

UNIVERSIDAD NACIONAL “HERMILIO VALDIZÁN” DE HUÁNUCO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**EVALUACION GEOTECNICA DEL DESLIZAMIENTO
PRODUCIDO EL 27 DE ENERO DEL 2019 EN LA RED VIAL
NACIONAL PE3N KM 184+500 DEL TRAMO SAN RAFAEL -
INDEPENDENCIA.**

TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL

TESISTA:

JUAN HOBART BERNAL AYALA

ASESOR:

ING. JORGE LUIS MEYZAN BRICEÑO

HUÁNUCO - PERÚ

2019

DEDICATORIA

A mi amada familia, por su apoyo incondicional durante las diferentes etapas de mi vida.

RESUMEN

El trabajo de investigación desarrollado, se ha realizado en la Red Vial Nacional PE3N Tramo San Rafael Independencia Km 184+500, con la finalidad de analizar las características geotécnicas y calcular el factor de seguridad del talud deslizado. El objetivo general del trabajo de investigación es realizar la evaluación geotécnica del deslizamiento producido el 27 de enero del 2019 en la Red Vial Nacional PE3N Km 184+500 del distrito de San Rafael Provincia de Ambo del departamento de Huánuco.

Por su nivel el trabajo de investigación reúne las características de un estudio descriptivo observacional, de tipo aplicada de enfoque cuantitativo.

La población del presente trabajo de investigación se constituyó por los taludes deslizados comprendidos del Tramo San Rafael - Independencia; así mismo la muestra del trabajo de investigación se caracterizó por ser no probabilística, en razón que se eligió el talud comprendido en el Km 184+500.

Las técnicas que se utilizaron en el desarrollo del trabajo de investigación fueron la recolección de datos mediante calicatas para llevarlas al laboratorio en donde se practicaron granulometría, límites de consistencia, contenido de humedad, prueba triaxial no drenada y ensayo de permeabilidad de carga constante y los recolectados en campo como es la topografía para determinar la geometría del talud. Los datos recolectados durante el trabajo de campo, fueron procesados utilizando los métodos y técnicas de la Estadística Descriptiva, en este sentido fueron presentados en los cuadros y gráficos.

Al final de la investigación se llegaron a las siguientes conclusiones: El área que comprende la zona de estudio contiene características geotécnicas desfavorables para la estabilidad del talud y factores de seguridad inferiores a 2 siendo el talud inestable.

Palabras Clave: Evaluación Geotécnica, Deslizamiento Producido, Red Vial Nacional PE3N KM184+500, Tramo San Rafael - Independencia.

Palabras Secundarias: Hidrología, Geología, Estabilidad de Talud, Infiltración.

ABSTRACT

The research work developed, has been carried out in the National Road Network PE3N Tramo San Rafael Independencia Km 184+500, in order to analyze the geotechnical characteristics and calculate the safety factor of the sliding slope. The overall objective of the research work is to carry out the geotechnical assessment of the slippage produced on January 27, 2019 in the National Road Network PE3N Km 184+500 of the district of San Rafael Provincia de Ambo of the department of Huánuco.

By its level, the research unit meets the characteristics of a descriptive observational study, of applied type of quantitative approach.

The population of the present research work was constituted by the sliding slopes between the San Rafael - Independencia Stretch; also the sample of the research work was characterized as being non-probabilistic, which is why the slope of Km 184+500 was chosen.

The techniques used in the development of the research work were the collection of data by means of calicata to take them to the laboratory where granulometry was practiced, consistency limits, moisture content, triaxial test not constant load permeability test and field collected as is topography to determine slope geometry. The data collected during the fieldwork, were processed using the methods and techniques of the Descriptive Statistics, in this sense were presented in the tables and graphs.

At the end of the investigation the following conclusions were reached: The area comprising the study area contains unfavourable geotechnical characteristics for slope stability and safety factors below 2 being the slope unstable.

Keywords: Geotechnical Assessment, Produced Slide, National Road Network PE3N KM184+500, Tramo San Rafael - Independencia.

Secondary Words: Hydrology, Geology, Slope Stability, Infiltration.

ÍNDICE

DEDICATORIA	i
RESUMEN	ii
ABSTRACT	iii
LISTA DE TABLAS	vi
LISTA DE GRAFICOS	vii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: MARCO TEORICO	2
1.1. Antecedentes.	2
1.2. Bases teóricas.	6
1.2.1. Base Teórica N°1: Estabilidad de Talud	6
1.2.2. Base Teórica N°2: Características Geotécnicas	23
1.3. Hipótesis y/o sistema de hipótesis.	29
1.4. Variables e Indicadores	30
1.5. Objetivos de la investigación.	30
1.6. Población y muestra.	31
CAPÍTULO II: MARCO METODOLÓGICO.	32
2.1. Diseño y esquema de la investigación.	32
2.2. Técnicas de recojo, procesamiento y presentación de datos.	33
CAPÍTULO III: DISCUSION DE RESULTADOS	34
3.1. Descripción General.	34
3.1.1. Ubicación.	34
3.2. Geología.	34
3.2.1. Geología Regional.	34
3.2.2. Geodinámica Interna.	35
3.2.2.1 Vulcanismo	35
3.2.2.2 Sismicidad	35
3.2.3. Geodinámica Externa.	36
3.2.3.1 Talud Deslizado	36
3.2.3.2 Litoestatigrafia	36
3.3. Hidrología.	37
3.3.1. Avisos Hidrológicos Regionales.	37
3.3.1.1 Aviso N° 006 Nivel 3	37
3.3.1.2 Aviso N° 011 Nivel 3	38
3.3.1.3 Aviso N° 016 Nivel 3	38
3.3.2. Análisis de Máximas Avenidas Y Caudal Promedio.	39
3.4. Características Geotécnicas.	40

3.4.1. Contenido de Humedad.	40
3.4.2. Granulometría.	42
3.4.3. Límites de Consistencia.	44
3.3.4. Clasificación del Suelo.	47
3.4.5. Densidad del Suelo.	49
3.4.5. Permeabilidad.	50
3.4.6. Angulo de Fricción Y Cohesión.	51
3.5. Estabilidad del Talud.	55
3.5.1. Factor de Seguridad	55
CONCLUSIONES	67
SUGERENCIAS	69
BIBLIOGRAFÍA	71
ANEXOS	73
ANEXO N°1	77
ANEXO N°2	81
PANEL FOTOGRAFICO	81

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Variables e Indicadores	30
Tabla 2 Ubicación	34
Tabla 3 Anomalías Hidrológicas.....	39
Tabla 4 Caudal Máximo del Talud Deslizado.....	40
Tabla 5 Contenido de Humedad.....	40
Tabla 6 Estadístico del Contenido de Humedad	41
Tabla 7 Índice de Plasticidad	46
Tabla 8 Estadístico del Índice de Plasticidad	46
Tabla 9 Clasificación del Suelo.....	47
Tabla 10 Frecuencias de la Clasificación SUCS.....	47
Tabla 11 Frecuencia de la Clasificación AASHTO	48
Tabla 12 Densidad del Suelo.....	49
Tabla 13 Estadístico Densidad de Suelo	50
Tabla 14 Coeficiente de Permeabilidad	50
Tabla 15 Estadístico Coeficiente de Permeabilidad.....	50
Tabla 16 Prueba Triaxial M1	51
Tabla 17 Esfuerzos Máximo y Mínimo M1	52
Tabla 18 Cohesión y Angulo de Fricción M1	53
Tabla 19 Ensayo Triaxial M2.....	53
Tabla 20 Esfuerzo Máximo y Mínimo M2	54
Tabla 21 Cohesión y Angulo de Fricción M2.....	55
Tabla 22 Estadístico Cohesión y Angulo de Fricción.....	55
Tabla 23 Resultado de Factor de Seguridad Sección 1	56
Tabla 24 Resultados Factor de Seguridad Sección 2	57
Tabla 25 Resultados Factor de Seguridad Sección 3	58
Tabla 26 Estadístico Factor de Seguridad.....	58
Tabla 27 Estadístico Para una Muestra de Contenido de Humedad a 0.5m	58
Tabla 28 Prueba T Contenido de Humedad a 0.50m	59
Tabla 29 Estadístico Para una Muestra Contenido de Humedad a 1m	59
Tabla 30 Prueba T Para Contenido de Humedad a 1m	59
Tabla 31 Estadístico Para una Muestra Contenido de Humedad a 1.5m	59
Tabla 32 Prueba T Contenido de Humedad a 1.5	60
Tabla 33 Estadístico Para una Muestra de Densidad de Suelo	60
Tabla 34 Prueba T Densidad de Suelo	60
Tabla 35 Estadístico Para una Muestra Coeficiente de Permeabilidad.....	60
Tabla 36 Prueba T Coeficiente de Permeabilidad.....	61
Tabla 37 Prueba T Factor de Seguridad	61

LISTA DE GRAFICOS

Figura 1 Modos de Falla y Modelamiento de Taludes.....	8
Figura 2 Ciclo Hidrologico de las Laderas.....	9
Figura 3 Presencia de Fallas en los Taludes.....	10
Figura 4 Derrumbes en los Taludes.....	10
Figura 5 Falla por Deslizamiento.....	11
Figura 6 Esfuerzos que Intervienen en la Masa de Suelo.....	14
Figura 7 Esfuerzos que Intervienen en la Masa de Suelo.....	14
Figura 8 Niveles de Saturacion de los Suelos.....	15
Figura 9 Resistencia a la Friccion.....	16
Figura 10 Curva Esfuerzo Deformacion.....	17
Figura 11 Envolvente de Falla de Mohr - Coulomb.....	18
Figura 12 Partes del Equipo Triaxial.....	19
Figura 13 Seccionamiento de un Talud por Dovelas.....	21
Figura 14 Analisis de Fuerzas que actúan en la Dovela.....	22
Figura 15 Relacion de Vacios en una Estructura de Suelo.....	24
Figura 16 Cono de Arena.....	25
Figura 17 Curva Granuolometrica.....	26
Figura 18 Copa de Casagrande.....	27
Figura 19 Regresion del Limite Liquido.....	28
Figura 20 Limite Plastico.....	28
Figura 21 Carta de Plasticidad.....	28
Figura 22 Hidrograma de Niveles del Rio Huallaga Estación San Rafael.....	39
Figura 23 Grafica de Contenido de Humedad a 0.50,1 y 1.5 m.....	41
Figura 24 Curva N° 1 Km 184+425.....	42
Figura 25 Curva N° 2 Km 184+425.....	42
Figura 26 Curva N° 3 Km 184+425.....	42
Figura 27 Curva N° 1 Km 184+450.....	42
Figura 28 Curva N° 2 Km 184+450.....	42
Figura 29 Curva N° 3 Km 184+450.....	42
Figura 30 Curva N° 1 Km 184+525.....	43
Figura 31 Curva N° 2 Km 184+525.....	43
Figura 32 Curva N° 3 Km 184+525.....	43
Figura 33 Curva N° 1 Km 184+550.....	43
Figura 34 Curva N° 2 Km 184+550.....	43
Figura 35 Curva N° 3 Km 184+550.....	43
Figura 36 LL N°1 Km 184+425.....	44
Figura 37 LL N°2 Km 184+425.....	44
Figura 38 LL N°3 Km 184+425.....	44
Figura 39 LL N°1 Km 184+450.....	44
Figura 40 LL N°2 Km 184+450.....	44
Figura 41 LL N°3 Km 184+450.....	44
Figura 42 LL N°1 Km 184+525.....	45
Figura 43 LL N°2 Km 184+525.....	45
Figura 44 LL N°3 Km 184+525.....	45
Figura 45 LL N°1 Km 184+550.....	45
Figura 46 LL N°2 Km 184+550.....	45
Figura 47 LL N°3 Km 184+550.....	45
Figura 48 Distribución de Frecuencia SUCS.....	48
Figura 49 Distribución de Frecuencia AASHTO.....	49

Figura 50 Curva Esfuerzo-Deformación N°1-1.....	51
Figura 51 Curva Esfuerzo-Deformación N°1-2.....	51
Figura 52 Curva Esfuerzo-Deformación N°1-3.....	52
Figura 53 Envoltente de Mohr-Coulomb para la muestra 1.....	52
Figura 54 Curva Esfuerzo-Deformación N°2-1.....	53
Figura 55 Curva Esfuerzo-Deformación N°2-2.....	53
Figura 56 Curva Esfuerzo-Deformación N°2-3.....	54
Figura 57 Envoltente de Mohr-Coulomb para la muestra 2.....	54
Figura 58 Geometría del Talud del Km 184+475 con Condiciones de Estabilidad.....	55
Figura 59 Geometría del Talud del Km 184+500 con Condiciones de Estabilidad.....	56
Figura 60 Geometría del Talud del Km 184+525 con Condiciones de Estabilidad.....	57
Figura 61 Vaciado de La Arena en Volumen conocido.....	82
Figura 62 Peso de La Arena de Volumen conocido.....	82
Figura 63 Excavación de la Calicata N°1 Km 184+425.....	82
Figura 64 Excavación de la Calicata N°2 Km 184+425.....	82
Figura 65 Excavación de la Calicata N°3 Km 184+425.....	83
Figura 66 Excavación de la Calicata N°1 Km 184+450.....	83
Figura 67 Excavación de la Calicata N°2 Km 184+450.....	83
Figura 68 Excavación de la Calicata N°3 Km 184+450.....	83
Figura 69 Excavación de la Calicata N°1 Km 184+525.....	83
Figura 70 Excavación de la Calicata N°2 Km 184+525.....	83
Figura 71 Excavación de la Calicata N°3 Km 184+525.....	84
Figura 72 Excavación de la Calicata N°1 Km 184+550.....	84
Figura 73 Excavación de la Calicata N°2 Km 184+550.....	84
Figura 74 Excavación de la Calicata N°3 Km 184+550.....	84
Figura 75 Control de los Pesos Mediante una Balanza.....	84
Figura 76 Extracción de Las Muestras Inalteradas.....	84
Figura 77 Peso de las Muestras.....	85
Figura 78 Identificación de las Muestras.....	85
Figura 79 Separación de las Muestras.....	85
Figura 80 Identificación de las Muestras.....	85
Figura 81 Lavado, pesado y colocado al horno.....	85
Figura 82 Pesado de la muestra sacada del horno.....	85
Figura 83 Tamizado y apunte de pesos retenidos.....	86
Figura 84 Tamizado y apunte de pesos retenidos.....	86
Figura 85 Determinación del límite líquido.....	86
Figura 86 Determinación del límite plástico.....	86
Figura 87 Colocación de las muestras al horno.....	86
Figura 88 Peso de las muestras secadas al horno.....	86
Figura 89 Colocación de la muestra.....	87
Figura 90 Saturación de la muestra.....	87
Figura 91 Verificación de los piezómetros.....	87
Figura 92 Muestra durante el ensayo.....	87
Figura 93 Muestra durante el ensayo.....	88
Figura 94 Medición del volumen y tiempo.....	88
Figura 95 Preparación del molde.....	88
Figura 96 Compactación a su densidad natural.....	88
Figura 97 Extracción de la muestra.....	89
Figura 98 Perfilado de la muestra.....	89
Figura 99 Medición del diámetro.....	89
Figura 100 Medición de la altura.....	89
Figura 101 Peso de la muestra.....	90

Figura 102 Colocación de los filtros.....	90
Figura 104 Colocación de la muestra.....	90
Figura 105 Colocación de la película impermeable.....	91
Figura 106 Fijación con los anillos de hule.....	91
Figura 107 Instalación y llenado de la cámara.....	91
Figura 108 Regulación de la presión de cámara.....	91
Figura 109 Verificación de la falla plástica.....	92
Figura 110 Registro de los esfuerzo-deformación.....	92
Figura 111 Muestras que fueron ensayadas.....	92
Figura 112 Ubicación de coordenadas del BM.....	92
Figura 113 Levantamiento topográfico.....	93
Figura 114 Toma de puntos.....	93
Figura 115 Vista panorámica del deslizamiento.....	93
Figura 116 Culminación del levantamiento topográfico.....	93

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación se planteó con el propósito de realizar la evaluación geotécnica del deslizamiento producido el 27 de enero del 2019 en la Red Vial Nacional PE3N Km 184+500 del distrito de San Rafael Provincia de Ambo del departamento de Huánuco.

Al iniciar el trabajo de investigación se tomó como referencia los antecedentes de los trabajos de investigación a nivel internacional, nacional y local los que tuvieron afinidad con el presente trabajo de investigación.

La razón por la que se realiza el trabajo de investigación es para describir los beneficios que tiene el realizar la evaluación geotécnica de los deslizamientos para tomar medidas de prevención y/o mitigación de estas.

El problema general de la investigación ha sido formulado de la siguiente manera:
¿Cuál es la evaluación geotécnica del deslizamiento producido el 27 de enero del 2019 en la Red Vial Nacional PE3N Km 184+500 del distrito de San Rafael Provincia de Ambo del departamento de Huánuco?

En el trabajo de investigación se plantea el siguiente objetivo general: Realizar la evaluación geotécnica del deslizamiento producido el 27 de enero del 2019 en la Red Vial Nacional PE3N Km 184+500 del distrito de San Rafael Provincia de Ambo del departamento de Huánuco.

Del mismo modo en el trabajo de investigación se planteó la siguiente hipótesis:
Se puede realizar la evaluación geotécnica del deslizamiento producido el 27 de enero del 2019 en la Red Vial Nacional PE3N Km 184+500 del distrito de San Rafael Provincia de Ambo del departamento de Huánuco.

La tesis se desarrolla en el siguiente orden:

PRIMER CAPÍTULO: Referido al Marco Teórico, Antecedentes, Bases Teóricas, Hipótesis, variable e indicadores .

SEGUNDO CAPÍTULO: Referido al Marco Metodológico, que contiene los diseños de la investigación, Técnicas de Recojo, Procesamiento y Presentación de Datos.

TERCER CAPÍTULO: Referido a la Discusión de Resultados.

La presente Tesis, se desarrolla las conclusiones y sugerencias, además se señala la Bibliografía y los anexos correspondientes.

CAPÍTULO I: MARCO TEORICO

1.1. Antecedentes.

A. INTERNACIONAL

(Mendoza J. , 2018) En su tesis “Influencia de las Propiedades No Saturadas Del Suelo en los Análisis Numéricos de Flujo de Agua y Estabilidad de Taludes” nos presenta la influencia de los análisis de suelos saturado y no saturados en la estabilidad de taludes, donde concluye:

- La representatividad de los factores de seguridad de taludes sometidos a precipitación pluvial a largo plazo (flujo establecido) y que consideran criterios de resistencia al corte no saturados, depende en gran medida del estado de succión en el suelo. Si la intensidad de precipitación pluvial es igual o mayor que la conductividad hidráulica saturada, el análisis de factores de seguridad se puede reducir al criterio de resistencia Mohr-Coulomb. Cuando la intensidad de precipitación es menor que la conductividad hidráulica saturada (uno o más ordenes de magnitud), los criterios de resistencia adquieren mayor representatividad.

Se tomara como referencia la intensidad de precipitación pluvial en comparación a la conductividad hidráulica evaluando si las condicionantes que llegan el autor se replica en la presente tesis.

(Roa, 2017) En su tesis “Diagnostico de Deslizamiento en la Vía Bogotá – Girardot, Variante Melgar, Tolima” nos presenta un diagnóstico e inventario de la obra de contención construida para la estabilización del talud, en donde

se revisaron características tales como estado actual, la funcionalidad, la ubicación, pérdida de capa vegetal a través de los años, el clima, geología y geomorfología de la zona, donde concluye:

- El estudio comprendió el análisis de la pérdida de capa vegetal a lo largo de los años y se pudo identificar que la pérdida de capa vegetal afecta a la estabilidad del talud, además, es importante resaltar que la pérdida de la capa vegetal no es el único factor que afecta la estabilidad del talud sino que también la estabilidad se ve afectada principalmente por la capacidad de infiltración del agua debido al deterioro de las estructuras que canalizan el agua y sobre todo en temporada invernal, de esta manera el material arcilloso presente en el talud facilita la retención del agua y, como no hay una capa vegetal que absorba el líquido se produce tanto peso al punto que se desprenden los materiales sólidos.

Se tomara como factor que afecta a la estabilidad de un talud a la capacidad de infiltración de agua como menciona el autor.

B. NACIONAL

(Joel, 2016) En su tesis “Análisis de Estabilidad de Taludes de Suelos de Gran Altura en la Mina Antapaccay” donde nos presenta parámetros de diseño de taludes de 100 m de altura, para la cual realiza los análisis de estabilidad estática y pseudoestática donde concluye:

- En el análisis de factores de seguridad para las condiciones pseudoestáticas se evidenció que el cambio de este valor, para distintas secciones, no sigue la misma proporción de cambio que

para las condiciones estáticas, siendo esta última mayor. Por lo tanto, se puede concluir que en el caso pseudoestático la geometría del talud no influye considerablemente a la estabilidad del mismo. Es decir, que la estabilidad será proporcionada por las características geotécnicas de los materiales presentes. Asimismo, en este trabajo podría existir riesgo de licuefacción, ya que se tiene estratos de arena y además hay presencia de agua.

Se considerara la metodología de análisis para el cálculo del factor de seguridad que proporciona el autor para el indicador de la presente tesis.

(Huarsaya, 2017) En su tesis “Evaluación Geológica y Geotécnica del Terreno de Fundación y Canteras Prog. KM 25+470 al KM 35+130” en donde nos presenta la importancia del estudio geológico-geotécnico y análisis de canteras con el fin de determinar las características físicas de los suelos y rocas que lo conforman para poder emplearlas en la construcción, quien llegó a la siguiente conclusión:

- El estudio de suelos en el terreno de fundación se logró clasificar los diferentes tipos de suelos con los ensayos de laboratorio que se practicaron en laboratorio.

De esta manera se pudo identificar suelos con diferentes comportamientos físicos como por ejemplo entre los tramos del KM 25+470 al 26+000, podemos decir que estas corresponden a suelos arcillosos y grava limosa, identificados en la clasificación SUCS como CL, GM. Respectivamente y en la clasificación AASHTO como A-6(8) y A-2-6(1). Esto debido al

alto contenido de humedad del terreno de fundación que llega a 74%de humedad.

Se considerara la secuencia de identificación de suelos para su comportamiento físico en la investigación.

C. LOCAL

(Garcia, 2018) En su tesis “Estabilización de Taludes de la Carretera PE-3N, KM 263+100” presenta métodos correctivos de Estabilización las cuales son muros reforzados con geo sintéticos donde uso el software Geo – Slope. Nos menciona que:

- Mantener estable los taludes es muy importante en las carreteras, por lo que es indispensable plantear métodos correctivos de estabilización en taludes que se observa que puedan fallar o que hayan fallado parcialmente, ya que si estos fallan por completo pueden alterar el normal funcionamiento de la vía, por lo que en esta ocasión planteamos como sistema de estabilización de taludes de la Carretera PE-3N, Km. 263+100, muros reforzados con geo sintéticos y además verificaremos la estabilidad de los taludes adyacentes al Km. 263+100; debido a que esta es una vía muy importante en la Región Huánuco, ya que da acceso a cuatro provincias (Dos de Mayo, Huamalies, Lauricocha y Yarowilca) y también nos comunica a la Región Ancash. Para proceder con los diseños del sistema de estabilización y análisis de estabilidad de los taludes primeramente nos enfocamos en el trabajo de campo como la topografía, la realización de las calicatas para la extracción de

las muestras, identificación y delimitación de la microcuenca de influencia, además de recoger datos de sismicidad de la zona, datos hidrológicos, etc.

Se tomara en cuenta la metodología de levantamiento de datos de trabajo de campo como la topografía, la realización de las calicatas para la extracción de las muestras.

(Obregon & Alvino, 2016) En su tesis “Estudio de los procesos erosivos avanzados en los km. 63+500 y 72+800 de la Ruta Nacional PE-18a, Sector Huánuco- Tingo María, Provincia de Huánuco 2015” presenta un análisis minucioso de observación la cual contempla la topografía, hidrología y mecánica de suelos para determinar la características importantes finalmente plantean métodos de solución de muros pantalla de drenados.

1.2. Bases teóricas.

1.2.1. Base Teórica N°1: Estabilidad de Talud

(Vallejo, 2002) Toda obra que está inmersa en la construcción de obras viales, canales, presas etc. Estará directamente relacionada con los taludes de variada altitud y pendiente. Estos taludes requieren ser permanentes en el tiempo para evitar su falla.

Se tiene que tener en consideración los aspectos económicos debido a la importancia en la protección de infraestructura que está alojada en su entorno de un talud, estas fallas se deben controlar el sostenimiento y medidas de estabilización.

Para los diseños de los taludes es necesario conocer su geología y geotecnia, así como el tipo de falla si hay una inestabilidad.

La metodología que comprende estos análisis es identificar los factores externos que influyen en ella, conocer sus propiedades geomecánicas, conocer su condición de rotura.

(Whitlow, 1998) Se llaman taludes a las masas de suelo inclinadas, formada por procesos naturales que su comportamiento tiende hacia la estabilidad en último caso a lo horizontal.

El movimiento de masa se da por la pérdida de la resistencia al esfuerzo cortante o bien por la pérdida del esfuerzo efectivo causada por la licuación.

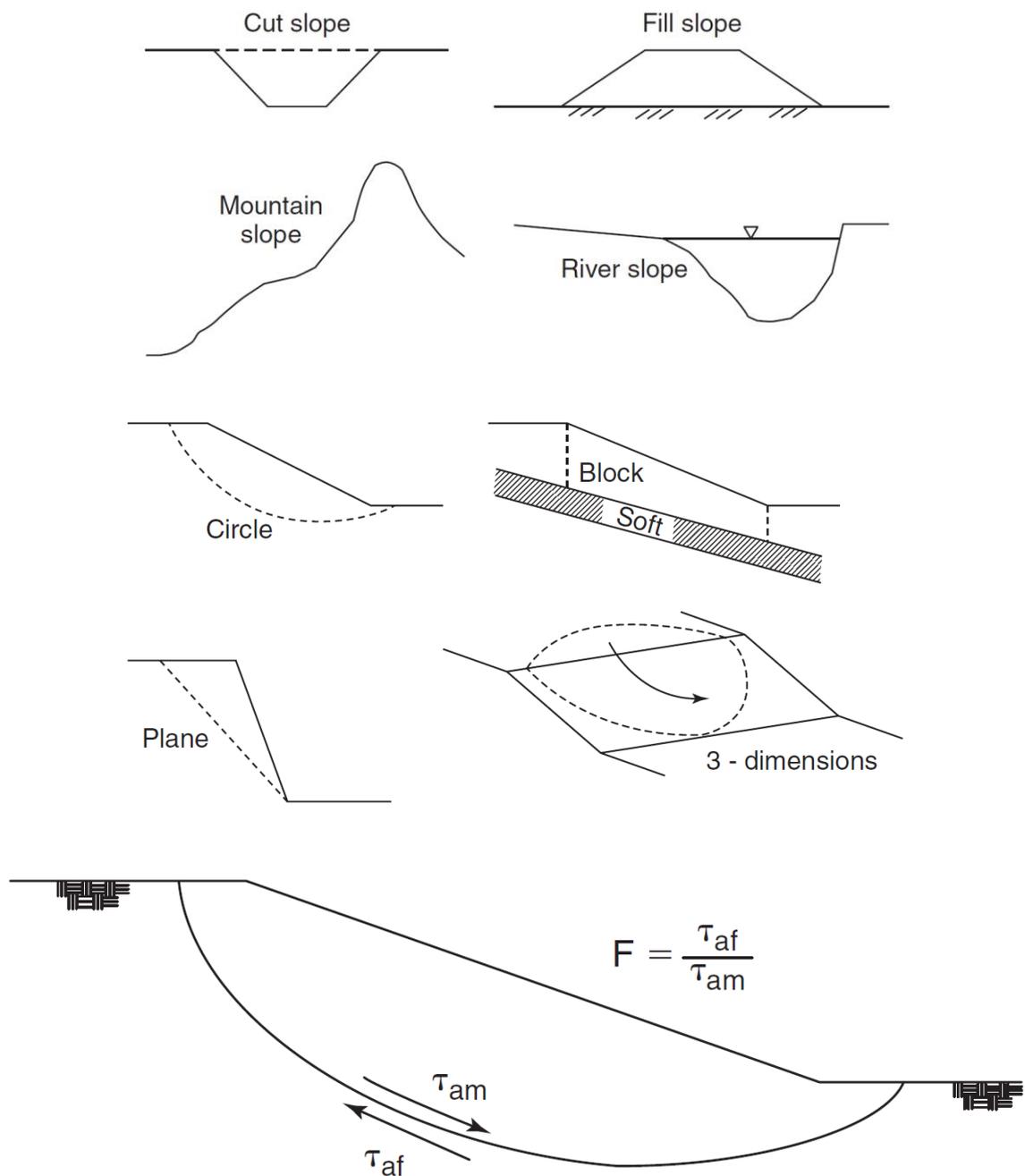
(Badillo & Rodríguez, 2012) Se conoce a los taludes como una superficie inclinada respecto a la horizontal, bien sean naturales o creadas por el hombre. Las diferentes obras viales están intrínsecamente relacionados con los taludes y tienen una consecuencia muy importante dentro de la ingeniería civil.

Si bien los análisis de los estados de esfuerzo en diferentes puntos del talud nos dan un mejor panorama del comportamiento del talud.

El uso más común es el del análisis límite que consiste en predecir un mecanismo de falla y evaluar la resistencia de los materiales que intervienen para obtener si con esta resistencia el mecanismo de falla llegue a producirse, se considera que el suelo genera la máxima resistencia en toda la superficie de falla. Si realmente se ha aplicado una buena investigación de las propiedades del suelo la posibilidad de errar es mínimo.

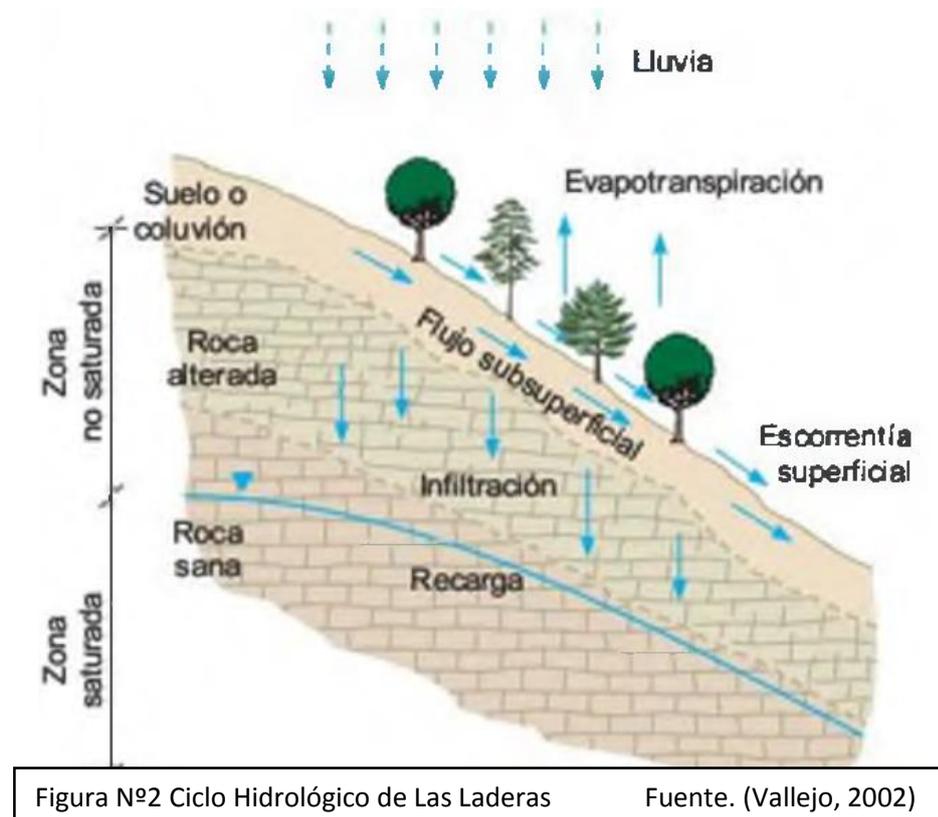
(Lambe, 2001) La estabilidad de taludes es una consideración muy importante en los proyectos de construcción. El resultado del deslizamiento de un talud puede ser catastrófico, con la pérdida de vidas humanas. Los aspectos más importantes en el análisis de estabilidad son cuando se toma los efectos de presión intersticial y de la cohesión.

Para los análisis de estabilidad de taludes, a diferencia que en los muros de contención, en los taludes el suelo reserva la resistencia adicional.



Factores que Influyen en la Estabilidad

(Vallejo, 2002) La estabilidad de un talud influye la geometría, geología como es la existencia de planos de falla, meteorología presencia de agua, la geotecnia resistencia del suelo.



Estratigrafía y Litología

(Vallejo, 2002) El tipo de material que contiene un talud cuyas propiedades físicas con la presencia de agua motivan el deslizamiento, con litologías de alta susceptibilidad. Los diferentes estratos dirigen el tipo de falla del talud.

En los suelos se caracterizan por su granulometría de arenas, generando zonas de debilidad y circulación del agua generando zonas de debilidad y circulación del agua produciendo los deslizamientos.

En los estratos de macizos rocosos se dificulta el análisis de las características geotécnicas y el comportamiento del talud.



Figura N°3 Presencia de Fallas en los Taludes Fuente. (Vallejo, 2002)

Estructura Geológica y Discontinuidades

(Vallejo, 2002) Las estructuras que contienen fallas; plegamientos, diaclasas, etc. Se condicionan a la rotura a veces por buzamientos en dirección a la cara del talud produciendo los deslizamientos.

Estas discontinuidades anticipan el tipo de falla el tamaño del bloque estructural a fallar, lo que condicionan a la zona de análisis a roturas.

(Whitlow, 1998) Derrumbes: Se caracterizan por el desprendimiento en las discontinuidades tales como juntas, grietas, planos de falla, etc. Cuyo proceso se puede agravar por la presencia de agua o hielo en estas discontinuidades.

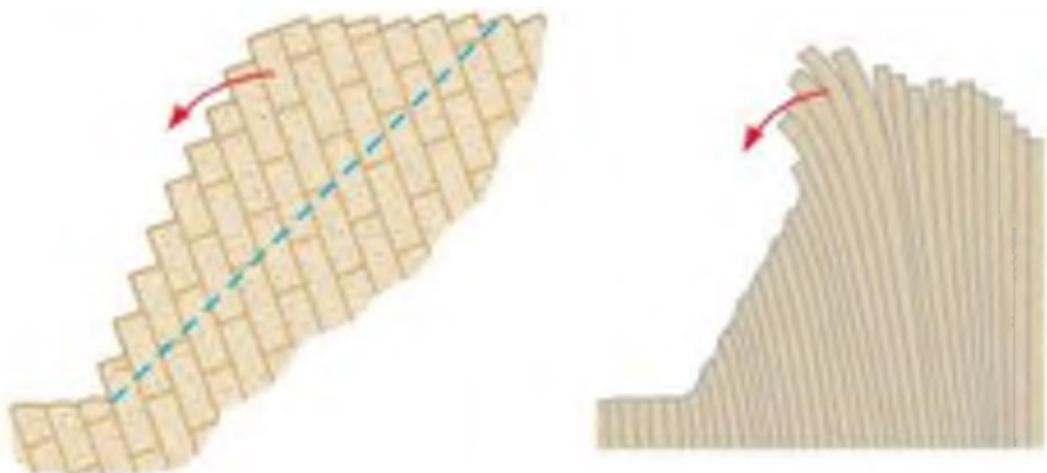
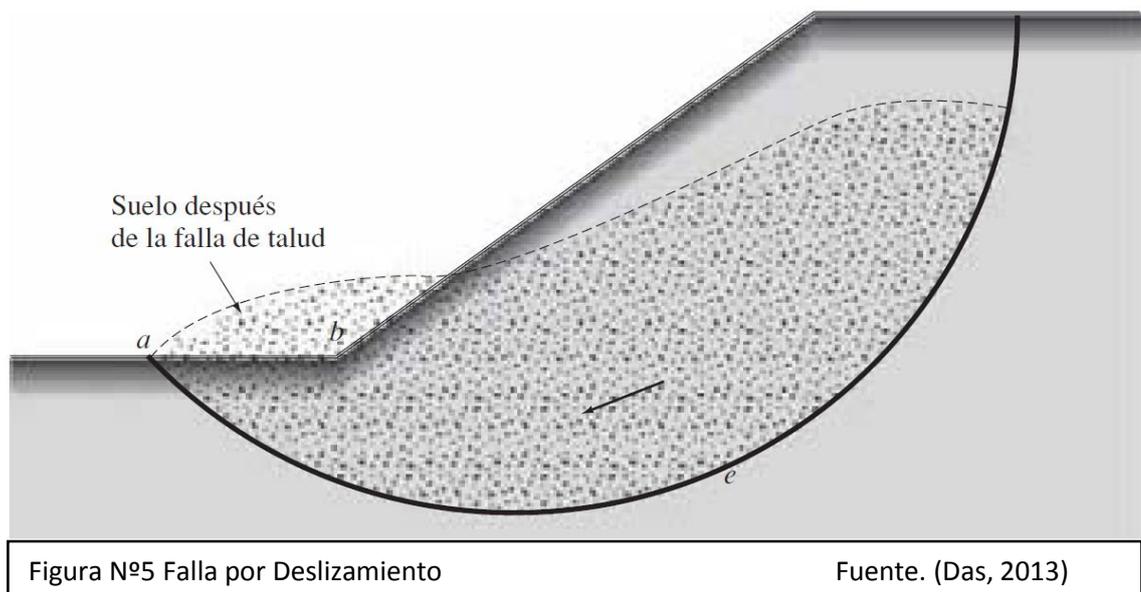


Figura N°4 Derrumbes en los Taludes Fuente. (Vallejo, 2002)

(Whitlow, 1998) Deslizamientos: Son movimientos de masa por una superficie de falla, generalmente curva de tal manera que hay pérdida de material de suelo en la corona del talud y un aumento de material en el pie del talud.

(Whitlow, 1998) Flujos: Se da cuando se satura completamente el suelo produciendo el aumento en la presión de poro y superando a la resistencia al corte del suelo, generalmente su densidad es similar al doble de agua, las fallas que se generan en los taludes se pueden dar por su cambio de las condiciones externas como lluvia intensa, deforestación e infiltración excesiva.



Tipos y Falla más Comunes

(Badillo & Rodriguez, 2012) Falla por Deslizamiento Superficial: Todo talud tiende a deslizarse por factores naturales este factor es más intenso cerca de la superficie por la falta de la presión confinante que es la normal.

Esta zona superficial esta más propensa a generarse un flujo viscoso, estos eventos pueden suceder por 3 razones.

- 1 .- Por el aumento de la carga en la corona
- 2 .- Por la pérdida de resistencia al corte del suelo
- 3 .- Por la conformación geológica que contiene el talud

Si estos fenómenos son de algo riesgo no habrá más remedio que modificar su ubicación si se pretenda realizar una obra sobre ella.

Este fenómeno se manifiesta con árboles inclinados ruptura de muros de contención y acumulación de material en las depresiones y falta de material en las depresiones y falta de material en la parte alta.

También se debe considerar el análisis de la velocidad de carga que es aplicada en el laboratorio puesto que esto nos indica que en los deslizamientos superficiales al actuar una carga externa rápida este pierde su resistencia.

Deslizamiento en laderas naturales sobre superficies de falla pre existentes: Estos deslizamientos ya son más profundos que generan una verdadera superficie de falla, generalmente esto se desarrolla con lentitud esto se produce por estratigrafías y por la presencia del agua al interior, a veces se coloca otro material encima de otro produciendo una diferente estratigrafía que genera una superficie de falla cuya resistencia residual se dará luego que se genera esta falla.

(Badillo & Rodriguez, 2012) Falla por movimiento del cuerpo de talud: En este caso la superficie de falla se encuentra más profunda, es de forma curva similar a una circunferencia que se denomina falla por rotación.

(Badillo & Rodriguez, 2012) Flujos: Son movimientos rápidos que se dan por lo general en laderas naturales, similares a un fluido viscoso no hay presencia de una superficie de falla. Este fenómeno ocurre en cualquier tipo de suelo en seco como húmedos.

Falla por licuación: Esto se produce cuando el suelo pasa de un estado estable a una suspensión perdiendo la totalidad de su resistencia al esfuerzo cortante.

Investigaciones in Situ

(Vallejo, 2002) Para el conocimiento geológico y geotécnico que nos sirven para determinar el diseño de taludes se deben de considerar los siguientes aspectos:

Dimensiones de profundidad y longitud de talud.

Ubicación del nivel freático.

Litología y estructura geológica.

Para hacer el levantamiento de datos de campo se requiere calicatas de suelo, estos sondeos se deben realizar al pie como en la corona del talud, tomando un numero de muestras dependiendo de la complejidad geológica, también se instalara tubos piezómetros para el control de agua.

Las propiedades físicas de los suelos se obtienen mediante ensayos como son la clasificación, identificación, resistencia al corte, entre otros.

Selección de Parámetros de Resistencia al Cortante

(Whitlow, 1998) Los parámetros que se utilizan para cuantificar la resistencia al esfuerzo cortante como son la historia de esfuerzos y de las condiciones operacionales del drenado del suelo.

Presión de Poro y Esfuerzo Efectivo

(Whitlow, 1998) Cuando se aplica una carga a la estructura del suelo saturado hay un aumento rápido de la presión de poro, haciendo que se disipe por los vacíos y transmitir

la fuerza hacia los contactos intergranulares para obtener el equilibrio del esfuerzo interno con el total.

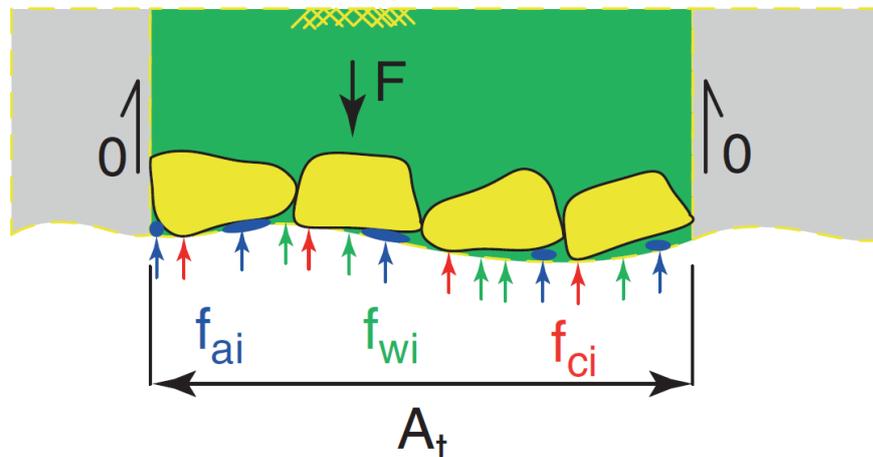


Figura N°6 Esfuerzos que Intervienen la Masa de Suelo Fuente. (Briaud, 2013)

Presión de Poro

(Whitlow, 1998) Se le conoce como la presión que se genera en los vacíos son presiones normales pero no cortantes.

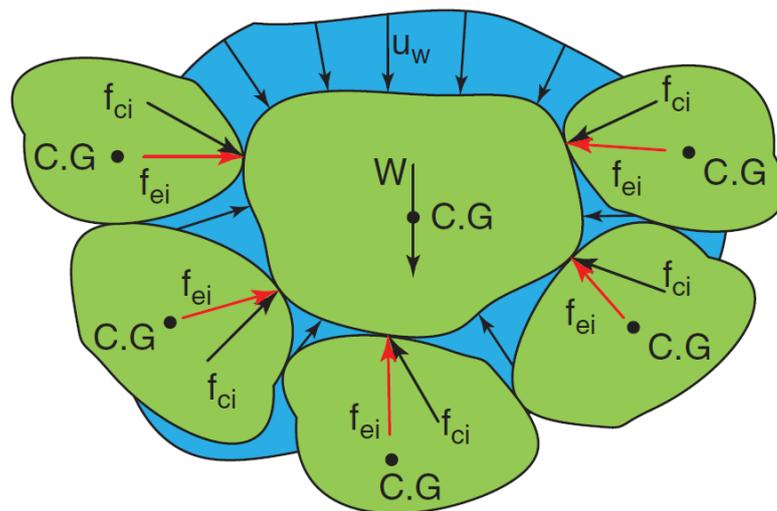


Figura N°7 Esfuerzos que Intervienen la Masa de Suelo Fuente. (Briaud, 2013)

Esfuerzo Efectivo

(Whitlow, 1998) Es el esfuerzo transmitido a través de grano a grano en una estructura del suelo.

Se trata del componente efectivo al controlar la deformación debido al cambio de volumen como la resistencia al esfuerzo cortante del suelo debido a que el esfuerzo cortante y esfuerzo normal se transmiten de grano a grano. Para suelos saturados se define como la diferencia del esfuerzo total y la presión de poro.

El esfuerzo efectivo es el esfuerzo promedio intergranular en un área plana dentro de la masa de suelo esto más fiable cuando hay presencia de un suelo poco compresible y área de contacto intergranular muy pequeño. En el caso de rocas donde se tiene estructuras más rígidas que los suelos se van a requerir alguna modificación.

La presión hidrostática sin flujo está representada por el nivel freático. La presión de poro por debajo del nivel freático la altura $uz = 9.81 z$.

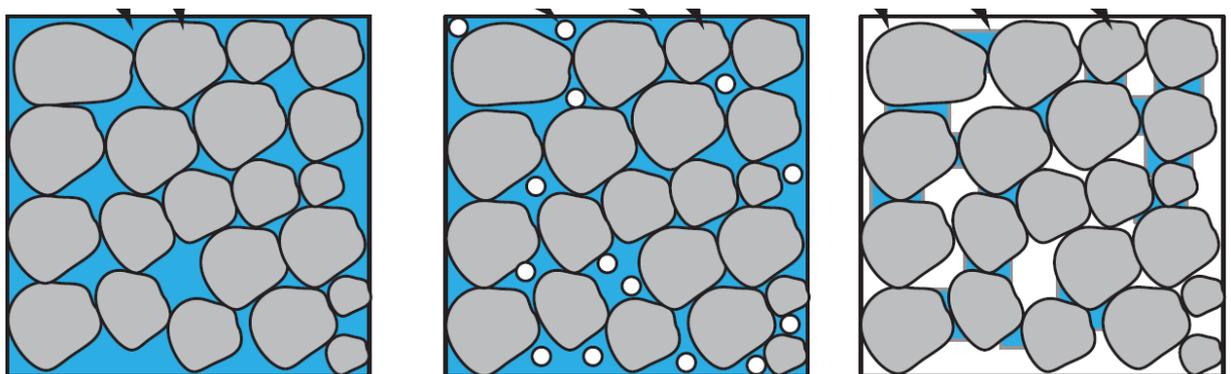


Figura N°8 Niveles de Saturación de los Suelos

Fuente. (Briaud, 2013)

Resistencia de los Suelos al Corte

(Whitlow, 1998) Se define como la máxima resistencia al corte que se puede inducir en una masa de suelo antes que ceda, que conducirá a una superficie de deslizamiento por corte, esto se debe al desarrollo de la resistencia a la fricción entre partículas; es por eso que los modelos se basan a la fricción.

La resistencia a la fricción es cuando las partículas se quedan trabadas entre sí. Para que ocurra el deslizamiento se requiere que ceda localmente los puntos de contacto intergranular. Pero se deben considerar factores como cuando al aplicar una carga hay un cambio de volumen y para un contenido de humedad habrá un cambio de esta en función de la permeabilidad.

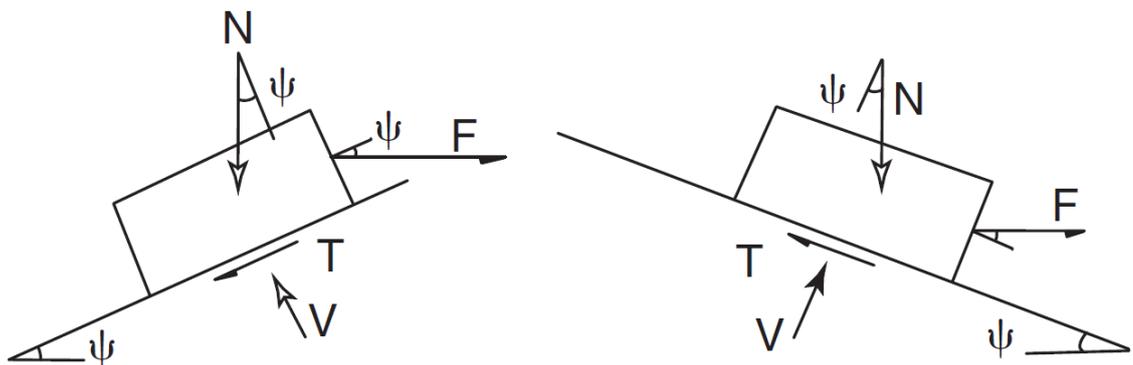
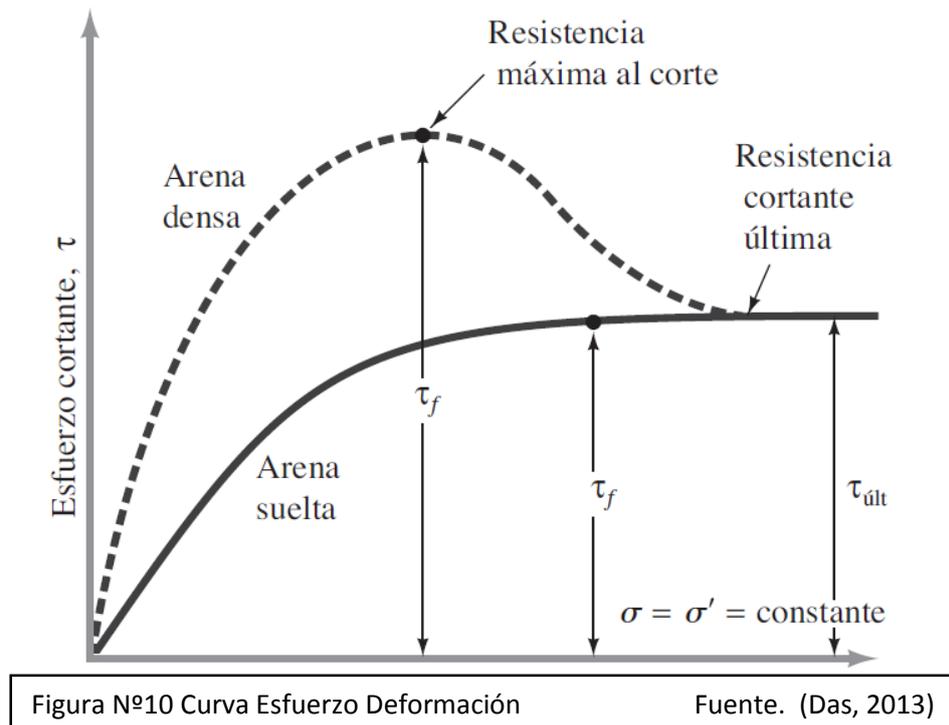


Figura N°9 Resistencia a la Fricción

Fuente. (Briaud, 2013)

El valor de la máxima resistencia al esfuerzo cortante está determinada por la velocidad de aplicación de la carga.

Para una muestra de suelo se aplica una carga constante de esfuerzo normal, el esfuerzo cortante aumenta rápidamente mientras la deformación unitaria aumenta con lentitud hasta llegar a un punto que el suelo cede y el esfuerzo cortante disminuye hasta un esfuerzo último, generalmente se alcanza un valor último entre 10 % a 20 %.



Falla al Esfuerzo Cortante y sus Parámetros

Coulomb fue uno de los pioneros que relaciono la resistencia al corte del suelo con el esfuerzo de compresión que se le aplique.

Supuso que la cohesión es independiente a esta carga aplicada pero la resistencia a la fricción si varia de manera directa con la magnitud del esfuerzo normal que se ejerce en el plano de deslizamiento.

$$\tau_f = c + \sigma n * \tan \phi$$

Los parámetros de resistencia al corte serán constantes para un suelo determinado, siempre y cuando la relación de vacíos, presión de poro y densidad, también permanezcan constantes para diferentes valores del esfuerzo normal.

Teoría de Falla Mohr – Coulomb

En el caso de una falla por continua flexibilidad o por deslizamientos, el círculo de Mohr contiene los esfuerzos cortantes y normales donde tocan una tangente común que se denomina envolvente de falla.

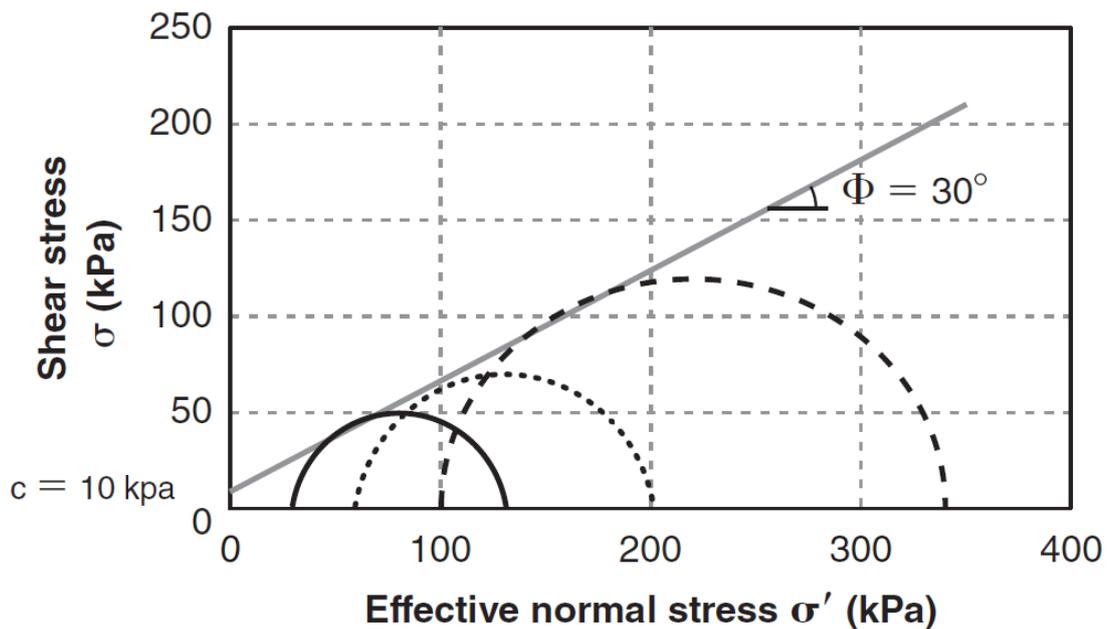
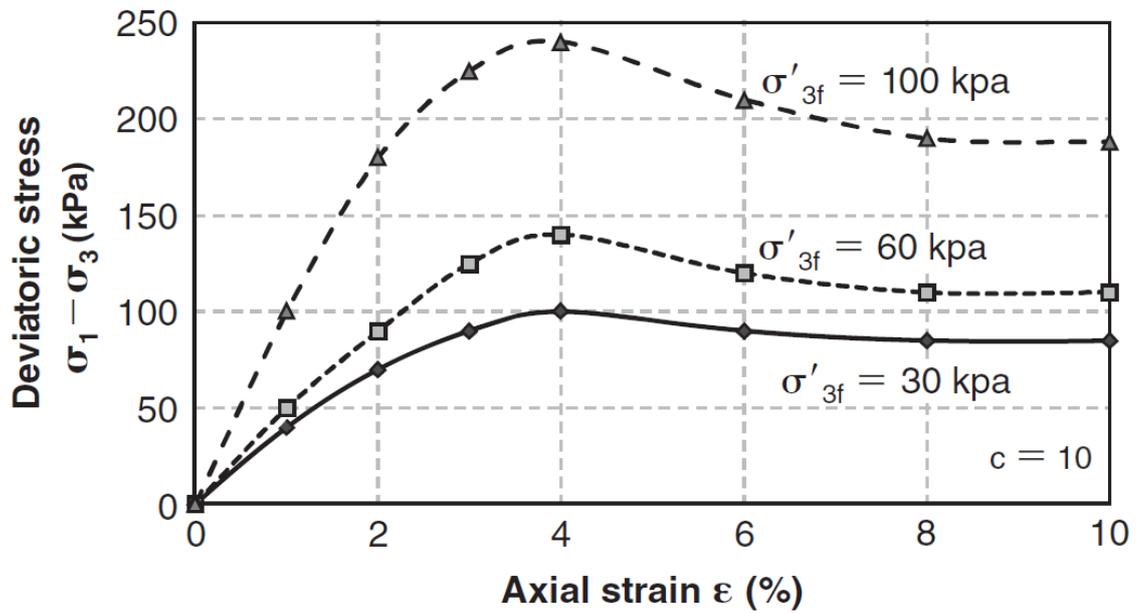


Figura N°11 Envolvente de Falla de Mohr - Coulomb Fuente. (Briaud, 2013)

Prueba de Compresión Triaxial

Es una prueba de uso muy común, es aplicable a todo tipo de suelos excepto a las arcillas muy sensitivas.

Prueba sin Drenar

Se coloca la muestra y se pone 2 cabezales rígidos en los extremos luego se coloca una membrana de hule para impermeabilizar la muestra, luego se pone los aerosellos de hule para fijar la muestra.

Se monta la cámara y se fija, luego se llena de agua a una presión preestablecida. Manteniendo la presión de cámara se induce la carga axial hasta que la muestra falle al corte o se alcance el esfuerzo límite. Se deben apuntar el desplazamiento con un extensómetro y la carga axial.

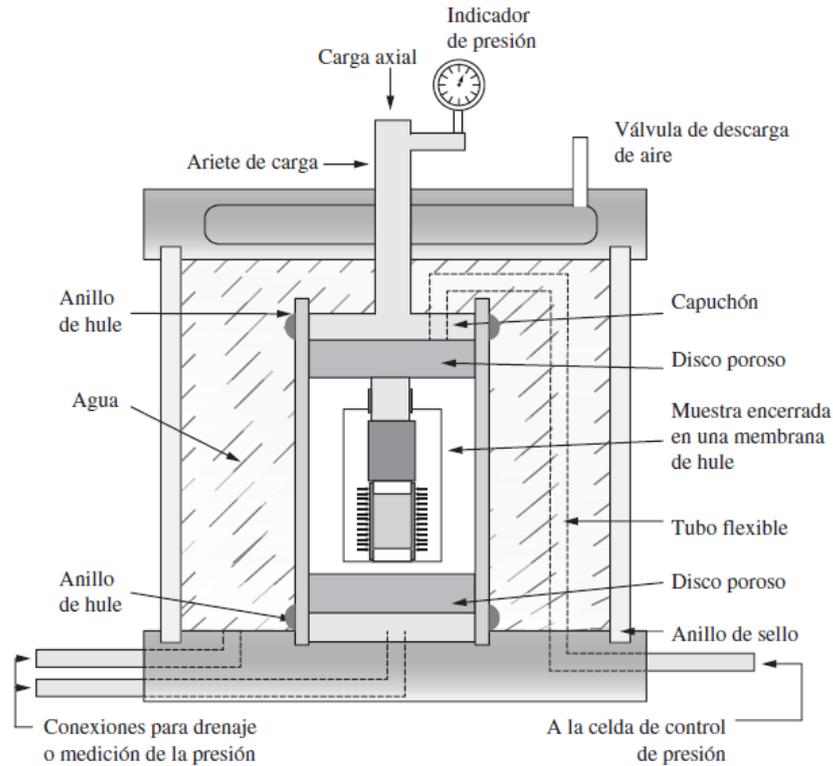


Figura N°12 Partes del equipo triaxial

Fuente. (Das, 2013)

Medición de la Presión de Poro

En los cabezales rígidos se ubica las perforaciones que se conectan mediante una manguera hacia un transductor de presión para su lectura.

Interpretación de los Resultados de la Prueba Triaxial

El espécimen que se ensaya en la cámara triaxial recibe tres esfuerzos de compresión que son ortogonales entre sí, estos se aplican en las diferentes etapas. Primero, se induce la presión de cámara dando los 3 esfuerzos son iguales.

Después se induce la carga axial donde aumenta el esfuerzo vertical de compresión, las dos fuerzas laterales se mantienen constantes de la presión de cámara.

Cuando se presenta la falla del espécimen, el incremento del esfuerzo vertical se le denomina esfuerzo desviador.

Tipo de Falla

A medida que se aumenta la carga axial el espécimen aumenta su diámetro. Para suelos muy pre consolidados o muy densos pueden alcanzar la falla frágil de deslizamiento. Para suelos ligeramente pre consolidados la falla al corte esta menos definido. En suelos sueltos o consolidación natural se presentara una falla por flexibilidad plástica, que no produce una superficie de deslizamiento, sino que se ensancha tipo de barril.

Criterio de Mohr – Coulomb de Falla

Los análisis de estabilidad de taludes necesitan parámetros y resistencia limite en las superficies de deslizamiento. En este caso, se puede utilizar el criterio de Mohr – Coulomb de falla para la interpretación de los resultados de los ensayos triaxiales.

Se prueban tres muestras del mismo suelo con diferentes valores de presión de cámara, luego trazamos para cada muestra un círculo con el esfuerzo de falla. Se traza una

tangente común a los círculos que se le considera envolvente de falla del suelo de donde se extraen el valor de la cohesión y el Angulo de fricción.

Análisis de Esfuerzo Efectivo – Método de las Dovelas

Los análisis de estabilidad se realizan en condiciones de esfuerzo efectivo donde se presenta las variaciones de la presión de poro. Se analiza mediante dovelas debido a la variación en toda la superficie de falla.

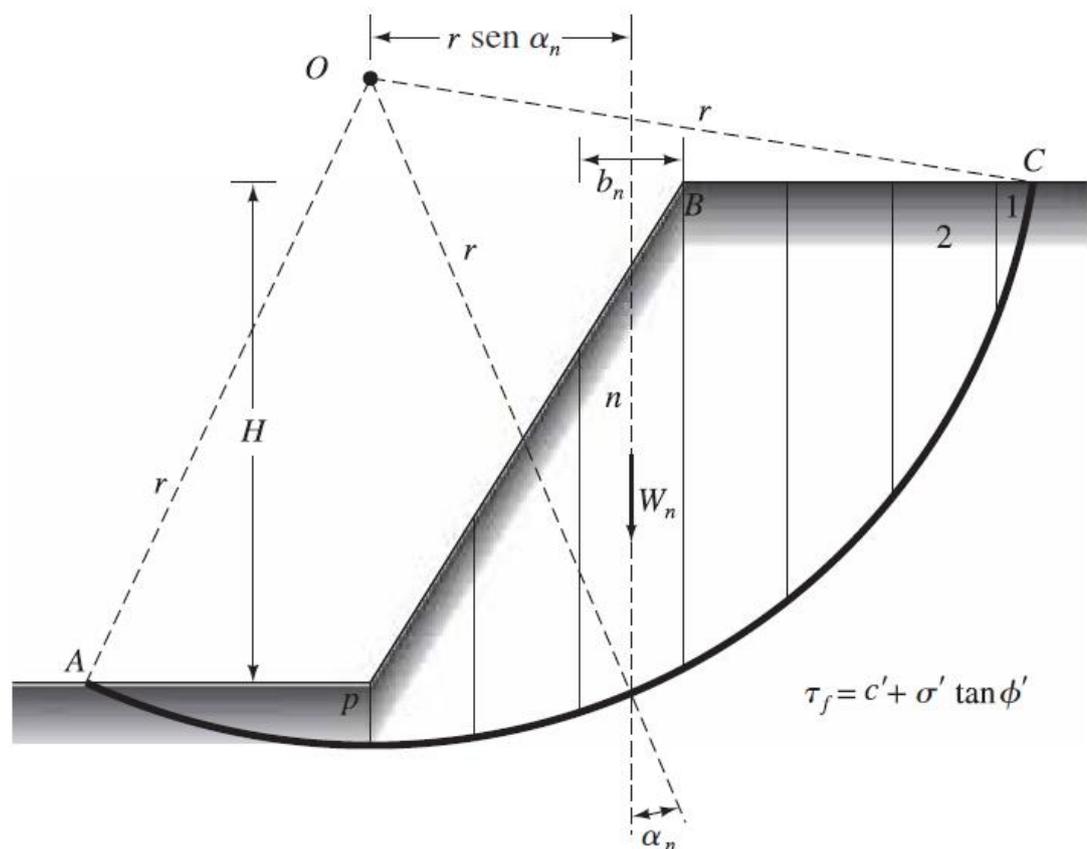


Figura N°13 Seccionamiento de un talud por dovelas

Fuente. (Das, 2013)

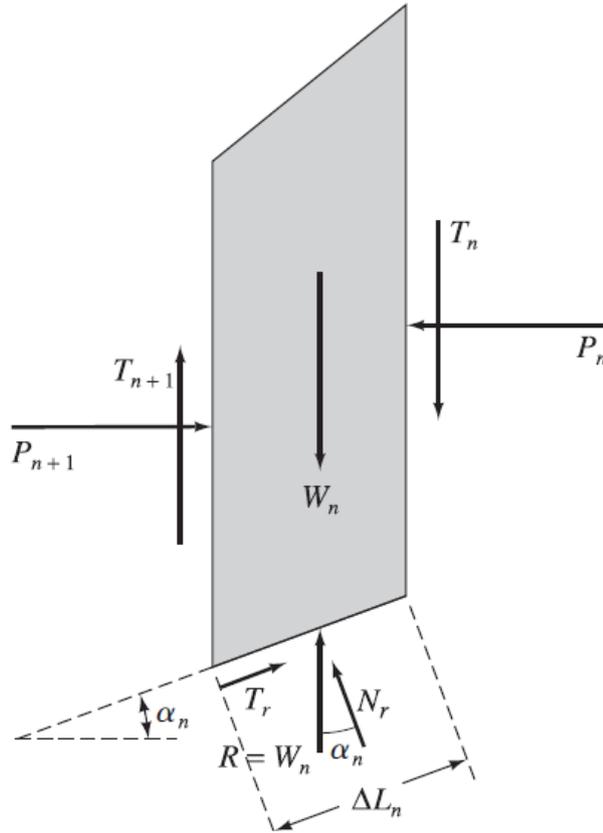


Figura N°14 Análisis de fuerzas que actúan en la dovela

Fuente. (Das, 2013)

Método de Fellenius

En este método se consideran que las fuerzas interdovelas se cancelan y solo se utilizan las fuerzas generadas en la base.

$$N = W \cos \alpha - ul$$

$$N = \gamma hb \cos \alpha - ub \sec \alpha$$

$$N = \gamma h(\cos \alpha - ru \sec \alpha)b$$

$$\sum N = \gamma b \sum h(\cos \alpha - ru \sec \alpha)$$

$$F = \frac{cL + \gamma b \tan \varphi \sum h(\cos \alpha - ru \sec \alpha)}{\sum W \sin \alpha}$$

Método de Bishop

Se supone que las fuerzas tangenciales interdovela son iguales, pero no las fuerzas normales.

$$F = \frac{\sum (cl + N \tan \varphi)}{\sum W \sin \alpha}$$

Por equilibrio en dirección vertical

$$0 = W - N \cos \alpha - ul \cos \alpha - \frac{\tau}{F} l \sin \alpha$$

$$0 = W - N \cos \alpha - ul \cos \alpha - \frac{c}{F} l \sin \alpha - \frac{N \tan \varphi}{F} \sin \alpha$$

$$N = \frac{W - \frac{c}{F} l \sin \alpha - ul \cos \alpha}{\cos \alpha + \frac{\tan \varphi}{F} \sin \alpha}$$

$$F = \frac{1}{\sum W \sin \alpha} \sum \frac{[cb + (W - ub) \tan \varphi] \sec \alpha}{1 + \frac{\tan \alpha \tan \varphi}{F}}$$

1.2.2. Base Teórica N°2: Características Geotécnicas

Propiedades Físicas Básicas de los Suelos

Modelo del Suelo y Propiedades Básicas

(Whitlow, 1998) Las propiedades físicas de un suelo nos permiten conocer su estado del suelo. Para los análisis es necesario cuantificar las tres fases del suelo y poder exponer sus relaciones. La densidad es la relación de la masa y el volumen, el contenido de humedad es la relación de masa de agua a la masa de sólido.

En un suelo están combinado las tres fase sólido, líquido y gaseoso pero no se puede visualizar sus propiedades relativas

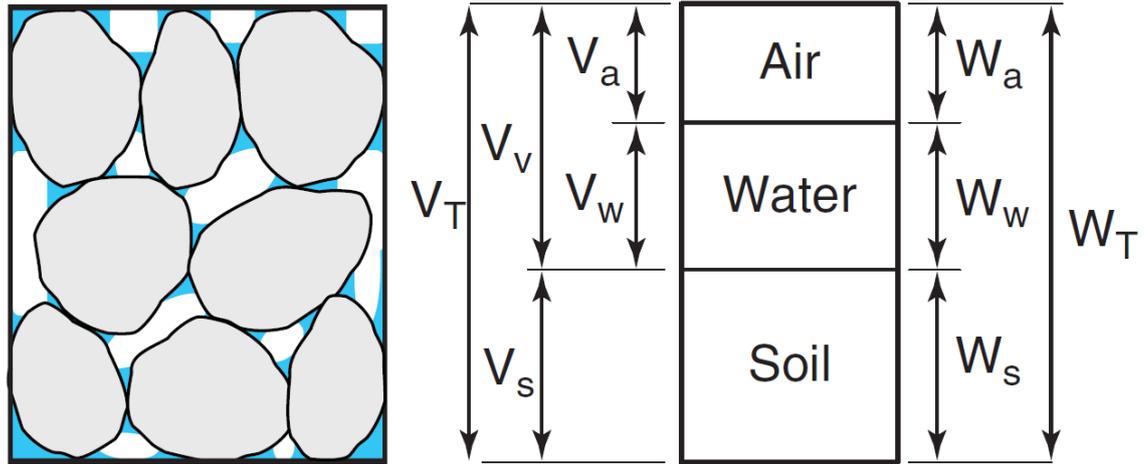


Figura N°15 Relación de vacíos en una estructura de suelo

Fuente. (Briaud, 2013)

Contenido de Humedad

La proporción de la masa de agua a la masa de sólido recibe el nombre de contenido de humedad del suelo.

Densidad de los Suelos

La densidad proporciona una medida de la cantidad de material con relación a la cantidad de espacio que ocupa. Se excava manualmente un agujero en el suelo donde se realizara la prueba, y el material extraído se guarda en un recipiente. El agujero se rellena con arena de una densidad conocida, se determina el volumen por diferencia. Se determina la densidad humedad del suelo en sitio dividiendo la masa extraída entre el volumen determinado, se seca. Con esto se puede obtener la densidad seca

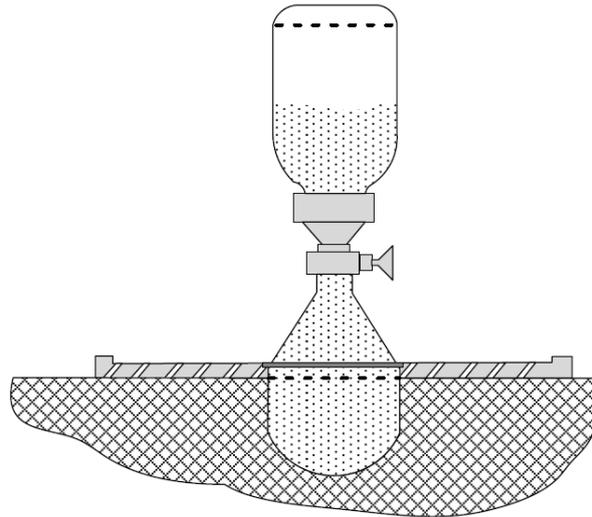


Figura Nº16 Cono de arena

Fuente. (Briaud, 2013)

Relaciones Peso Volumen Plasticidad

En el ambiente el suelo se compone de sólido, líquido y gaseoso. Es necesario conocer su contenido de humedad para calcular su densidad de campo.

Contenido de humedad: Se conoce como contenido de agua y se define como la relación de pesos del agua y de los sólidos en un volumen determinado.

Peso unitario: Es el peso del suelo con relación al volumen total

Características Granulométricas

La curva granulométrica es una representación gráfica que describe los suelos por su distribución de tamaños de partículas. Es por ello la importancia de la graficada la curva granulométrica. También nos ayuda a la descripción del tipo de suelo. Se permiten estimar intervalos de tamaños de partículas.

Existe otro análisis cuantitativo que son las características de graduación.

D10=Tamaño máximo al 10% más pequeño que la muestra

D30=Tamaño máximo al 30% más pequeño que la muestra

D₆₀=Tamaño máximo al 60% más pequeño que la muestra

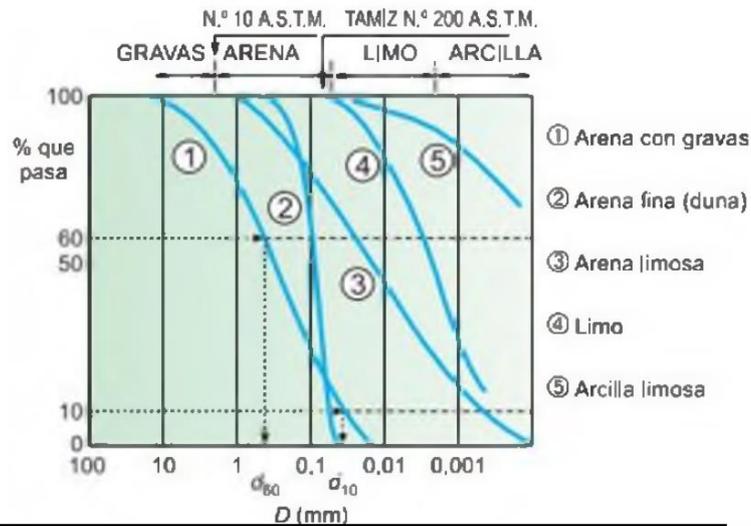


Figura N°17 Curva granulométrica Fuente. (Das, 2013)

Clasificación de los Suelos de Grano Fino

En el caso de los granos finos, su propiedad más importante no es el tamaño si no la forma de las partículas.

La resistencia al esfuerzo cortante varía en relación al contenido de humedad.

Los suelos con partículas se comportan como un material plástico, un aumento en el esfuerzo aplicado puede mantener su volumen y no presentar grietas pero si hay una deformación irreversible.

Puesto que la plasticidad tiene un efecto en los parámetros de resistencia al corte. Se utiliza la consistencia plástica como base para la clasificación, se define dos tipos de consistencia el plástico y líquido

LL=Contenido de humedad en que el suelo deja de ser líquido y pasa al estado plástico

LP= Contenido de humedad en que el suelo deja de ser plástico y pasa al estado solido

Consistencia del Suelo

Cuando los minerales de arcilla están presentes, con la presencia de agua puede removerse sin que se desmorone. Cuando el contenido de humedad es muy bajo el suelo se comporta como quebradizo, pero con un contenido de humedad alto este se comporta como un fluido.

Limite Líquido LL

Para la prueba de limite líquido, se coloca una pasta de suelo se hace una ranura en el medio. Esta se hace golpetear a una altura de 1cm. El contenido de humedad que logre cerrar la ranura en 25 golpes se define como el límite líquido.

Es complicado encontrar el cierre de la ranura en los 25 golpes, por ello se tiene que utilizar cuatro muestras con contenidos de humedad que varía entre entre 15 y 35 golpes graficando e intersecando en los 25 golpes.

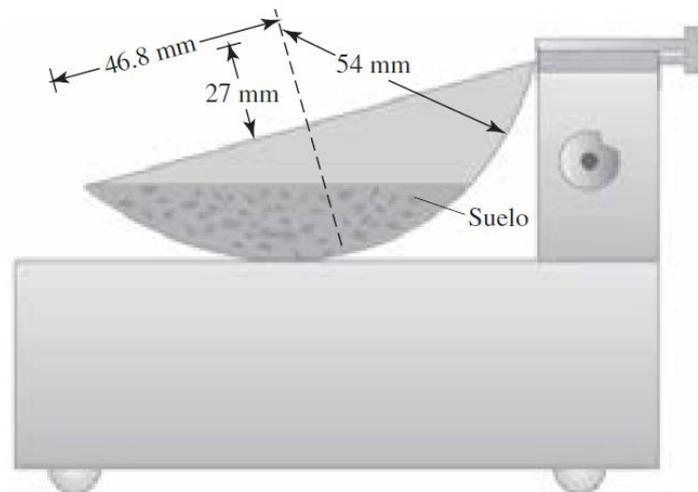


Figura N°18 Copa de Casagrande

Fuente. (Das, 2013)

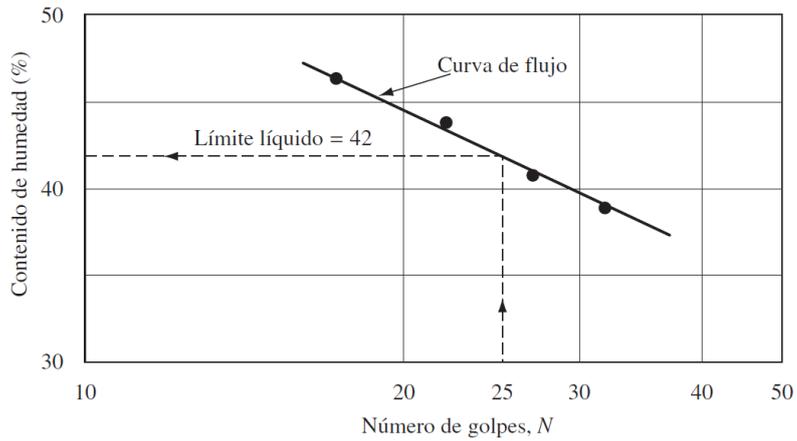


Figura N°19 Regresión del límite líquido Fuente. (Das, 2013)

Limite Plástico LP

Se define como límite plástico como al contenido de humedad que se obtiene al enrollar en hilos la muestra y este se desmorona.



Figura N°20 Limite plástico Fuente. (Briaud, 2013)

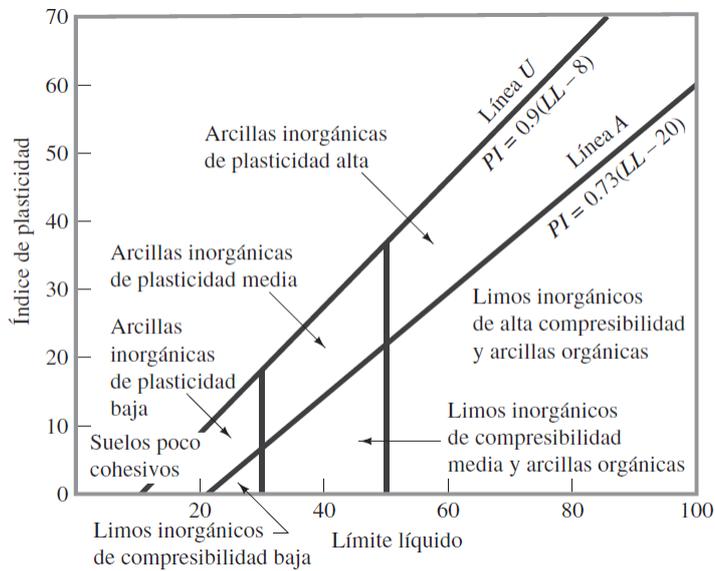


Figura N°21 Carta de Plasticidad Fuente. (Das, 2013)

1.3. Hipótesis y/o sistema de hipótesis.

1.3.1. Hipótesis general.

H_i : Se puede realizar la evaluación geotécnica del deslizamiento producido el 27 de enero del 2019 en la Red Vial Nacional PE3N Km 184+500 del distrito de San Rafael Provincia de Ambo del departamento de Huánuco.

H_0 : No se puede realizar la evaluación geotécnica del deslizamiento producido el 27 de enero del 2019 en la Red Vial Nacional PE3N Km 184+500 del distrito de San Rafael Provincia de Ambo del departamento de Huánuco.

1.3.2. Hipótesis específicas.

H_{11} : El área del deslizamiento producido el 27 de enero del 2019 en la Red Vial Nacional PE3N Km 184+500 del distrito de San Rafael Provincia de Ambo del departamento de Huánuco contiene características geotécnicas desfavorables.

H_{01} : El área del deslizamiento producido el 27 de enero del 2019 en la Red Vial Nacional PE3N Km 184+500 del distrito de San Rafael Provincia de Ambo del departamento de Huánuco contiene características geotécnicas favorables.

H_{12} : El talud deslizado el 27 de enero del 2019 en la Red Vial Nacional PE3N Km 184+500 del distrito de San Rafael Provincia de Ambo del departamento de Huánuco es inestable.

H_{02} : El talud deslizado el 27 de enero del 2019 en la Red Vial Nacional PE3N Km 184+500 del distrito de San Rafael Provincia de Ambo del departamento de Huánuco es estable.

1.4. Variables e Indicadores

TABLA 1 VARIABLES E INDICADORES

VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES
<u>Variable</u>		
Evaluación Geotécnica		
Estabilidad de Talud	Factor de Seguridad	-Topografía
		-Angulo de Fricción
		-Cohesión
		-Densidad del suelo
Características Geotécnicas	Propiedades Físicas del Suelo	-Límites de Consistencia
		-Análisis Granulométricos
		-Contenido de Humedad
		-Permeabilidad

Fuente Propia

1.5. Objetivos de la investigación.

1.5.1. Objetivo general.

OG: Realizar la evaluación geotécnica del deslizamiento producido el 27 de enero del 2019 en la Red Vial Nacional PE3N Km 184+500 del distrito de San Rafael Provincia de Ambo del departamento de Huánuco.

1.5.2. Objetivos específicos.

OE₁: Analizar las características geotécnicas que contiene el área del deslizamiento producido el 27 de enero del 2019 en la Red Vial Nacional PE3N Km 184+500 del distrito de San Rafael Provincia de Ambo del departamento de Huánuco.

OE₂: Determinar el factor de seguridad del talud deslizado el 27 de enero del 2019 en la Red Vial Nacional PE3N Km 184+500 del distrito de San Rafael Provincia de Ambo del departamento de Huánuco

1.6. Población y muestra.

1.6.1. Población

La unidad de análisis donde se realizó la investigación estuvo constituida por los deslizamientos producidos en la carretera central PE3N del departamento de Huánuco, Provincia de Ambo, Distrito San Rafael.

1.6.2. Muestra

La selección de la muestra es del tipo No Probabilístico Intencional, tomando en cuenta características similares en la carretera central PE3N tramo San Rafael - Independencia Km 184+500 del departamento de Huánuco, Provincia de Ambo, Distrito San Rafael, de validez interna por tratarse de características geotécnicas particulares en la zona de estudio que no se podrá generalizar el estudio a los distintos deslizamientos ocurridos en el Perú.

- 3 Calicatas Km 184+550
- 3 Calicatas Km 184+525
- 3 Calicatas Km 184+450
- 3 Calicatas Km 184+425

CAPÍTULO II: MARCO METODOLÓGICO.

2.1. Diseño y esquema de la investigación.

2.1.1. DISEÑO

Para proceder a demostrar la hipótesis se realizó el siguiente esquema de diseño, la cual corresponde a un diseño no experimental donde se va a recolectar información en varias muestras con respecto a un mismo fenómeno y luego caracterizar este fenómeno en base a la comparación de los datos recogidos.

2.1.2. ESQUEMA

El esquema del presente trabajo de investigación se detalla a continuación.

M1	O1	
M2	O2	
M3	O3	$O1 \approx \neq O2 \approx \neq O3 \approx \neq O4 \approx \neq O_n$
M4	O4	
Mn	On	

Dónde:

M: Muestras.

O: Observaciones.

X: Estímulo a la variable independiente.

O: Observación de la variable dependiente.

\approx : Semejantes

\neq : Diferentes

2.2. Técnicas de recojo, procesamiento y presentación de datos.

2.2.1. Técnicas de recojo de datos

Las fuentes para la recolección se realizó In Situ producidas por observaciones, localizada en la carretera central PE3N del departamento de Huánuco, Provincia de Ambo, Distrito San Rafael, y en instituciones que proporcionen una amplia gama de información en relación con el lugar mapas, memorias y registros geológicos, eventualidades recientes acorde a los deslizamientos, huaicos y derrumbes, como el INDECI, PROVIAS, E INGEMMET

Las técnicas para la recolección de datos se obtuvo realizando calicatas para luego llevarlos a laboratorio para su ensayo correspondiente.

2.2.2. Técnicas de procesamiento

Se usó una hoja electrónica de excel para el procesamiento y tratamiento estadístico que llevamos a cabo con los resultados encontrados para la presentación de manera resumida la totalidad de observaciones realizadas.

2.2.3. Ensayos realizados

- Contenido de Humedad – NTP 339.127 (ASTM D2216)
- Limite Líquido – NTP 339.129 (ASTM D4318)
- Limite Plástico – NTP 339.129 (ASTM D4318)
- Granulometría por Tamizado – NTP 339.128 (ASTM D422)
- Gravedad Específica – NTP 339.131 (ASTM D854)
- Compresión Triaxial No Drenado – NTP 339.166 (ASTM D4767)

CAPÍTULO III: DISCUSION DE RESULTADOS

3.1. Descripción General.

3.1.1. Ubicación.

El talud deslizado se encuentra ubicada geográficamente entre los meridianos $76^{\circ}10'46.5''$ y $78^{\circ}10'59.46''$ de longitud oeste y los paralelos $10^{\circ}18'50.66''$ y $10^{\circ}18'52.07''$ de latitud sur. Altitudinalmente se extiende con una altitud de poco más de 2679 msnm hasta la línea de cumbres de la corona del talud cuyos puntos más elevados llegan a alcanzar los 2876 msnm.

TABLA 2 UBICACIÓN

Sistemas	Datum	Componentes	Valor	
			Mínimo	Máximo
Coordenadas Geográficas	Horizontal WGS 1984	Longitud Oeste	$76^{\circ}10'46.5''$	$76^{\circ}10'59.46''$
		Latitud Sur	$10^{\circ}18'50.66''$	$10^{\circ}18'52.07''$
Coordenadas UTM Zona 18	Horizontal WGS 1984	Metros Este	370843.3	370436
		Metros Norte	8859631.6	9445620
Altitud	Vertical Nivel del Mar	msnm	2679	2876

Fuente Propia

3.2. Geología.

3.2.1. Geología Regional.

En el área que comprende el talud deslizado, perteneciente a la vertiente del Atlántico, que han sido afectadas en mayor o menor medida por fenómenos tectónicos. Que está caracterizado por su propia evolución sedimentaria y tectónica. Los límites están determinados por sistemas de fallas complejos Noroeste – Sureste y Este – Oeste.

- Cordillera Oriental

En este dominio se localiza el distrito de San Rafael, en la mayor parte de su extensión. Afloran principalmente rocas metasedimentarias del Paleozoico inferior, incluyendo el Complejo del Maraón.

Estas rocas tipo esquisto, pizarras y filitas, presentan importantes deformaciones y cierto grado de metamorfismo regional y están cortadas por intrusivos graníticos.

Este bloque fue levantado en conjunto posiblemente a finales del Jurásico de manera que quedan expuestas las rocas más antiguas, constituyendo el límite occidental de la sedimentación cenozoica.

3.2.2. Geodinámica Interna.

3.2.2.1 Vulcanismo.

No se presenta Vulcanismo en la zona que comprende el talud deslizado debido a su posición en la región subandina y Cordillera Oriente Norte.

3.2.2.2 Sismicidad.

- **Intensidades Máximas**

En el mapa de distribución de máximas intensidades para Perú, la zona que comprende el talud deslizado alcanza valores de intensidad máxima registrada de VII.

- **Aceleraciones Máximas**

En el mapa de distribución de las curvas isoaceleraciones para Perú, la zona que comprende el talud deslizado alcanza valores de aceleración máxima para 10% de excedencia en 50 años de 0.29 y para 10% de excedencia en 100 años de 0.34.

- **Zonificación sísmica**

Según la NTP E-030 Diseño Sismorresistente la zona que comprende el talud deslizado se ubica por completo en la Zona 2 con un valor de aceleración de 0.25

g

3.2.3. Geodinámica Externa.

3.2.3.1 Talud Deslizado.

La ocurrencia de peligros geológicos o hidrometeorológicos en la zona de estudio está estrechamente ligada a factores detonantes como lluvias de gran intensidad o gran duración asociadas a eventos de El Niño; en menor porcentaje se asocian a sismicidad, así como a las modificaciones en los taludes naturales hechas al construir obras de infraestructura vial, agrícola, etc.

Como factores condicionantes o intrínsecos destacan la litología (calidad de la roca y permeabilidad en algunas formaciones geológicas), geomorfología y pendiente de los terrenos, tipos de cobertura vegetal existente o presencia de zonas de debilidad, fallas y fracturas.

3.2.3.2 Litoestatigrafía.

En la zona de influencia del talud deslizado se identifican distintas unidades litológicas, cuyas edades varían desde el Precámbrico hasta el Carbonífero, estando compuesto mayormente por Esquistos micáceos, Pizarras, Filitas, Limos y Lutitas Negras.

- **Precámbrico, Complejo metamórfico del Marañón (PeA-e/gn)**

Los afloramientos de terrenos más antiguos que afloran en la zona de estudio, se encuentran en la Cordillera Oriental que corresponden al Complejo metamórfico del Marañón. Estas rocas presentan importantes deformaciones y cierto grado de metamorfismo regional.

Corresponde a un bloque conformado por rocas tipo esquistos micáceos, pizarras y filitas, del Neoproterozoico y Paleozoico, cortadas por intrusivos graníticos.

Este bloque fue levantado en conjunto posiblemente a finales del Jurásico de

manera que quedan expuestas las rocas más antiguas, constituyendo el límite occidental de la sedimentación cenozoica.

- **Grupo Ambo, Carbonífero inferior continental**

El Carbonífero está representado por afloramientos del Grupo Ambo, con series marino-continentales constituidas por areniscas y lutitas carbonosas que cubren a las rocas del Paleozoico Inferior. Aflora principalmente en el ámbito de la Cordillera Oriental. Suprayace en discordancia angular a las rocas del Complejo Marañón.

3.3. Hidrología.

3.3.1. Avisos Hidrológicos Regionales.

Los avisos meteorológicos son pronósticos de carácter preventivo ante eventos severos, indicando las áreas que podrían verse afectadas y el nivel de peligrosidad.

3.3.1.1 Aviso N° 006 Nivel 3.

El viernes 11 de enero del 2019 El SENAMHI, organismo adscrito al Ministerio del Ambiente, informa que el río Huallaga ha incrementado significativamente su nivel de agua en el sector de Loreto, como resultado de la intensificación de precipitaciones sobre la cuenca media y alta

En la estación de control H-Yurimaguas, dicho río registró hoy una cota de 133.32 msnm; es decir, 1.84 m por encima de su nivel normal, con lo que se sitúa en Alerta Hidrológica Naranja, con peligro de inundación en las partes bajas y medias. Esta situación provocaría erosión e inundación en la provincia de Alto Amazonas (Loreto); específicamente en los distritos de Yurimaguas, Lagunas y Santa Cruz.

3.3.1.2 Aviso N° 011 Nivel 3.

El jueves 17 de enero del 2019 El SENAMHI, organismo adscrito al Ministerio del Ambiente, informa que el río Huallaga registra un incremento en el nivel de agua y caudal debido a las lluvias en la selva central del país. Según la estación hidrológica Tingo María (Huánuco), hasta la emisión del presente aviso (10:00 a.m.), registró un nivel de agua de 3.10 m, valor superior en 0.69 m a su nivel promedio e inferior en 1.50 m. a su valor crítico de desborde. Asimismo, la estación hidrológica Tocache (San Martín) alcanzó un nivel de agua de 4.34 m, valor superior en 0.81 m a su nivel normal (umbral hidrológico amarillo) e inferior en 0.76 m a su nivel crítico de desborde. Finalmente, la estación Picota presentó un nivel de agua de 17.45 m, valor superior en 0.47 m a su nivel normal e inferior en 0.85 m a su nivel crítico.

Según los pronósticos, las condiciones favorecerían la ocurrencia de precipitaciones sobre esta región del país, lo cual se vería reflejado en incrementos en el nivel de agua del río Huallaga.

3.3.1.3 Aviso N° 016 Nivel 3.

El jueves 24 de enero del 2019 El SENAMHI, organismo adscrito al Ministerio del Ambiente, informa que el río Huallaga registra un incremento en el nivel de agua y caudal debido a las lluvias en la selva central del país. Según la estación hidrológica Tingo María (Huánuco), hasta la emisión del presente aviso (09:00 a.m.), registró un nivel de agua máximo de 3.80 m (06 horas), valor superior en 1.41 m a su nivel promedio e inferior en 0.80 m. a su valor crítico de desborde. Este incremento puede afectar las poblaciones y zonas de cultivo (cacao, plátano, papaya entre otros), asentadas en ambas márgenes del río, especialmente en los distritos de Naranjillo, Santa Rosa por la margen derecha y Castillo Grande (Los Laureles) en la margen izquierda.

De acuerdo al pronóstico meteorológico, las condiciones favorecerían la ocurrencia de precipitaciones sobre esta región del país, lo cual se vería reflejado en el incremento del nivel de agua del río Huallaga.

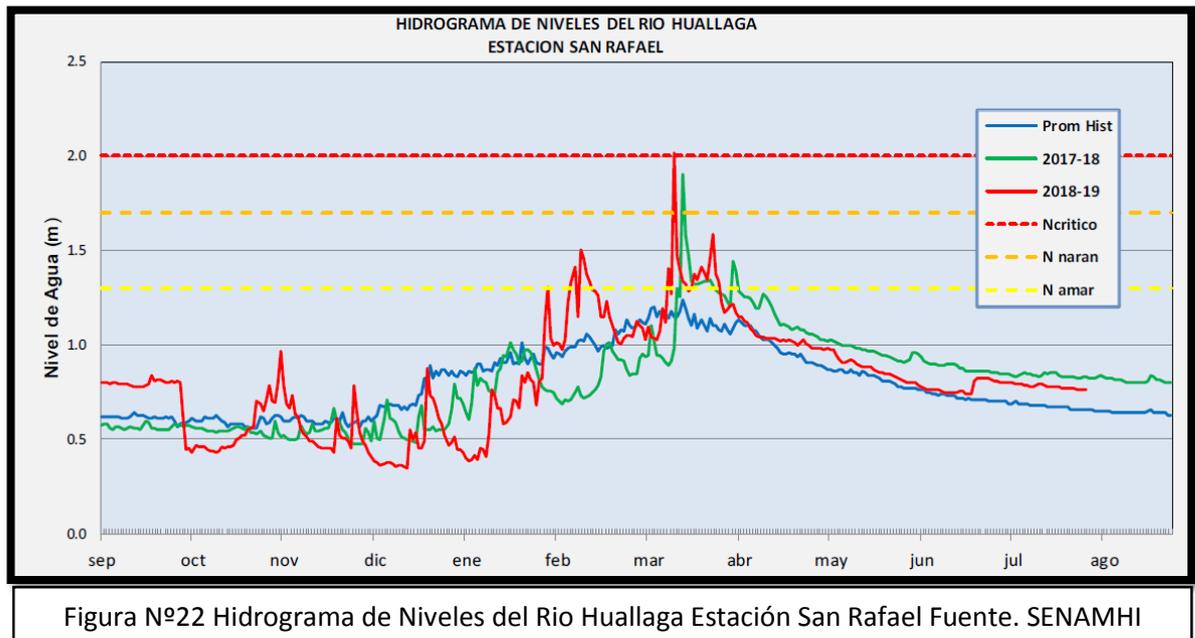


TABLA 3 ANOMALÍAS HIDROLÓGICAS

FECHA	RIO	ESTACION DE CONTROL	ANOMALIA	NIVEL FECHA DE AVISO	NIVEL CRITICO
11 de Enero del 2019	Huallaga	San Rafael	0.1	0.76	2
17 de Enero del 2019	Huallaga	San Rafael	0.2	0.86	2
24 de Enero del 2019	Huallaga	San Rafael	0.65	1.31	2
25 de Enero del 2019	Huallaga	San Rafael	0.46	1.12	2
26 de Enero del 2019	Huallaga	San Rafael	0.57	1.23	2
27 de Enero del 2019	Huallaga	San Rafael	0.65	1.31	2

Fuente Propia

3.3.2. Análisis de Máximas Avenidas Y Caudal Promedio.

Los análisis de máximas avenidas nos muestran que hay la presencia de un caudal considerable que discurre por el talud deslizado permitiendo la rápida saturación del suelo durante los periodos de altas precipitaciones.

TABLA 4 CAUDAL MÁXIMO DEL TALUD DESLIZADO

ESTIMACION DEL CAUDAL MAXIMO	
AREA DE CUENCA	0.14 Km2
PERIODO DE ANALISIS	50 Años
MODELO DE DISTRIBUCION	Gumel
T (PERIODO DE RETORNO)	5 Años
CAUDAL MAXIMO	0.06 m3/seg
CAUDAL PROMEDIO	0.042 m3/seg

Fuente Propia

3.4. Características Geotécnicas.

3.4.1. Contenido de Humedad.

TABLA 5 CONTENIDO DE HUMEDAD

PROGRESIVA	CALICATA	Profundidad de 0.5 m	Profundidad de 1 m	Profundidad de 1.5 m
KM 184+425	CALICATA 1	1.52	3.19	11.80
	CALICATA 2	1.43	4.31	7.21
	CALICATA 3	1.85	2.84	6.45
KM 184+450	CALICATA 1	1.69	5.04	13.86
	CALICATA 2	2.27	3.77	9.84
	CALICATA 3	1.42	2.46	6.09
KM 184+525	CALICATA 1	1.10	2.37	5.66
	CALICATA 2	1.58	4.14	10.32
	CALICATA 3	2.20	4.81	15.00
KM 184+550	CALICATA 1	1.13	3.02	7.04
	CALICATA 2	1.16	3.57	6.67
	CALICATA 3	1.33	4.27	13.24

Fuente Propia

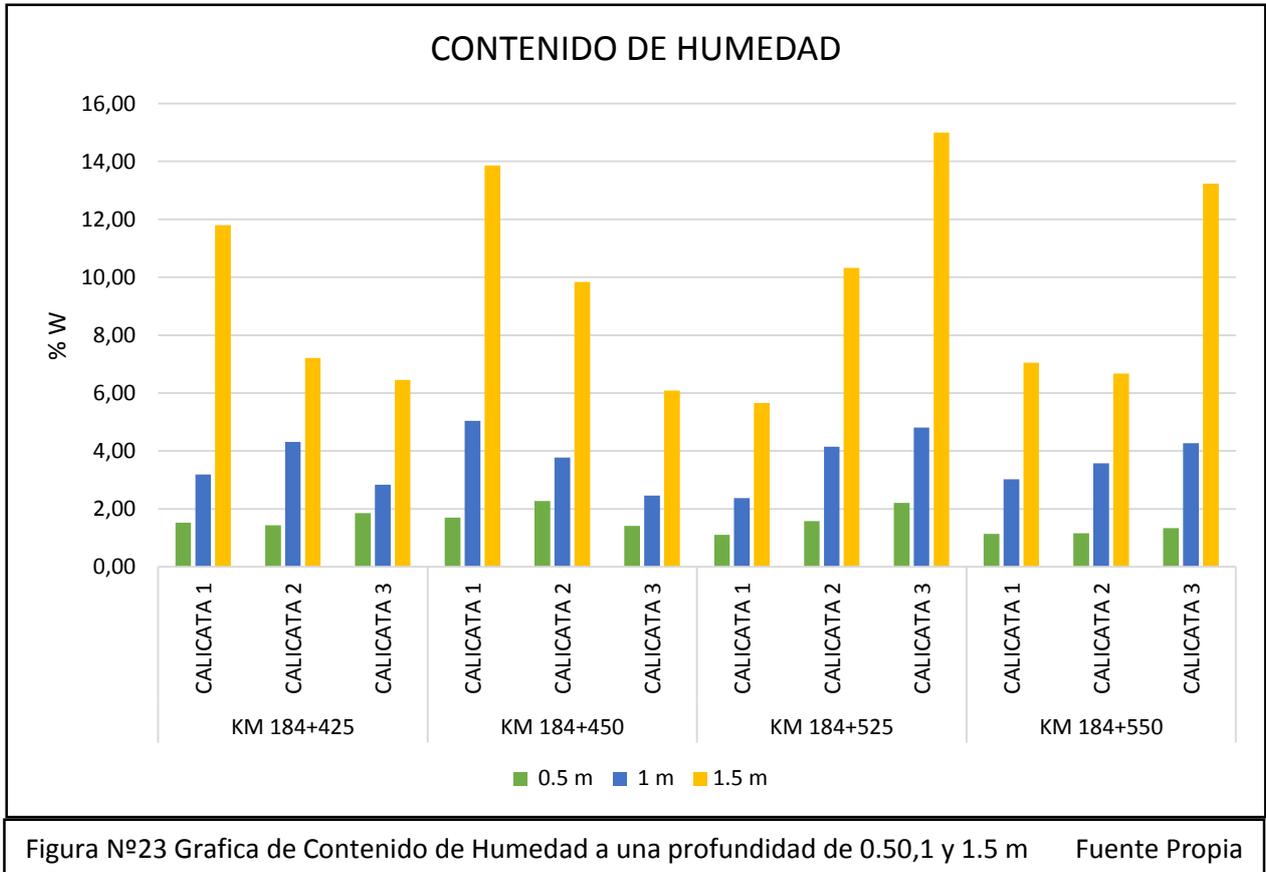


TABLA 6 ESTADÍSTICO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Varianza
Contenido de Humedad	12	1,10	2,27	1,5567	,38876	,151
Contenido de Humedad a una profundidad de 1m	12	2,37	5,04	3,6492	,88819	,789
Contenido de Humedad a una profundidad de 1.5m	12	5,66	15,00	9,4317	3,36087	11,295
N válido (por lista)	12					

Fuente Propia

3.4.2. Granulometría.

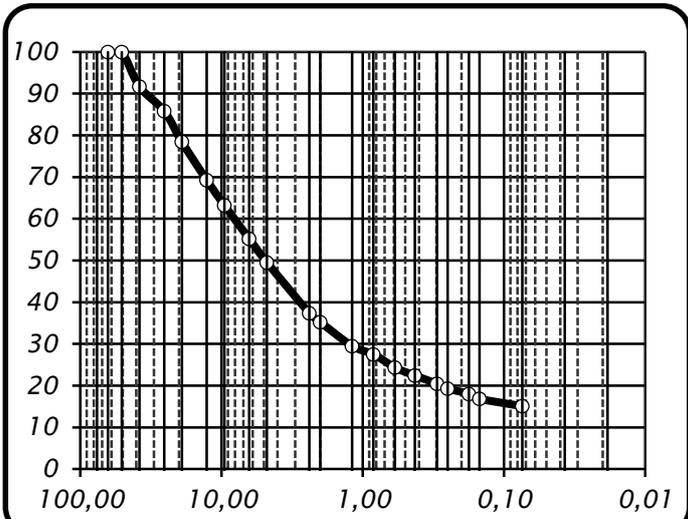


Figura Nº24 Curva Nº 1 Km 184+425 Fuente Propia

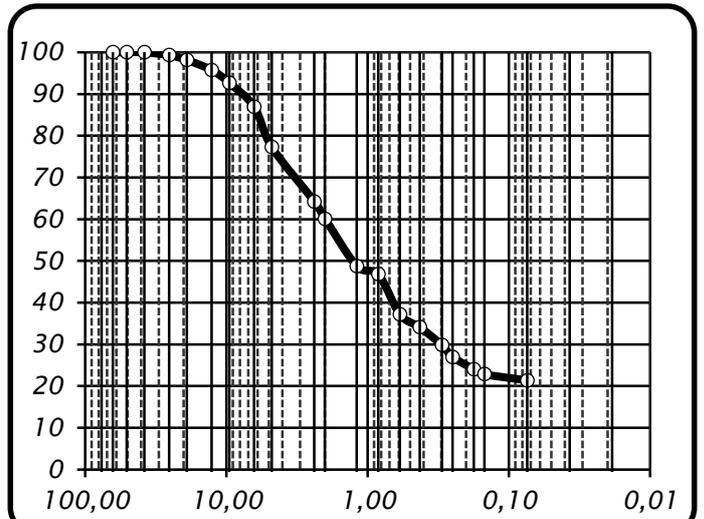


Figura Nº25 Curva Nº 2 Km 184+425 Fuente Propia

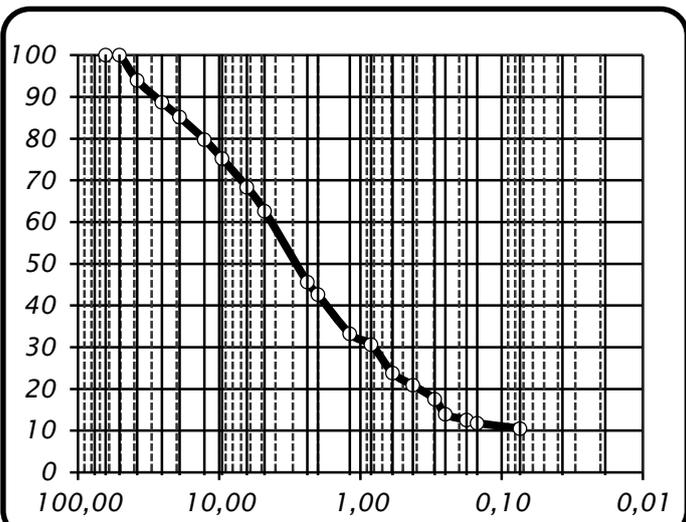


Figura Nº26 Curva Nº 3 Km 184+425 Fuente Propia

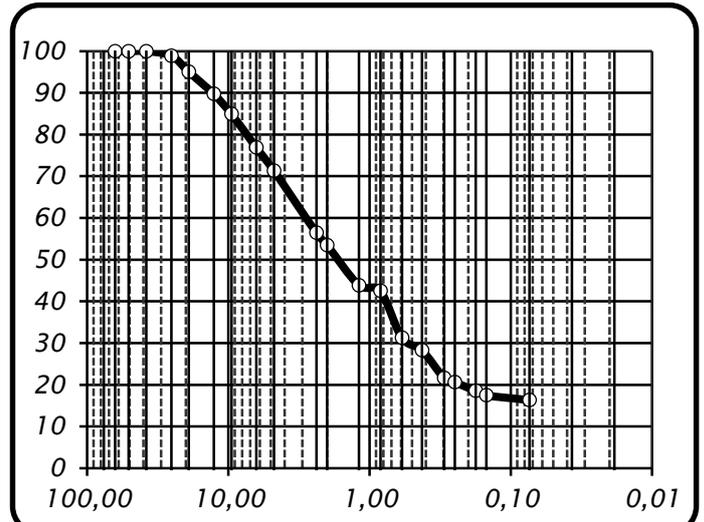


Figura Nº27 Curva Nº 1 Km 184+450 Fuente Propia

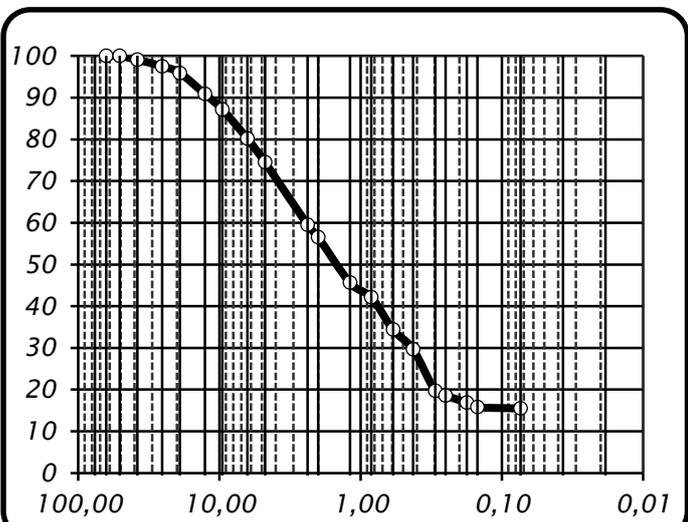


Figura Nº28 Curva Nº 2 Km 184+450 Fuente Propia

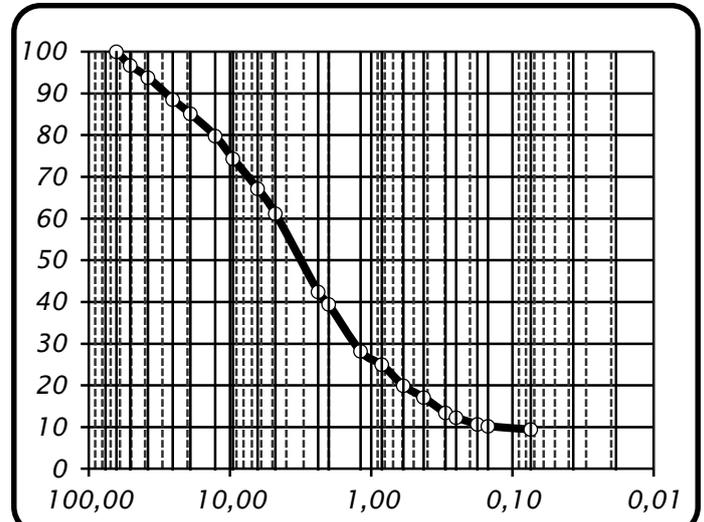


Figura Nº29 Curva Nº 3 Km 184+450 Fuente Propia

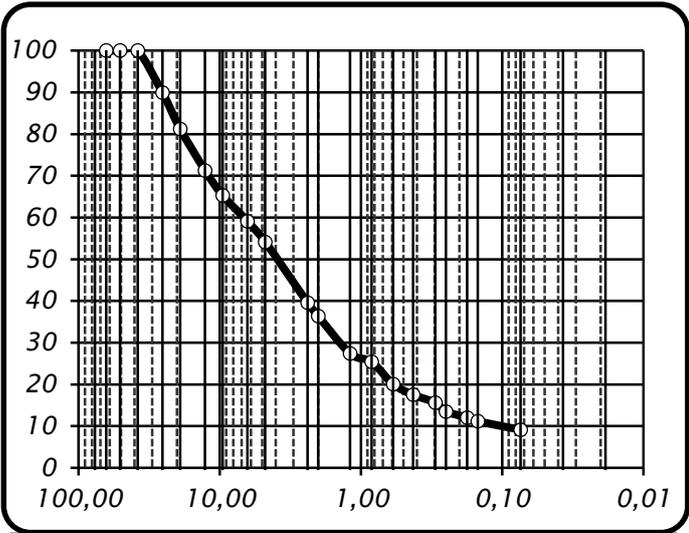


Figura Nº30 Curva Nº 1 Km 184+525 Fuente Propia

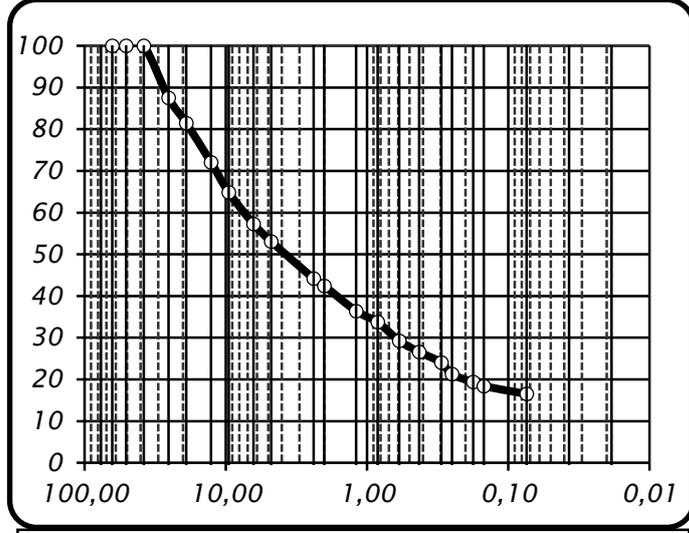


Figura Nº31 Curva Nº26 Km 184+525 Fuente Propia

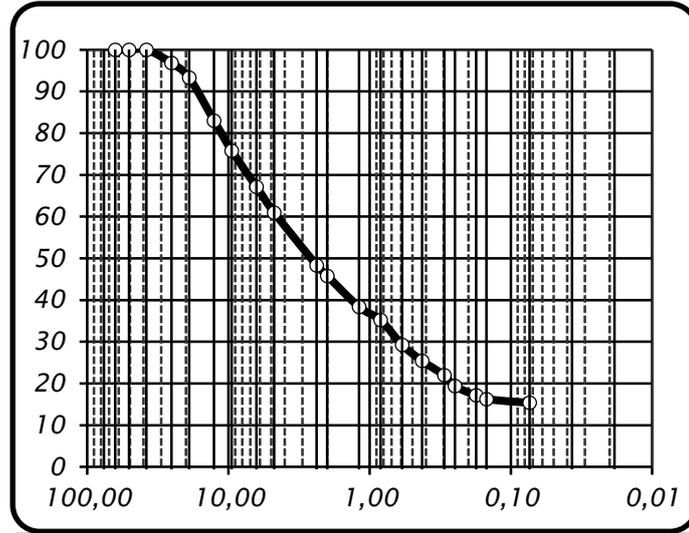


Figura Nº32 Curva Nº3 Km 184+525 Fuente Propia

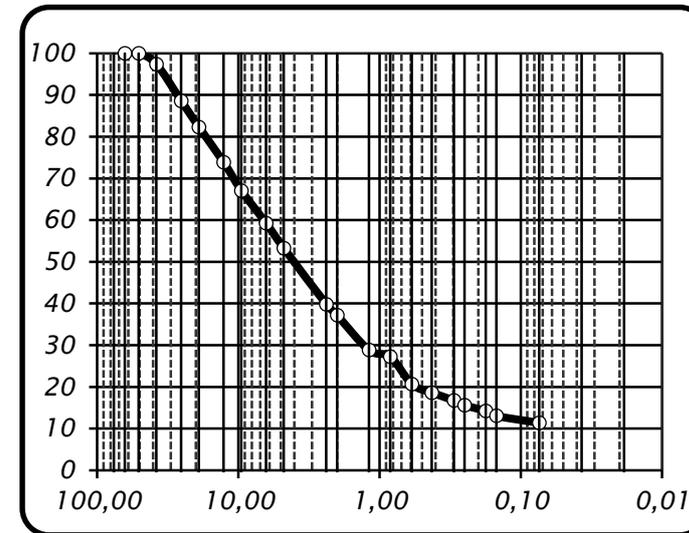


Figura Nº33 Curva Nº1 Km 184+550 Fuente Propia

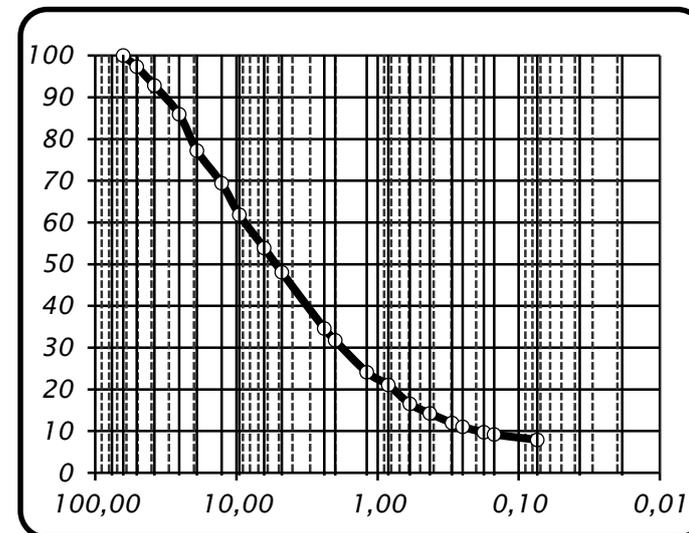


Figura Nº34 Curva Nº2 Km 184+550 Fuente Propia

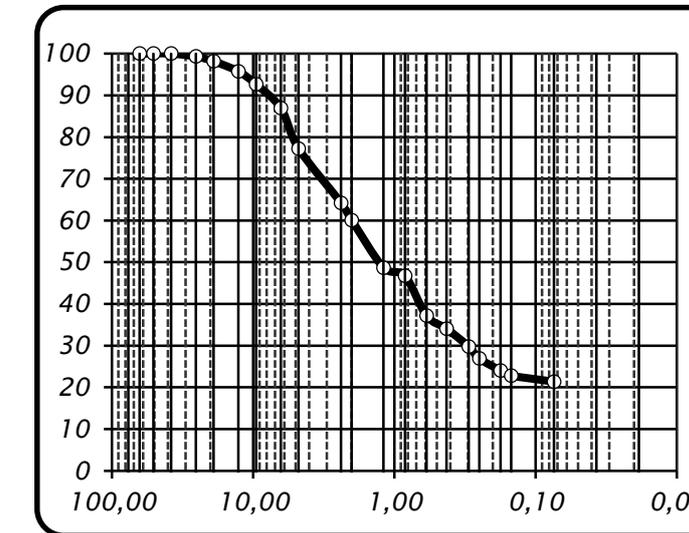


Figura Nº35 Curva Nº3 Km 184+550 Fuente Propia

3.4.3. Límites de Consistencia.

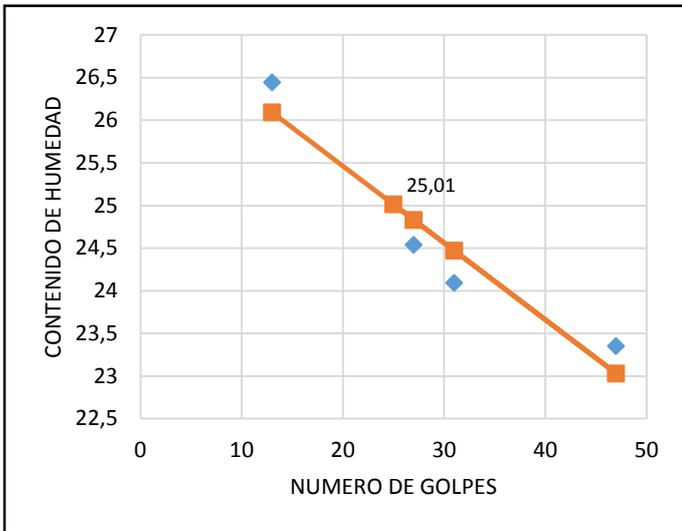


Figura N°36 LL N°1 Km 184+425 Fuente Propia

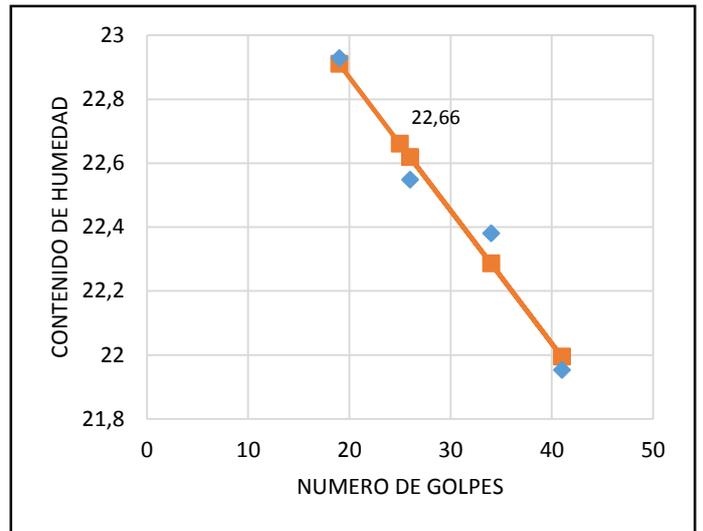


Figura N°37 LL N°2 Km 184+425 Fuente Propia

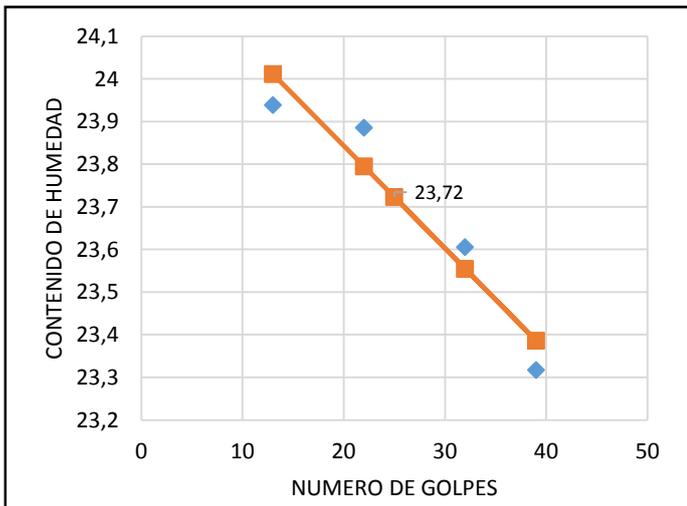


Figura N°38 LL N°3 Km 184+425 Fuente Propia

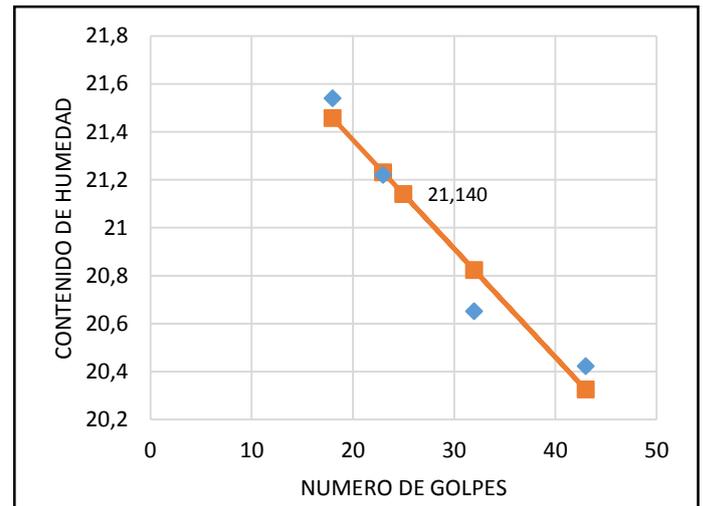


Figura N°39 LL N°1 Km 184+450 Fuente Propia

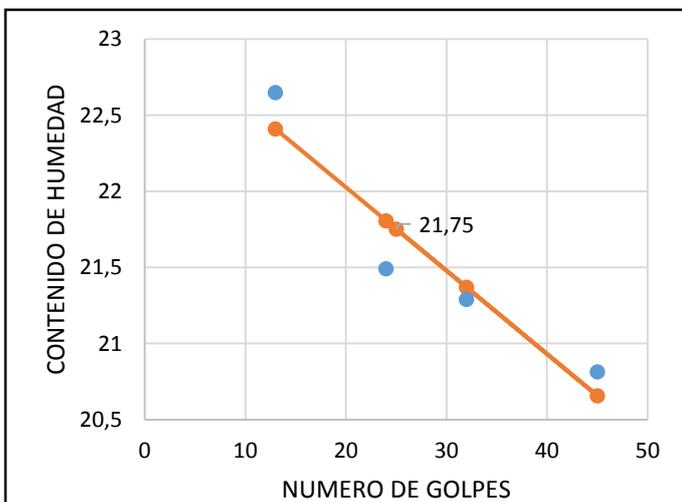


Figura N°40 LL N°2 Km 184+450 Fuente Propia

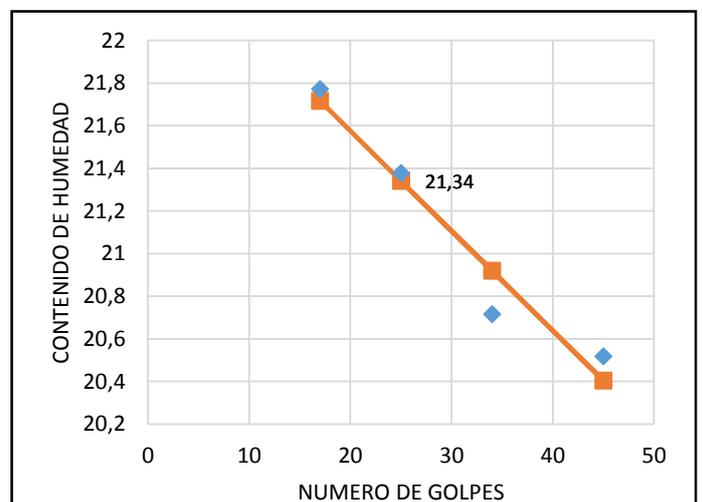


Figura N°41 LL N°3 Km 184+450 Fuente Propia

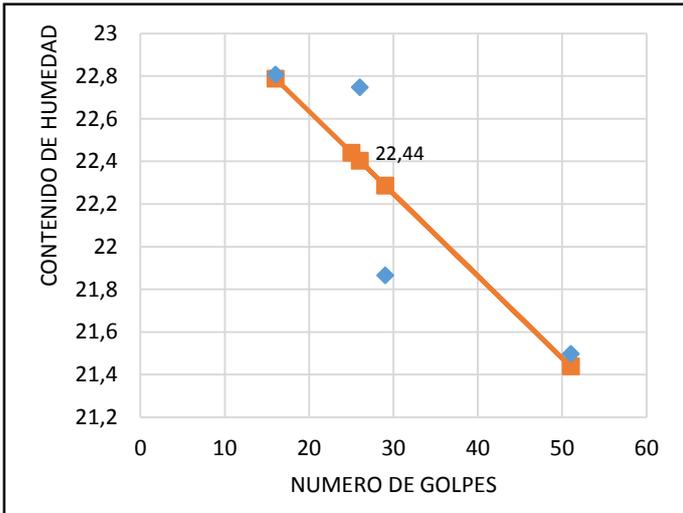


Figura N°42 LL N°1 Km 184+525 Fuente Propia

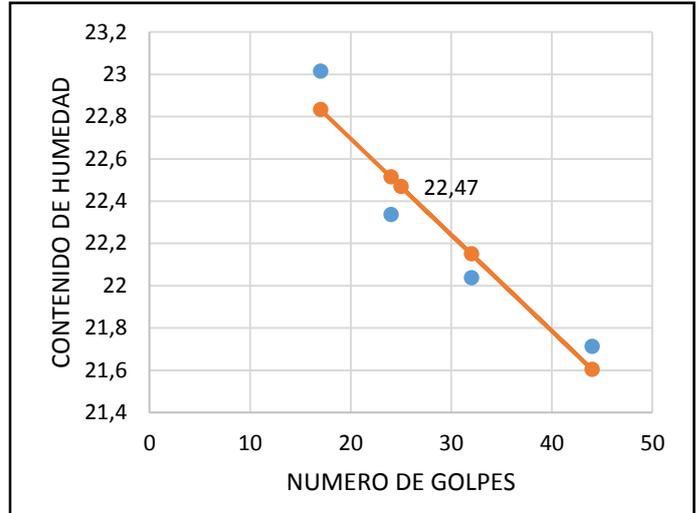


Figura N°43 LL N°2 Km 184+525 Fuente Propia

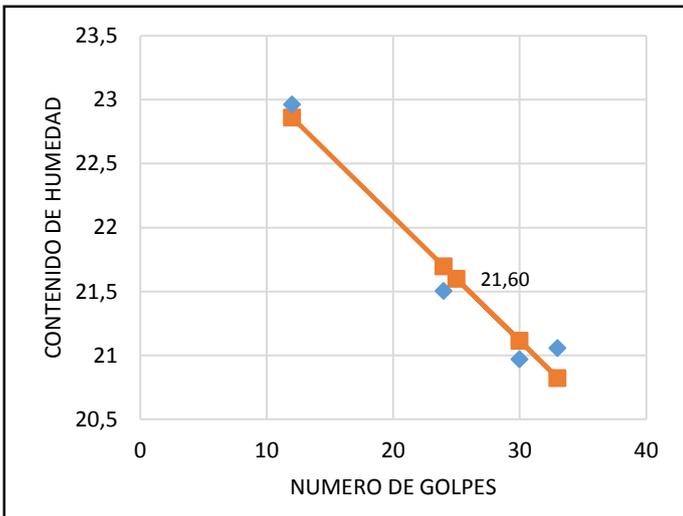


Figura N°44 LL N°3 Km 184+525 Fuente Propia

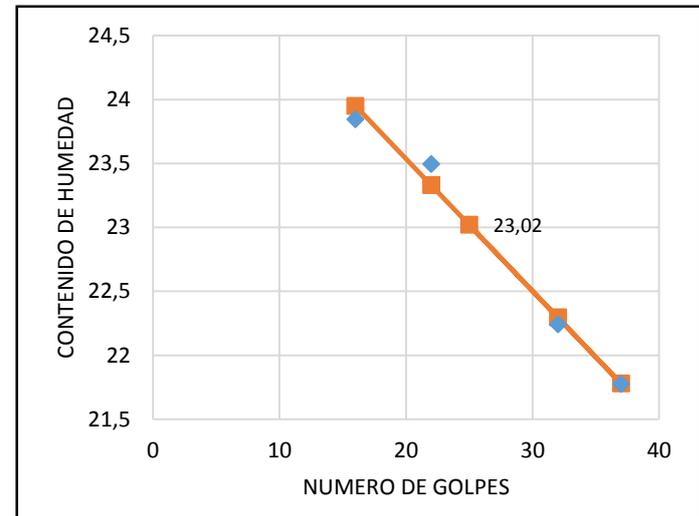


Figura N°45 LL N°1 Km 184+550 Fuente Propia

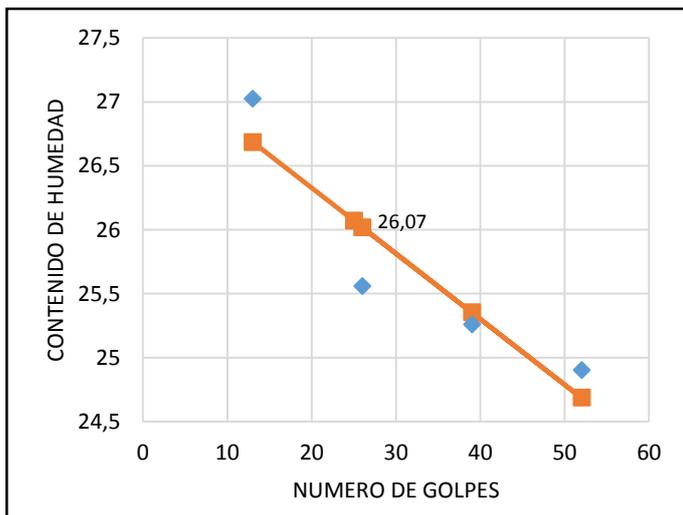


Figura N°46 LL N°2 Km 184+550 Fuente Propia

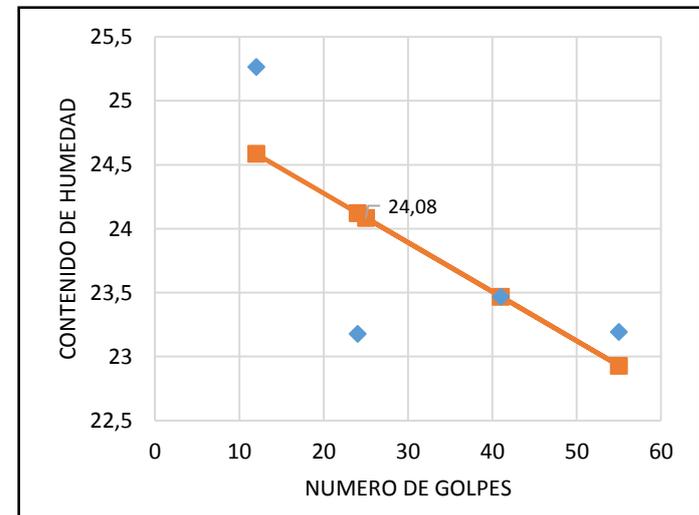


Figura N°47 LL N°3 Km 184+550 Fuente Propia

TABLA 7 ÍNDICE DE PLASTICIDAD

PROGRESIVA	CALICATA	LL	LP	IP
KM 184+425	CALICATA 1	25.01	19.18	5.83
	CALICATA 2	22.66	16.38	6.28
	CALICATA 3	23.72	18.01	5.71
KM 184+450	CALICATA 1	21.14	15.74	5.40
	CALICATA 2	21.75	16.38	5.37
	CALICATA 3	21.34	16.04	5.30
KM 184+525	CALICATA 1	22.44	16.07	6.37
	CALICATA 2	22.47	17.19	5.28
	CALICATA 3	21.60	15.83	5.77
KM 184+550	CALICATA 1	23.02	18.09	4.93
	CALICATA 2	26.07	18.97	7.10
	CALICATA 3	24.08	16.99	7.09

Fuente Propia

TABLA 8 ESTADÍSTICO DEL ÍNDICE DE PLASTICIDAD

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Varianza
Índice de Plasticidad	12 ^a	4,93	7,10	5,8692	,70608	,499
N válido (por lista)	12					

a. Fuente Propia

3.3.4. Clasificación del Suelo.

TABLA 9 CLASIFICACIÓN DEL SUELO

PROGRESI VA	CALICATA	CLASIFICACION		DESCRIPCION
		SUCS	AASHTO	
KM 184+425	CALICATA 1	GC - GM	A - 1 - b	GRAVA LIMO ARCILLOSA
	CALICATA 2	SM - SC	A - 1 - b	ARENA LIMO ARCILLOSA
	CALICATA 3	SW - SC	A - 1 - a	ARENA BIEN GRADUADA - ARENA ARCILLOSA
KM 184+450	CALICATA 1	SM - SC	A - 1 - b	ARENA LIMO ARCILLOSA
	CALICATA 2	SM - SC	A - 1 - b	ARENA LIMO ARCILLOSA
	CALICATA 3	SM - SC	A - 3	ARENA LIMO ARCILLOSA
KM 184+525	CALICATA 1	SP - SC	A - 3	ARENA MAL GRADUADA - ARENA ARCILLOSA
	CALICATA 2	SC - SM	A - 1 - b	ARENA LIMO ARCILLOSA
	CALICATA 3	SC - SM	A - 1 - b	ARENA LIMO ARCILLOSA
KM 184+550	CALICATA 1	SP - SC	A - 1 - a	ARENA MAL GRADUADA - ARENA ARCILLOSA
	CALICATA 2	SW - SC	A - 3	ARENA BIEN GRADUADA - ARENA ARCILLOSA
	CALICATA 3	SW - SC	A - 1 - b	ARENA BIEN GRADUADA - ARENA ARCILLOSA

Fuente Propia

TABLA 10 FRECUENCIAS DE LA CLASIFICACIÓN SUCS

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	GC-GM	1	5,6	8,3	8,3
	SM-SC	6	33,3	50,0	58,3
	SW-SC	3	16,7	25,0	83,3
	SP-SC	2	11,1	16,7	100,0
	Total	12	66,7	100,0	
Perdidos	Sistema	6	33,3		
Total		18	100,0		

Fuente Propia

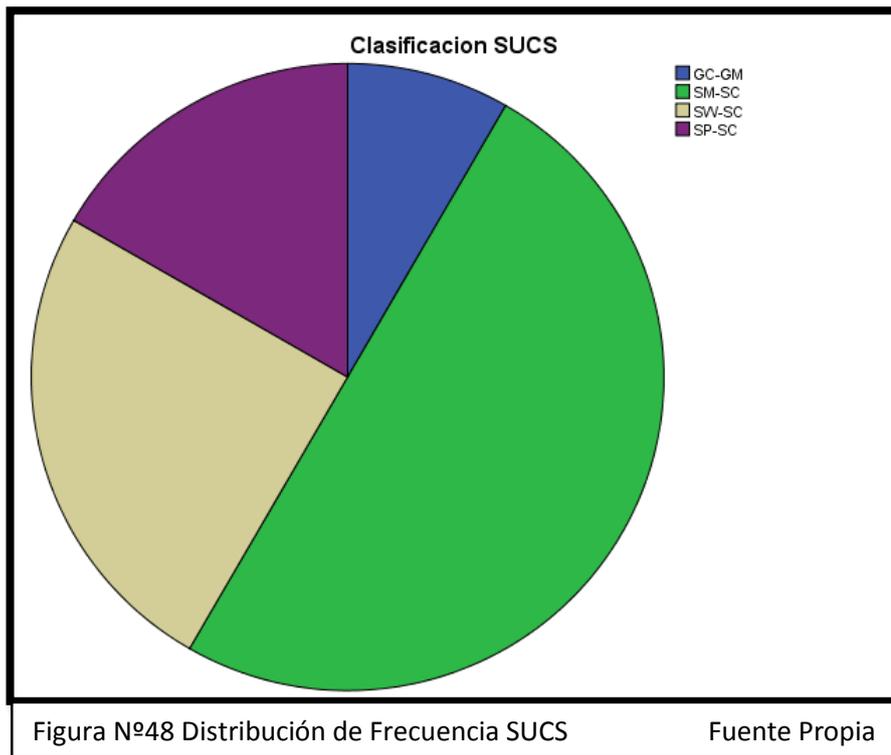
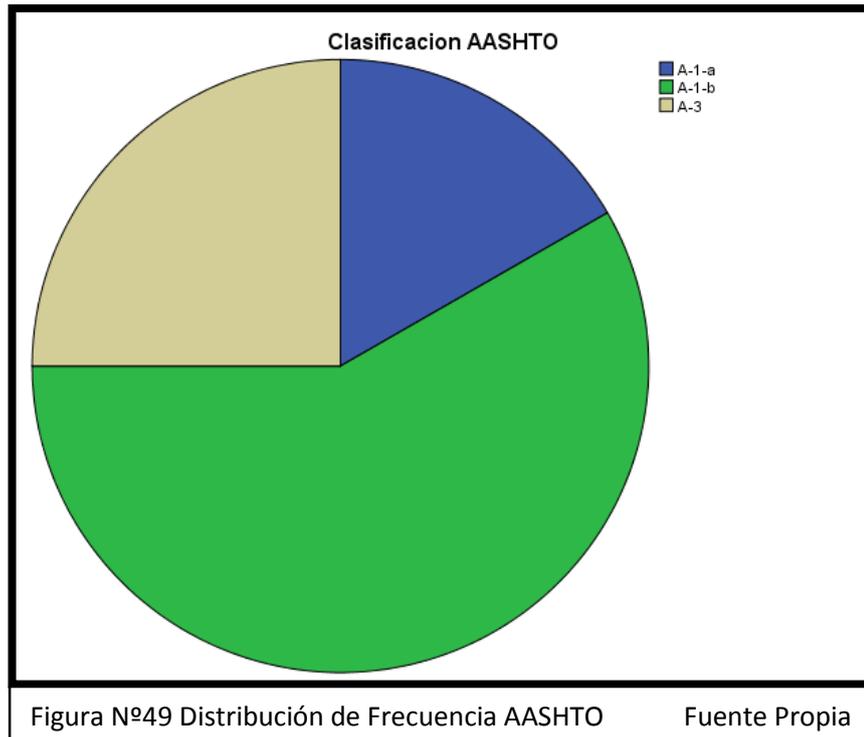


TABLA 11 FRECUENCIA DE LA CLASIFICACIÓN AASHTO

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	A-1-a	2	11,1	16,7	16,7
	A-1-b	7	38,9	58,3	75,0
	A-3	3	16,7	25,0	100,0
	Total	12	66,7	100,0	
Perdidos	Sistema	6	33,3		
Total		18	100,0		

Fuente Propia



3.4.5. Densidad del Suelo.

TABLA 12 DENSIDAD DEL SUELO

PROGRESIVA	CALICATA	γ suelo (Kn/m ³)
KM 184+425	CALICATA 1	16.24
	CALICATA 2	15.89
	CALICATA 3	16.14
KM 184+450	CALICATA 1	15.20
	CALICATA 2	14.77
	CALICATA 3	14.31
KM 184+525	CALICATA 1	14.84
	CALICATA 2	15.21
	CALICATA 3	15.44
KM 184+550	CALICATA 1	14.05
	CALICATA 2	14.73
	CALICATA 3	14.33

Fuente Propia

TABLA 13 ESTADÍSTICO DENSIDAD DE SUELO

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Varianza
Densidad del Suelo	12	14,05	16,24	15,0958	,72461	,525
N válido (por lista)	12					

Fuente Propia

3.4.5. Permeabilidad.

TABLA 14 COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD

PROGRESIVA	CALICATA	K (mm/s)
KM 184+425	CALICATA 1	6.62
	CALICATA 2	5.75
	CALICATA 3	17.46
KM 184+450	CALICATA 1	14.88
	CALICATA 2	47.74
	CALICATA 3	9.20
KM 184+525	CALICATA 1	6.76
	CALICATA 2	6.07
	CALICATA 3	16.83
KM 184+550	CALICATA 1	10.47
	CALICATA 2	13.90
	CALICATA 3	5.85

Fuente Propia

TABLA 15 ESTADÍSTICO COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Varianza
Coefficiente de Permeabilidad	12	5,75	47,74	13,4608	11,65963	135,947
N válido (por lista)	12					

Fuente Propia

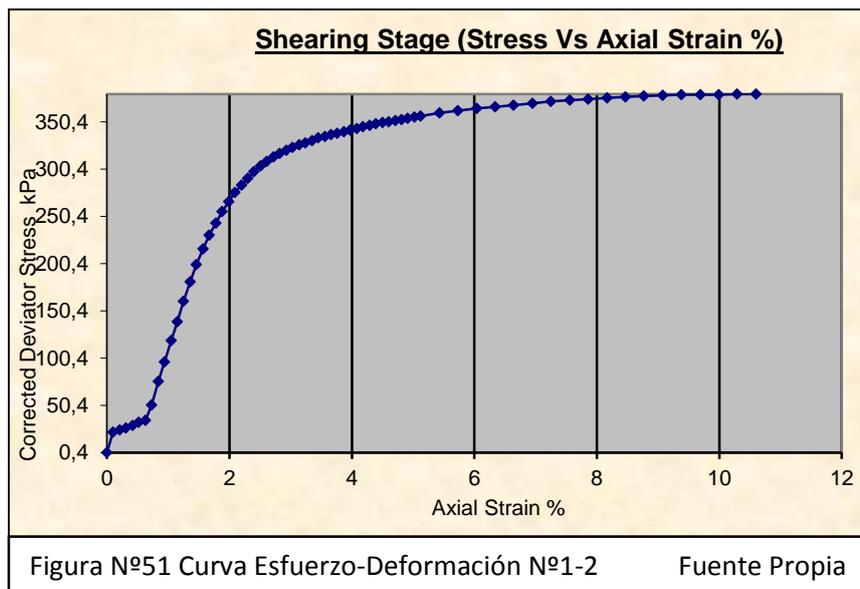
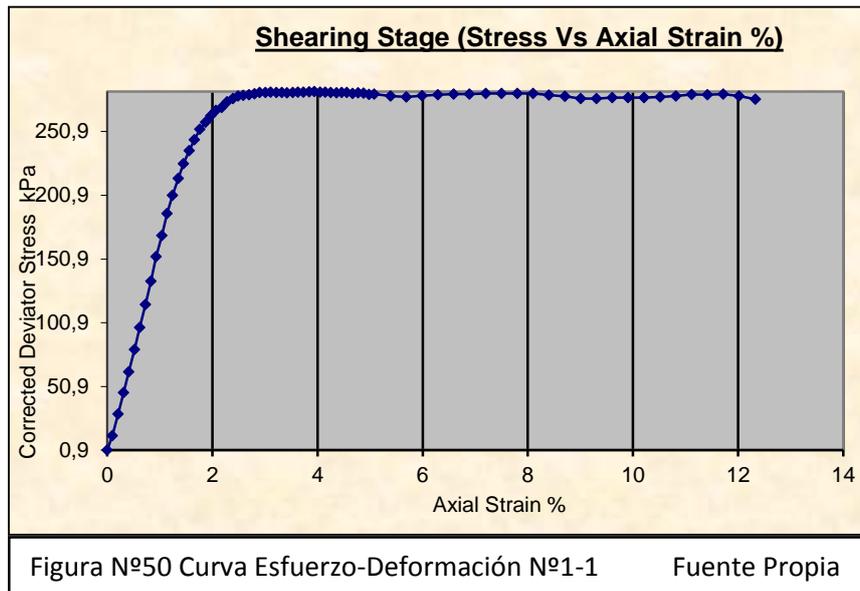
3.4.6. Angulo de Fricción Y Cohesión.

MUESTRA N°1

TABLA 16 PRUEBA TRIAXIAL M1

Prueba Numero	1	2	3
Presión de Cámara (kPa)	49.5	100.9	201.3
Esfuerzo Desviador (kPa)	282.4	379.7	614.3

Fuente Propia



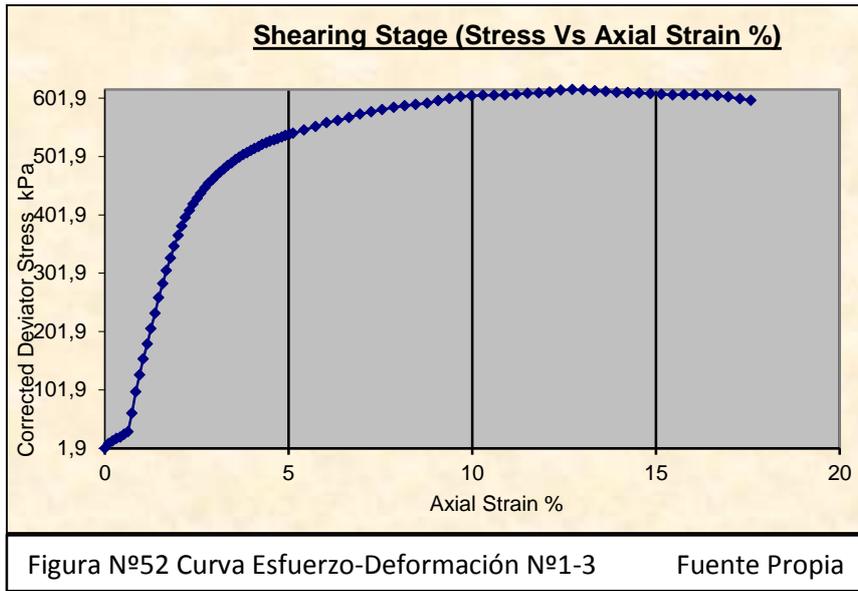


TABLA 17 ESFUERZOS MÁXIMO Y MÍNIMO M1

Prueba Numero	1	2	3
σ_3 (kPa)	49.5	100.9	201.3
σ_1 (kPa)	331.9	480.6	815.6

Fuente Propia

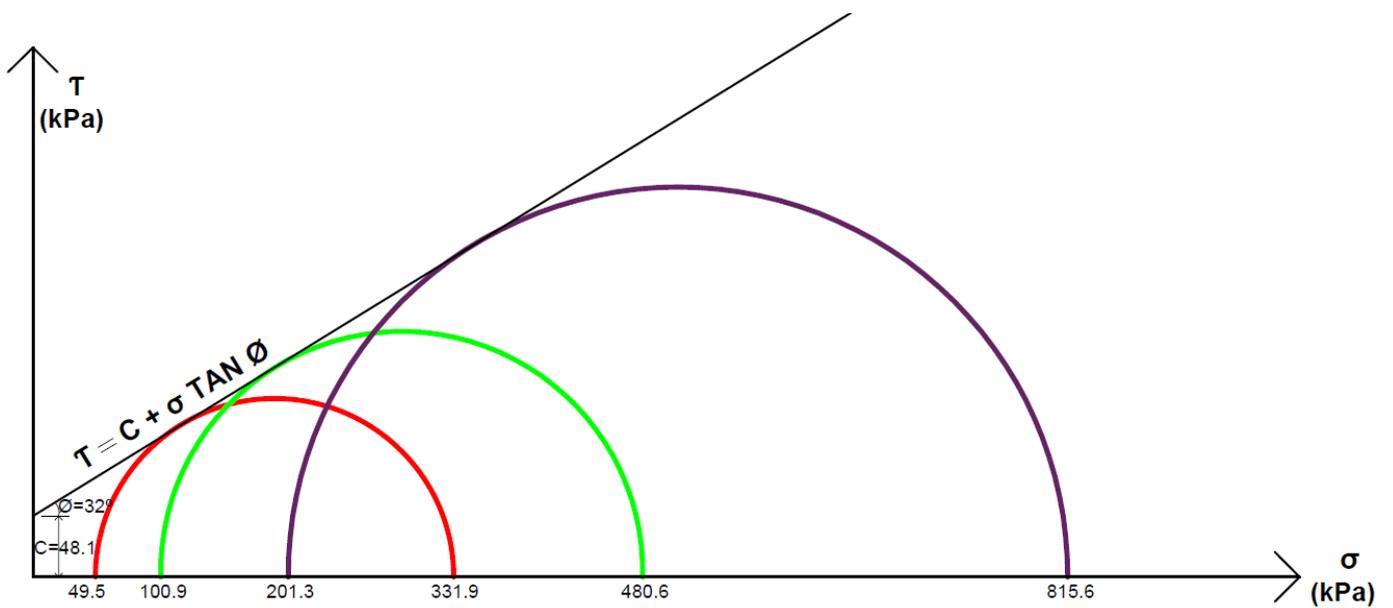


Figura N°53 Envolvente de Mohr-Coulomb para la muestra 1

Fuente Propia

TABLA 18 COHESIÓN Y ANGULO DE FRICCIÓN M1

Resultados	kPa	kN/m2
C=	48.1	48.1
ϕ =	32°	32°

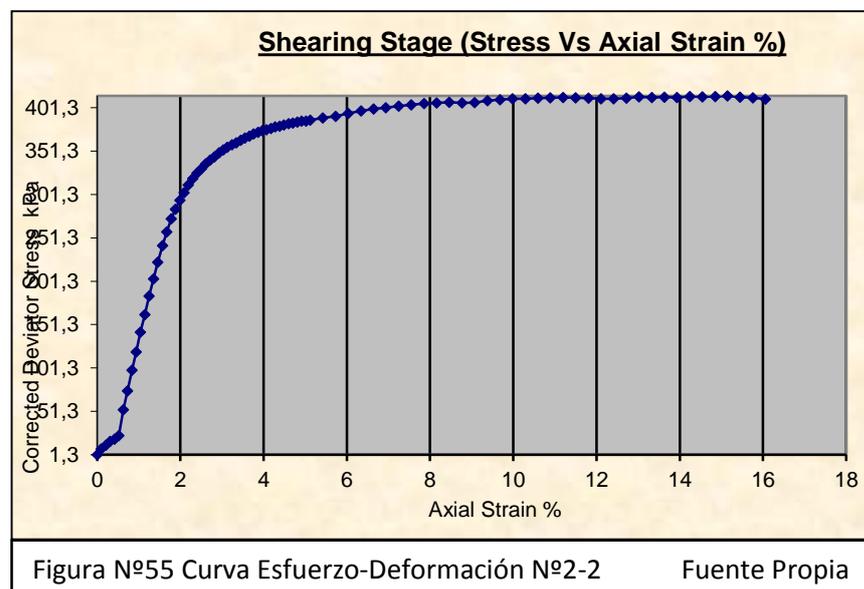
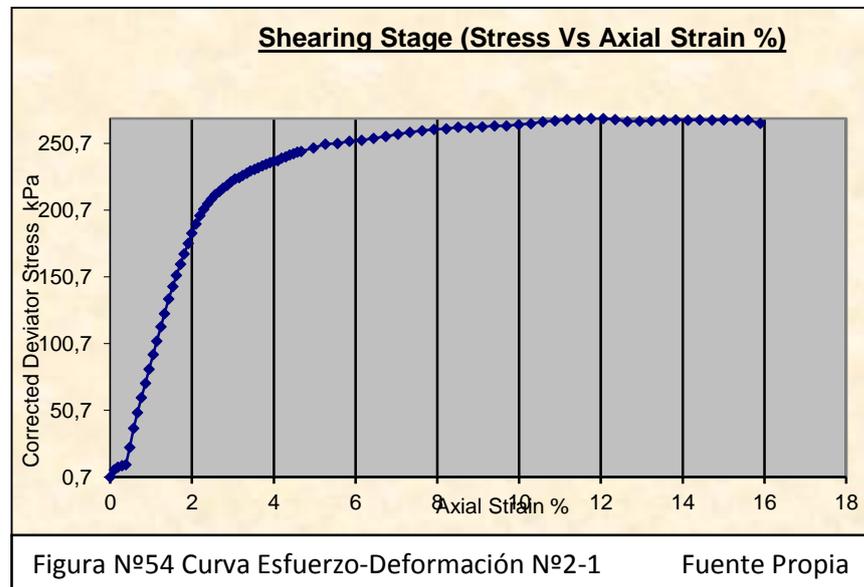
Fuente Propia

MUESTRA N°2

TABLA 19 ENSAYO TRIAXIAL M2

Prueba Numero	1	2	3
Presion de Camara (kPa)	50	102.8	201.3
Esfuerzo Desviador (kPa)	266.8	409.6	634.6

Fuente Propia



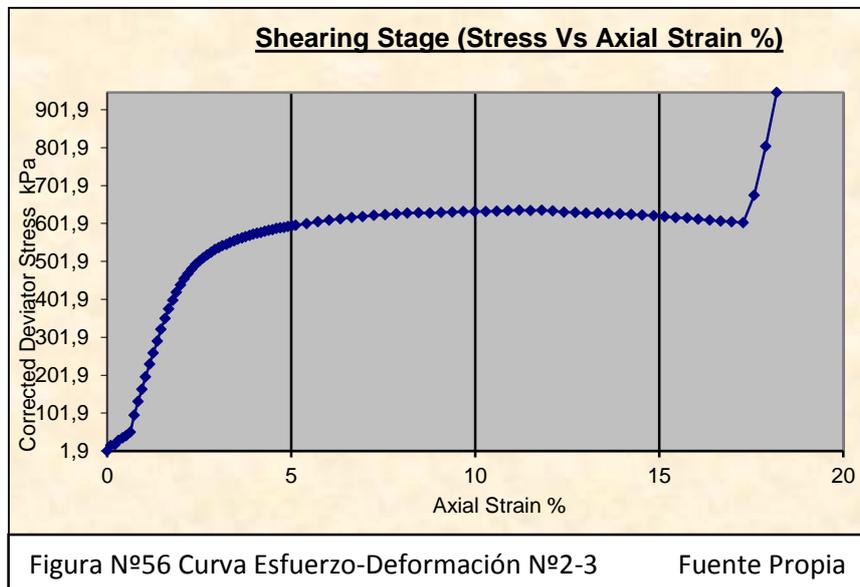


TABLA 20 ESFUERZO MÁXIMO Y MÍNIMO M2

Prueba Numero	1	2	3
σ_3 (kPa)	49.5	100.9	201.3
σ_1 (kPa)	316.8	512.4	835.9

Fuente Propia

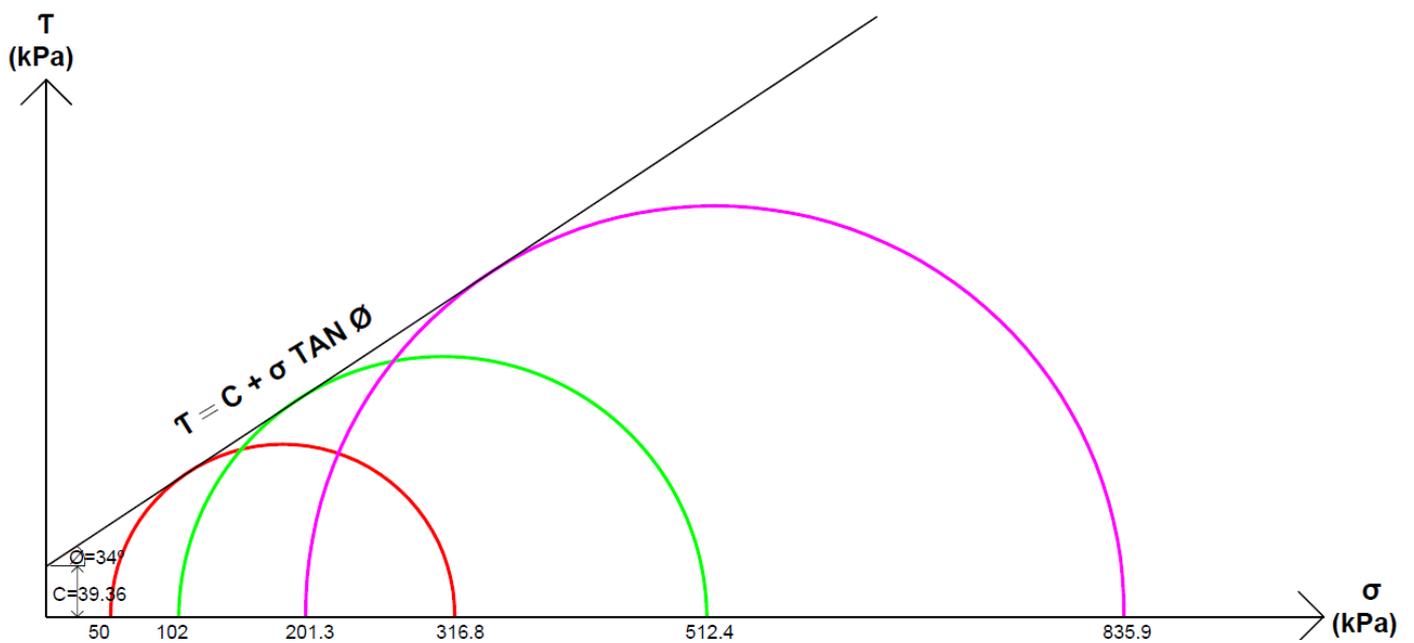


Figura N°57 Envolvente de Mohr-Coulomb para la muestra 2

Fuente Propia

TABLA 21 COHESIÓN Y ANGULO DE FRICCIÓN M2

Resultados	kPa	kN/m ²
C=	39.36	39.36
ø=	34	34°

Fuente Propia

TABLA 22 ESTADÍSTICO COHESIÓN Y ANGULO DE FRICCIÓN

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Varianza
Cohesión	12	39,36	48,10	43,7300	4,56432	20,833
Angulo de Fricción	12	32,00	34,00	33,0000	1,04447	1,091
N válido (por lista)	12					

Fuente Propia

3.5. Estabilidad del Talud.

3.5.1. Factor de Seguridad

FACTOR DE SEGURIDAD KM 184+475

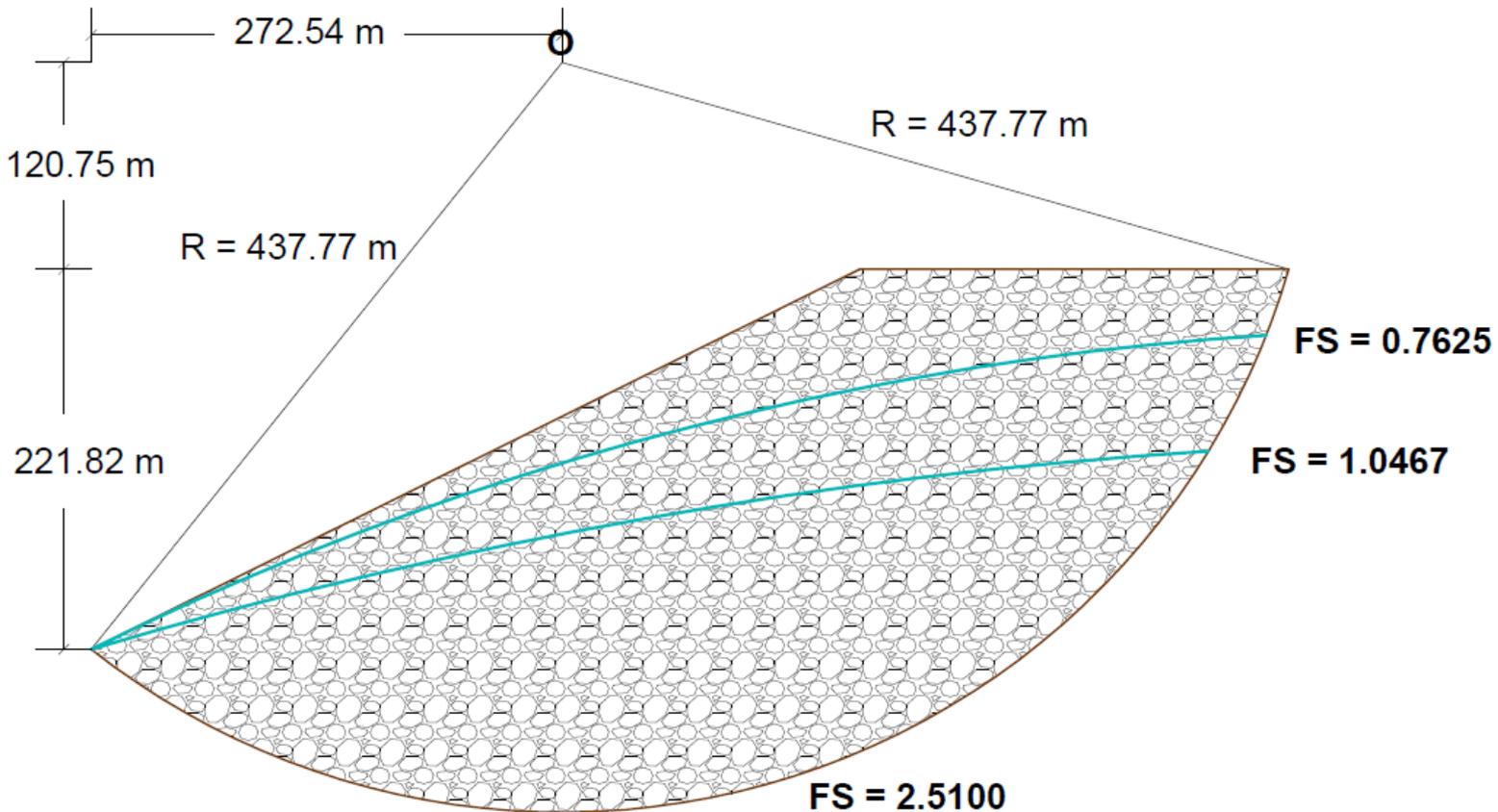


Figura N°58 Geometría del Talud del Km 184+475 con Condiciones de Estabilidad

Fuente Propia

TABLA 23 RESULTADO DE FACTOR DE SEGURIDAD SECCIÓN 1

RESULTADO FACTOR DE SEGURIDAD		
Nivel freático N°1	0.7625	TALUD INESTABLE
Nivel freático N°2	1.0467	TALUD INESTABLE
Sin Presencia de Agua	2.5100	TALUD ESTABLE

Fuente Propia

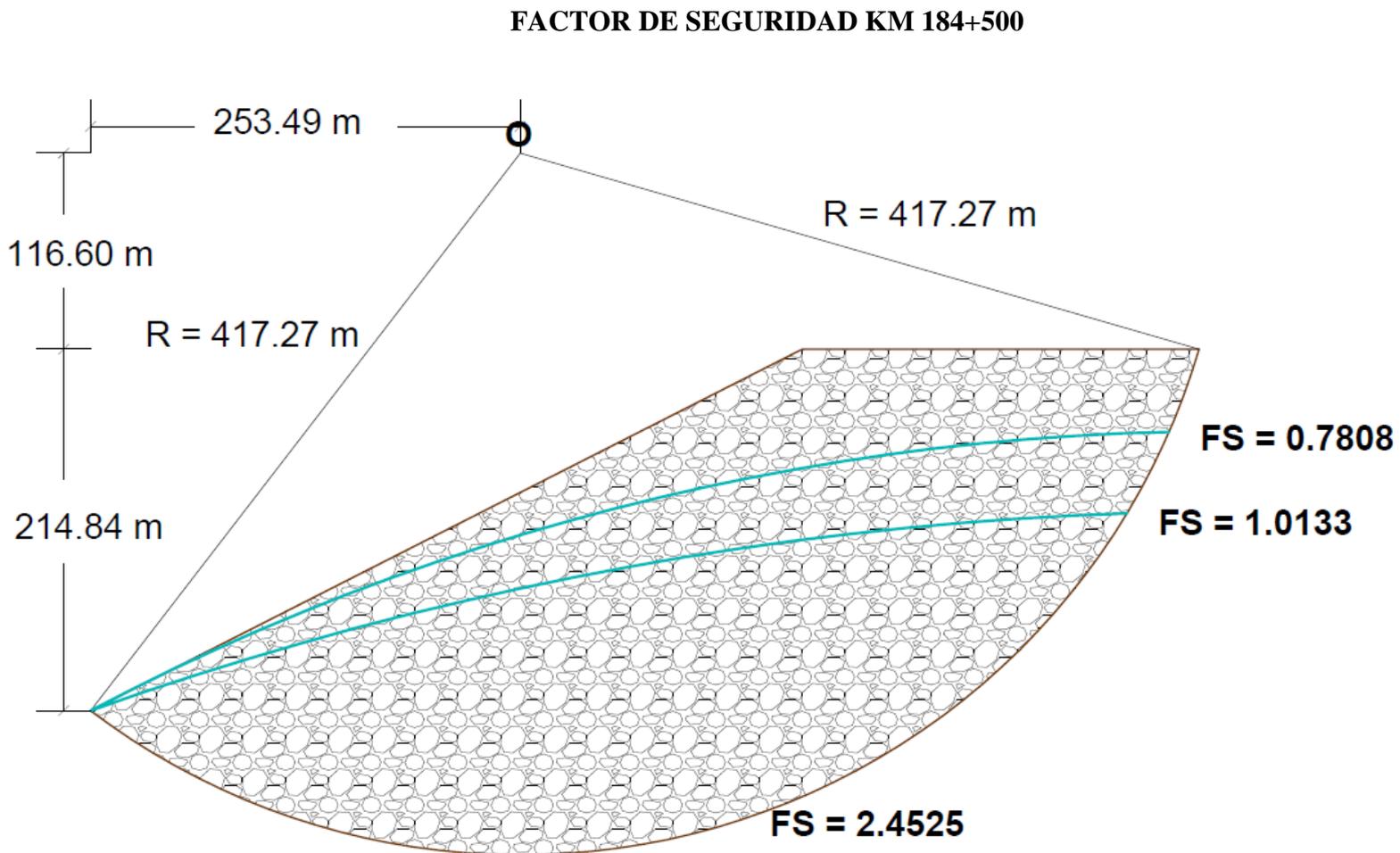


Figura N°59 Geometría del Talud del Km 184+500 con Condiciones de Estabilidad

Fuente Propia

TABLA 24 RESULTADOS FACTOR DE SEGURIDAD SECCIÓN 2

RESULTADO FACTOR DE SEGURIDAD		
Nivel freático N°1	0.7808	TALUD INESTABLE
Nivel freático N°2	1.0133	TALUD INESTABLE
Sin Presencia de Agua	2.4525	TALUD ESTABLE

Fuente Propia

FACTOR DE SEGURIDAD KM 184+525

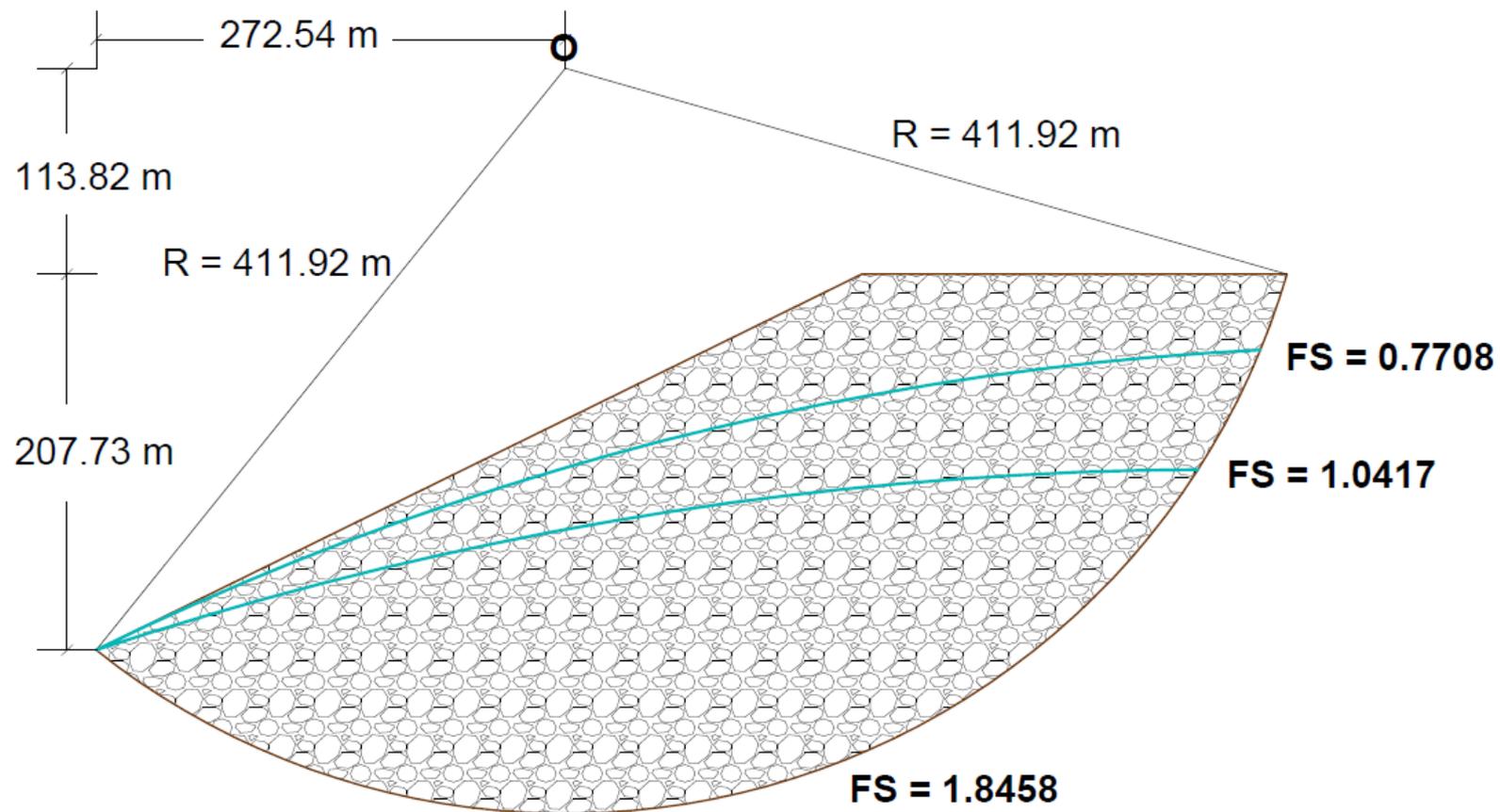


Figura N°60 Geometría del Talud del Km 184+525 con Condiciones de Estabilidad

Fuente Propia

TABLA 25 RESULTADOS FACTOR DE SEGURIDAD SECCIÓN 3

RESULTADO FACTOR DE SEGURIDAD		
Nivel freático N°1	0.7708	TALUD INESTABLE
Nivel freático N°2	1.0417	TALUD INESTABLE
Sin Presencia de Agua	1.8458	TALUD INESTABLE

Fuente Propia

TABLA 26 ESTADISTICO FACTOR DE SEGURIDAD

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Varianza
Factor de Seguridad seccion 1 caso 1	12	,69	,81	,7625	,04267	,002
Factor de Seguridad seccion 1 caso 2	12	,98	1,10	1,0467	,03601	,001
Factor de Seguridad seccion 1 caso 3	12	2,25	2,81	2,5100	,18360	,034
Factor de Seguridad seccion 2 caso 1	12	,71	,83	,7808	,04100	,002
Factor de Seguridad seccion 2 caso 2	12	,94	1,07	1,0133	,03651	,001
Factor de Seguridad seccion 2 caso 3	12	2,20	2,74	2,4525	,17462	,030
Factor de Seguridad seccion 3 caso 1	12	,70	,82	,7708	,04100	,002
Factor de Seguridad seccion 3 caso 2	12	,97	1,10	1,0417	,03563	,001
Factor de Seguridad seccion 3 caso 3	12	1,78	1,91	1,8458	,06708	,004
N válido (por lista)	12					

Fuente Propia

TABLA 27 ESTADISTICO PARA UNA MUESTRA DE CONTENIDO DE HUMEDAD A 0.5M

	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Contenido de Humedad	12	1,5567	,38876	,11222

Fuente Propia

TABLA 28 PRUEBA T CONTENIDO DE HUMEDAD A 0.50M

	Valor de prueba = 1.5					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Contenido de Humedad	,505	11	,624	,05667	-,1903	,3037

Fuente Propia

TABLA 29 ESTADISTICO PARA UNA MUESTRA CONTENIDO DE HUMEDAD A 1M

	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Contenido de Humedad a una profundidad de 1m	12	3,6492	,88819	,25640

Fuente Propia

TABLA 30 PRUEBA T PARA CONTENIDO DE HUMEDAD A 1M

	Valor de prueba = 3.5					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Contenido de Humedad a una profundidad de 1m	,582	11	,572	,14917	-,4152	,7135

Fuente Propia

TABLA 31 ESTADISTICO PARA UNA MUESTRA CONTENIDO DE HUMEDAD A 1.5M

	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Contenido de Humedad a una profundidad de 1.5m	12	9,4317	3,36087	,97020

Fuente Propia

TABLA 32 PRUEBA T CONTENIDO DE HUMEDAD A 1.5

	Valor de prueba = 9					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Contenido de Humedad a una profundidad de 1.5m	,445	11	,665	,43167	-1,7037	2,5671

Fuente Propia

TABLA 33 ESTADISTICO PARA UNA MUESTRA DE DENSIDAD DE SUELO

	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Densidad del Suelo	12	15,0958	,72461	,20918

Fuente Propia

TABLA 34 PRUEBA T DENSIDAD DE SUELO

	Valor de prueba = 15					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Densidad del Suelo	,458	11	,656	,09583	-,3646	,5562

Fuente Propia

TABLA 35 ESTADISTICO PARA UNA MUESTRA COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD

	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Coefficiente de Permeabilidad	12	13,4608	11,65963	3,36585

Fuente Propia

TABLA 36 PRUEBA T COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD

	Valor de prueba = 10					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Coeficiente de Permeabilidad	1,028	11	,326	3,46083	-3,9473	10,8690

Fuente Propia

TABLA 37 PRUEBA T FACTOR DE SEGURIDAD

	Valor de prueba = 2					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Factor de Seguridad seccion 1 caso 1	-100,472	11	,000	-1,23750	-1,2646	-1,2104
Factor de Seguridad seccion 1 caso 2	-91,700	11	,000	-,95333	-,9762	-,9305
Factor de Seguridad seccion 1 caso 3	9,622	11	,000	,51000	,3933	,6267
Factor de Seguridad seccion 2 caso 1	-103,006	11	,000	-1,21917	-1,2452	-1,1931
Factor de Seguridad seccion 2 caso 2	-93,603	11	,000	-,98667	-1,0099	-,9635
Factor de Seguridad seccion 2 caso 3	8,977	11	,000	,45250	,3415	,5635
Factor de Seguridad seccion 3 caso 1	-103,851	11	,000	-1,22917	-1,2552	-1,2031
Factor de Seguridad seccion 3 caso 2	-93,166	11	,000	-,95833	-,9810	-,9357
Factor de Seguridad seccion 3 caso 3	-7,962	11	,000	-,15417	-,1968	-,1115

Fuente Propia

Los resultados del presente trabajo de investigación demuestran que las precipitaciones ocurrido días anteriores al 27 de enero del 2019 como los avisos del SENAMHI presentan anomalías de hasta 0.65m tabla N°3 , que el contenido de humedad a 0.50m promedio es de 1.5567% lo que indica que este contenido es superior al contenido de humedad crítico de 1.5%, en la tabla N° 28 el contenido de humedad a 0.50m promedio está cercana al contenido de humedad crítico por ende se acepta que es una característica geotécnica desfavorable a la estabilidad, el contenido de humedad a 1m promedio es de 3.6492% lo que indica que este contenido es superior al contenido de humedad crítico de 3.5%, en la tabla N° 30 el contenido de humedad a 1m promedio está cercana al contenido de humedad crítico por ende se acepta que es una característica geotécnica desfavorable a la estabilidad , el contenido de humedad a 1.50m promedio es de 9.4317% lo que indica que este contenido es superior al contenido de humedad crítico de 9%, en la tabla N° 32 el contenido de humedad a 1.50 m promedio está cercana al contenido de humedad crítico por ende se acepta que es una característica geotécnica desfavorable a la estabilidad, el peso específico del suelo promedio es de 15.0958 Kn/m³ lo que indica que este peso específico es superior al peso específico crítico de 15 Kn/m³, en la tabla N° 34 el peso específico promedio está cercana al peso específico crítico por ende se acepta que es una característica geotécnica desfavorable a la estabilidad, el coeficiente de permeabilidad promedio es de 13.4608 mm/s lo que indica que este coeficiente es superior a la del coeficiente de permeabilidad crítico, en la tabla N° 36 el coeficiente de permeabilidad promedio está cercana al coeficiente de permeabilidad crítica por ende se acepta que es una característica geotécnica desfavorable a la estabilidad.

Analizando el factor de seguridad para 3 secciones de análisis en diferentes condiciones de nivel freático, los resultados demuestran que el FS1C1 promedio es de 0.7625 lo que indica que este Factor de Seguridad es menor al Factor de Seguridad mínimo de 2, en la tabla N° 37 el FS1C1 promedio está lejos del Factor de Seguridad mínimo de 2 por ende se acepta que el talud es inestable, el FS1C2 promedio es de 1.0467 lo que indica que este Factor de Seguridad es menor al Factor de Seguridad mínimo de 2, en la tabla N° 37 el FS1C2 promedio está lejos del Factor de Seguridad mínimo de 2 por ende se acepta que el talud es inestable, el FS1C3 promedio es de 2.5100 lo que indica que este Factor de Seguridad es mayor al Factor de Seguridad mínimo de 2, en la tabla N° 37 el FS1C3 promedio está lejos del Factor de Seguridad mínimo de 2 por ende se rechaza que el talud es inestable, el FS2C1 promedio es de 0.7808 lo que indica que este Factor de Seguridad es menor al Factor de Seguridad mínimo de 2, en la tabla N° 37 el FS2C1 promedio está lejos del Factor de Seguridad mínimo de 2 por ende se acepta que el talud es inestable, el FS2C2 promedio es de 1.0133 lo que indica que este Factor de Seguridad es menor al Factor de Seguridad mínimo de 2, en la tabla N° 37 el FS2C2 promedio está lejos del Factor de Seguridad mínimo de 2 por ende se acepta que el talud es inestable, el FS2C3 promedio es de 2.4525 lo que indica que este Factor de Seguridad es mayor al Factor de Seguridad mínimo de 2, en la tabla N° 37 el FS2C3 promedio está lejos del Factor de Seguridad mínimo de 2 por ende se rechaza que el talud es inestable, el FS3C1 promedio es de 0.7708 lo que indica que este Factor de Seguridad es menor al Factor de Seguridad mínimo de 2, en la tabla N° 37 el FS3C1 promedio está lejos del Factor de Seguridad mínimo de 2 por ende se acepta que el talud es inestable, el FS3C2 promedio es de 1.0417 lo que indica que este Factor de Seguridad es menor al Factor de Seguridad mínimo de 2, en la tabla N° 37 el FS3C2 promedio está lejos del Factor de Seguridad mínimo de 2 por ende se acepta que el talud es inestable, el FS3C3

promedio es de 1.8458 lo que indica que este Factor de Seguridad es menor al Factor de Seguridad mínimo de 2, en la tabla N° 37 el FS3C3 promedio está lejos del Factor de Seguridad mínimo de 2 por ende se acepta que el talud es inestable .

Contrastando con la conclusión del trabajo de investigación titulado : Influencia de las Propiedades No Saturadas Del Suelo en los Análisis Numéricos de Flujo de Agua y Estabilidad de Taludes, que textualmente señala :La representatividad de los factores de seguridad de taludes sometidos a precipitación pluvial a largo plazo (flujo establecido) y que consideran criterios de resistencia al corte no saturados, depende en gran medida del estado de succión en el suelo. Si la intensidad de precipitación pluvial es igual o mayor que la conductividad hidráulica saturada, el análisis de factores de seguridad se puede reducir al criterio de resistencia Mohr-Coulomb. Cuando la intensidad de precipitación es menor que la conductividad hidráulica saturada (uno o mas ordenes de magnitud), los criterios de resistencia adquieren mayor representatividad.; se evidencia que la conclusión en referencia y los resultados del presente trabajo de investigación coinciden en cuanto a la influencia de las precipitaciones induce a la saturación del suelo por la alta conductividad hidráulica que esta se caracteriza.

Contrastando con conclusión del trabajo de investigación titulado: Diagnostico de Deslizamiento en la Via Bogota – Girardot, Variante Melgar, Tolima; que textualmente señala que El estudio comprendió el análisis de la pérdida de capa vegetal a lo largo de los años y se pudo identificar que la pérdida de capa vegetal afecta a la estabilidad del talud, además, es importante resaltar que la pérdida de la capa vegetal no es el único factor que afecta la estabilidad del talud sino que también la estabilidad se ve afectada principalmente por la capacidad de infiltración del agua debido al deterioro de las estructuras que canalizan el agua y sobre todo en temporada invernal, de esta manera el material arcilloso presente en

el talud facilita la retención del agua y, como no hay una capa vegetal que absorba el líquido se produce tanto peso al punto que se desprenden los materiales sólidos; se evidencia que la conclusión en referencia y los resultados del presente trabajo de investigación coinciden en cuanto lo que nos menciona que la capacidad de infiltración es una causa que afecta la estabilidad de un talud; sin embargo concuerdo con la conclusión principal que nos menciona que la pérdida de capa vegetal produce inestabilidad de un talud debido a la pérdida de resistencia al esfuerzo cortante del suelo.

Contrastando con la conclusión del trabajo de investigación titulado: Análisis de Estabilidad de Taludes de Suelos de Gran Altura en la Mina Antapaccay; textualmente señala que En el análisis de factores de seguridad para las condiciones pseudoestáticas se evidenció que el cambio de este valor, para distintas secciones, no sigue la misma proporción de cambio que para las condiciones estáticas, siendo esta última mayor. Por lo tanto, se puede concluir que en el caso pseudoestático la geometría del talud no influye considerablemente a la estabilidad del mismo. Es decir, que la estabilidad será proporcionada por las características geotécnicas de los materiales presentes. Asimismo, en este trabajo podría existir riesgo de licuefacción, ya que se tiene estratos de arena y además hay presencia de agua; se evidencia que la conclusión en referencia sí coinciden con la influencia de las características geotécnicas en la estabilidad de taludes ya que se analizaron 3 ejes en diferentes condiciones en donde los factores de seguridad obtenidos estuvieron directamente proporcional a su cohesión y ángulo de fricción.

Los resultados del presente trabajo de investigación demuestran que en los cuatro tramos de análisis están clasificadas por SUCS: SM – SC, SW – SC , SW – SC y GC - GM , como por AASHTO: A-1-b, A-1-a y A-3; contrastando con la conclusión del trabajo de investigación titulado: Evaluación Geológica y

Geotécnica del Terreno de Fundación y Canteras Prog. KM 25+470 al KM 35+130; textualmente señala que El estudio de suelos en el terreno de fundación se logró clasificar los diferentes tipos de suelos con los ensayos de laboratorio que se practicaron en laboratorio.

De esta manera se pudo identificar suelos con diferentes comportamientos físicos como por ejemplo entre los tramos del KM 25+470 al 26+000, podemos decir que estas corresponden a suelos arcillosos y grava limosa, identificados en la clasificación SUCS como CL, GM. Respectivamente y en la clasificación AASHTO como A-6(8) y A-2-6(1). Esto debido al alto contenido de humedad del terreno de fundación que llega a 74%de humedad; se evidencia que la conclusión en referencia y los resultados del presente trabajo de investigación no coinciden debido a que la zona de estudio se realizaron en diferentes areas, pero si coincide con la metodología que se siguió para la clasificación SUCS Y ASSHTO.

CONCLUSIONES

1. Lo anterior permite aceptar la hipótesis general planteada, ya que se realizó la evaluación geotécnica del deslizamiento producido el 27 de enero del 2019 en la Red Vial Nacional PE3N Km 184+500 del distrito de San Rafael Provincia de Ambo del departamento de Huánuco.
2. Lo anterior permite aceptar la hipótesis específica N°1 planteada, ya que el área del deslizamiento producido el 27 de enero del 2019 en la Red Vial Nacional PE3N Km 184+500 del distrito de San Rafael Provincia de Ambo del departamento de Huánuco contiene características geotécnicas desfavorables a la estabilidad del talud.
3. Lo anterior permite aceptar la hipótesis específica N°2 planteada, ya que se presenta Factor de Seguridad menores a 2 por consiguiente el talud deslizado el 27 de enero del 2019 en la Red Vial Nacional PE3N Km 184+500 del distrito de San Rafael Provincia de Ambo del departamento de Huánuco es inestable.

En este sentido la evaluación geotécnica del deslizamiento producido el 27 de enero del 2019 en la Red Vial Nacional PE3N Km 184+500 del distrito de San Rafael Provincia de Ambo del departamento de Huánuco permite el siguiente diagnóstico:

Con respecto al contenido de humedad se obtuvo una variación respecto a la altura de excavación de calicatas, teniendo en consideración que se realizaron el 12 de junio en temporada de verano, es un indicativo que el nivel freático a descendido.

En la densidad de campo se utilizó el cono de arena, este factor fue importante en el cálculo de los pesos de las dovelas en la determinación del factor de seguridad en los tramos de análisis.

En lo que refiere a la clasificación de suelos , en general la zona de estudio esta contenido por suelo grueso con alto grado de permeabilidad , con carencia a muy baja cohesión interparticular pero con alta fricción interparticular, de compresibilidad muy baja y velocidad de compresión inmediata.

En cuanto a la permeabilidad estos valores se encuentran dentro de los suelos gruesos con un muy buen drenaje para la obtención se usó un permeámetro de carga constante.

Con respecto a la topografía el acceso es por la red vial nacional PE3N, se tiene una restricción de acceso desde los 200 m contados desde el pie del talud y se realizó el levantamiento estacionando en zonas de colinas y mediante el láser se tomaron los puntos, se procesaron obteniendo tres secciones de análisis con alineamientos de las progresivas Km 184+450, Km 184+500 y Km 184+550, para la obtención de la función del talud se hizo el ajuste de curva de orden superior e ingresarlo para el análisis de estabilidad que fueron 230 dovelas de 3 m de ancho.

En lo que refiere a la cohesión y Angulo de fricción se realizaron 2 ensayos triaxiales de 3 muestras cada uno a presiones de cámara de 50 kPa, 100kPa y 200 kPa se observó que durante los ensayos tuvieron una falla de flexibilidad plástica a 15% de deformación unitaria.

Finalmente en lo que refiere a la determinación del factor de seguridad se ubicaron tres situaciones de estabilidad en función a la variación del nivel freático debido que la presente tesis se hace referencia a una fecha específica en donde no es tan seguro el tránsito vehicular en épocas de altas precipitaciones volviendo inseguro el talud por ende inseguro el tránsito vehicular.

SUGERENCIAS

1. Se recomienda adoptar una política de prevención de desastres naturales como son los huaycos, deslizamientos y derrumbes específicamente debido a que estos son fenómenos cíclicos y que se deben tomar medidas de prevención para reforzar y estabilizar los taludes comprendidos del tramo de San Rafael - Independencia .
2. Reforzar y Estabilizar los taludes mediante muros de contención, empleo de materiales estabilizantes como son el cemento, sales químicas y asfalto, uso de terraplenes en diente de sierra, precauciones de drenaje, aliviar pendiente de los taludes más accidentados, consolidación previa de suelos compresibles, revegetación, empleo de materiales ligeros y sustitución de parte del terraplén con tubos cajones de concreto hueco.
3. Se recomienda continuar con la línea de investigación a nivel de analisis tridimensional para la determinación del factor de seguridad, la presente tesis se utilizó el método simplificado de Bishop.

Con respecto al contenido de humedad se recomienda realizar excavaciones más profundas para obtener contenido de humedad más acorde a la naturaleza del fenómeno estudiado, debido a que se tomaron las muestras en verano.

En la densidad de campo se sugiere realizar estratificadamente para obtener densidades para cada estrato y mejorar el análisis del factor de seguridad.

En cuanto a la permeabilidad se debe complementar los estudios del coeficiente de permeabilidad usando pruebas de bombeo en el campo, teniendo en consideración la forma y orientación de las partículas, la viscosidad del agua del suelo y la variación de la temperatura.

Con respecto a la topografía durante el levantamiento topográfico en estas zonas accidentadas de suelos inestables recomiendo realizarlo con láser para no exponernos al peligro.

En lo que refiere a la cohesión y Angulo de fricción se recomienda realizar el ensayo triaxial drenado para la obtención de la presión de poro, que mejora las condiciones de analisis del factor de seguridad.

Finalmente en lo que refiere al factor de seguridad se recomienda tener cuidado al transitar por el tramo San Rafael – Independencia de la Red Vial Nacional PE3N entre los meses de diciembre a marzo, debido a que los resultados arrojaron taludes inestables cuando hay presencia de agua volviéndolos inseguros y peligrosos.

BIBLIOGRAFÍA

- Badillo , J., & Rodriguez, R. (2012). MECANICA DE SUELOS. Mexico: Limusa.
- CANAL N. (25 de marzo de 2019). HUANUCO: huaico deja decenas de vehiculos varados en la zona de San Rafael .
- CNN. (21 de Abril de 2019). CNN Español Latinoamerica. Obtenido de <https://cnnespanol.cnn.com/2019/04/21/cauca-deslizamiento-de-tierra-colombia-muertos-departamento/>
- diariocorreo. (18 de Marzo de 2019). Huaico en Carpish.
- Dominguez, M. (2018). Analisis de Taludes por el Metodo de Bishop. Mexico: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.
- Garcia, J. (2018). Estabilizacion de Taludes de la Carretera PE3N, KM 263+100. Huanuco: Universidad Nacional Hermilio Valdizan - Huanuco.
- Guadalupe, E., & Carrillo, N. (2012). Caracterizacion y Analisis de los Huaycos del 5 de abril del 2012 Chosica Lima. RIIGEO.
- Huarsaya, F. (2017). Evaluacion Geologica y Geotecnica del Terreno de Fundacion y Canteras Prog. KM 25+470 al KM 35+130. Puno: Universidad Nacional del Altiplano.
- INDECI. (2019). HUAICO EN EL DISTRITO DE SAN RAFAEL - HUANUCO.
- INDECI, C. (2019). HUAYCO EN EL DISTRITO DE SAN RAFAEL.
- Joel, M. (2016). ANALISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES DE SUELOS DE GRAN ALTURA EN LA MINA ANTAPACCAY. Lima-Peru: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU.
- Lambe. (2001). Mecanica de Suelos. Limusa.
- Mendoza , J. (2018). INFLUENCIA DE LAS PROPIEDADES NO SATURADAS DEL SUELO EN LOS ANALISIS NUMERICOS DE FLUJO DE AGUA Y ESTABILIDAD DE TALUDES. Mexico: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.
- Mendoza, J. (2016). Analisis de Estabilidad de Taludes de Suelos de Gran Altura en la Mina Antapaccay. Lima: Pontificia Universidad Catolica del Peru.
- Mendoza, J. (2016). Analisis de Estabilidad de Taludes de Suelos de Gran Altura en la Mina Antapaccay. Lima: Pontificia Universidad Catolica del Peru.
- Obregon, J., & Alvino, M. (2016). Estudio de los Procesos Erosivos Avanzados en los KM 63+500 y KM 72+800 de la Ruta Nacional. Huanuco: Universidad Nacional Hermilio Valdizan - Huanuco.

Peru21. (10 de Febrero de 2019). Huaicos y lluvias dejan 4000 afectados en tres regiones del sur. Moquegua.

Roa, J. (2017). Diagnostico de Deslizamiento en la Via Bogota - Girardot, Variante Melgar, Tolima . Bogota: Universidad Catolica de Colombia.

RT. (08 de Agosto de 2016). Actualidad RT. Obtenido de <https://actualidad.rt.com/actualidad/215455-mexico-muertos-deslizamientos-tierra-tormenta-earl>

Vallejo, L. G. (2002). Ingenieria Geologica. Madrid: Pearson Educacion.

Whitlow, R. (1998). Fundamentos de la Mecanica de Suelos . Mexico: Continental.

ANEXOS



ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

En la ciudad universitaria de Cayhuayna a los siete días del mes de noviembre del 2019, siendo a las doce horas, se dio cumplimiento a la Resolución de Decano N° 462-2019-UNHEVAL-FICA-D y Resolución de Decano N°585.-2019-UNHEVAL-FICA-D y en concordancia con el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, para lo cual en el Auditorio de la Facultad, los Miembros del Jurado van a proceder a la evaluación de la sustentación de tesis titulado "EVALUACION GEOTECNICA DEL DESLIZAMIENTO PRODUCIDO EL 27 DE ENERO DE 2019 EN LA RED VIAL NACIONAL PEN3 KM 184+500 DEL TRAMO SAN RAFAEL - INDEPENDENCIA", para optar el Título de Ingeniero Civil del Bachiller Juan Hobart BERNAL AYALA.

Finalizado el acto de sustentación, se procedió a deliberar la calificación, obteniendo luego el resultado siguiente:

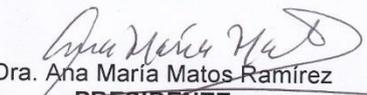
Los Miembros del Jurado declararon APROBADO con la nota de: 15 (QUINCE)

Con el calificativo de: BUENO

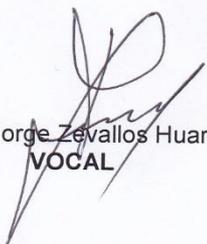
Dándose por concluido dicho acto a las: 5:45 pm del mismo día.

Con lo que se dio por concluido, y en fe de lo cual firmamos.

OBSERVACIONES:.....
.....


Dra. Ana María Matos Ramírez
PRESIDENTE


Mba. Carlos Córdova Facundo
SECRETARIO


Ing. Jorge Zevallos Huaranga
VOCAL



ANEXO 2

AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS ELECTRÓNICAS DE PREGRADO

1. IDENTIFICACIÓN PERSONAL (especificar los datos de los autores de la tesis)

Apellidos y Nombres: BERNAL AYALA JUAN HOBART

DNI: 70776125 Correo electrónico: hobartbernal@gmail.com

Teléfonos: Casa _____ Celular 936397891 Oficina _____

Apellidos y Nombres: _____

DNI: _____ Correo electrónico: _____

Teléfonos: Casa _____ Celular _____ Oficina _____

Apellidos y Nombres: _____

DNI: _____ Correo electrónico: _____

Teléfonos: Casa _____ Celular _____ Oficina _____

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Pregrado

Facultad de: INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

E. P. : INGENIERIA CIVIL

Título Profesional obtenido:

INGENIERO CIVIL

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN		REGLAMENTO DE REGISTRO DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR GRADOS ACÁDEMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES			
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN		RESPONSABLE DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UNHEVAL	VERSION	FECHA	PAGINA
		OFICINA DE BIBLIOTECA CENTRAL	0.0	11/11/2019	2 de 3

Título de la tesis:

EVALUACIÓN GEOTECNICA DEL DESLIZAMIENTO PRODUCIDO EL 27 DE ENERO DEL 2019 EN LA RED VIAL NACIONAL PE3N KM 184+500 DEL TRAFIO SAN RAFAEL - INDEPENDENCIA

Tipo de acceso que autoriza(n) el (los) autor(es):

Marcar "X"	Categoría de Acceso	Descripción del Acceso
X	PÚBLICO	Es público y accesible al documento a texto completo por cualquier tipo de usuario que consulta el repositorio.
	RESTRINGIDO	Solo permite el acceso al registro del metadato con información básica, más no al texto completo

Al elegir la opción "Público", a través de la presente autorizo o autorizamos de manera gratuita al Repositorio Institucional – UNHEVAL, a publicar la versión electrónica de esta tesis en el Portal Web repositorio.unheval.edu.pe, por un plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita, pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla, siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente.

En caso haya(n) marcado la opción "Restringido", por favor detallar las razones por las que se eligió este tipo de acceso:

Asimismo, pedimos indicar el período de tiempo en que la tesis tendría el tipo de acceso restringido:

- 1 año
- 2 años
- 3 años
- 4 años

Luego del período señalado por usted(es), automáticamente la tesis pasará a ser de acceso público.

Fecha de firma: 11 de noviembre del 2019

Firma del autor y/o autores:



ANEXO N°1

Tabla 38 GEOMETRIA DEL TALUD SECCION N°1

TALUD N°1				
Longitud	Cota	Ajuste del Talud	Nivel Freatico 1	Nivel Freatico 2
0	2675.1	2649.12	2649.33	2649.18
20	2677.95	2659.09	2659.07	2655.05
40	2682.51	2669.06	2668.53	2660.78
60	2686.33	2679.03	2677.70	2666.35
80	2689.72	2689.00	2686.59	2671.78
100	2694.1	2698.97	2695.20	2677.06
120	2700.28	2708.94	2703.52	2682.19
140	2704.38	2718.91	2711.56	2687.18
160	2714.42	2728.88	2719.31	2692.01
180	2720.5	2738.85	2726.78	2696.70
200	2735.08	2748.82	2733.97	2701.24
220	2749.78	2758.79	2740.87	2705.63
240	2754.54	2768.76	2747.49	2709.87
260	2764.31	2778.72	2753.83	2713.97
280	2780.25	2788.69	2759.88	2717.91
300	2796.19	2798.66	2765.65	2721.71
320	2812.14	2808.63	2771.13	2725.36
340	2823.95	2818.60	2776.33	2728.86
360	2834.41	2828.57	2781.25	2732.22
380	2845.16	2838.54	2785.88	2735.42
400	2856.24	2848.51	2790.23	2738.48
420	2866.69	2858.48	2794.29	2741.39

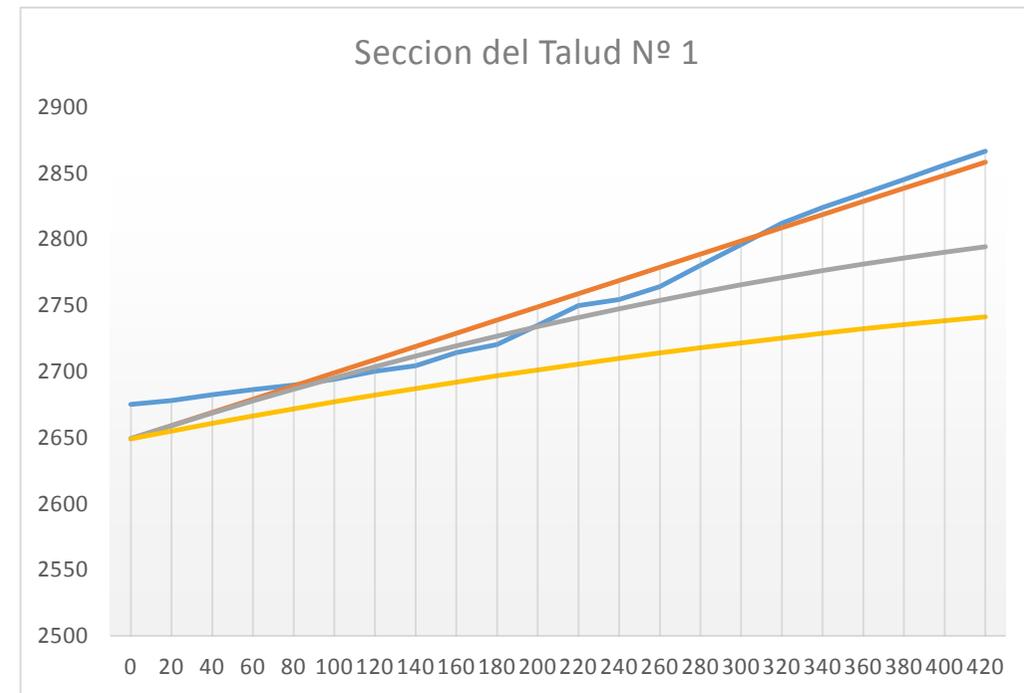
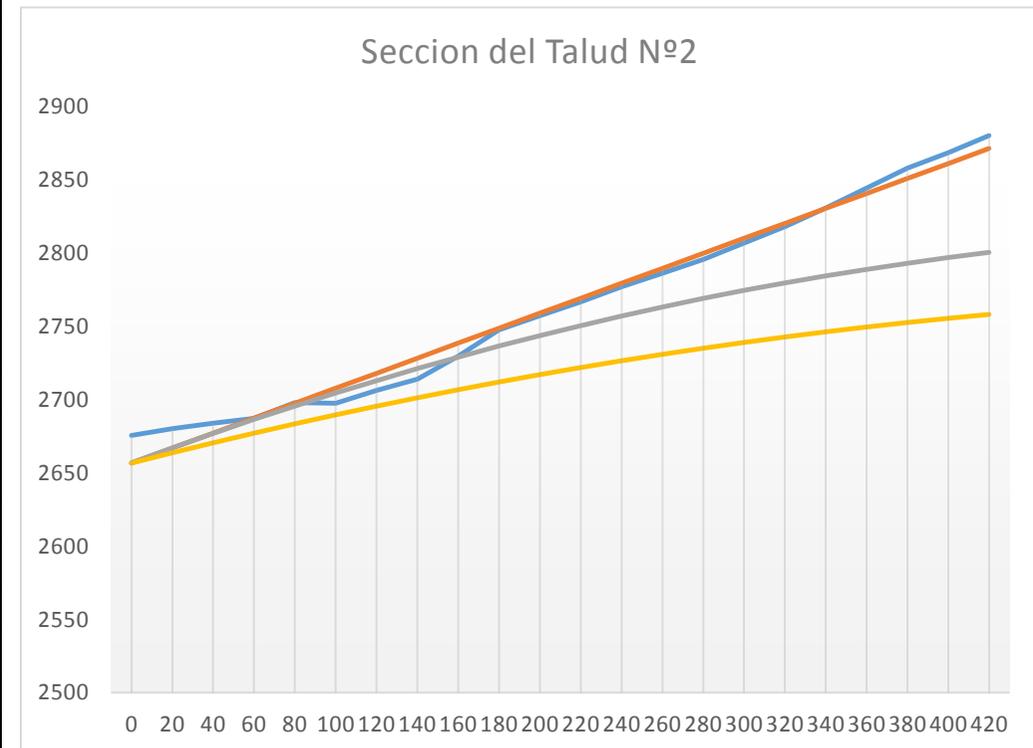
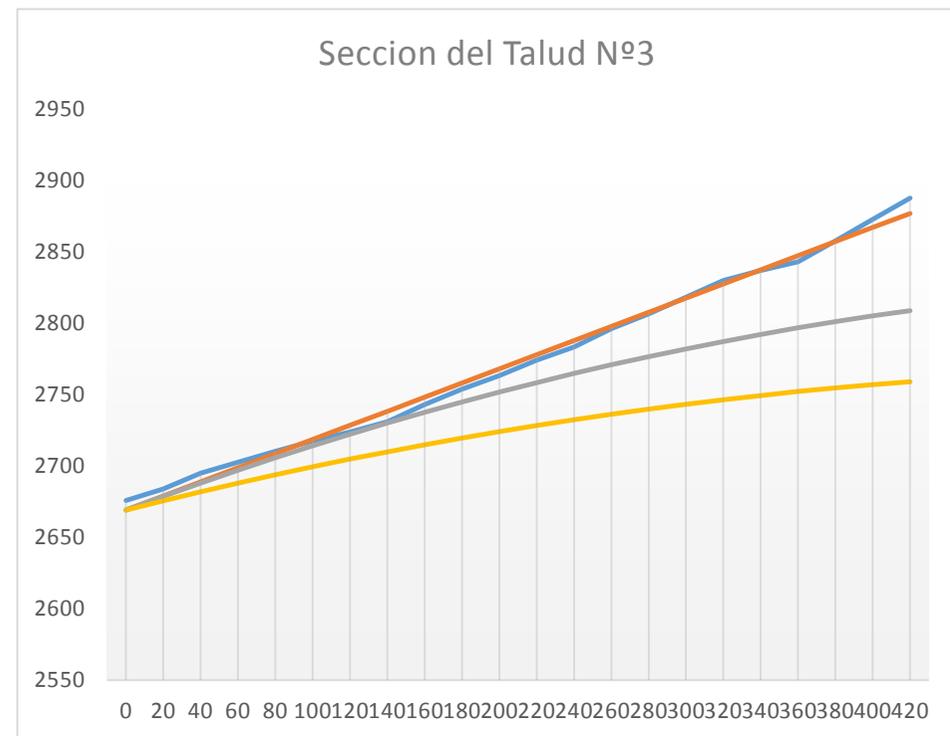


Tabla 39 GEOMETRIA DEL TALUD SECCION N°2

TALUD N°2				
Longitud	Cota	Ajuste del Talud	Nivel Freatico 1	Nivel Freatico 2
0	2675.64	2656.8111	2657.0257	2656.8535
20	2680.21	2667.04142	2667.218584	2663.865362
40	2684.04	2677.27174	2677.075918	2670.65867
60	2687.31	2687.50206	2686.5977	2677.233422
80	2698.2	2697.73238	2695.78393	2683.589618
100	2697.6	2707.9627	2704.63461	2689.72726
120	2706.36	2718.19302	2713.149738	2695.646346
140	2714.14	2728.42334	2721.329316	2701.346878
160	2729.74	2738.65366	2729.173342	2706.828854
180	2747.77	2748.88398	2736.681816	2712.092274
200	2757.39	2759.1143	2743.85474	2717.13714
220	2766.84	2769.34462	2750.692112	2721.96345
240	2777.18	2779.57494	2757.193934	2726.571206
260	2786.37	2789.80526	2763.360204	2730.960406
280	2795.87	2800.03558	2769.190922	2735.13105
300	2807	2810.2659	2774.68609	2739.08314
320	2818.18	2820.49622	2779.845706	2742.816674
340	2831.09	2830.72654	2784.669772	2746.331654
360	2844.67	2840.95686	2789.158286	2749.628078
380	2858.25	2851.18718	2793.311248	2752.705946
400	2868.74	2861.4175	2797.12866	2755.56526
420	2880.46	2871.64782	2800.61052	2758.206018



TALUD N°3				
Longitud	Cota	Ajuste del Talud	Nivel Freatico 1	Nivel Freatico 2
0	2675.72	2668.96241	2669.13103	2668.99582
20	2683.75	2678.85443	2678.689229	2675.49972
40	2694.97	2688.74645	2687.955905	2681.7807
60	2702.51	2698.63847	2696.931059	2687.83876
80	2710.09	2708.53049	2705.614691	2693.6739
100	2717.5	2718.42251	2714.0068	2699.28612
120	2723.62	2728.31453	2722.107387	2704.67542
140	2730.87	2738.20655	2729.916451	2709.8418
160	2742.82	2748.09857	2737.433993	2714.78526
180	2753.55	2757.99059	2744.660013	2719.5058
200	2763.11	2767.88261	2751.59451	2724.00342
220	2773.93	2777.77463	2758.237485	2728.27812
240	2783.09	2787.66665	2764.588937	2732.3299
260	2795.98	2797.55867	2770.648867	2736.15876
280	2806.26	2807.45069	2776.417275	2739.7647
300	2817.97	2817.34271	2781.89416	2743.14772
320	2829.68	2827.23473	2787.079523	2746.30782
340	2836.73	2837.12675	2791.973363	2749.245
360	2842.9	2847.01877	2796.575681	2751.95926
380	2857.39	2856.91079	2800.886477	2754.4506
400	2872.43	2866.80281	2804.90575	2756.71902
420	2887.36	2876.69483	2808.633501	2758.76452



ANEXO N°2
PANEL FOTOGRAFICO

PREPARACION DE LA ARENA PARA LOS ENSAYOS DE CONO DE ARENA



Figura N° 61 Vaciado de La Arena en Volumen



Figura N°62 Peso de La Arena de Volumen conocido

EXCAVACION DE CALICATAS



Figura N°63 Excavación de la Calicata N°1 Km 184+425



Figura N°64 Excavación de la Calicata N°2 Km 184+425



Figura N°65 Excavación de la Calicata N°3 Km 184+425



Figura N°66 Excavación de la Calicata N°1 Km 184+450



Figura N°67 Excavación de la Calicata N°2 Km 184+450



Figura N°68 Excavación de la Calicata N°3 Km 184+450



Figura N°69 Excavación de la Calicata N°1 Km 184+525



Figura N°70 Excavación de la Calicata N°2 Km 184+525



Figura N°71 Excavación de la Calicata N°3 Km 184+525



Figura N°72 Excavación de la Calicata N°1 Km 184+550



Figura N°73 Excavación de la Calicata N°2 Km 184+550



Figura N°74 Excavación de la Calicata N°3 Km 184+550



Figura N°75 Control de los Pesos Mediante una Balanza



Figura N°76 Extracción de Las Muestras Inalteradas

CONTENIDO DE HUMEDAD



Figura N°77 Peso de las Muestras



Figura N°78 Identificación de las Muestras

GRANULOMETRIA



Figura N°79 Separación de las Muestras



Figura N°80 Identificación de las Muestras



Figura N°81 Lavado, pesado y colocado al horno



Figura N°82 Pesado de la muestra sacada del horno



Figura N°83 Tamizado y apunte de pesos retenidos

Figura N°84 Tamizado y apunte de pesos retenidos

LIMITES DE CONSISTENCIA



Figura N°85 Determinación del límite líquido



Figura N°86 Determinación del límite plástico



Figura N°87 Colocación de las muestras al horno



Figura N°88 Peso de las muestras secadas al horno

COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD



Figura N°89 Colocación de la muestra



Figura N°90 Saturación de la muestra



Figura N°91 Verificación de los piezómetros



Figura N°92 Muestra durante el ensayo



Figura N°93 Muestra durante el ensayo



Figura N°94 Medición del volumen y tiempo

ENSAYO TRIAXIAL



Figura N°95 Preparación del molde



Figura N°96 Compactación a su densidad natural



Figura N°97 Extracción de la muestra



Figura N°98 Perfilado de la muestra



Figura N°99 Medición del diámetro

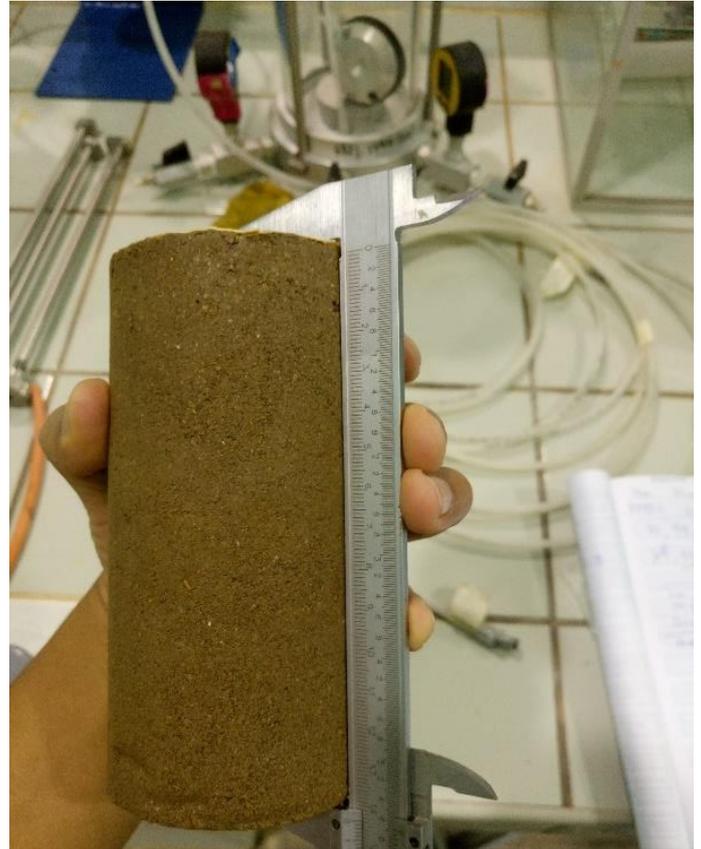


Figura N°100 Medición de la altura



Figura Nº101 Peso de la muestra



Figura Nº102 Colocación de los filtros



Figura Nº103 Colocación de la muestra

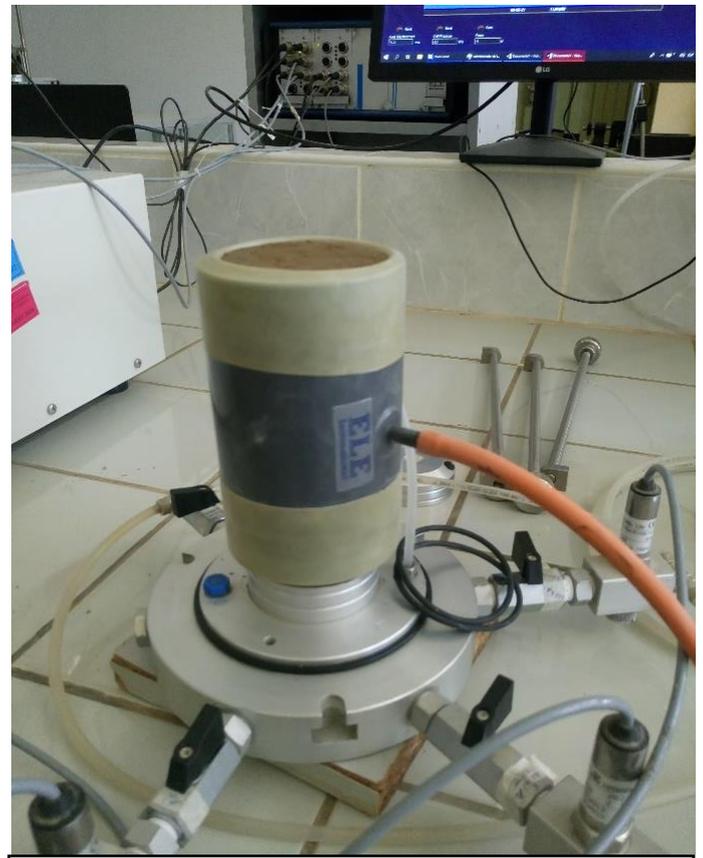


Figura Nº104 Colocación de la película impermeable

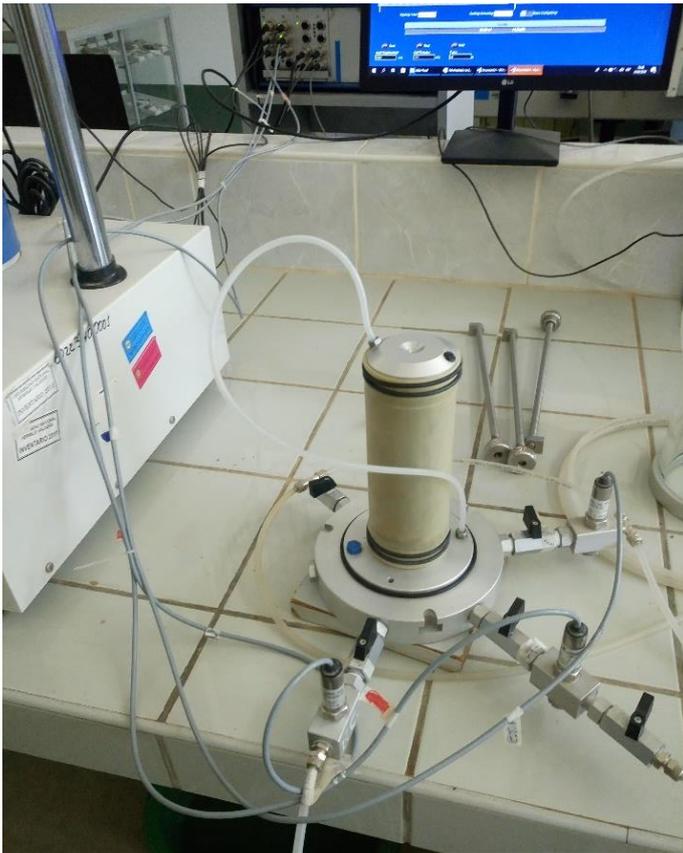


Figura N°105 Fijación con los anillos de hule

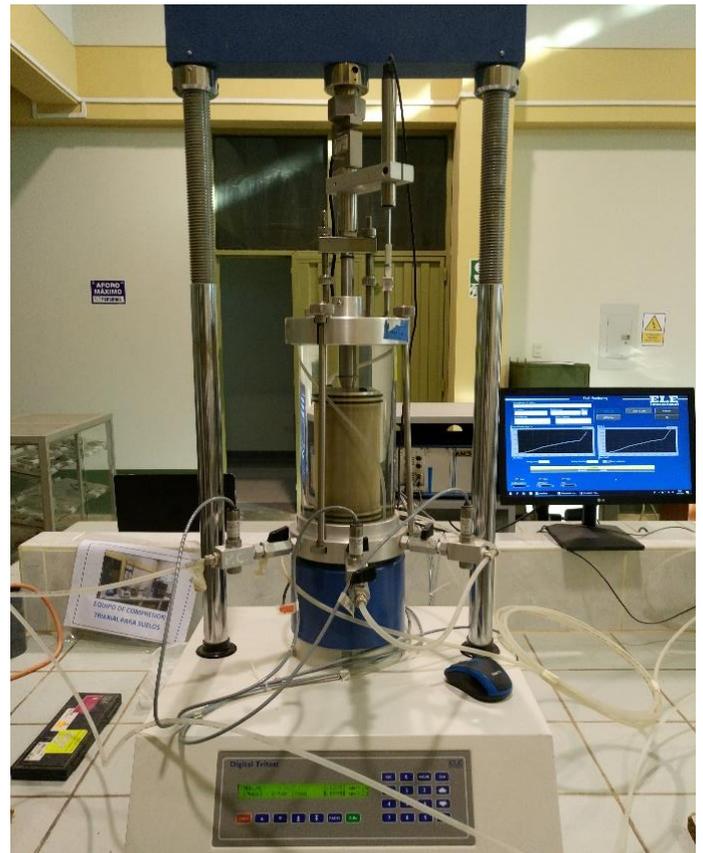


Figura N°106 Instalación y llenado de la cámara



Figura N°107 Regulación de la presión de cámara



Figura N°108 Verificación de la falla plástica



Figura N°109 Registro de los esfuerzo-deformación



Figura N°110 Muestras que fueron ensayadas

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO



Figura N°111 Ubicación de coordenadas del BM

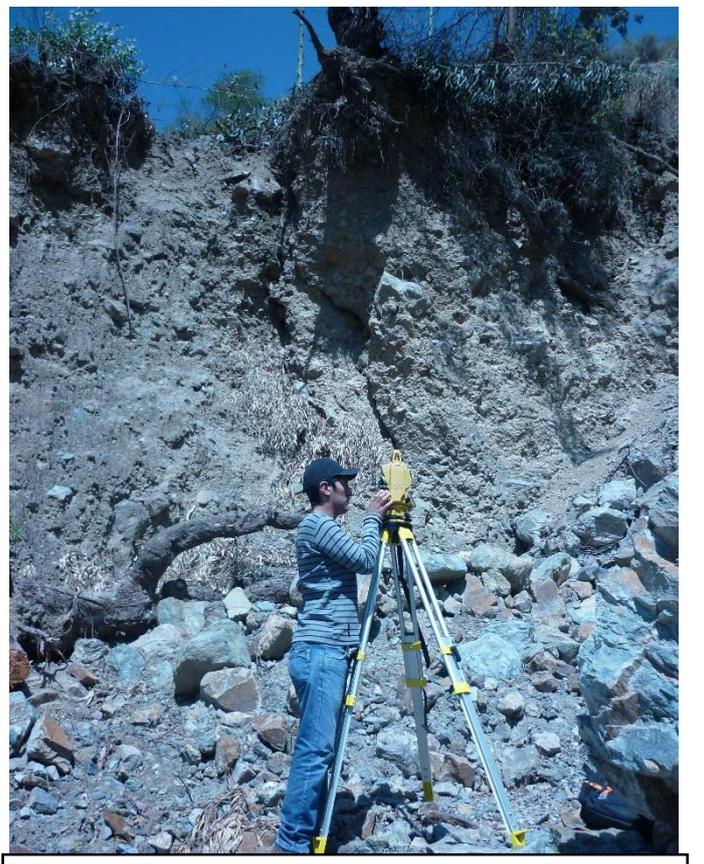


Figura N°112 Levantamiento topográfico



Figura N°113 Toma de puntos

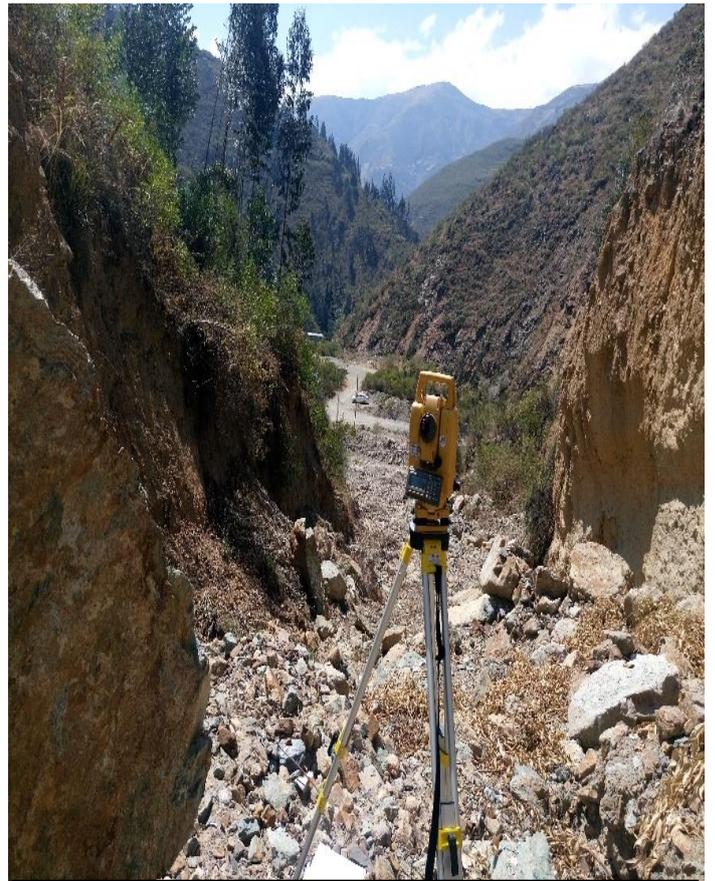


Figura N°114 Vista panorámica del deslizamiento



Figura N°115 Culminación del levantamiento topográfico