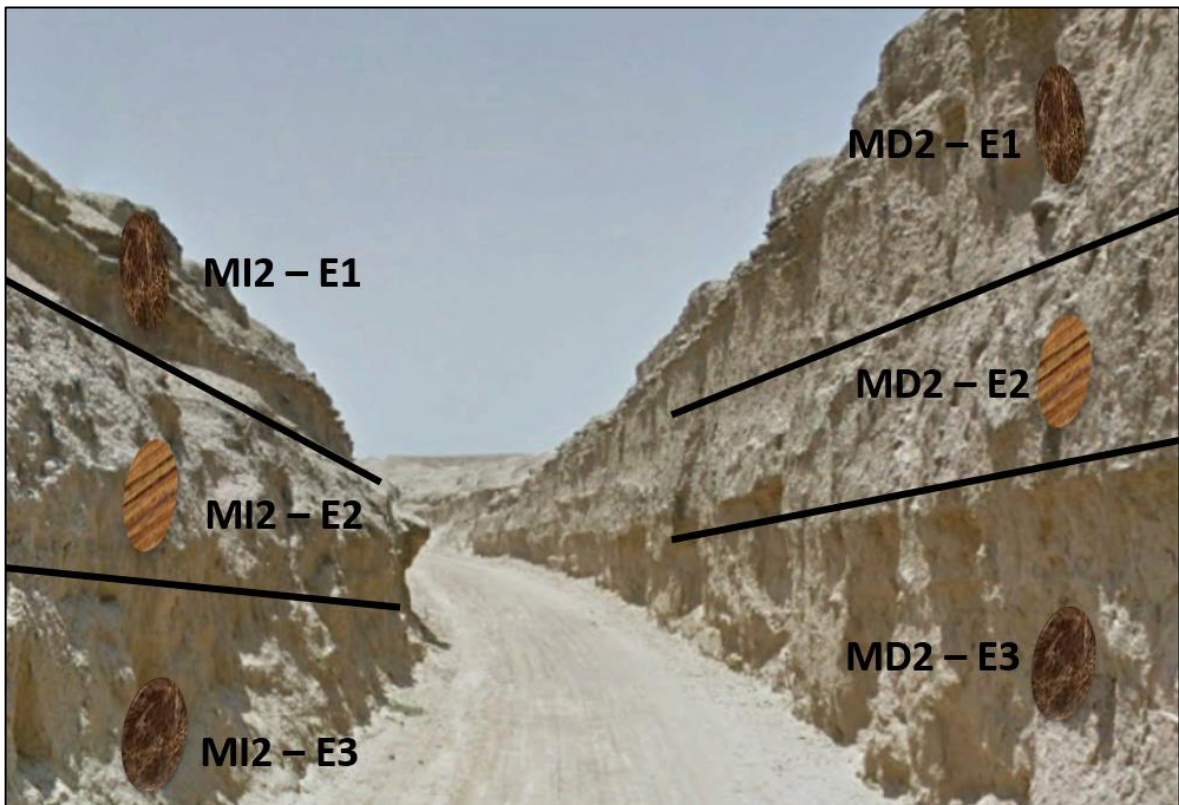
**Anexo 2.** La forma del talud una característica que provoca deslizamiento.



**Anexo 2.** El tipo de material una característica que provoca deslizamiento.



Anexo 3. Extracción de muestras representativas (MD1 – MI1).



Anexo 3. Extracción de muestras representativas (MD2– MI2).

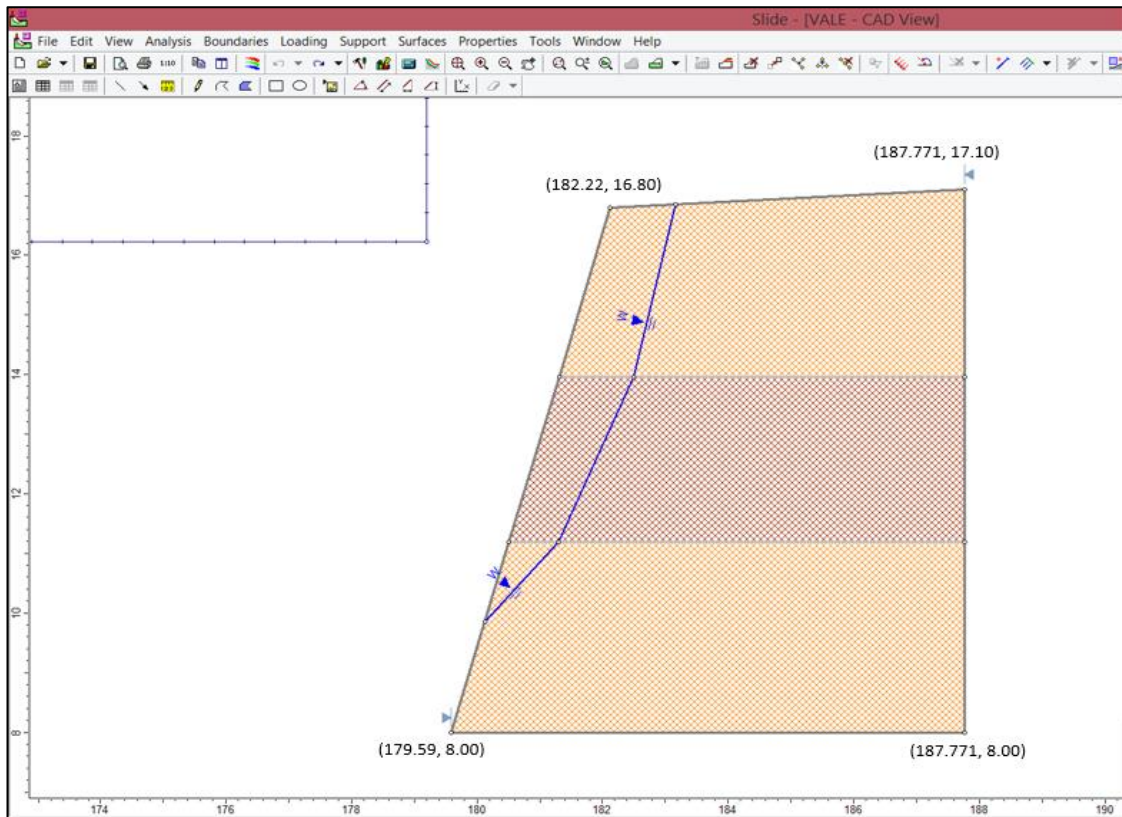


Anexo 3. Extracción de muestras representativas (MD3– MI3).

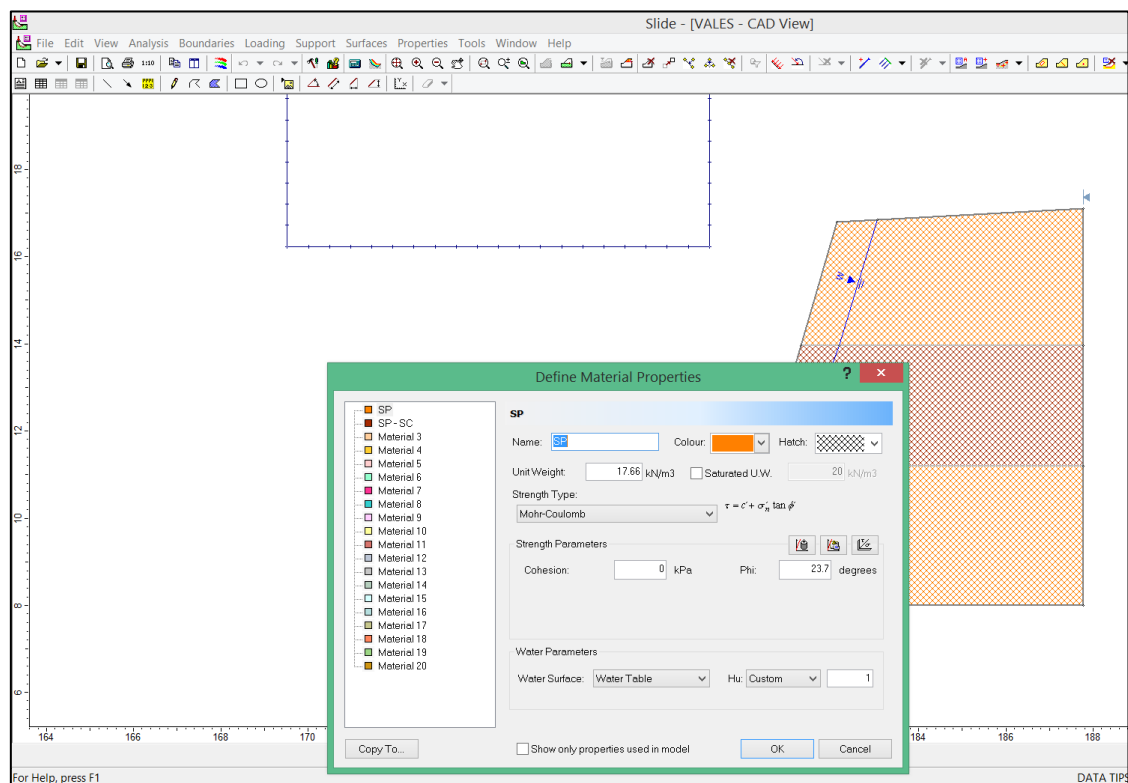


Anexo 3. Extracción de muestras representativas (MD4– MI4).

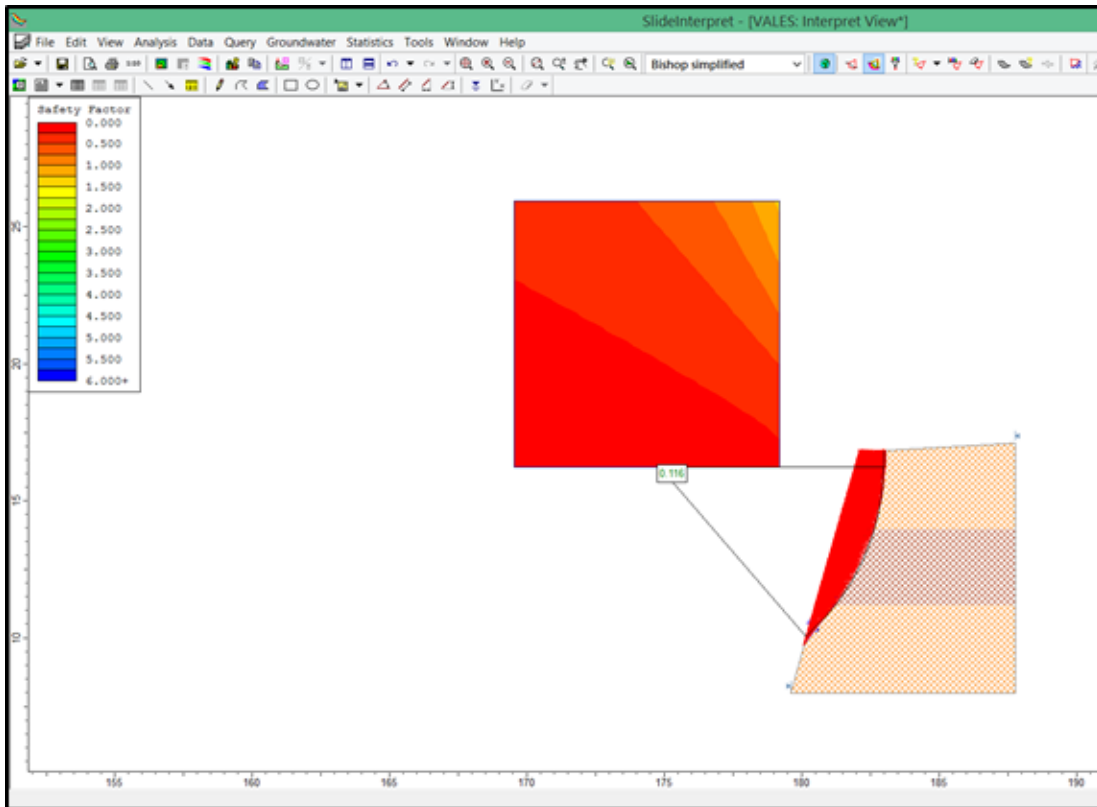
## PANEL FOTOGRÁFICO DEL SOFTWARE SLIDE 6.0.



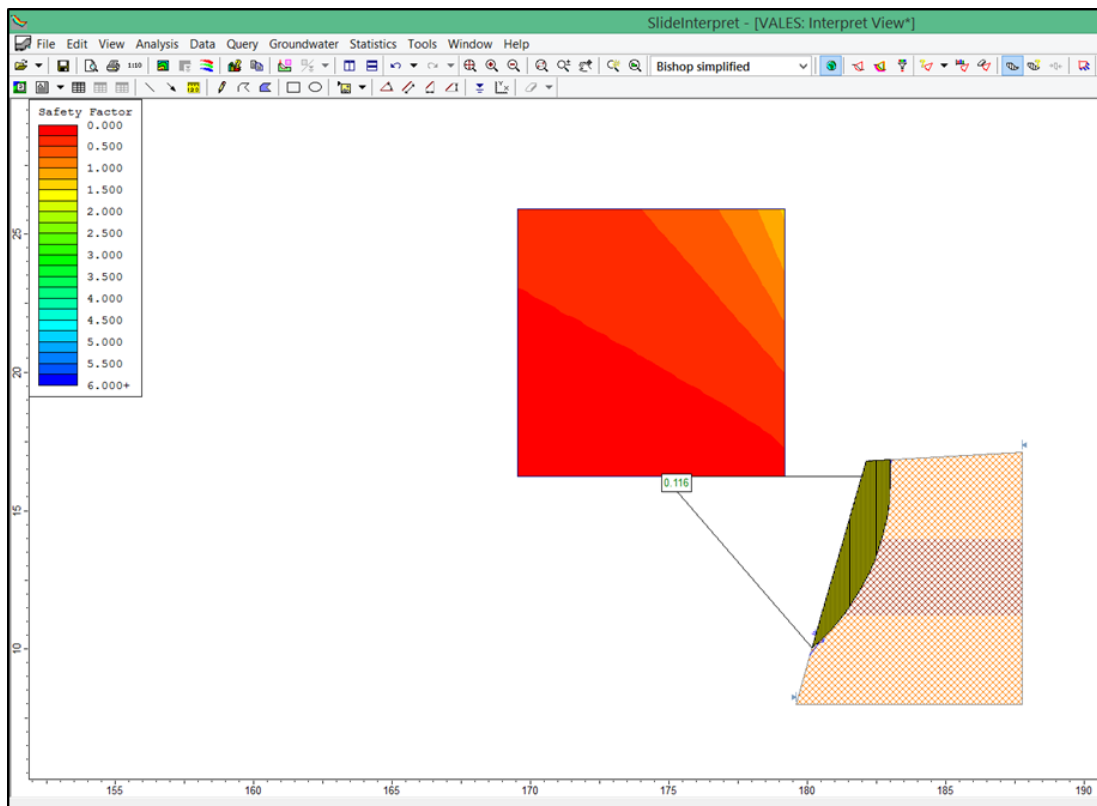
Anexo 6. Graficando la sección del Talud con datos del Levantamiento topográfico.



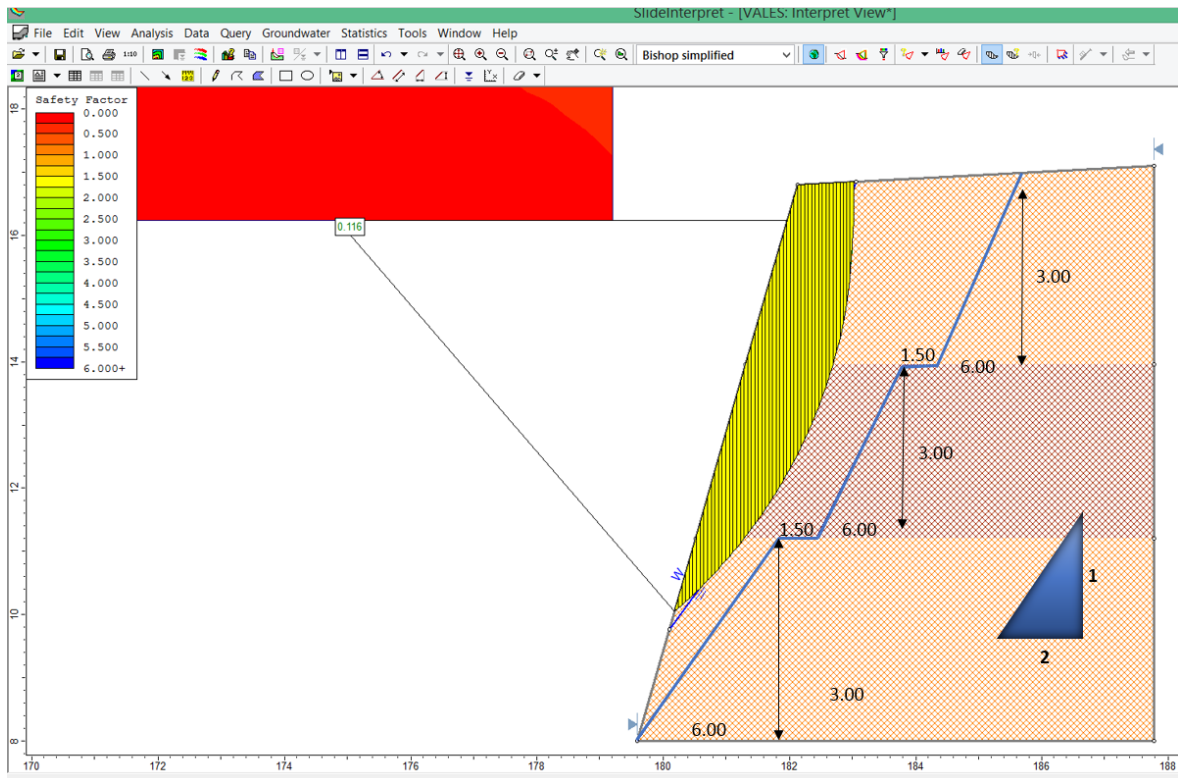
Anexo 6. Definiendo tipo de material con su cohesión y el Angulo de Fricción.



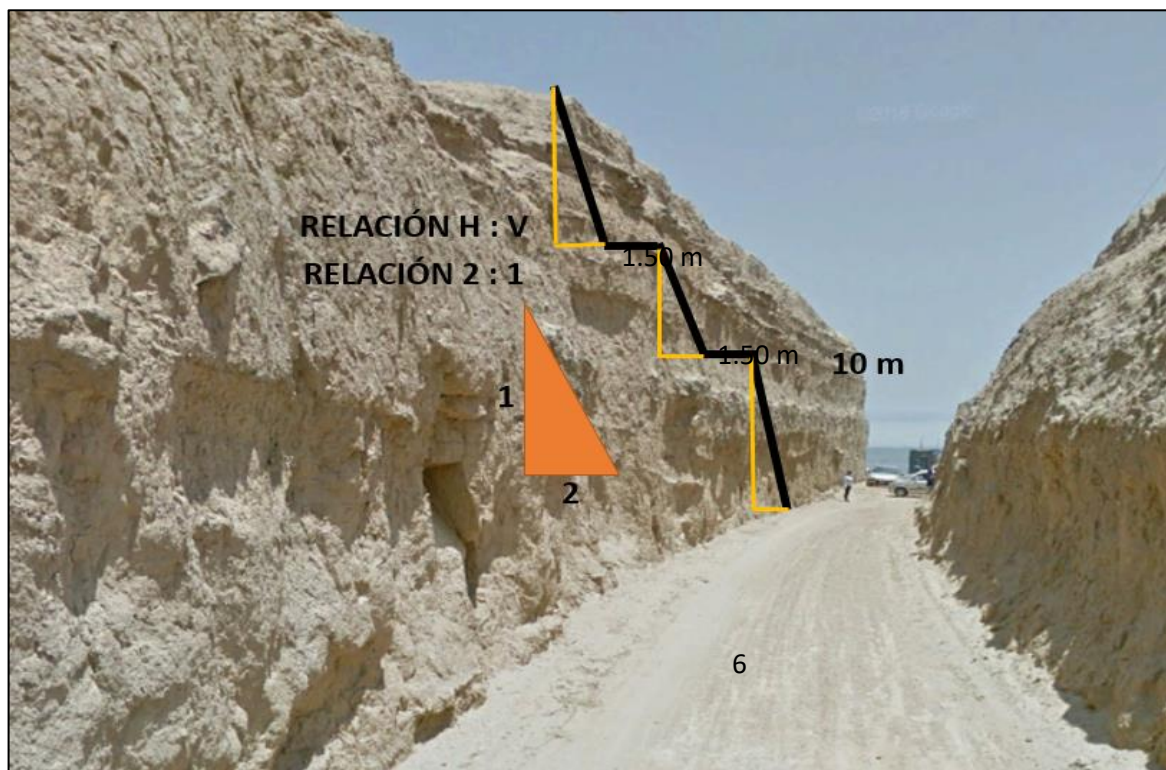
Anexo 6. Calculando el Factor de Seguridad por método de Bishop Simplificado.



Anexo 6. Los posibles desprendimientos mediante dovelas.



Anexo 6. Inclinación de los taludes.



Anexo 6. Solución para evitar distintos desprendimientos.

**Tabla 304.10**  
**Valores referenciales para taludes en corte**  
**(Relación H: V)**

Clasificación de materiales de corte		Roca fija	Roca suelta	Material		
				Grava	Limo arcilloso o arcilla	Arenas
Altura de corte	<5 m	1:10	1:6-1:4	1:1 - 1:3	1:1	2:1
	5-10 m	1:10	1:4-1:2	1:1	1:1	*
	>10 m	1:8	1:2	*	*	*

(\*) Requerimiento de banquetas y/o estudio de estabilidad.

**Anexo 7.** El Manual de Diseño Geométrico de Carreteras 2018 - indica un talud de corte 2 : 1 por el tipo de material y su altura establecida.

**Tabla 304.11**  
**Taludes referenciales en zonas de relleno (terraplenes)**

Materiales	Talud (V:H)		
	Altura (m)		
	<5	5-10	>10
Gravas, limo arenoso y arcilla	1:1.5	1:1.75	1:2
Arena	1:2	1:2.25	1:2.5
Enrocado	1:1	1:1.25	1:1.5

**Anexo 7.** El Manual de Diseño Geométrico de Carreteras 2018 - indica un talud de relleno por el tipo de material y su altura establecida.