

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



T E S I S

**Evaluación de la estabilidad física del botadero Rumiallana con la
aplicación del programa Slide ubicado en el distrito de Yanacancha
de la provincia de Pasco-2022**

**Para optar el título profesional de:
Ingeniero Civil**

Autor: Bach. Lucio ROJAS VITOR

Asesor: Dr. Luis Villar REQUIS CARBAJAL

Cerro de Pasco - Perú - 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



T E S I S

**Evaluación de la estabilidad física del botadero Rumiallana con la
aplicación del programa Slide ubicado en el distrito de Yanacancha
de la provincia de Pasco-2022**

Sustentada y Aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Hildebrando Anival CONDOR GARCIA

PRESIDENTE

Mg. Eleuterio Andrés ZA VALETA SANCHEZ

MIEMBRO

Mg. José Germán RAMIREZ MEDRANO

MIEMBRO

DEDICATORIA

Dedico a la ciudad de Cerro de Pasco, lugar donde me vio nacer, crecer y desenvolverme como profesional.

AGRADECIMIENTO

El reconocimiento a mis hermanos Isidro, Betty, Julián, Richard, Vilma y Inés por el apoyo constante al crecimiento profesional. Y principalmente a mis padres Lucio y Serafina hasta donde estuvieron en vida me guiaron por los buenos pasos.

RESUMEN

Por la visita en campo realizado se pudo observar que la zona de Rumiallana se tiene dos tipos de materiales, por un lado desmonte que fue almacenado por la empresa minera Cerro SAC y hacia el río Tingo se evidencia residuos sólidos que forma un talud de tipo colchón que fueron depositados por la Municipalidad Provincial de Pasco, Municipalidad distrital de Yanacancha, Municipalidad distrital Simón Bolívar que ya más de una década acumulan sus residuos generadas por sus poblaciones respectivas, esto posiblemente puede traer un deslizamiento por la zona de la acumulación de residuos por lo que es necesario su análisis de la estabilidad.

Con la investigación se tiene como objetivo principal determinar la estabilidad física del botadero Rumiallana con la aplicación del programa Slide ubicado en el distrito de Yanacancha de la provincia de Pasco-2022.

Evaluando tres puntos de monitoreo C-1: Muestra en suelo natural al contorno de la desmontera Rumiallana, C-2: Muestra en desmontera Rumiallana y C-3: Muestra en desmontera Rumiallana con presencia de residuos sólidos y de los cuales se evaluó con el software Slider se pudo determinar la estabilidad física del botadero Rumiallana donde cumple con el factor de seguridad estático y pseudoestático normado en el Perú a excepción de la parte superiores de los taludes donde se encuentran por debajo del factor de seguridad.

Palabras claves: Desmontera Rumiallana, deslizamiento, Slider, factor de seguridad estático y pseudoestático.

ABSTRACT

Due to the field visit carried out, it was possible to observe that the Rumiallana area has two types of materials, on the one hand, waste rock that was stored by the mining company Cerro SAC and towards the Tingo river there is evidence of solid waste that forms a cushion-type slope that were deposited by the Provincial Municipality of Pasco, District Municipality of Yanacancha, District Municipality Simón Bolívar, which have been accumulating their waste generated by their respective populations for more than a decade, this could possibly cause a landslide through the area of waste accumulation, therefore its stability analysis is necessary.

The main objective of the research is to determine the physical stability of the Rumiallana dump with the application of the Slide program located in the Yanacancha district of the Pasco-2022 province.

Evaluating three monitoring points C-1: Sample in natural soil around the Rumiallana waste dump, C-2: Sample in the Rumiallana waste dump and C-3: Sample in the Rumiallana waste dump with the presence of solid residues and which were evaluated with the Slider software it was possible to determine the physical stability of the Rumiallana dump where it complies with the static and pseudostatic safety factor regulated in Peru except for the upper part of the slopes where they are below the safety factor.

Keywords: Rumiallana dismount, sliding, Slider, static and pseudostatic safety factor.

INTRODUCCIÓN

El estudio realizado ayuda a generar información de la estabilidad física del botadero Rumiallana con fines de buscar prevenir en caso de deslizamiento. Asimismo, es de importancia evaluar la estabilidad física del botadero Rumiallana con la aplicación del programa Slide ubicado en el distrito de Yanacancha de la provincia de Pasco a fin de prevenir un desastre ambiental que podría darse en la sub cuenca del río Tingo, con la información se utilizara como fuente base para prevenir este posible impacto ambiental negativo.

El tipo de investigación de acuerdo a su aplicabilidad es del tipo de Técnico Aplicativo. Ya que, con la investigación, se busca conocer, para hacer, para actuar y prevenir la estabilidad del botadero Rumiallana.

El procedimiento de investigación se ejecutará mediante la identificación del área de estudio para ello se realizó investigación geotécnica del campo, que consistirá en el reconocimiento del terreno, ubicación de los puntos de muestreo, toma de muestras y embalaje de las mismas, asimismo se realizó el análisis de laboratorio de mecánica de rocas, de las muestras recogidas de las 03 estaciones de monitoreo, para posterior realizar la aplicación del programa Slide donde nos determinó la estabilidad, bajo dos condiciones: estática y pseudoestática.

El Autor.

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1	Identificación y determinación del problema.....	1
1.2	Delimitación de la investigación	3
1.3	Formulación del problema.....	3
	1.3.1 Problema principal:.....	3
	1.3.2 Problemas Específicos:.....	3
1.4	Formulación de objetivos	3
	1.4.1 Objetivo General:	3
	1.4.2 Objetivos Específicos:	4
1.5	Justificación de la investigación	4
	1.5.1 Justificación teórica	4
	1.5.2 .Justificación Metodológica.....	4
	1.5.3 Justificación Ambiental	4
	1.5.4 Justificación Social.....	5

1.6	Limitaciones de la investigación	5
-----	----------------------------------------	---

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1	Antecedentes de estudio	6
2.2	Bases teóricas - científicas	12
2.3	Definición de los términos	21
2.4	Formulación de hipótesis	24
	2.4.1 Hipótesis General.....	24
	2.4.2 Hipótesis Específicos	25
2.5	Identificación de las variables.....	25
	2.5.1 Variable independiente.....	25
	2.5.2 Variable dependiente.....	25
	2.5.3 Variable interviniente	25
2.6	Definición operacional de variables e indicadores	25

CAPÍTULO III

MÉTODOLÓGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1	Tipo de investigación.....	28
3.2	Nivel de la investigación.....	28
3.3	Métodos de investigación.....	28
3.4	Diseño de la investigación.....	29
3.5	Población y muestra.....	29
3.6	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	29

3.7	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación	30
3.8	Técnicas de procesamientos y análisis de datos.....	30
3.9	Tratamiento estadístico	30
3.10	Orientación ética filosófica y epistémica.....	31

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	Descripción del trabajo de campo.	32
4.2	Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	54
4.3	Prueba de hipótesis	67
4.4	Discusión de resultados	68

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE MAPAS

MAPA N° 1: UBICACIÓN DEL BOTADERO DE RUMIALLANA.....	33
MAPA N° 2: UBICACIÓN DE PUNTOS DE EXTRACCIÓN DE MUESTRAS	50

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1: OPERACIONABILIDAD DE VARIABLES E INDICADORES.....	26
TABLA N° 2: ITINERARIO DESDE LA CIUDAD DE LIMA AL BOTADERO RUMIALLANA.....	32
TABLA N° 3: GRANULOMETRÍA DE LA MUESTRA DE DESMONTE RUMIALLANA - PARTE ALTA RUMIALLANA	35
TABLA N° 4: GRANULOMETRÍA DE LA MUESTRA DE DESMONTE RUMIALLANA - PARTE MEDIA RUMIALLANA	36
TABLA N° 5: RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS DE TEMPERATURA, HUMEDAD RELATIVA Y PRECIPITACIÓN (2018 Y 2019).....	40
TABLA N° 6: UBICACIÓN DEL PUNTO DE EXTRACCIÓN DE MUESTRAS.....	49
TABLA N° 7: RESULTADO DE LABORATORIO	51

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N° 1: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL PARÁMETRO DE TEMPERATURA MÁXIMO Y MÍNIMO (2018-2019)	41
GRÁFICO N° 2: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL PARÁMETROS HUMEDAD (2018-2019)	42
GRÁFICO N° 3: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PRECIPITACIÓN (2018-2019)	42

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN N° 1: VISTA DEL ÁREA DE DESMONTE	38
ILUSTRACIÓN N° 2: VISTA DEL ÁREA DE DESMONTE MAS RESIDUOS SÓLIDOS.....	38

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 1: PARTES DE UN TALUD.....	12
FIGURA N° 2: FIGURA DE LA TENSIÓN TANGENCIAL	16
FIGURA N° 3: VISTA DE LA DIRECCIÓN DE FALLA	59
FIGURA N° 4: VISTA DEL MÉTODO BISHOP Y JAMBU	60

ÍNDICE DE IMÁGENES

IMAGEN N° 1: TRABAJO DE TOMAS DE MUESTRA MEDIANTE LA TÉCNICA DE CONO DE ARENAS	45
IMAGEN N° 2: TRABAJO DE TOMAS DE MUESTRA MEDIANTE LA TÉCNICA DE CONO DE ARENAS	45
IMAGEN N° 3: TRABAJO DE TOMAS DE MUESTRA MEDIANTE LA TÉCNICA DE CONO DE ARENAS	46
IMAGEN N° 4: TRABAJO DE TOMAS DE MUESTRA MEDIANTE LA TÉCNICA EN CALICATAS (C-1)	47
IMAGEN N° 5: TRABAJO DE TOMAS DE MUESTRA MEDIANTE LA TÉCNICA EN CALICATAS (C-2)	47
IMAGEN N° 6: TRABAJO DE TOMAS DE MUESTRA MEDIANTE LA TÉCNICA EN CALICATAS (C-3)	48
IMAGEN N° 7: VISTA DEL PROCESO DE ANÁLISIS DE MUESTRAS	52
IMAGEN N° 8: VISTA DEL PROCESO DE ANÁLISIS DE MUESTRAS	52
IMAGEN N° 9: VISTA DEL PROCESO DE ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA.....	53
IMAGEN N° 10: VISTA DEL PROCESO DE ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA.....	53
IMAGEN N° 11: VISTA DEL PROCESO DE ANÁLISIS DE MUESTRAS	54

ÍNDICE DE REPRESENTACIÓN DE SLIDER

REPRESENTACIÓN SLIDER N° 1: INGRESO DE RESULTADO DE SUELO NATURAL.....	56
REPRESENTACIÓN SLIDER N° 2: INGRESO DE RESULTADO DE DESMONTE.....	56
REPRESENTACIÓN SLIDER N° 3: INGRESO DE RESULTADO DE DESMONTE.....	57
REPRESENTACIÓN SLIDER N° 4: VISTA DE REPRESENTACIÓN DE LOS MATERIALES	58
REPRESENTACIÓN SLIDER N° 5: RESULTADO DE FACTOR DE SEGURIDAD BOTADERO RUMIALLANA - ESTÁTICO.....	62
REPRESENTACIÓN SLIDER N° 6: RESULTADO DE FACTOR DE SEGURIDAD BOTADERO RUMIALLANA - ESTÁTICO.....	63
REPRESENTACIÓN SLIDER N° 7: RESULTADO DE FACTOR DE SEGURIDAD BOTADERO RUMIALLANA - ESTÁTICO.....	64
REPRESENTACIÓN SLIDER N° 8: RESULTADO DE FACTOR DE SEGURIDAD BOTADERO RUMIALLANA - PSEUDOESTÁTICO.....	66

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Identificación y determinación del problema

“Los deslizamientos son uno de los procesos geológicos más destructivos que afectan a los humanos, causando miles de muertes y daño en las propiedades por valor de decenas de billones de dólares cada año, sin embargo, muy pocas personas son conscientes de su importancia. El 90% de las pérdidas por deslizamientos son evitables si el problema se identifica con anterioridad y se toman medidas de prevención o control” (Suarez Jaime, 1998).

“La contraloría general de la república evidenció la pérdida de estabilidad y posible deslizamiento de gran parte del terreno donde funciona el botadero de residuos sólidos Rumiallana, ubicado a un kilómetro de la localidad de Cerro de Pasco, en la provincia y región Pasco, lo cual generaría el riesgo de contaminación ambiental en las localidades aledañas. La gerencia regional de control de Pasco notificó a la Municipalidad Provincial de Pasco,

para que evalúe el hecho advertido y disponga las medidas correctivas oportunas. La Contraloría ha encontrado que debido a la sobrecarga de toneladas de residuos sólidos de las zonas urbanas de los distritos de Chaupimarca, Yanacancha y Simón Bolívar, el terreno donde funciona el botadero Rumiallana presenta agrietamientos y ello conllevaría a la pérdida de estabilidad y el posible desprendimiento de gran parte del talud. De no tomarse las medidas correctivas necesarias, y se desprende el talud, se generará mayor contaminación ambiental en las localidades aledañas. La oficina de la Contraloría en Pasco, dijo que el control simultáneo que aplicó a este caso tiene el propósito de alertar a los funcionarios públicos de las municipalidades a quienes por ley les corresponde el manejo de los residuos sólidos, la existencia de situaciones que podrían afectar a los ciudadanos y el ambiente. En octubre de 2017, el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) recomendó la clausura y cierre del botadero Rumiallana, y la habilitación de una infraestructura adecuada en otro lugar, ante las condiciones críticas del citado botadero” (Diario La República, 2019).

Por la visita en campo realizado se puede observar que la zona de Rumiallana se evidencia dos tipos de materiales, por un lado desmonte que fue almacenado por la empresa minera Cerro SAC y hacia el río Tingo se evidencia residuos sólidos que forma un talud de tipo colchón que fueron depositados por la Municipalidad Provincial de Pasco, Municipalidad Distrital de Yanacancha, Municipalidad Distrital Simón Bolívar que ya más de una década acumulan sus residuos generadas por sus poblaciones respectivas, esto posiblemente puede traer un deslizamiento por la zona de la acumulación de residuos por lo que es necesario su análisis de la estabilidad.

1.2 Delimitación de la investigación

La investigación se desarrollo en el área total del botadero Rumiallana que se ubica en el distrito de Yanacancha de la Provincia de Pasco.

1.3 Formulación del problema

1.3.1 Problema principal:

¿Cuál es la estabilidad física del botadero Rumiallana con la aplicación del programa Slide ubicado en el distrito de Yanacancha de la provincia de Pasco-2022?

1.3.2 Problemas Específicos:

- ¿Cuál es el volumen de desmonte y residuos sólidos acumulados en el botadero Rumiallana con la aplicación del programa Slide ubicado en el distrito de Yanacancha de la provincia de Pasco-2022?
- ¿Cuál es el factor de seguridad con la aplicación del programa Slide ubicado en el distrito de Yanacancha de la provincia de Pasco-2022?
- ¿Se tiene algún plan de gestión de emergencia en caso de deslizamiento del botadero Rumiallana por parte de la empresa minera Cerro SAC ?

1.4 Formulación de objetivos

1.4.1 Objetivo General:

Determinar la estabilidad física del botadero Rumiallana con la aplicación del programa Slide ubicado en el distrito de Yanacancha de la provincia de Pasco-2022.

1.4.2 Objetivos Específicos:

- Evaluar el volumen de desmonte y residuos sólidos acumulados en el botadero Rumiallana con la aplicación del programa Slide ubicado en el distrito de Yanacancha de la provincia de Pasco-2022.
- Determinar el factor de seguridad con la aplicación del programa Slide ubicado en el distrito de Yanacancha de la provincia de Pasco-2022.
- Diagnosticar si se tiene algún plan de gestión de emergencia en caso de deslizamiento del botadero Rumiallana por parte de la empresa minera Cerro SAC.

1.5 Justificación de la investigación

1.5.1 Justificación teórica

El estudio realizado ayuda a generar información de la estabilidad física del botadero Rumiallana con fines de buscar prevenir en caso de deslizamiento.

1.5.2 .Justificación Metodológica

La metodología para la investigación será mediante el estudio y recolección de información geotécnico a fin de utilizarlo en el modelamiento en el programa Slide.

1.5.3 .Justificación Ambiental

Evaluar la estabilidad física del botadero Rumiallana con la aplicación del programa Slide ubicado en el distrito de Yanacancha de la provincia de Pasco es de vital importancia a fin de prevenir un desastre ambiental que podría darse en la sub cuenca del río Tingo, con la información se utilizara como fuente base para prevenir este posible impacto ambiental negativo.

1.5.4 . Justificación Social

La investigación permitirá a las instituciones involucradas de la Provincia Pasco a prevenir posibles afectaciones a futuro a poblaciones cercanas al botadero Rumiallana.

1.6 Limitaciones de la investigación

- La accesibilidad al botadero Rumiallana es limitada por ser propietaria de una empresa privada.
- Escasa información de información geotécnica del botadero Rumiallana

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de estudio

2.1.1. Antecedentes Internacional

Rodríguez, Edgar (2019) “Análisis comparativo de la solución de estabilidad de taludes, por medio de software geotécnicos, para el km 79 + 625 del tramo seis: ampliación del tercer carril vía Anapoima – Mosquera Cundinamarca-Colombia, Teniendo en cuenta los diferentes factores que influyen en la estabilidad de un talud o ladera, se puede concluir que es muy importante conocer las condiciones geográficas, geotécnicas, topográficas y geométricas del terreno o suelo, pues con ello se pueden determinar y establecer los factores que están influyendo en la inestabilidad o estabilidad de un talud. El talud ubicado en el tramo 6 Km 79+625 de la vía Anapoima – Mosquera (Cundinamarca), de acuerdo a los parámetros calculados por los resultados de laboratorio, correlación SPT y referencias bibliográficas, se evidenció que el tipo de material presente en él talud es homogéneo de tipo Lodolita, el cual reportó un factor de seguridad inicial antes de la intervención vial menor a uno (1). Una vez se aplicaron los análisis en los softwares,

implementando los métodos de Spencer, Janbu Simplificado y Bishop en los cuales la modelación se hizo por medio del método de las dovelas, la variación entre el software se notó más en el software GEO 5, toda vez que es un software que emplea la herramienta denominada optimización, la cual calcula el círculo de falla más probable. Se puede concluir que el software de mayor entendimiento y más fácil utilización para los usuarios es el software SLIDE, el cual permite que la modelación de cualquier tipo de talud se lleve a cabo con facilidad, teniendo en cuenta que tiene una interfaz sencilla y una gama de herramientas útiles y de fácil comprensión, en el momento de ejecutar el análisis permite realizar el cambio de metodología utilizada ágilmente, donde se puede visualizar por una gama de colores los factores de seguridad calculados en las diferentes iteraciones”.

Durán, Nicole (2018) “Evaluación de estabilidad para botaderos de estéril - Proyecto de continuidad Mina Gabriela-Chile, La evaluación de estabilidad de botaderos correspondiente al Proyecto Continuidad Mina Gabriela, tiene como principal motivación prolongar el uso de la planta de procesos del proyecto Gabriela. Bajo esta premisa se define el objetivo principal de evaluar el diseño de los botaderos que se incluyen en el Proyecto de Continuidad Mina Gabriela. Por ende, los hitos abordados para el desarrollo del objetivo principal se desglosan en una primera instancia en determinar los sectores críticos susceptibles a falla de los botaderos Tailandia, China Sur y Japón/India. Posteriormente, mediante modelamiento numérico se identifica el plano preferente de la progresión de la falla. Para finalmente, realizar un análisis de estabilidad, por medio de equilibrio límite sobre la superficie donde ocurre una mayor deformación al corte. La metodología desarrollada consiste, inicialmente en identificar los datos preliminares del diseño de los botaderos, esto con el fin de determinar las secciones críticas mediante criterios

geométricos. Luego, estas secciones críticas se evalúan, por medio de dos métodos de cálculo correspondientes al modelamiento numérico donde se obtiene un factor comparable, la resistencia mínima de las propiedades del suelo de fundación, del botadero y la trayectoria que sigue la falla. Por otra parte, el equilibrio límite desarrolla un análisis sobre la superficie de mayor deformación al corte, integrando en este punto el resultado gráfico obtenido del modelamiento numérico. No obstante, el análisis se somete a efectos de un sismo para establecer el comportamiento de los botaderos y la estabilidad física a largo plazo. Cabe señalar que el desarrollo realizó en base a antecedentes proporcionados por la empresa, no ahondando en una caracterización desde el punto de vista geológico y geotécnico, así como tampoco se considera una redefinición de altura. En relación con la obtención de los resultados, se integran los métodos de cálculo con el propósito de evaluar y cuantificar las reducciones de resistencias al corte, por medio del equilibrio límite sobre la superficie crítica, además de representar visualmente a la mayor deformación al corte o plano preferente de la falla. Para tal efecto, se evalúa el diseño bajo condiciones estáticas y pseudoestática, para el caso de una condición estática la sección más desfavorable presenta factores de seguridad de valor 1,84. Por otra parte, para el análisis pseudoestático se realizan dos escenarios uno de sismo operacional y otro de sismo máximo probable. Para la condición de sismo operacional se obtiene que la sección más desfavorable tiene un factor de seguridad de 1,55, mientras que para un sismo máximo probable el factor de seguridad tiene un valor de 1,29. Se concluye que las secciones seleccionadas para cada botadero son estables, como también el comportamiento del diseño bajo condiciones estáticas y pseudoestática de evaluación. Puesto que el valor mínimo aceptado para el escenario estático es de 1,2, mientras que para un pseudoestático de 1,1 en la

condición de sismo operacional y 1,0 para la condición de sismo máximo probable siendo los factores obtenidos por el modelamiento superiores, por lo tanto, se garantiza una estabilidad asociada al diseño de los botaderos. Finalmente, las recomendaciones de la presente memoria son, en análisis posteriores adicionar factores que generen un escenario de inestabilidad física como, por ejemplo: la presencia de agua”.

2.1.2. Antecedente a nivel nacional

Sotelo Javier (2018) “Análisis de inestabilidad de taludes de botaderos de estériles de gran altura para predecir su fallamiento, el presente estudio aborda el problema que enfrentan las grandes construcciones civiles como el de túneles carreteros y las minas cielo abierto que necesitan de botaderos de desmontes, estos botaderos a medida que crecen presentan problemas de inestabilidad por lo que es necesario realizar su análisis de estabilidad física para predecir su fallamiento. El objetivo fue realizar el análisis de inestabilidad de taludes de botaderos de estériles de gran altura para predecir su fallamiento. La metodología de investigación seguida ha sido del tipo observacional, descriptivo correlacional. Los resultados obtenidos al realizar el análisis de inestabilidad por los métodos: Método de las Dovelas o método Sueco (Felenius), el Método de Bishop implicado y el Método de las Dovelas por Duncan nos predicen que al crecer el talud de un botadero en altura estos se hacen más inestables porque el factor de seguridad decrece. Se concluyó que al hacer el análisis de inestabilidad de taludes de botaderos de estériles de gran altura nos permite predecir su fallamiento y establecer los criterios de alarma para su cierre temporal”.

Paucar, Gabriel (2015) "Diseño y estabilidad de botaderos de desmonte para la remediación de pasivos ambientales de la mina Recuperada-Huancavelica, el presente trabajo de investigación tiene como objetivo. El diseño y análisis de estabilidad del botadero de desmonte ubicada en la zona Blenda Rubia con altitud promedio de 4390 msnm, cuyo propósito es la remediación de pasivos ambientales de la Unidad de Producción Recuperada. La conformación del botadero de desmonte es mediante el método de banquetas, que consiste en el apilamiento y compactación de capas de material pasivo ambiental, configurando una topografía compatible con el entamo, que tendrá una altura máxima de 10 metros, un talud de vertido de 26.56° , que asegura la estabilidad física para fines de cierre. El proyecto considera un canal de coronación de mampostería de piedra. Las pruebas geoquímicas realizadas arrojan resultados muy probables respecto a la posibilidad de generar aguas ácidas; por lo que se ha diseñado un dique perimetral de pie de talud y una franja de almacenamiento de escorrentías superficiales, impermeabilizada con geomembrana, que evitará la salida de agua fuera del depósito. La evaluación de estabilidad de taludes, basado en el método Bishop, del botadero de desmonte, con las características geométricas planteadas, garantizan una solución integral al problema de estabilidad física. Cuyo resultados en función del Factor de Seguridad son mayor al mínimo recomendable; en condiciones estáticas ($FS=1.893>1.5$) y condiciones Pseudoestático ($FS=1.183>1.0$). El factor de seguridad. calculado mediante una evaluación probabilística de la estabilidad física de los taludes de los botaderos, usando el método Monte Carlo, mediante la variabilidad de los parámetros de resistencia al corte (c y ϕ), obteniéndose un riesgo de inestabilidad (Probabilidad de fracaso) de 2.89×10^{-11} %. Las principales conclusiones son: El diseño del botadero de desmonte propone una

estabilidad física, geoquímica e hidrológica concordante con la normativa vigente en la Remediación de Pasivos Ambientales, con características de ecosistema compatible con un ambiente saludable y adecuado para el desarrollo de la vida y la preservación paisajista.

2.1.3. Antecedentes a nivel local

Zavaleta, José (2021) “Los controles geotécnicos en el monitoreo de la estabilidad en la ampliación del botadero Yanacancha, Compañía Minera Antamina, el estudio menciona: Los Botaderos de Estériles o Vertederos de Residuos en Minería, que tiene como siglas en inglés Waste Dump, viene a ser un área física destinada para el acopio de desmonte o material estéril, cuya disposición varía de acuerdo a fisiografía del entorno. La cantidad de descargas que llegan a cada plataforma (Botadero) es variable, debido a la operatividad de las Palas situadas en las diferentes Fases de la Mina (Compañía Minera Antamina S.A.), que van obteniendo un diferente tipo de material, el cual es destinado a un determinado botadero de acuerdo a la composición y tamaño del mismo. Es por eso que es importante hoy en día tener un manejo adecuado y control de estas zonas de recepción, puesto que se pueden presentar algunas implicancias conforme van creciendo y aumentando su volumen, y que esto pueda afectar la estabilidad de la estructura. A causa de ello tenemos que tener preparados una serie de herramientas importantes a las que denominaremos Controles Geotécnicos. Estos controles podrán pronosticar cualquier evento de inestabilidad, pudiéndose así prevenir y evitar situaciones catastróficas de gran tamaño, que en algunos casos han sido fatales, por la constante operatividad de maquinaria que se tiene ahí. Entonces dichos Controles Geotécnicos se determinarán con la ayuda de instrumentación geotécnica y su posterior análisis de datos

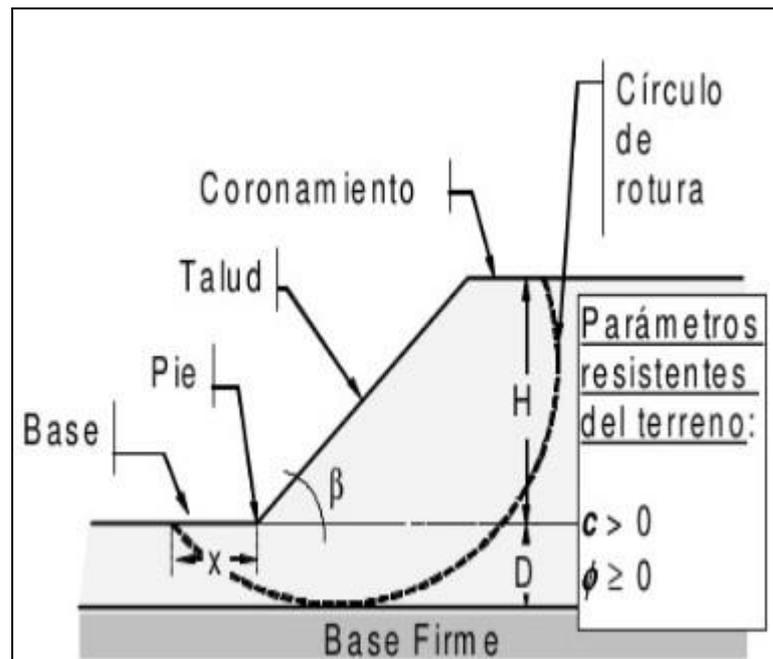
cuantitativos, que proporcionarán información necesaria para conformar zonas estables de recepción de Material de Desmonte”.

2.2 Bases teóricas - científicas

2.2.1 ¿Qué es un talud?

“Corresponde a una superficie o plano inclinado, se puede encontrar de manera natural o como una formación antrópica. También se define talud como la acumulación de materiales rocosos y suelos acumulados a los pies de una pendiente. Suelen ser estructuras compuestas del mismo material presente en el suelo, roca, concreto armado u otro que pueda contener la presión ocasionada por el suelo” (Geotechnical, 2020)

Figura N° 1: Partes de un talud



2.2.2 SLIDE la mejor aplicación de estabilidad de taludes

“Slide es un software de análisis de Estabilidad de Taludes en 2D que utiliza métodos de equilibrio límite para el cálculo de la estabilidad. Su ámbito de aplicación en minería y obra civil es muy variado, permitiendo evaluar un gran número de problemáticas geotécnicas, tales como estabilidad de terraplenes, presas, taludes en excavaciones mineras o en edificaciones, efectos de cargas externas, sísmicas, eficiencia de elementos de refuerzo, etc. Incluye análisis de agua subterránea por elementos finitos en estado estacionario, e integra capacidades de análisis de sensibilidad, probabilísticos y análisis retrospectivos. Es un software potente y flexible desarrollado por Rocscience, empresa puntera a nivel mundial en modelización geotécnica. El programa Slide ha ido creciendo de manera continua al mismo ritmo que se expandía la capacidad de análisis geotécnico por ordenador en los últimos años. Este continuo esfuerzo en investigación y actualización, y la solvencia que proporciona su trayectoria, lo convierten en un software de referencia. Prueba de ello es el hecho de ser uno de los programas más reconocidos y utilizados que existen en el mercado. Hoy en día existe una creciente variedad de software de modelización geotécnica a nivel general, y también en relación a la estabilidad de taludes. Sin embargo, no todos los programas cuentan con la capacidad de cálculo y fiabilidad de Slide. Este programa destaca, además, entre otros programas del mercado, por una interfaz clara y sencilla y por un manejo muy intuitivo de las diversas capacidades que ofrecen los menús de análisis. Con un coste de licencia muy competitivo en relación a otros competidores en el mercado de su misma capacidad, y su amplia cobertura técnica de análisis, Slide se convierte en un software líder en el campo de la modelización geotécnica” (Tierra y tecnología, 2016)”.

2.2.3 Criterios para Evaluación de Estabilidad Física de Botaderos

“En los análisis de estabilidad de taludes se considera un valor mínimo de Factor de Seguridad FS de 1.5 en la condición estática, sin sismo. Para la condición pseudo-estática se considera un coeficiente sísmico equivalente a $\frac{1}{2}$ de la aceleración sísmica de diseño. El período de exposición sísmica es de 500 años. El valor del Factor de Seguridad mínimo para la condición Pseudoestático es de FS=1.0.” (CESEL Ingenieros, 2006).

“El factor de seguridad mínimo del talud deberá ser 1.5 para solicitaciones estáticas y 1.25 para solicitaciones sísmicas” (Norma CE.020 Suelos y Taludes, 2018).

“Los criterios de estabilidad mencionados, aseguran un adecuado comportamiento de los taludes desde el punto de vista de la resistencia de los suelos y materiales involucrados, así como el nivel de deformación de los taludes ante un evento sísmico, condiciones recomendables para el extenso período de exposición sísmica. Deformaciones no controladas pueden poner en riesgo los elementos de cobertura, encapsulamiento o revegetación. Los análisis de estabilidad asumen superficies de falla tipo circular, planar o fallas del tipo bloque. Se utiliza los métodos de equilibrio límite de Bishop Simplificado y de Janbu” (CESEL Ingenieros, 2006).

Estabilización física de botaderos de desmontes

Los botaderos de desmontes que serán estabilizados físicamente en su ubicación inicial, se harán por las siguientes causas:

- No estar ubicados en zonas de cauce de quebradas.
- Tener volúmenes muy considerables.
- Estar ubicados en zonas estables

2.2.4 Análisis de estabilidad

Para el análisis de la estabilidad de taludes se realiza el ensayo de corte directo, se determinaron dos parámetros: la cohesión C y el ángulo de fricción interna ϕ .

“El análisis de estabilidad se ha realizado considerando el tipo de material, para el caso de depósitos del material, la sección más crítica, de los depósitos de desmonte, utilizando los criterios ingenieriles, hipótesis y un modelo matemático. lo que ha posibilitado estudiar detalladamente una gran variedad de configuraciones de falla. Este modelo analiza la estabilidad de taludes tomando en cuenta las propiedades del suelo (cohesión y fricción), las características geométricas del talud, las variables desencadenantes interactuando con las condiciones reales del diseño” (CESEL Ingenieros, 2006).

“Para el cálculo de los factores de seguridad al corte se ha empleado el método simplificado de de Bishop simplificado (1955) y de Janbu (1957); basado en la determinación, mediante el análisis de equilibrio límite, de la relación entre la resistencia disponible del suelo al corte y el esfuerzo cortante requerido para mantener el equilibrio límite a lo largo de superficies que definan un mecanismo potencial de falla (círculos de falla). Utilizando los criterios, hipótesis y modelo matemático antes indicados, los cálculos relativos al análisis de estabilidad de taludes se realizan empleando un programa de cómputo geotécnico de reconocida confiabilidad (programas STABL 4, 4M, 5, 5M, 6 y 6H) lo que posibilita estudiar, detalladamente una gran variedad de configuraciones alternativas para obtener una sección óptima aceptable tanto desde el punto de vista de la seguridad como de economía de la obra” (CESEL Ingenieros, 2006).

“El programa analiza la estabilidad de taludes tomando en cuenta las propiedades del suelo (cohesión y ángulo de fricción), las características

geométricas del talud y las variables desencadenantes de deslizamiento (nivel de agua). Los parámetros correspondientes a las propiedades de los materiales que componen la el talud, requeridos para el análisis de estabilidad” (CESEL Ingenieros, 2006), son los siguientes:

- Peso unitario húmedo (γ_h)
- Peso unitario saturado (γ_{sac})
- Cohesión
- Ángulo de resistencia al corte

“Los valores de estos parámetros se han seleccionado teniendo en consideración los resultados de los diversos ensayos de campo y de laboratorio, la evaluación de las condiciones geológicas y geotécnicas de la cimentación” (CESEL Ingenieros, 2006).

En base a ello debemos estimar la resistencia al corte del suelo, en otras palabras, su capacidad última del suelo, debemos estimar las tensiones que origina las cargas y con ello podemos determinar el factor de seguridad.

Para ello en 1776 Coulomb propuso la resistencia máxima de corte con las tensiones normales en suelos cohesivos que se le conoce como ley de Coulomb o criterio de Mohr-Coulomb:

$$\tau = c + \sigma_n \cdot \operatorname{tg}\phi$$

Siendo:

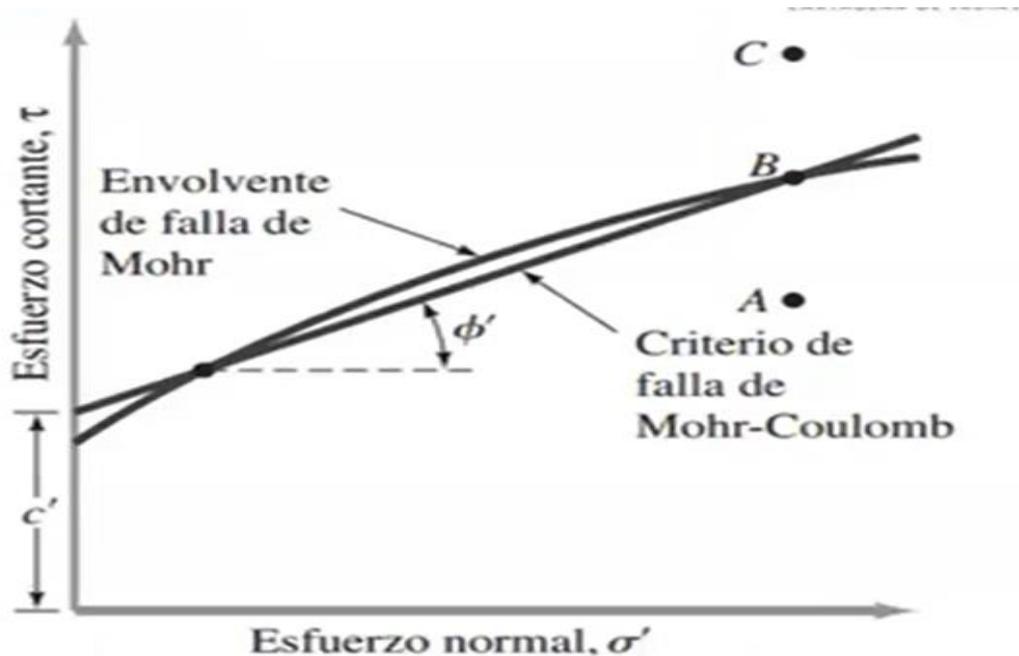
- τ : **tensión tangencial máxima o de corte máximo (rotura).**

- c : **cohesión.**

- σ_n : **tensión normal correspondiente al plano de rotura.**

- ϕ : **ángulo de rozamiento interno del terreno.**

Figura N° 2: Figura de la tensión tangencial



2.2.5 Metodología de análisis

Para el análisis de estabilidad de taludes se emplea por lo general el método simplificado de Bishop, debido a que, en general, los valores de los factores de seguridad obtenidos mediante dicho método para superficies de falla circulares difieren en un 5% a 10% por defecto (es decir, dando un margen conservador de seguridad) de los valores obtenidos empleando métodos rigurosos de análisis (tales como el de Spencer o el de Morgenstern – Price). Por tanto, para fines prácticos, el método simplificado de Bishop es satisfactorio. El cálculo utiliza el método de las dovelas. Este método asume que no hay fuerzas de corte entre dovelas adyacentes y que la geometría de cada una queda definida por su altura, h , medida a lo largo de su línea central, su ancho, Δx , y por las inclinaciones de su base y de su parte superior, α y β respectivamente. El método satisface el equilibrio de fuerzas verticales para

cada dovela (CESEL Ingenieros, 2006). Por lo tanto, de acuerdo con el diagrama de cuerpo libre se tiene:

$$\begin{aligned} \sum F_v &= (\Delta N' + \Delta U_a) \cos \alpha + \Delta S \operatorname{sen} \alpha - \Delta W (1 - k_v) \\ &- \Delta U_\beta \cos \beta - \Delta Q \cos \delta = 0 \end{aligned} \quad (1)$$

Asimismo, este método satisface el equilibrio de momentos de toda la porción del talud susceptible de falla, tomados con respecto al centro de la superficie circular de falla analizada; por lo tanto:

$$\begin{aligned} \sum M_o &= \sum_{i=1}^n [\Delta W (1 - k_v) + \Delta U_\beta \cos \beta + \Delta Q \cos \delta] (R \operatorname{sen} \alpha) \\ &- \sum_{i=1}^n [\Delta U_\beta \operatorname{sen} \beta + \Delta Q \operatorname{sen} \delta] (R \cos \alpha - h) \\ &- \sum_{i=1}^n [\Delta S] (R) + \sum_{i=1}^n [k_h \Delta W] (R \cos \alpha - h_{aq}) = 0 \end{aligned} \quad (2)$$

“En la anterior expresión (2), R es el radio de la superficie circular de falla, h es la altura promedio de cada dovela y heq es la altura vertical entre el centro de la base y el centroide de cada dovela. Por otro lado, considerando que el factor de seguridad es el mismo para todas las dovelas, la resistencia al corte Mohr – Coulomb movilizada (ΔS)” (CESEL Ingenieros, 2006). a lo largo de la base de cada dovela está dada por:

$$\Delta S = \frac{\Delta C + \Delta N' \operatorname{tg} \phi}{F} \quad (3)$$

En base a las relaciones anteriores, finalmente se deduce la fórmula que permite hallar el factor de seguridad al deslizamiento, que es la siguiente:

$$F = \frac{\sum_{i=1}^n [\Delta C + \Delta N' \operatorname{tg} \phi]}{\sum_{i=1}^n A_1 - \sum_{i=1}^n A_2 + \sum_{i=1}^n A_3} \quad (4)$$

en donde:

$$\begin{aligned} A_1 &= [\Delta W (1 - k_v) + \Delta U_\beta \cos \beta + \Delta Q \cos \delta] (\operatorname{sen} \alpha) \\ A_2 &= [\Delta U_\beta \operatorname{sen} \beta + \Delta Q \operatorname{sen} \delta] (\cos \alpha - h/R) \end{aligned} \quad (4a)$$

$$A_3 = [k_h \Delta W] (\cos \alpha - \frac{h_{eq}}{R})$$

y la fuerza normal ($\Delta N'$) es:

$$\Delta N' = \frac{1}{m_\alpha} [\Delta W (1 - k_v) - \frac{\Delta C \operatorname{sen} \alpha}{F} - \Delta U_\alpha \cos \alpha + \Delta U_\beta \cos \alpha + \Delta U_\beta \cos \beta + \Delta Q \cos \delta] \quad (4b)$$

donde:

$$m_\alpha = \cos \alpha \left[1 + \frac{\operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \phi}{F} \right] \quad (4c)$$

“Las ecuaciones (4), (4a), (4b) y (4c) son las expresiones programadas en el programa STABL para calcular el factor de seguridad al deslizamiento de superficies de falla circulares según el método simplificado de Bishop. El estudio Probabilístico, determina, para un período de retorno de 475 años la aceleración de diseño de 0.34 g, considerando como vida útil de 50 años y un nivel de excedencia del 10%. En base a la comparación de resultados de los estudio Determinístico y Probabilístico” (CESEL Ingenieros, 2006) en el emplazamiento del proyecto se recomienda los siguientes valores.

- Aceleración máxima = 0.34 g
- Aceleración efectiva = 0.25 g

Para el análisis pseudo-estático se considera que la masa involucrada en la falla está sometida a una aceleración horizontal igual a un coeficiente sísmico multiplicado por la aceleración de la gravedad, de modo de tomar en cuenta el efecto de las fuerzas inerciales producidas por el terremoto de diseño. El coeficiente sísmico horizontal utilizado fue de 0.17 g. Los criterios de diseño establecidos para el presente análisis fueron los siguientes:

- Mínimo factor de seguridad estático a largo plazo igual a 1.2; y
- Mínimo factor de seguridad pseudo-estático a largo plazo igual a 1.0 ó,
- Desplazamientos inducidos por sismo que no comprometan la seguridad del apilamiento ó la integridad del sistema de revestimiento.

Se debe indicar que un factor de seguridad pseudo-estático mayor que 1.0 no significa que el apilamiento de mineral no se moverá durante un terremoto. Lo que probablemente ocurrirá es que los desplazamientos serán mínimos y no se producirán daños permanentes en el sistema de revestimiento, asociados al terremoto de diseño.

2.2.6 Botadero Rumiallana

“La zona donde se ubica el Proyecto está localizada en el valle Rumiallana, el cual presenta laderas con pendientes moderadas, presentando un drenaje dendrítico, teniendo como dren principal la quebrada Rumiallana, la cual es un afluente del río Tingo y éste un tributario del río Huallaga. El área del Proyecto está aproximadamente a 1.50 kilómetro de distancia horizontal aguas abajo del depósito de desmonte existente. el mismo que sirve de depósito de desmonte y que no poseen potencial de generación de acidez (sin ADR), de acuerdo a los resultados del ensayo químico que determina el potencial de aguas acidas (ABA) con resultados de: $NP/AP = 23.6 > 3$ ” (Volcan Compañía Minera S.A.A., 2000).

2.3 Definición de los términos

2.3.1 Deslizamientos

“Son movimientos en masa que se producen al superarse la resistencia al corte del material y tienen lugar a lo largo de una o varias superficies de falla ó a través de una franja relativamente estrecha del material. Generalmente las superficies de deslizamiento son visibles o pueden deducirse razonablemente” (FOPAE, 2006).

2.3.2 Deslizamientos Rotacionales

“Son movimientos de una masa de suelo o roca que se desliza a lo largo de una superficie de falla de forma aproximadamente circular” (FOPAE, 2006).

2.3.3 Deslizamientos Traslacionales

“Son movimientos de una masa de suelo o roca que se desliza a lo largo de una superficie de falla más o menos plana o suavemente ondulada, eventualmente con pequeños movimientos de rotación” (FOPAE, 2006).

2.3.4 Estabilidad

Propiedad de un cuerpo de mantenerse en equilibrio estable o de volver a dicho estado tras sufrir una perturbación.

2.3.5 Geomorfología

“La geomorfología es la ciencia que estudia las formas del relieve terrestre en términos de su origen, dimensiones y dinámica” (FOPAE, 2006).

2.3.6 Peso Específico

El peso específico de un suelo, es su peso por unidad de volumen. Se suele usar el término para caracterizar la parte sólida (partículas) de un suelo. Las unidades de peso específico son: [F/L³].

2.3.7 Peso Unitario

El peso unitario es definido cómo el peso de un cuerpo por unidad de volumen. El peso unitario del suelo varía de acuerdo al contenido de agua del suelo, definidos como: peso unitario húmedo (no saturado), peso unitario saturado y peso unitario seco. Las unidades de peso unitario son: [F/L³].

2.3.8 Riesgo

“Es el grado de pérdidas esperadas debido a la ocurrencia de un evento particular. Matemáticamente se suele expresa como $\text{Riesgo} = \text{Amenaza} \times \text{Vulnerabilidad}$ ” (FOPAE, 2006).

2.3.9 Suelo cohesivo

“El suelo cohesivo contiene pequeñas partículas y suficiente arcilla para que el suelo se adhiera a sí mismo. Cuando el suelo es más cohesivo, es porque tiene mayor cantidad de arcilla, y presenta menos probabilidades de que se produzca un derrumbe” (CIPSA, 2019)

2.3.10 Superficie de Falla

“En una masa de material dado, corresponde al plano más débil a lo largo del cual se rompe el material debido a que las fuerzas que actúan sobre el son superiores a la resistencia interna del material a lo largo de ese plano. En un deslizamiento, corresponde a la superficie sobre la que se desplaza el material movilizado y que forma (o ha formado) el borde inferior del movimiento” (FOPAE, 2006).

2.3.11 Resistencia al Corte

“La resistencia al corte de una masa de suelo está definida como la resistencia interna por área unitaria que la masa de suelo ofrece para resistir la falla por los esfuerzos y el deslizamiento a lo largo de cualquier plano dentro de éste” (Pineda Jaimes, 2014).

2.3.12 Pozos o calicatas

“Es una excavación de un terreno que permite observar directamente las capas que lo conforman y del cual se podrá sacar diferentes muestras para realizar diferentes ensayos en el laboratorio” (Norma Técnica E.050 Suelos y Cimentaciones, 2018).

2.3.13 Vulnerabilidad

“Es el grado de pérdida de un elemento o grupo de elementos bajo riesgo como resultado de la ocurrencia de un evento de una magnitud dada” (FOPAE, 2006).

2.3.14 Georeferenciación

“Operación de obtener y asignar coordenadas geográficas a una información (normalmente una capa) que carece de ella. Suele aplicarse para situar imágenes de la Tierra o eventos asociados a direcciones postales” (Moreno Jiménez, 2008).

2.4 Formulación de hipótesis

2.4.1 Hipótesis General

La estabilidad física del botadero Rumiallana con la aplicación del programa Slide ubicado en el distrito de Yanacancha de la provincia de Pasco cumple con el factor de seguridad normado en el Perú.

2.4.2 Hipótesis Específicos

- El volumen de desmonte y residuos sólidos acumulados en el botadero Rumiallana con la aplicación del programa Slide ubicado en el distrito de Yanacancha de la provincia de Pasco supera los 21'000,000 metros cúbicos.
- El factor de seguridad estático con la aplicación del programa Slide ubicado en el distrito de Yanacancha de la provincia de Pasco se encuentra por encima de 1.5.
- No se tiene un plan de gestión de emergencia en caso de deslizamiento del botadero Rumiallana por parte de la empresa minera Cerro SAC.

2.5 Identificación de las variables

2.5.1 Variable independiente

- Estabilidad física del botadero Rumiallana

2.5.2 Variable dependiente

- Aplicación del programa Slide

2.5.3 Variable interviniente

- Cohesión
- Peso unitario
- Resistencia al Corte

2.6 Definición operacional de variables e indicadores

La operacional de variables e indicadores son las siguientes:

Tabla N° 1: Operacionabilidad de Variables e Indicadores

PROBLEMAS	OBJETIVOS	VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
<p>Problema General</p> <p>¿Cuál es la estabilidad física del botadero Rumiallana con la aplicación del programa Slide ubicado en el distrito de Yanacancha de la provincia de Pasco-2022?</p> <p>Problemas Específicos</p> <p>1. ¿Cuál es el volumen de desmonte y residuos sólidos acumulados en el botadero Rumiallana con la aplicación del programa Slide ubicado en el distrito de Yanacancha de la provincia de Pasco-2022?</p> <p>2. ¿Cuál es el factor de seguridad con la aplicación del programa Slide ubicado en el distrito de Yanacancha de la provincia de Pasco-2022?</p> <p>3. ¿Se tiene algún plan de gestión de emergencia en caso de deslizamiento del botadero Rumiallana por parte de la</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Determinar es la estabilidad física del botadero Rumiallana con la aplicación del programa Slide ubicado en el distrito de Yanacancha de la provincia de Pasco-2022.</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>1. Evaluar el volumen de desmonte y residuos sólidos acumulados en el botadero Rumiallana con la aplicación del programa Slide ubicado en el distrito de Yanacancha de la provincia de Pasco-2022.</p> <p>2. Determinar el factor de seguridad con la aplicación del programa Slide ubicado en el distrito de Yanacancha de la provincia de Pasco-2022.</p> <p>3. Diagnosticar si se tiene algún plan de gestión de emergencia en caso de</p>	<p>Variable Independiente</p> <ul style="list-style-type: none"> Estabilidad física del botadero Rumiallana <p>Variable</p>	<p>Estabilidad</p> <p>“Propiedad de un cuerpo de mantenerse en equilibrio estable o de volver a dicho estado tras sufrir una perturbación”</p> <p><i>(Tierra y tecnología, 2016).</i></p>	<p>Dimensiones Independiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> Identificar el factor de seguridad estática y pseudo-estático. <p>Dimensiones</p>	<ul style="list-style-type: none"> Cohesión Peso unitario Resistencia al Corte

<p>empresa minera Cerro SAC?</p>	<p>deslizamiento del botadero Rumiallana por parte de la empresa minera Cerro SAC.</p>	<p>Dependiente</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplicación del programa Slide 	<p>Slide</p> <p>“Slide es un software de análisis de Estabilidad de Taludes en 2D que utiliza métodos de equilibrio límite para el cálculo de la estabilidad. Su ámbito de aplicación en minería y obra civil es muy variado, permitiendo evaluar un gran número de problemáticas geotécnicas, tales como estabilidad de terraplenes, presas, taludes en excavaciones mineras o en edificaciones, efectos de cargas externas, sísmicas, eficiencia de elementos de refuerzo, etc. Incluye análisis de agua subterránea por elementos finitos en estado estacionario, e integra capacidades de análisis de sensibilidad, probabilísticos y análisis retrospectivos. Es un software potente y flexible desarrollado por Rocscience, empresa puntera a nivel mundial en modelización geotécnica.</p>	<p>Dependiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Evaluación la estabilidad utilizando las herramientas del programa Slide. 	
----------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

CAPÍTULO III

MÉTODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación de acuerdo a su aplicabilidad es del tipo de Técnico Aplicativo. Ya que, con la investigación, se busca conocer, para hacer, para actuar y prevenir la estabilidad del botadero Rumiallana.

3.2 Nivel de la investigación

El nivel de investigación es descriptivo analítico, ya que describió y analizó la estabilidad física del botadero Rumiallana con la aplicación del programa Slide ubicado en el distrito de Yanacancha de la provincia de Pasco-2022.

3.3 Métodos de investigación

El procedimiento de investigación se ejecutará mediante el siguiente medio:

3.3.1 Identificación el Área de Estudio

- Investigación geotécnica del campo, que consistió en el reconocimiento del terreno, ubicación de los puntos de muestreo, toma de muestras de masa rocosa y embalaje de las mismas.

- Análisis de laboratorio, de las muestras recogidas de las 03 estaciones geomecánicas.

3.3.2 Aplicación del programa Slide

- Trabajo de gabinete para la interpretación de resultados de análisis de laboratorio a fin de estimar los parámetros de resistencia de la roca y evaluar el potencial de deslizamiento de taludes.
- Trabajo de gabinete para el análisis de la estabilidad, bajo dos condiciones: estática y pseudoestática.

3.4 Diseño de la investigación

El estudio contemplará el diseño cuantitativa no experimental y transversal lo que permite la toma de muestras y su análisis por un método ya existente y probado y realizado en una sola oportunidad.

3.5 Población y muestra

3.5.1 Población y Muestra

Población

La población es el área total del botadero Rumiallana que es de 380 600 m².

Muestra

Los puntos de muestreo será de manera aleatorio mediante 3 puntos de monitoreo.

3.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1 Técnicas

Monitoreo de suelo en 3 puntos de toma de muestra en el Botadero Rumiallana.

3.6.2 Instrumentos

- Fichas formatos de recolección de datos
- GPS
- Resultados de Laboratorio

3.7 Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

3.7.1 Procedimiento de Selección.- Para la selección de los puntos de monitoreo será en las 3 muestras del botadero Rumiallana.

3.7.2 Procedimiento de validación.- Para la presente investigación será validada por el asesor de tesis.

3.7.3 Procedimiento de confiabilidad de los instrumentos de investigación.- La confiabilidad de la investigación será verificada por la unidad de investigación de la UNDAC.

3.8 Técnicas de procesamientos y análisis de datos

- Ordenamiento
- Codificación de datos.
- Tabulación.
- Análisis e interpretación.

3.9 Tratamiento estadístico

No se usó hoja estadísticas.

3.10 Orientación ética filosófica y epistémica

Doy fe que la presente investigación fue elaborada por mi persona en base a las pautas de la Facultad de Ingeniería de la UNDAC.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Descripción del trabajo de campo.

4.1.1 Ubicación de la zona de estudio

La zona en estudio se encuentra ubicado en el botadero Rumiallana, este lugar se encuentra ubicado en el distrito de Yanacancha, provincia de Pasco, Región de Pasco, para ser más específicos se encuentra al costado de la vía Rumiallana – Tingo Palca a una de 4,337 msnm a 4,137 msnm.

4.1.2 Accesibilidad

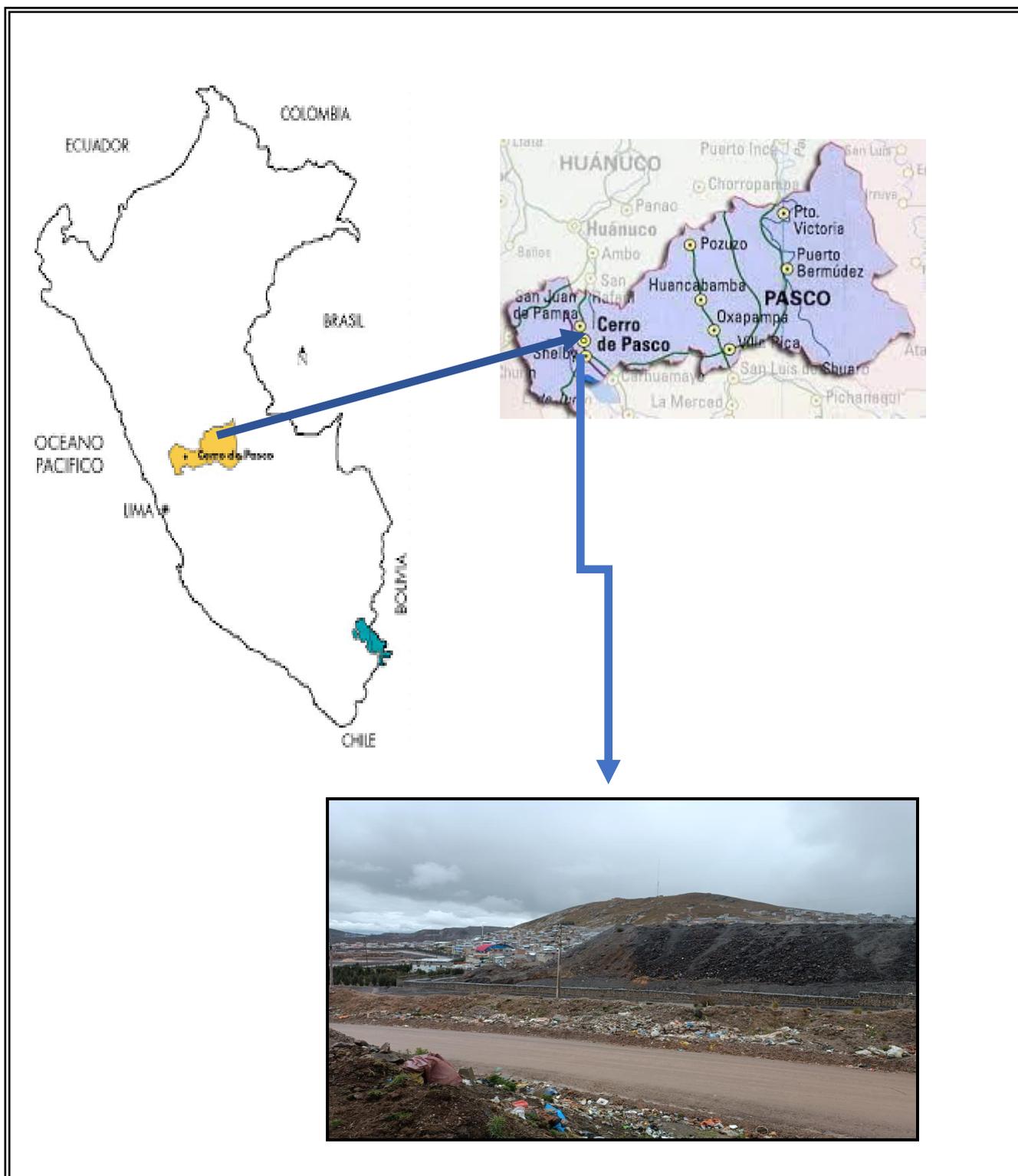
La accesibilidad es por vía terrestre partiendo de la ciudad de Lima hasta la ciudad de Cerro de Pasco, utilizando la vía Carretera Central que es una vía asfaltada en un recorrido de 291 Km, para posterior desde el centro de plaza Carrión de la ciudad de Cerro de Pasco por una vía asfaltad y afirmada en una distancia de 3.5 Km para más detalle del itinerario se puede evidenciar en la tabla N° 2.

Tabla N° 2: Itinerario desde la ciudad de Lima al Botadero Rumiallana

Desde	Llegada	Recorrido Km	Tipo de vía
Lima	Cerro de Pasco	291	Vía Asfaltada
Cerro de Pasco	Botadero Rumiallana	3.50	Vía Asfaltada y Afirmada
T O T A L		294.50	

Para más detalle de la ubicación de la zona de estudio adjuntamos el mapa N° 01 de la presente investigación:

Mapa N° 1: Ubicación del botadero de Rumiallana



Fuente: Elaboración propia

4.1.3 Estructura del botadero Rumiallana

El botadero de Rumiallana se encuentra ubicado en los distritos de Yanacancha y Simón Bolívar, el botadero Rumiallana se encuentra en la naciente del río Tingo, perteneciente a la vertiente del Huallaga.

El botadero de Rumiallana permite almacenar adecuadamente los residuos de desmonte producto de las operaciones mineras subterráneas y superficiales.

4.1.3.1 Características de diseño del botadero Rumiallana

“El botadero de Rumiallana presenta banquetas intermedias con ángulo de talud de 38°, el material de depósito y de base del depósito está comprendido por fragmentos rocosos de calizas con contenido de pirita y roca volcánica en menor proporción. No presenta efectos erosivos. Para la estabilidad física, el talud será perfilado hasta llegar al ángulo de inclinación diseñado, cada 8 m de altura existirá banquetas de 4 metros, en el pie del talud se colocará un canal de mampostería” *(EIA del Proyecto de Ampliación de la Planta Concentradora Paragsha de 8500 TMD a 9500 TMD y Planta Concentradora San Expedito de 450 TMD a 650 TMD, 2009).*

Por lo tanto, el botadero Rumiallana sus características de diseño del depósito de desmonte son

- Altura de Banco: 15 m
- Ancho de berma: 8 m
- Angulo de talud de banco: 38°

“El depósito de desmonte Rumiallana, cuenta con dos canales de coronación ubicados hacia los lados Oeste y Este de la desmontera. Estos canales derivan las aguas de escorrentía aguas abajo de la desmontera con descarga a la quebrada Rumiallana tributario del río Tingo” (*EIA del Proyecto de Ampliación de la Planta Concentradora Paragsha de 8500 TMD a 9500 TMD y Planta Concentradora San Expedito de 450 TMD a 650 TMD, 2009*).

“Precisamos que en la actualidad no cuenta con instrumentación para el monitoreo de estabilidad física por lo que en el presente estudio se propone llevar un sistema de monitoreo topográfico, que consistirá en lecturas de ángulos verticales, horizontales y distancias haciendo uso de una estación total que estará ubicadas en 2 BMS” (*EIA del Proyecto de Ampliación de la Planta Concentradora Paragsha de 8500 TMD a 9500 TMD y Planta Concentradora San Expedito de 450 TMD a 650 TMD, 2009*).

4.1.3.2 Características fisicoquímicas del desmonte

“Se presenta los resultados emitidos por el Laboratorio de la UNI, para el Estudio de impacto ambiental de los análisis realizados a las muestras de material de desmonte. De los resultados presentados en la tabla N° 03 se desprende que los desmontes correspondientes a la parte alta del depósito Rumiallana, son fragmentos de roca caliza con poca diseminación de pirita y venillas de calcita, en las arcillas ocurren carbonatos” (*EIA del Proyecto de Ampliación de la Planta Concentradora Paragsha de 8500 TMD a 9500 TMD y Planta Concentradora San Expedito de 450 TMD a 650 TMD, 2009*).

Tabla N° 3: Granulometría de la muestra de desmonte Rumiallana - Parte alta Rumiallana

Minerales / DRPA	Formula	% en Peso
Cuarzo	SiO ₂	17,45
Dolomita	CaMg(CO ₃) ₂	31,01
Calcita	CaCO ₃	20,93
Ortoclasa	K(AlSi ₃ O ₈)	0,85
Albita	Na(AlSi ₃ O ₈)	0,74
Anortita	Ca(Al ₂ Si ₂ O ₈)	0,92
Pirita	FeS ₂	1,08
Calcopirita	CuFeS ₂	0,00
Esfalerita	ZnS	1,62
Galena	PbS	0,44
Hematita	Fe ₂ O ₃	16,87
Montmorillonita	Ca _{0,2} (Al,Mg) ₂ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₂ ·4H ₂ O	0,51
Pirolusita	MnO ₂	4,475
Caolinita	Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄	2,42

Fuente: EIA del Proyecto de Ampliación de la Planta Concentradora Paragsha de 8500 TMD a 9500 TMD y Planta Concentradora San Expedito de 450 TMD a 650 TMD, 2009

“De los resultados presentados en la tabla N° 04 se desprende que los desmontes correspondientes a la parte media del depósito Rumiallana, son fragmentos de roca caliza con poca diseminación de sulfuros, además presenta capas de óxido de hierro y cuarzo” (*EIA del Proyecto de Ampliación de la Planta Concentradora Paragsha de 8500 TMD a 9500 TMD y Planta Concentradora San Expedito de 450 TMD a 650 TMD, 2009*).

Tabla N° 4: Granulometría de la muestra de desmonte Rumiallana - Parte media Rumiallana

Minerales / DRPM	Formula	% en Peso
Cuarzo	SiO ₂	19,10
Dolomita	CaMg(CO ₃) ₂	33,24
Calcita	CaCO ₃	24,72
Ortoclasa	K(AlSi ₃ O ₈)	0,74
Albita	Na(AlSi ₃ O ₈)	0,20
Anortita	Ca(Al ₂ Si ₂ O ₈)	0,36
Pirita	FeS ₂	0,33
Calcopirita	CuFeS ₂	0,03
Esfalerita	ZnS	1,91
Galena	PbS	1,02
Hematita	Fe ₂ O ₃	9,93
Montmorillonita	Ca _{0,2} (Al,Mg) ₂ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₂ .4H ₂ O	2,16
Pirolusita	MnO ₂	5,40

Fuente: EIA del Proyecto de Ampliación de la Planta Concentradora Paragsha de 8500 TMD a 9500 TMD y Planta Concentradora San Expedito de 450 TMD a 650 TMD, 2009

En la actualidad el área de la zona de desmonte calculado por nuestra investigación en campo es de: 429 810.00 m² o 42.981 hectáreas y el área de la zona de desmonte con presencia de residuos sólidos es de 39 260.00 m² o 3.926 hectáreas, haciendo un total de 469 070 m² o 46.907 hectáreas.

En base a ello se calculó el desmonte y restos de residuos sólidos es aproximado que se tiene en la desmontera de Rumiallana teniendo el área y 4 bancos de 15 metros de altura, se tendría un aproximado de 28,144,200 m³ de desmonte acumulado. Para mas detalle de la imagen adjuntamos las siguientes ilustraciones:

Ilustración N° 1: Vista del Área de desmonte



Fuente: Elaboración propia

Ilustración N° 2: Vista del Área de desmonte mas residuos sólidos



Fuente: Elaboración propia

4.1.4 Clima en la zona de estudio

“La ciudad de Cerro de Pasco posee un clima lluvioso y semifrío con presencia de lluvias en las tres estaciones (otoño, primavera y verano). La temperatura media anual máxima es 12,4°C (54,2°F) y la mínima -0,6°C (31°F)” (Prom Perú, 2003).

Asimismo, con la fuente de SENAMHI se pudo determinar los parámetros meteorológicos relevantes: temperatura (máxima y mínima), humedad relativa y precipitación, presentamos los valores climáticos tabulados en la tabla N° 3 y su variación en gráficos N° 01 y 02 y 03, donde en las tablas podemos ver el promedio de la temperatura máxima durante los dos últimos años es de 10.81 °C la temperatura mínima de los dos últimos años es de 0.42 °C, con respecto a la humedad relativa de los años del 2018 y 2019 años es de 80.16 % y finalmente la precipitación de los tres últimos años es de 4.36 mm/día.

Tabla N° 5: Resultados de los Parámetros de Temperatura, Humedad Relativa y Precipitación (2018 y 2019)

Estación : PASCO					
Departamento :	PASCO	Provincia :	PASCO	Distrito :	Chaupimarca
Latitud :	10°35'39"	Longitud :	75°23'3"		
Tipo :	CO - Meteorológica	Código :	110028	CONSOLIDADO 2018-2019	
AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)	
	MAX	MIN		TOTAL	
Ene-18	10.51	0.81	85.78	4.49	
Feb-18	11.48	2.04	84.73	3.50	
Mar-18	10.82	2.03	85.24	3.82	
Abr-18	10.42	0.78	83.79	2.76	
May-18	11.54	-0.20	83.15	1.13	
Jun-18	9.75	-0.83	79.00	0.52	
Jul-18	10.69	-2.15	76.70	0.54	

Ago-18	10.97	-1.31	78.27	0.63
Set-18	9.00	-0.43	61.39	3.10
Oct-18	8.02	1.30	62.03	6.30
Nov-18	9.18	1.45	61.28	3.74
Dic-18	8.44	0.68	62.14	7.18
Ene-19	12.2	2	84.2	10.38
Feb-19	10.78	2.38	85.78	11.45
Mar-19	11.08	2.33	85.33	10.60
Abr-19	11.96	1.51	84.46	5.10
May-19	12.09	0.20	84.91	2.36
Jun-19	12.23	-1.43	85.06	0.33
Jul-19	11.40	-1.87	85.85	0.70
Ago-19	11.69	-3.32	85.20	0.31
Set-19	11.21	-0.25	85.16	1.73
Oct-19	11.41	0.37	84.87	4.05
Nov-19	11.55	1.64	84.40	5.37
Dic-19	11.17	2.33	85.05	14.70
PROMEDIO	10.8163	0.4192	80.1571	4.3663

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

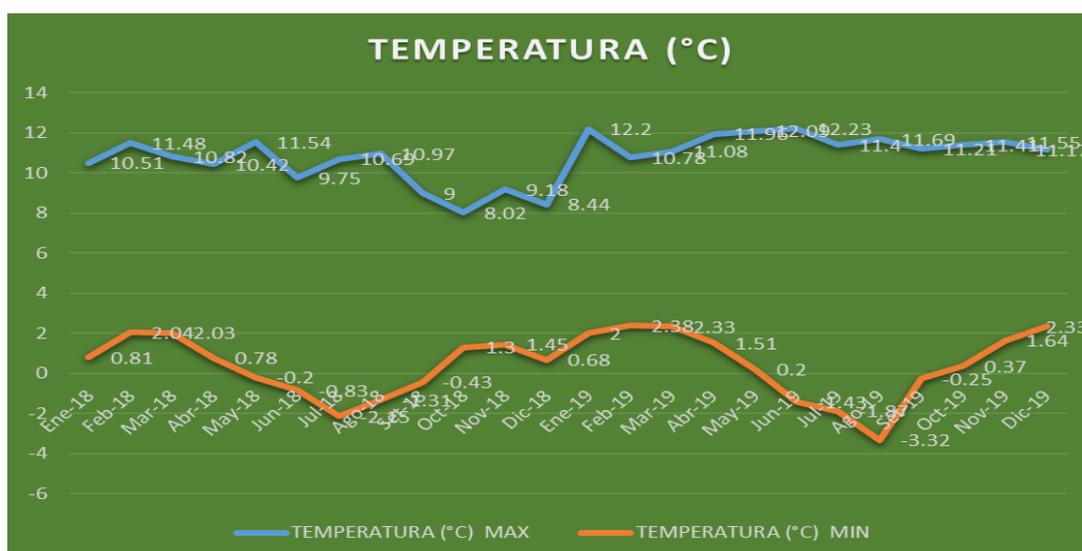
* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Legenda:

* S/D = Sin Datos.

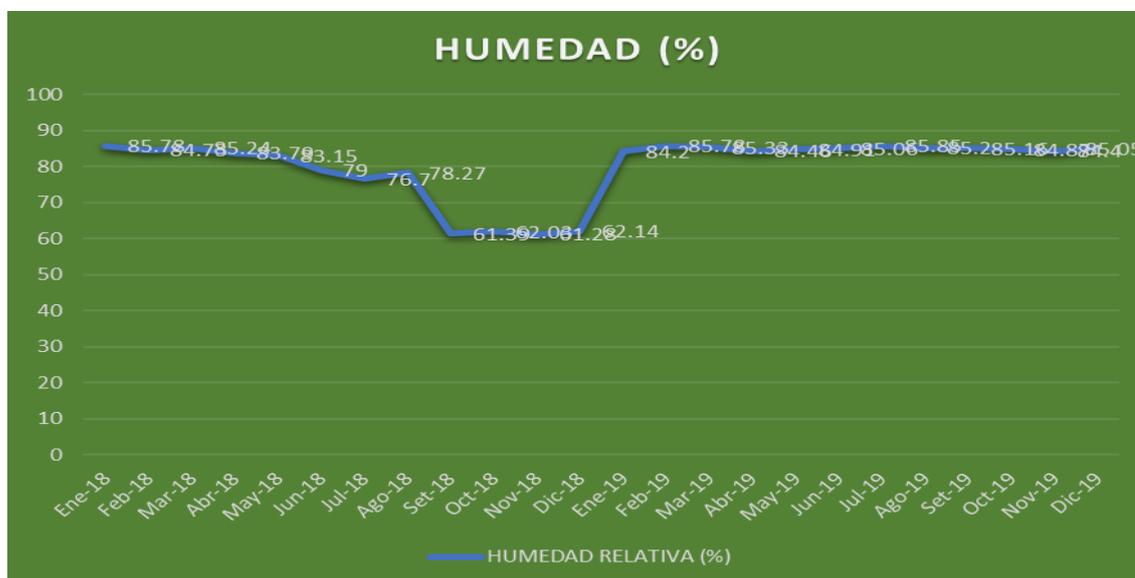
* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Gráfico N° 1: Representación gráfica del parámetro de temperatura máximo y mínimo (2018-2019)



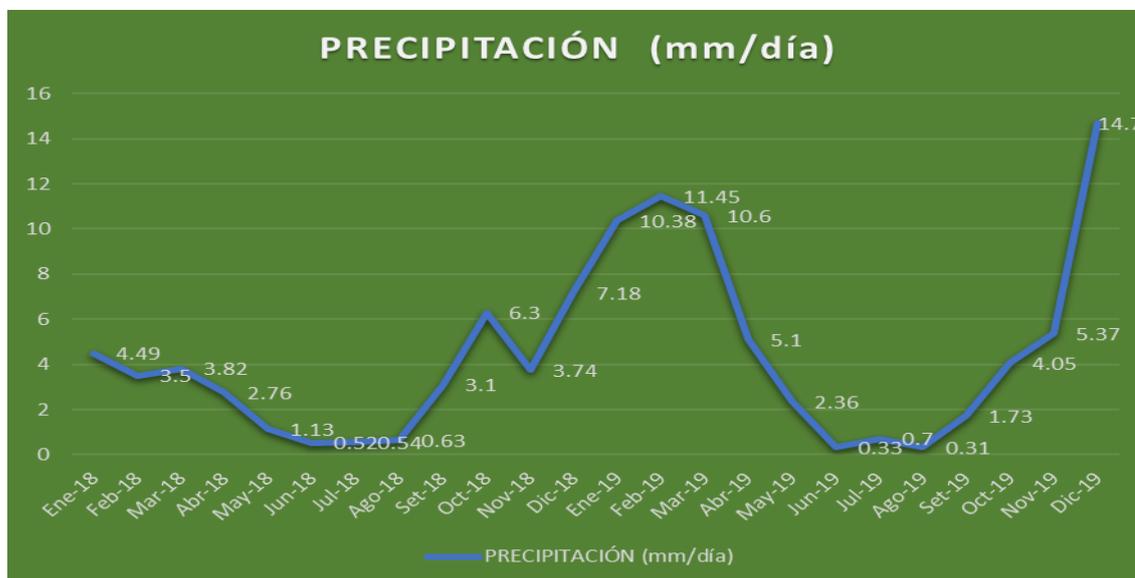
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 2: Representación gráfica del parámetros humedad (2018-2019)



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 3: Representación gráfica de la precipitación (2018-2019)



Fuente: Elaboración Propia

4.1.5 Condiciones geológicas de la zona de estudio

4.1.5.1.1 Geomorfología

“En la zona de estudio, como unidades geomorfológicas, se distingue el relieve cordillerano, el cual se caracteriza por presentar una superficie con intensa erosión, siendo la glaciación cuaternaria uno de los principales agentes que modelaron el relieve. Es muy posible que hayan existido depósitos morrenicos, los cuales han sido erosionados en el transcurrir del tiempo. Una de las geoformas más distinguibles es el valle Rumiallana, el cual presenta laderas con pendientes moderadas, presentando un drenaje dendrítico, teniendo como dren principal la quebrada Rumiallana, la cual es un afluente del río Tingo y éste un tributario del río Huallaga” (Área de proyectos, Volcan Cía. Minera, 2008).

4.1.5.1.2 Estratigrafía y Litología

“Se caracterizan por presentarse bastantes plegados, fallados y fracturados por efectos de la erosión, descansando sobre los esquistos del complejo del Marañón. Formación Chambaza Unidad del Grupo Pucará, está constituida por una secuencia de calizas masivas de color gris oscuro en superficie fresca y de color amarillo cremoso en superficie intemperizada; se distinguen nódulos de chert y lentes paralelos a la estratificación y se encuentran situadas encima del Grupo Excélsior” (Área de proyectos, Volcan Cía. Minera, 2008).

4.1.5.1.3 Geología Estructural

“La estratigrafía del área fue controlada por fallamiento al final de la Orogenia Paleozoica, la estructura principal en el área

es la falla Cerro de Pasco que presenta una dirección NS, es una falla normal donde el bloque Este ha subido y el bloque oeste ha bajado; así mismo, existen fallas transversales (secundarias) con rumbo N 60° O las cuales se encuentran seccionadas por rocas paleozoicas del Grupo Excelsior y las calizas del Pucará del Triásico – Jurásico” (Área de proyectos, Volcan Cía. Minera, 2008).

4.1.6 Trabajos en campo y laboratorio

Para la evaluación de la estabilidad física del botadero rumiallana con la aplicación del programa SLIDE necesitamos tener resultados de los siguientes parámetros: Densidad de suelo, Cohesión y Ángulo de resistencia al corte:

Las actividades de campo y laboratorio se realizaron cumplimiento de las normas técnicas peruanas como son los siguientes:

1. Método de ensayo estándar para la densidad mediante el método del cono de arena **NTP-339-143**
2. Ensayo de corte directo **NTP 339.171 (ASTM D3080)**
 - Para ello Densidad o Peso específico unitario (kN/m^3) lo determinamos con el cumpliendo con el método de ensayo estándar para la densidad y peso unitario del suelo in situ mediante el método del cono de arena **NTP-339-143**.
 - Para la cohesión (C) y Ángulo de resistencia al corte (ϕ) se realizó cumpliendo el ensayo de corte directo **NTP 339.171 (ASTM D3080)**.

4.1.6.1 Técnica de exploración – Cono de Arenas

Para la determinar la densidad o Peso específico unitario (kN/m^3) realizamos los siguientes trabajos tal como podemos observar en las siguientes imágenes:

Imagen N° 1: Trabajo de tomas de muestra mediante la técnica de cono de arenas de arenas



Imagen N° 2: Trabajo de tomas de muestra mediante la técnica de cono de arenas de arenas



Imagen N° 3: Trabajo de tomas de muestra mediante la técnica de cono de arenas



4.1.6.1.1 Técnica de exploración – Calicata

Para la determinar la Para la cohesión (C) y Ángulo de resistencia al corte (ϕ) realizamos tres calicatas tal como se puede observar en las imágenes N° 4, 5 y 6 donde en las imágenes se muestra lo siguiente:

- **Imagen N° 04:** Extracción de muestra en suelo natural al contorno de la desmontera Rumiallana.
- **Imagen N° 05:** Extracción de muestra en desmontera Rumiallana.
- **Imagen N° 06:** Extracción de muestra en desmontera Rumiallana con presencia de residuos sólidos.

Imagen N° 4: Trabajo de tomas de muestra mediante la técnica en calicatas (C-1)



Imagen N° 5: Trabajo de tomas de muestra mediante la técnica en calicatas (C-2)



Imagen N° 6: Trabajo de tomas de muestra mediante la técnica en calicatas (C-3)



4.1.6.2 Estación de monitoreo de extracción de muestras

Las estaciones de extracción y tomas de muestras estuvieron comprendidas en los puntos de monitoreo C-1, C-2 y C-3 geográficamente se encuentran ubicadas en los siguientes puntos:

Tabla N° 6: Ubicación del punto de extracción de muestras

Código	Descripción	Coordenadas en WGS-1984	
		ESTE	NORTE
C-1	Muestra en suelo natural al contorno de la desmontera Rumiallana	362004.00	8821319.00
C-2	Muestra en desmontera Rumiallana.	361980.00	8821283.00
C-3	Muestra en desmontera Rumiallana con presencia de residuos sólidos	361930.00	8821320.00

Fuente: Elaboración propia

Para más detalle adjuntamos el Mapa N° 02 donde se puede visualizar los lugares donde se ubican las zonas donde se sacaron las muestras:

Mapa N° 2: Ubicación de puntos de extracción de muestras



Fuente: Elaboración propia

4.1.6.3 Ensayos obtenidos en laboratorio

La finalidad de los ensayos de laboratorio, es conocer la densidad del material, cohesión y ángulo de resistencia al corte para ellos se realizó en el laboratorio "Laboratorio de Suelos y concreto CECIC" donde se realizó después de las pruebas de ensayo cumpliendo la norma NTP-339-143 para la densidad y para la cohesión (C) y ángulo de resistencia al corte (ϕ^l) se realizó cumpliendo el ensayo de corte directo NTP 339.171 (ASTM D3080), teniendo los siguientes resultados.

Tabla N° 7: Resultado de laboratorio

Estación de Monitoreo	Peso Unitario (KN/m ³)	ángulo de resistencia al corte (ϕ^l)	de cohesión (C) al
C-1: Muestra en suelo natural al contorno de la desmontera Rumiallana	17.35	33.59	0.3
C-2: Muestra en desmontera Rumiallana.	18.63	39.05	0.05
C-3: Muestra en desmontera Rumiallana con presencia de residuos sólidos	16.48	36.02	0.3

Fuente: Laboratorio de Suelos y concreto CECIC

Estos resultados obtenidos el detalle podemos observar del proceso análisis en las imágenes siguientes, asimismo en el Anexo N° 01 se tiene el certificado de análisis otorgado por el Laboratorio de Suelos y concreto CECIC (Instrumento de recolección de información análisis de laboratorio).

Imagen N° 7: Vista del proceso de análisis de muestras



Imagen N° 8: Vista del proceso de análisis de muestras



Imagen N° 9: Vista del proceso de análisis de granulometría



Imagen N° 10: Vista del proceso de análisis de granulometría



Imagen N° 11: Vista del proceso de análisis de muestras

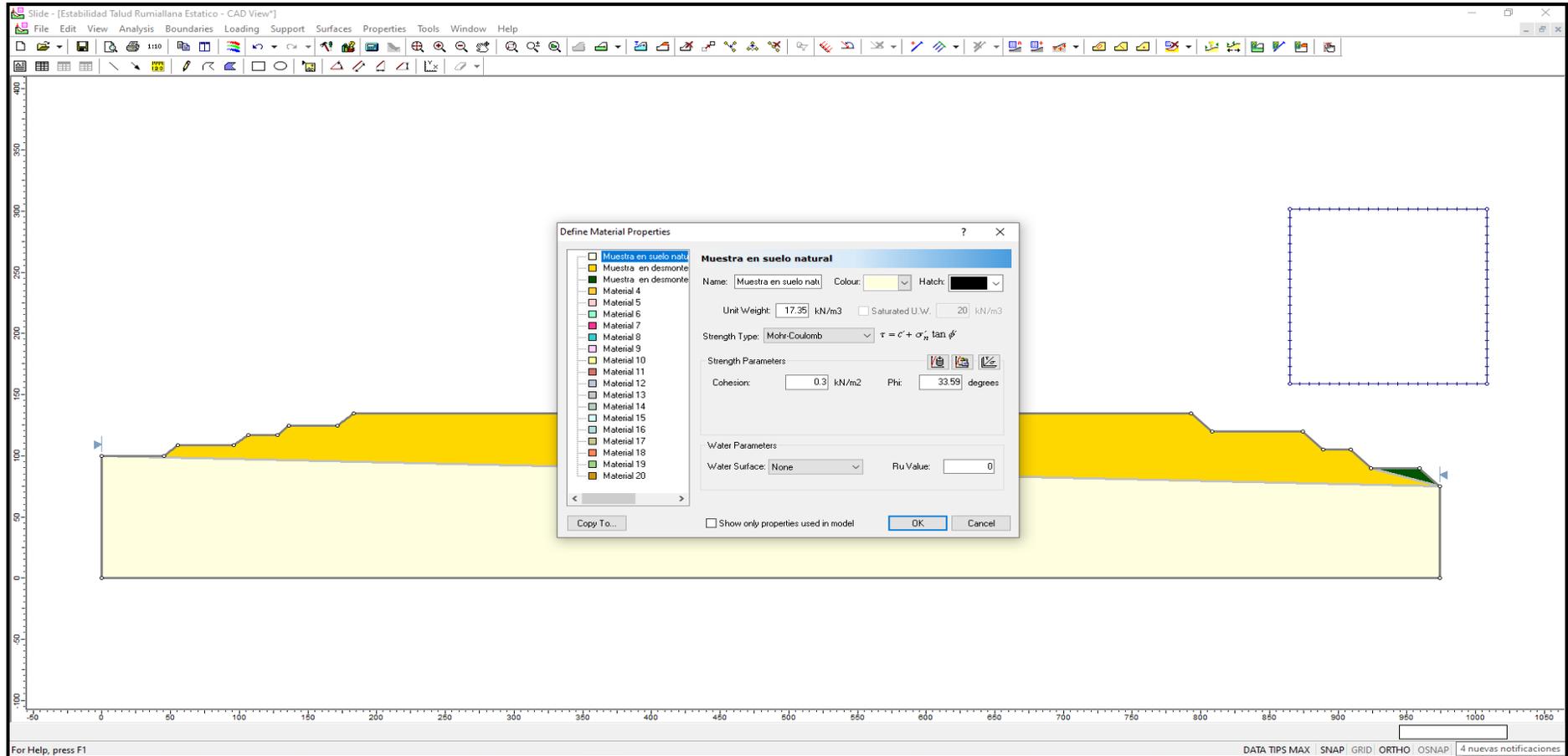


4.2 Presentación, análisis e interpretación de resultados.

4.2.1 Evaluación de la estabilidad física del botadero rumiallana con la aplicación del programa slide

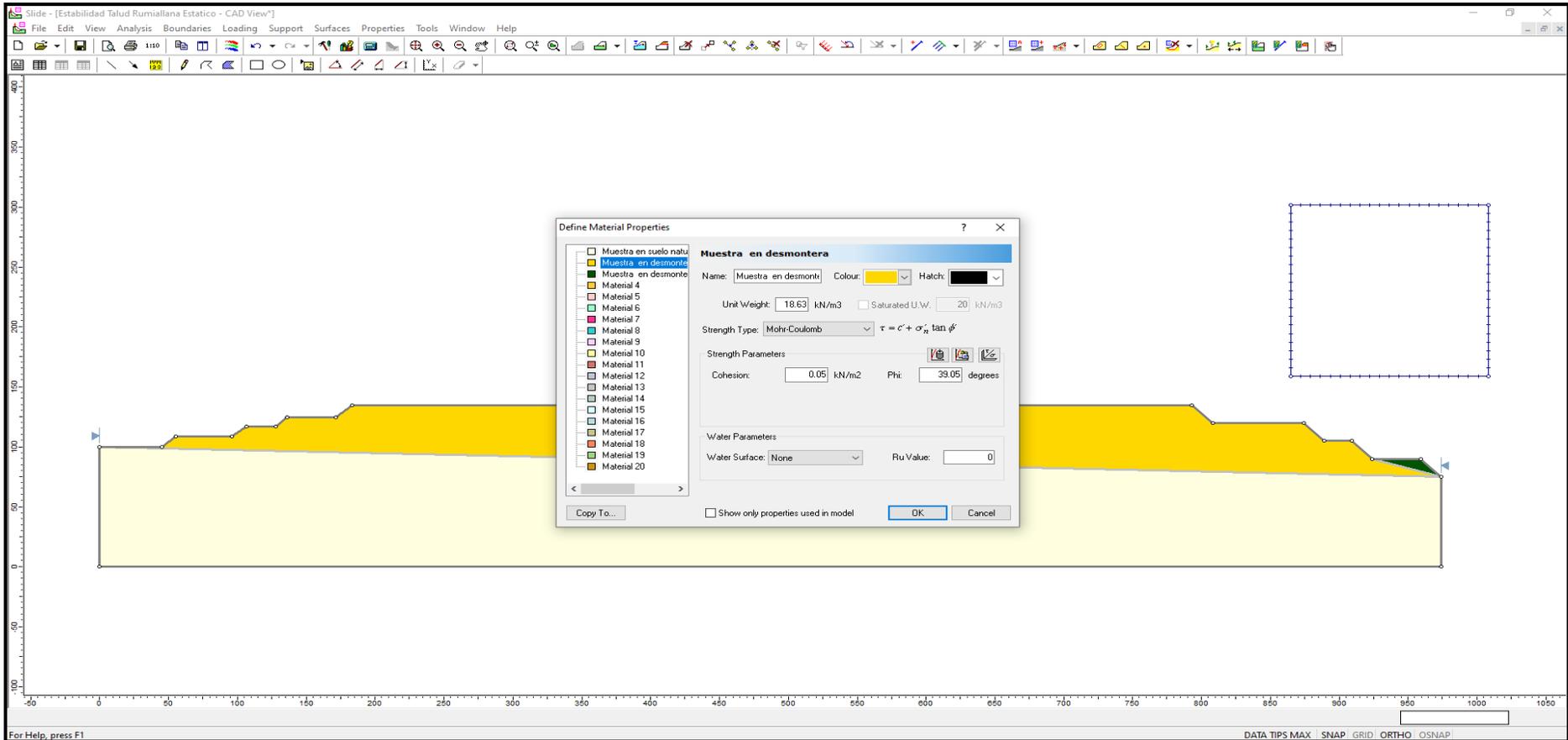
El análisis de estabilidad del botadero Rumiallana se realizó con el programa SLIDE, calculando el factor de seguridad de un talud, para lo cual se utilizó el método de Bishop modificado y el método de Janbu. En este orden de ideas se obtuvieron los siguientes resultados:

Representación SLIDER N° 1: Ingreso de resultado de suelo natural



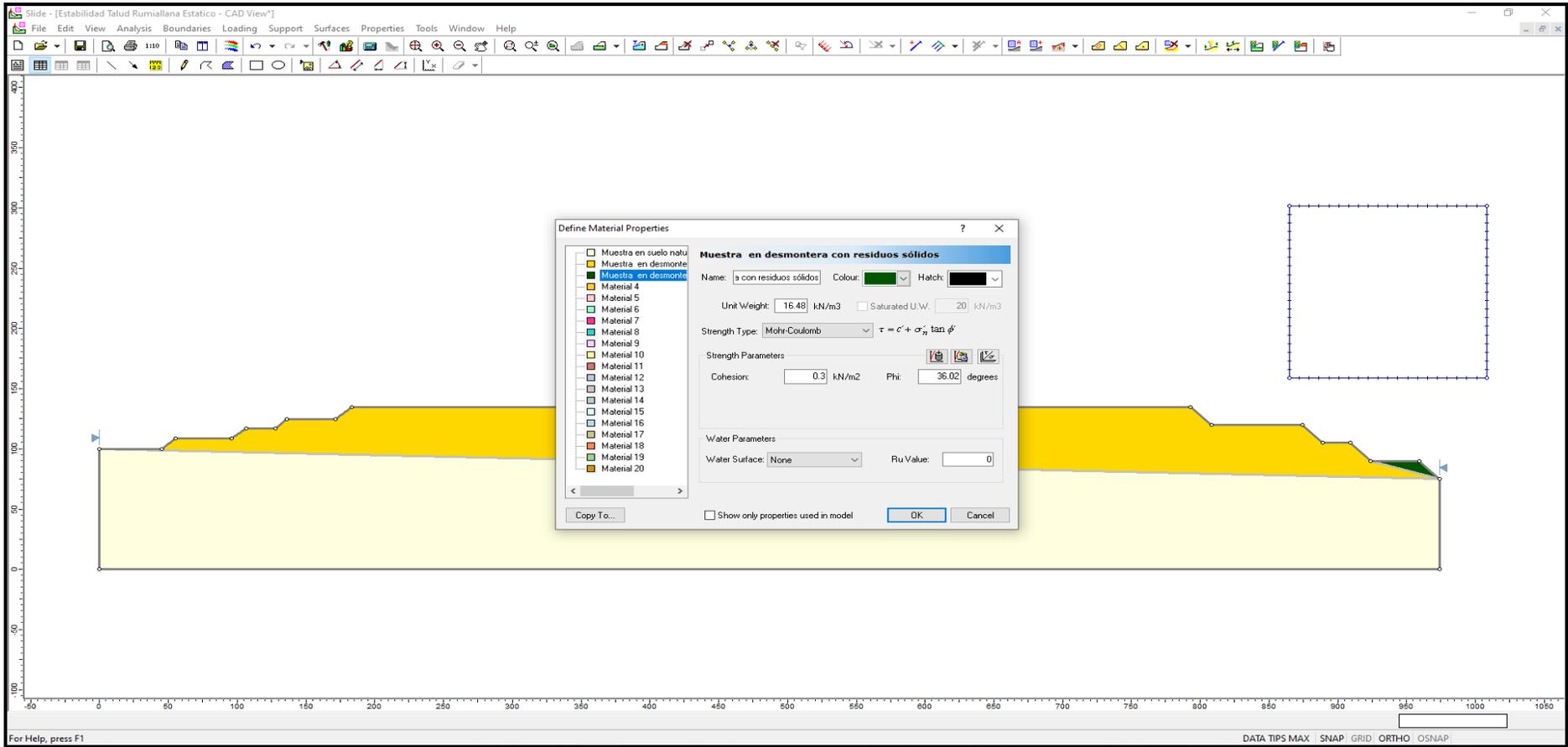
Fuente: Slider 6.0

Representación SLIDER N° 2: Ingreso de resultado de desmonte



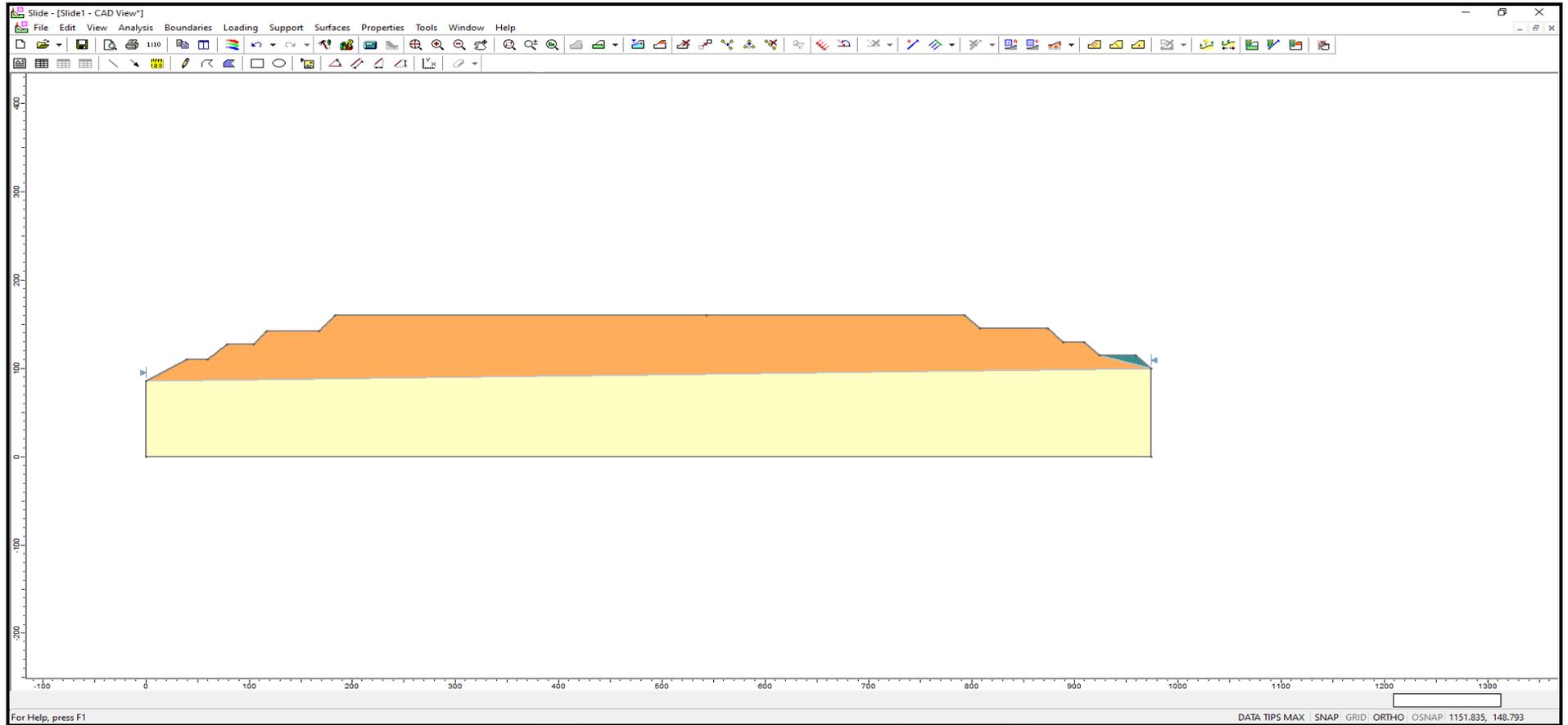
Fuente: Slider 6.0

Representación SLIDER N° 3: Ingreso de resultado de desmonte



Fuente: Slider 6.0

Representación SLIDER N° 4: Vista de representación de los materiales

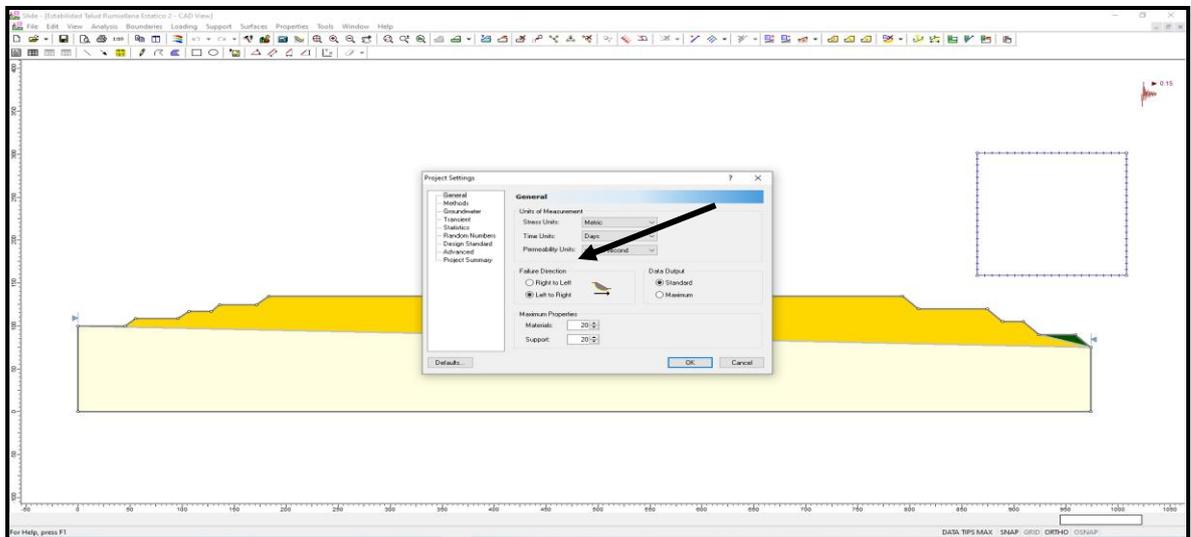


Fuente: Slider 6.0

En los resultados observados de la imágenes de la representación SLIDER N° 1, 2 y 3 se puede observar el ingreso de información de los resultados de laboratorio de los puntos de monitoreo, para posterior darle una coloración a cada zona del botadero de Rumiallana, lo cual se puede observar en la representación de SLIDER N° 04.

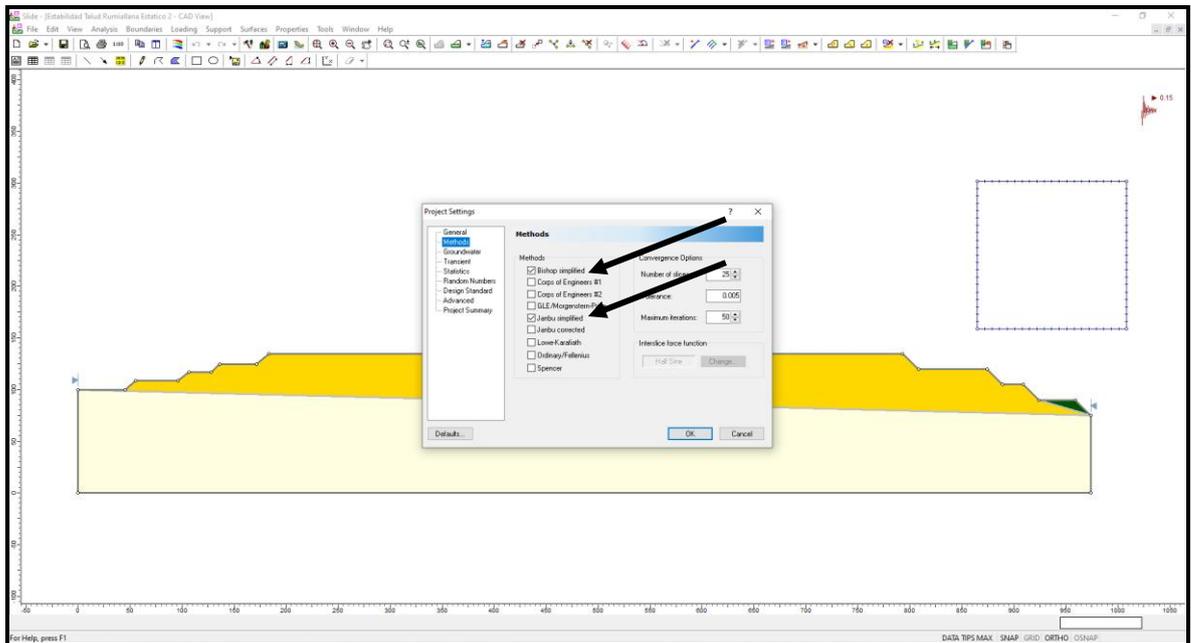
Adicional en el programa SLIDER se ingreso como la longitud del botadero de Rumialla que es de 974 m de largo y altura total de 135 m, asimismo en el modelo de analisis a utilizar fue de Mohr – Coulomb donde nos pide ingresar los parametros de campo medido como son Peso Unitario (KN/m^3), ángulo de resistencia al corte (ϕ) y cohesión (C). Asimismo colocamos la dirección de falla que esta en dirección hacia la cuenca del río Tingo (Derecha a izquierda), asimismo se ingresa que vamos a trabajar en metros, para lo cual se puede visualizar en la siguiente imagen.

Figura N° 3: Vista de la dirección de falla



Fuente: Slider 6.0

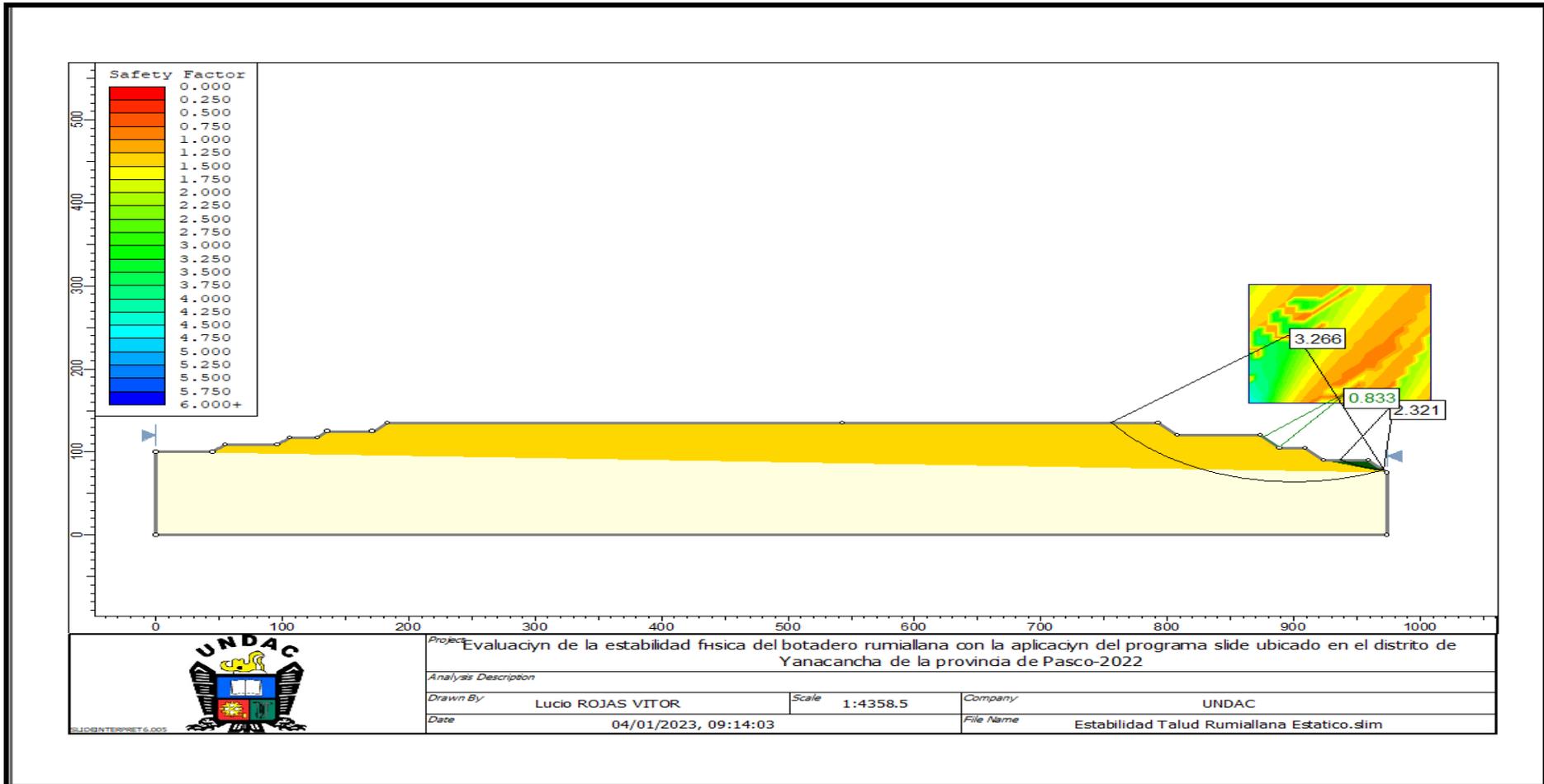
Figura N° 4: Vista del método Bishop y Jambu



Fuente: Slider 6.0

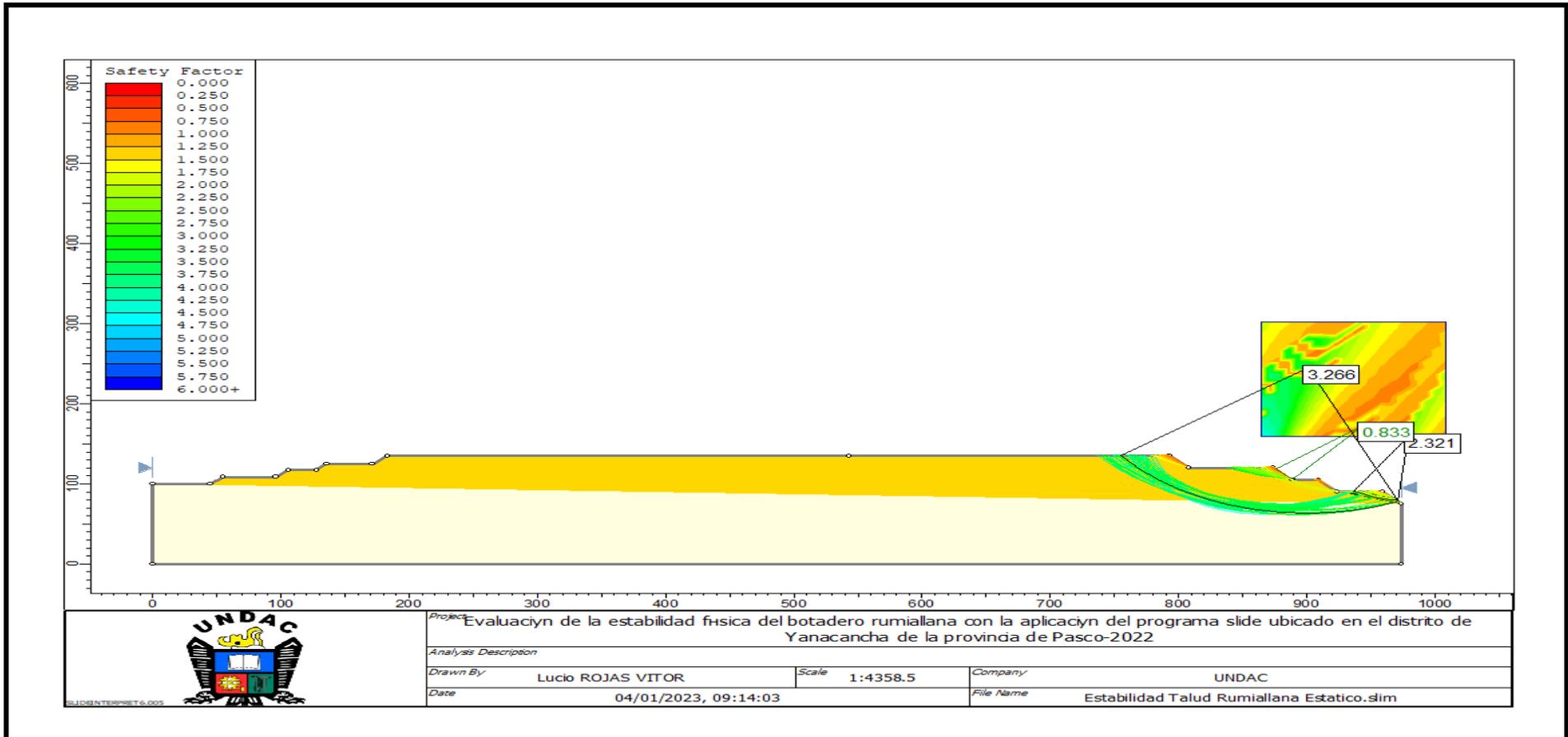
Para hacer correr en el programa SLIDER para calcular el factor de seguridad teniendo los resultados siguientes en estado estatico y pseudoestatico.

Representación SLIDER N° 5: Resultado de factor de seguridad botadero Rumiallana - Estático



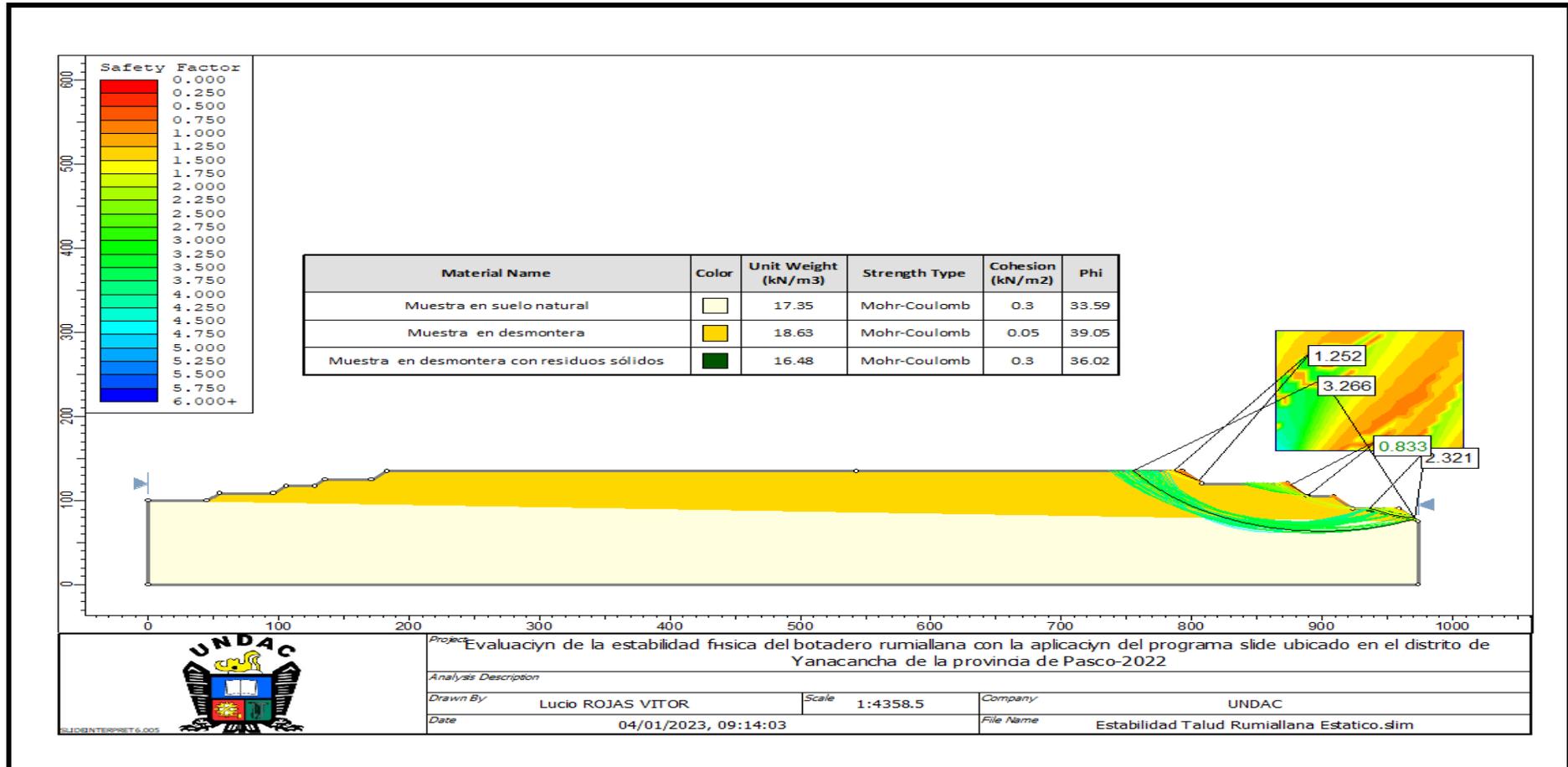
Fuente: Slider 6.0

Representación SLIDER N° 6: Resultado de factor de seguridad botadero Rumiallana - Estático



Fuente: Slider 6.0

Representación SLIDER N° 7: Resultado de factor de seguridad botadero Rumiallana - Estático



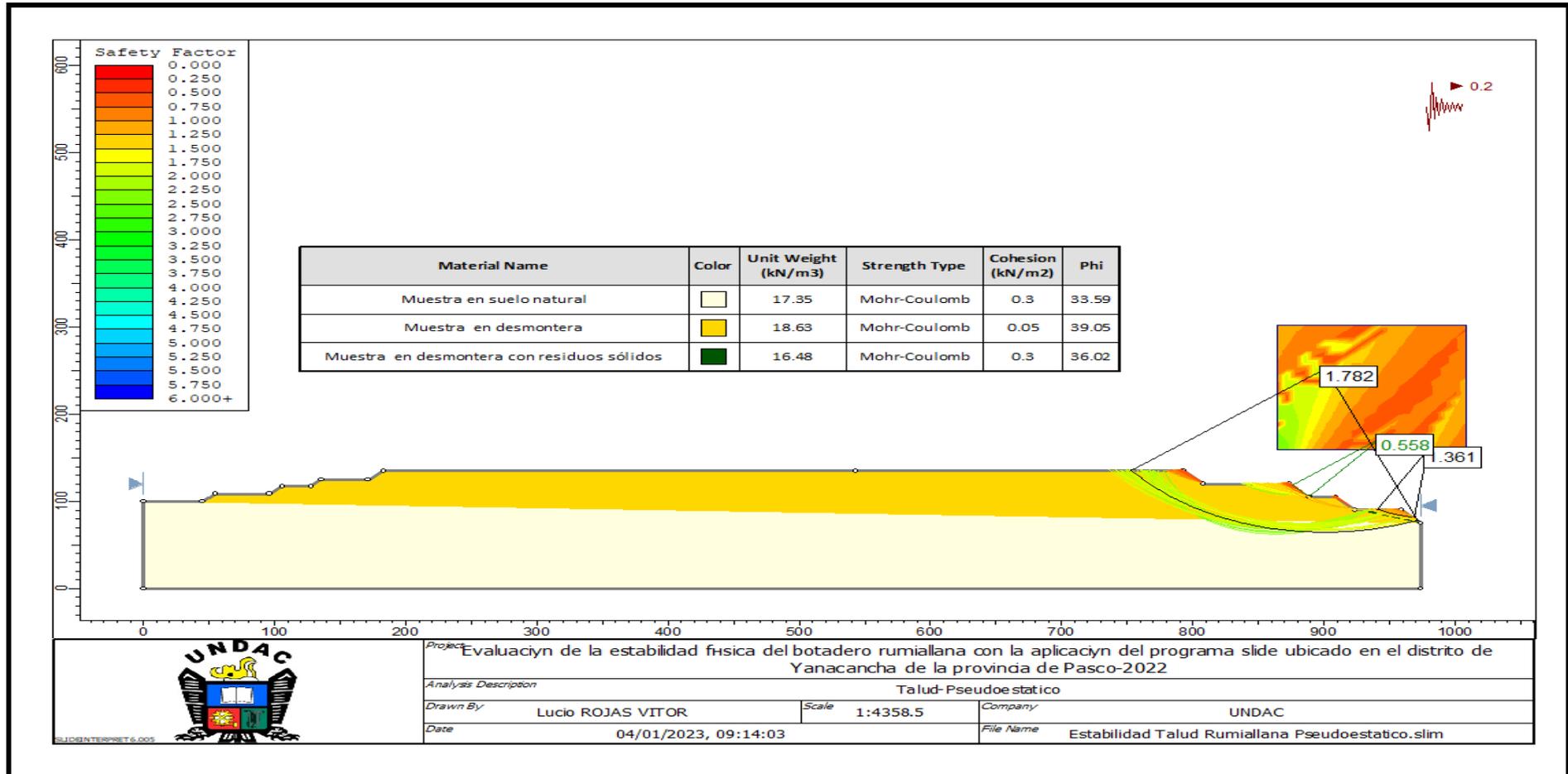
Fuente: Slider 6.0

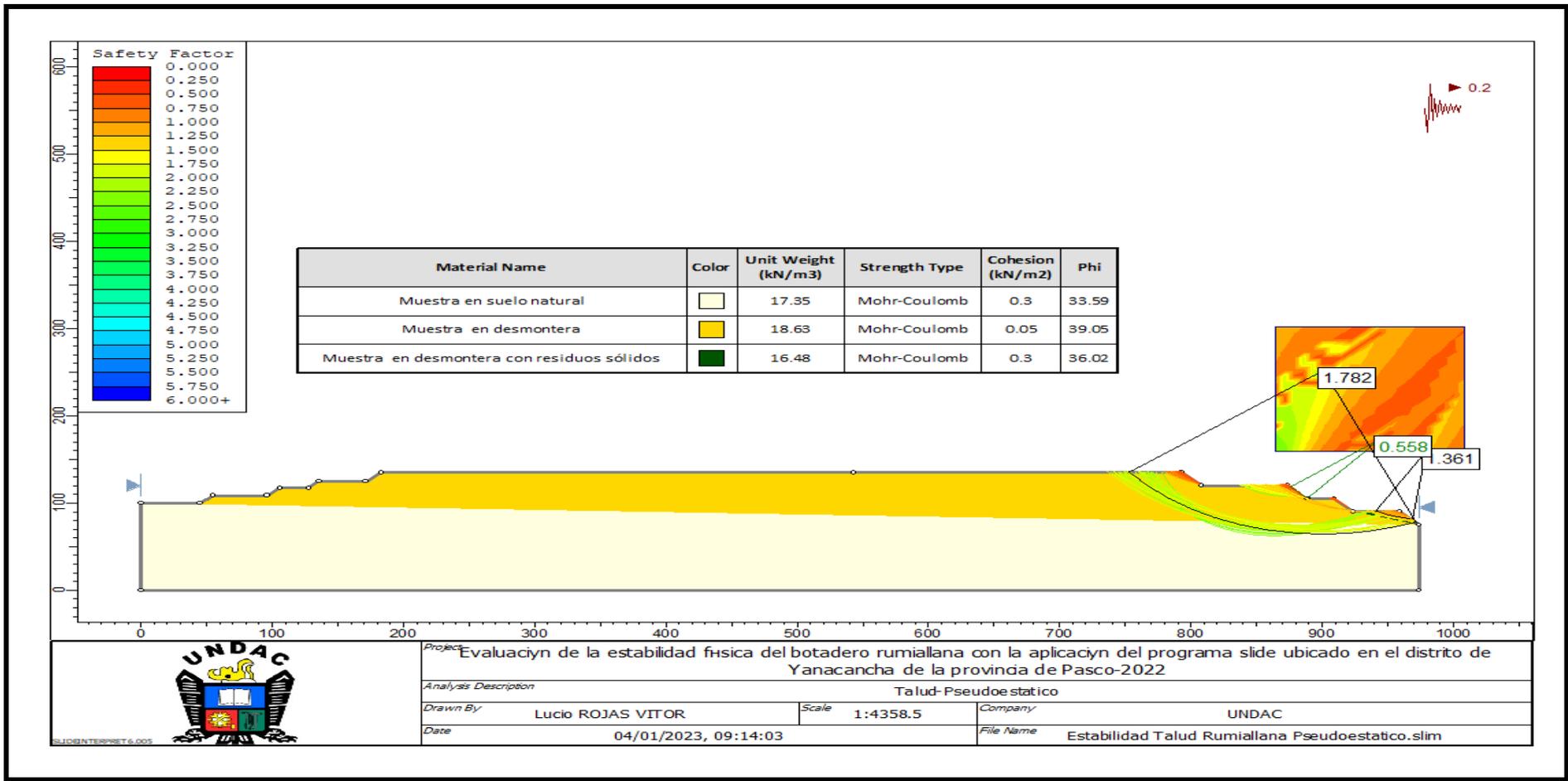
Interpretación de resultados

De la Representación SLIDER N° 5: Resultado de factor de seguridad botadero Rumiallana - Estático , se asignan los parámetros de resistencia a los diferentes materiales, se encuentra que el material más susceptible en la desmontera Rumiallana (En los picos de los taludes con el factor de seguridad 0.833) recordemos que el factor de seguridad estatico sin sismo el minimo es (FS=1.5), por lo que los picos no estaríamos cumpliendo.

De la Representación SLIDER N° 6 y 7: Resultado de factor de seguridad botadero Rumiallana – Estático, si se generan superficies de falla circulares aleatorias con el programa SLIDE, se encuentra que todas las superficies cumple en las profundidades de la desmontera, en la misma desmontera y desmontera con residuos se encuentra superior al factor de seguridad de 1.5, teniendo resultados desde 2.321 en la desmontera con residuos sólidos hasta 3.266 en la misma desmontera, asimismo se reitera en los picos de los taludes se evidencia que esta susceptible de generar deslizamiento con un factor de seguridad 0.83 y 1.252.

Representación SLIDER N° 8: Resultado de factor de seguridad botadero Rumiallana - Pseudoestático





Fuente: Slider 6.0

Interpretación de resultados

En caso se presente movimiento sísmicos, por lo antecedentes en nuestra zona son muy pocas la presencia de sismos, pero le estamos asignando un coeficiente de 2.0.

De la Representación SLIDER N° 8: Resultado de factor de seguridad botadero Rumiallana - Pseudoestático, se asignan los parámetros de resistencia a los diferentes materiales, se encuentra que el material más susceptible en la desmontera Rumiallana (En los picos de los taludes con el factor de seguridad 0.558). Recordemos que el factor de seguridad pseudoestático con sismo el mínimo es (FS=1.0), por lo que los picos no estaríamos cumpliendo.

Si se generan superficies de falla circulares aleatorias con el programa SLIDE, se encuentra que todas las superficies cumple en las profundidades de la desmontera, en la misma desmontera y desmontera con residuos se encuentra superior al factor de seguridad de 1.0, teniendo resultados desde 1.361 en la desmontera con residuos sólidos lo cual estamos casi al nivel de no cumplir, hasta 1.782 en la misma desmontera, asimismo se reitera en los picos de los taludes se evidencia que esta susceptible de generar deslizamientos.

4.3 Prueba de hipótesis

La presente investigación finalizada denominada “Evaluación de la estabilidad física del botadero Rumiallana con la aplicación del programa Slide ubicado en el distrito de Yanacancha de la provincia de Pasco-2022”, para recordar nuestra hipótesis general fue el siguiente:

“La estabilidad física del botadero Rumiallana con la aplicación del programa Slide ubicado en el distrito de Yanacancha de la provincia de Pasco cumple con el factor de seguridad normado en el Perú”.

Analizado los resultados en concordancia con las hipótesis planteadas podemos concluir en los siguientes:

Evaluando tres puntos de monitoreo C-1: Muestra en suelo natural al contorno de la desmontera Rumiallana, C-2: Muestra en desmontera Rumiallana y C-3: Muestra en desmontera Rumiallana con presencia de residuos sólidos y de los cuales se evaluó con el software SLIDER se pudo determinar que nuestra hipótesis es válida ya que la estabilidad física del botadero Rumiallana con la aplicación del programa SLIDE ubicado en el distrito de Yanacancha de la provincia de Pasco cumple con el factor de seguridad estático y pseudoestático normado en el Perú a excepción en la parte superiores de los taludes se encuentran por debajo del factor de seguridad.

El volumen de desmonte y residuos sólidos acumulados en el botadero Rumiallana es de 28,144,200 m³, asimismo cabe mencionar que la empresa minera Volcan no tiene un plan de emergencia en caso de deslizamiento del botadero rumiallana

4.4 Discusión de resultados

Concluida nuestra investigación podemos determinar la siguiente discusión:

- Antes del inicio de nuestra investigación era preocupante la estabilidad de talud de la desmontera Rumiallana debido a que en la quebrada en dirección al río Tingo se evidencia gran cantidad de residuos sólidos que podría estar desestabilizando y generar un deslizamiento de desmonte y desmonte con residuos sólidos, por lo que con la presente investigación queda descartado el deslizamiento de la desmontera Rumiallana.

- Determinada el factor de seguridad estático como estándar es de 1.5, en

nuestra investigación determinamos que la desmontera Rumiallana se encuentra estable para la cantidad de desmonte que tiene que es de 28,144,200 m³, ya que se evidencia que el factor de seguridad es de 2.321 en la desmontera con residuos sólidos hasta 3.266 en la misma desmontera, asimismo se reitera en los picos de los taludes se evidencia que esta susceptible de generar deslizamientos.

- Determinada el factor de seguridad pseudoestático con presencia de sismo como estándar es de 1.0, en nuestra investigación determinamos que la desmontera Rumiallana se encuentra estable para la cantidad de desmonte que tiene que es de 28,144,200 m³, ya que se evidencia que el factor de seguridad es de 1.361 en la desmontera con residuos sólidos lo cual estamos casi al nivel de no cumplir, hasta 1.782 en la misma desmontera, asimismo se reitera en los picos de los taludes se evidencia que esta susceptible de generar deslizamientos.

CONCLUSIONES

La investigación realizada concluyo con las siguientes:

- i. Por la visita en campo realizado se puede observar que la zona de Rumiallana dos tipos de material, por un lado desmante que fue almacenado por la empresa minera Cerro SAC y hacia el río Tingo se evidencia residuos sólidos que forma un talud de tipo colchón que fueron depositados por la Municipalidad Provincial de Pasco, Municipalidad Distrital de Yanacancha, Municipalidad Distrital Simón Bolívar que ya más de una década acumulan sus residuos generadas por sus poblaciones respectivas, esto posiblemente puede traer un deslizamiento por la zona de la acumulación de residuos por lo que es necesario su análisis de la estabilidad.
- ii. Evaluando tres puntos de monitoreo C-1: Muestra en suelo natural al contorno de la desmontera Rumiallana, C-2: Muestra en desmontera Rumiallana y C-3: Muestra en desmontera Rumiallana con presencia de residuos sólidos y de los cuales se evaluó con el software SLIDER se pudo determinar la estabilidad física del botadero Rumiallana donde cumple con el factor de seguridad estático y pseudoestático normado en el Perú a excepción en las parte superiores de los taludes donde encuentran por debajo del factor de seguridad.
- iii. Determinada el factor de seguridad estático como estándar es de 1.5, en nuestra investigación determinamos que la desmontera Rumiallana se encuentra estable para la cantidad de desmante que tiene que es de 28,144,200 m³, ya que se evidencia que el factor de seguridad es de 2.321 en la desmontera con residuos sólidos hasta 3.266 en la misma desmontera, asimismo se reitera en los picos de los taludes se evidencia que esta susceptible de generar deslizamientos y asimismo en la zona de residuos sólidos riesgo moderado.

- iv. Determinada el factor de seguridad pseudoestático con presencia de sismo como estándar es de 1.0, en nuestra investigación determinamos que la desmontera Rumiallana se encuentra estable para la cantidad de desmonte que tiene que es de 28,144,200 m³, ya que se evidencia que el factor de seguridad es de 1.361 en la desmontera con residuos sólidos lo cual estamos casi al nivel de no cumplir, hasta 1.782 en la misma desmontera, asimismo se reitera en los picos de los taludes se evidencia que esta susceptible de generar deslizamientos.

RECOMENDACIONES

Las recomendaciones propuestas son las siguientes:

1. Se debe realizar un estudio más detallado mínimo con 100 puntos de muestro para tener un mejor resultado de la estabilidad del botadero Rumiallana.
2. Se recomienda realizar el constante monitoreo de las partes altas de desmontera Rumiallana ya que como se evidencio en la investigación no cumple con el factor de seguridad estático y pseudoestatico.
3. No se debe bajar la guardia para seguir evaluando la estabilidad de la desmontera Rumiallana ya que cada tiempo que pasa hay un colchón superior de residuos que podría generar mayor desestabilización de la desmotera Rumiallana.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

CESEL Ingenieros (2006) *“Criterios para Evaluación de Estabilidad Física de Botaderos”*

CIPSA (2019) *“Termino minero ambiental”*

Diario La República (2019) *“Inestabilidad del Botadero Rumiallana en Pasco”.*

Durán, Nicole (2018) *“Evaluación de estabilidad para botaderos de estéril - Proyecto de continuidad Mina Gabriela-Chile”*

López Trigal, L (2015) *“Diccionario de Geografía aplicada y profesional. Terminología de análisis, planificación y gestión del territorio. Universidad de León”.*

Suarez Jaime (1998) *“Los deslizamientos son uno de los procesos geológicos más destructivos”*

Paucar, Gabriel (2015) *“Diseño y estabilidad de botaderos de desmonte para la remediación de pasivos ambientales de la mina Recuperada· Huancavelica”*

Rodríguez, Edgar (2019) *“Análisis comparativo de la solución de estabilidad de taludes, por medio de software geotécnicos, para el km 79 + 625 del tramo seis: ampliación del tercer carril vía Anapoima – Mosquera Cundinamarca-Colombia”*

Zavaleta, José (2021) *“Los controles geotécnicos en el monitoreo de la estabilidad en la ampliación del botadero Yanacancha, Compañía Minera Antamina”.*

Sotelo Javier (2018) *“Análisis de inestabilidad de taludes de botaderos de estériles de gran altura para predecir su fallamiento”.*

(Volcan Compañía Minera S.A.A., 2000) *“Botadero Rumiallana”.*

Páginas de Internet:

Universia, 2014 “Guía para elaborar tesis” extraído de la siguiente página web:

<https://www.ubp.edu.ar/wp-content/uploads/2016/06/Universia-guia-elaborar-tesis-grado-.pdf>

Blog Udlap, 2021 “Como estructura una tesis” extraído de la siguiente página web:

<https://blog.udlap.mx/blog/2014/10/comoestructurarunatesis/>

Razo, Carlos 2011 “Como asesor una tesis” extraído de la siguiente página

web:[http://www.indesgua.org.gt/wp-content/uploads/2016/08/Carlos-u%C3%B1oz-](http://www.indesgua.org.gt/wp-content/uploads/2016/08/Carlos-u%C3%B1oz-Razo-Como-elaborar-y-asesorar-una-investigacion-de-tesis-2Edicion.pdf/)

[Razo-Como-elaborar-y-asesorar-una-investigacion-de-tesis-2Edicion.pdf/](http://www.indesgua.org.gt/wp-content/uploads/2016/08/Carlos-u%C3%B1oz-Razo-Como-elaborar-y-asesorar-una-investigacion-de-tesis-2Edicion.pdf/)

ANEXOS

ANEXO N° 01
INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN ANÁLISIS DE
LABORATORIO

ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE DISEÑO DE ESTABILIDAD DE TALUD

- Solicitante** : Bach. LUCIO ROJAS VITOR
- Tesis** : "EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACION FISICA DEL BOTADERO RUMILLANA CON LA APLICACIÓN DEL PROGRAMA SLIDE - YANACANCHA - PASCO"
- Ubicación** : Yanacancha - Pasco – Pasco
- Referencia** : Botadero Rumillana
- Muestra** : Calicata C-1, estrato E-2
- Nº Informe** : S - 23 - 005





LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE DISEÑO DE ESTABILIDAD DE TALUD

Solicitante : Bach. LUCIO ROJAS VITOR
Tesis : "EVALUACION DE LA ESTABILIZACION FISICA DEL BOTADERO RUMILLANA CON LA APLICACIÓN DEL PROGRAMA SLIDE - YANACANCHA - PASCO"
Ubicación : Yanacancha - Pasco - Pasco
Nº Informe : S - 23 - 005

DATOS

Recepción de Muestras : 29/12/2022
Fecha de Emisión : 04/01/2023
Calicata : Calicata C-1, estrato E-2
Estado : Alterado
Muestra : M1
Profundidad de calicata : 1.5 m

RESUMEN DE ENSAYOS

Clasificación : SC
Límites de Atemberg
Limite Liquido : 22.00
Limite Plastico : 14.00
Índice de plasticidad : 8.00

Ensayo de corte directo

Cohesión (c): : 0.03 kg/cm²
Ang. Fricción (f): : 33.59 °

Nota: Las muestras fueron remoldeadas al 95.21% del ensayo de densidad de campo.

Ensayo densidad de campo

MDW : 2.00 g/cm³
MDS : 1.77 g/cm³



CECIC Laboratorio y capacitaciones



APVU – Mz "II", lote 4. San Juan
Ref. a tres cuadras del GOREPA



990270829 / 963600813



990270829 / 963600813



Capacitaciones.ccic@gmail.com

CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

OCEDA J & G CORPORATION SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - RUC 20600166051



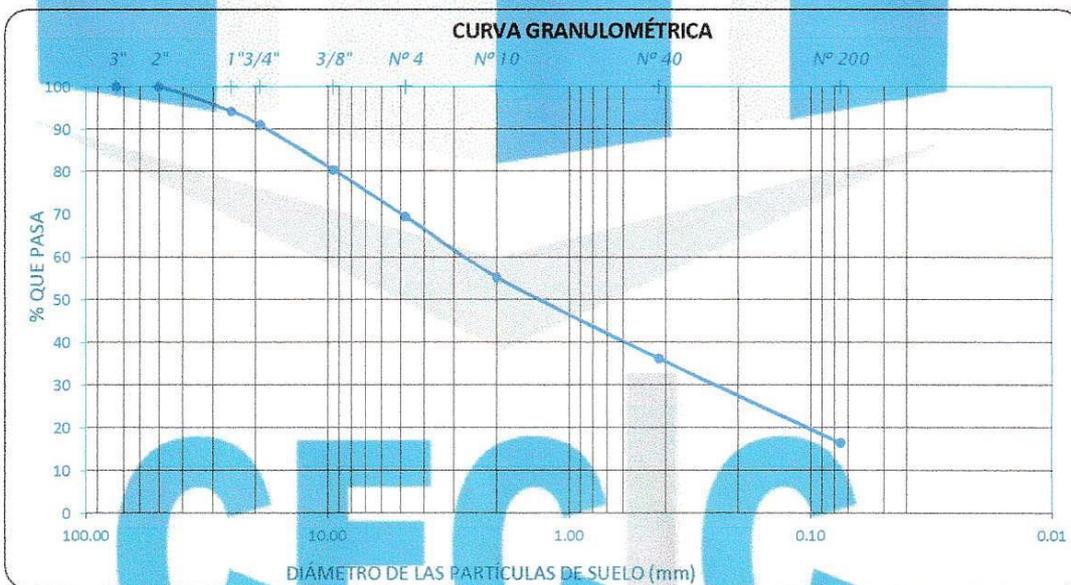
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ASTM D-422 / NTP 339.128

Solicitante : Bach. LUCIO ROJAS VITOR
 Obra/Proyecto : "EVALUACION DE LA ESTABILIZACION FISICA DEL BOTADERO RUMILLANA CON LA APLICACIÓN DEL PROGRAMA SLIDE - YANACANCHA - PASCO"
 Ubicación : Yanacancha - Pasco - Pasco
 Fecha de Ensayo : 30/12/2022
 Fecha de Emisión : 04/01/2023
 Muestra : Calicata C-1, estrato E-2
 N° Registro : S3 - 23 - 005 - 01

TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	LIMITES DE CONSISTENCIA
N° 3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00	LIMITE LIQUIDO = 22.00
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00	LIMITE PLÁSTICO = 14.00
1"	25.000	348.00	5.80	5.80	94.20	INDICE PLÁSTICO = 8.00
3/4"	19.000	192.00	3.20	9.00	91.00	COEFICIENTE DE CURVATURA = 0.50
3/8"	9.500	627.00	10.45	19.45	80.55	COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD = 58.27
N° 4	4.750	661.00	11.02	30.47	69.53	CLASIFICACIÓN
N° 10	2.000	845.27	14.09	44.56	55.44	SUCS : SC
N° 40	0.425	1149.00	19.15	63.70	36.30	AASHTO : A-2.4 (0)
N° 200	0.075	1186.49	19.77	83.48	16.52	Arena arcillosa con grava
CAZOLETA	0.000	991.24	16.52	100.00	0.00	OBSERVACIONES
TOTAL		6000.00	100.00			% grava = 30.47%
						% arena = 53.01%
						% de finos = 16.52%



OBSERVACIONES.- El análisis granulométrico se realizó con las muestras proveídas por el solicitante.



CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN
 Marcel S. CANCADA HANCCO
 INGENIERO CIVIL / CIP. 169008
 JEFE DE LABORATORIO



CECIC Laboratorio y capacitaciones



APVU - Mz "II", lote 4. San Juan
 Ref. a tres cuadras del GOREPA



990270829 / 963600813



990270829 / 963600813



Capitaciones.cic@gmail.com

CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

OCEDA J & G CORPORATION SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - RUC 20600166051



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

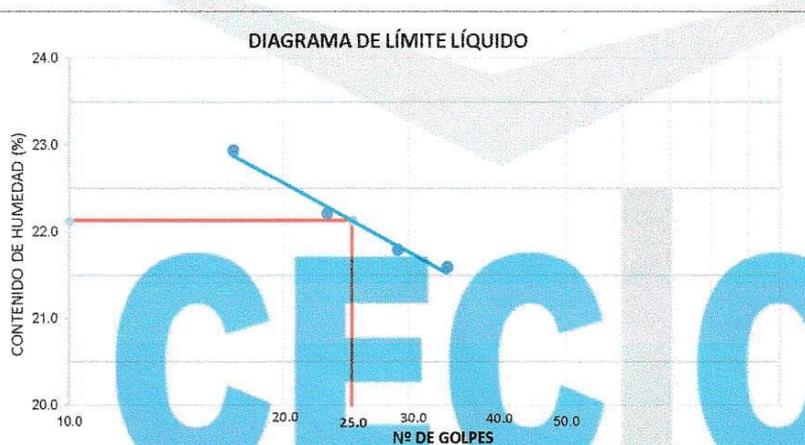
ENSAYO DE LÍMITES DE CONSISTENCIA

ASTM D-4318 / NTP 339.129

Solicitante : Bach. LUCIO ROJAS VITOR
 Obra/Proyecto : "EVALUACION DE LA ESTABILIZACION FISICA DEL BOTADERO RUMILLANA CON LA APLICACIÓN DEL PROGRAMA SLIDE - YANACANCHA - PASCO"
 Ubicación : Yanacancha - Pasco - Pasco
 Fecha de Ensayo : 30/12/2022
 Fecha de Emisión : 04/01/2023
 Muestra : Calicata C-1, estrato E-2
 N° Registro : S4, S5 - 23 - 005 - 02

LÍMITE LÍQUIDO				
N° TARRO	10	13	11	8
TARRO + SUELO HÚMEDO	31.91	32.98	31.84	32.29
TARRO + SUELO SECO	28.20	29.31	28.42	28.56
CONTENIDO DE AGUA	3.71	3.67	3.42	3.73
PESO DEL TARRO	12.03	12.79	12.73	11.29
PESO DEL SUELO SECO	16.17	16.52	15.69	17.27
% DE HUMEDAD	22.94	22.22	21.80	21.60
N° DE GOLPES	17	23	29	34

LÍMITE PLÁSTICO				
N° TARRO	16	19	25	PROM = 13.78
TARRO + SUELO HÚMEDO	17.30	18.67	21.91	
TARRO + SUELO SECO	16.58	17.99	21.17	
AGUA	0.72	0.68	0.74	
PESO DEL TARRO	11.44	12.96	15.81	
PESO DEL SUELO SECO	5.14	5.03	5.36	
% DE HUMEDAD	14.01	13.52	13.81	



RESULTADOS	
LÍMITE LÍQUIDO =	22.00
LÍMITE PLÁSTICO =	14.00
ÍNDICE DE PLASTICIDAD =	8.00

OBSERVACIONES.- El ensayo se realizó con las muestras proveídas por el solicitante.



SULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES
 EN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN
 OCEDA J. GARCAPAJANECO
 INGENIERO CIVIL - CIP 188608
 JEFE DE LABORATORIO



CECIC Laboratorio y capacitaciones



APVU – Mz "II", lote 4. San Juan
 Ref. a tres cuadras del GOREPA



990270829 / 963600813



990270829 / 963600813



Capacitaciones.ccic@gmail.com

CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

OCEDA J & G CORPORATION SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - RUC 20600166051



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D-3080 / NTP 339.171

Solicitante : Bach. LUCIO ROJAS VITOR
 Obra/Proyecto : "EVALUACION DE LA ESTABILIZACION FISICA DEL BOTADERO RUMILLANA CON LA APLICACIÓN DEL PROGRAMA SLIDE - YANACANCHA - PASCO"
 Ubicación : Yanacancha - Pasco - Pasco
 Fecha de Ensayo : 31/12/2022
 Fecha de Emisión : 04/01/2023
 Muestra : Calicata C-1, estrato E-2
 N° Registro : S1 - 23 - 005 - 03

Sondaje : Calicata C-1, estrato E-2
 Muestra : M1

Profundidad : 1.5 m
 Estado : Remoldeado

Velocidad : 0.50 mm/min
 Clasificación SUCS : SC

ESPECIMEN 1

Altura : 23.9 mm
 Diametro : 61.2 mm
 Carga : 15.00 kg
 D. Seca : 1.69 gr/cm³
 Humedad : 13.20 %
 Esf. Normal : 0.50 kg/cm²
 Esf. Corte : 0.36 kg/cm²

ESPECIMEN 2

Altura : 23.9 mm
 Lado : 61.2 mm
 Carga : 30.00 kg
 D. Seca : 1.69 gr/cm³
 Humedad : 13.20 %
 Esf. Normal : 1.00 kg/cm²
 Esf. Corte : 0.69 kg/cm²

ESPECIMEN 3

Altura : 23.9 mm
 Lado : 61.2 mm
 Carga : 60.00 kg
 D. Seca : 1.69 gr/cm³
 Humedad : 13.20 %
 Esf. Normal : 2.00 kg/cm²
 Esf. Corte : 1.36 kg/cm²

Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/s)
0.00	0.000	0.00
0.03	0.039	0.08
0.06	0.079	0.16
0.12	0.132	0.26
0.18	0.139	0.27
0.30	0.176	0.35
0.45	0.195	0.38
0.60	0.210	0.41
0.75	0.223	0.44
0.90	0.235	0.46
1.05	0.251	0.49
1.20	0.263	0.51
1.50	0.273	0.54
1.80	0.283	0.55
2.10	0.294	0.58
2.40	0.304	0.60
2.70	0.305	0.60
3.00	0.314	0.62
3.60	0.317	0.62
4.20	0.324	0.63
4.80	0.331	0.65
5.40	0.339	0.66
6.00	0.341	0.67
6.60	0.347	0.68
7.20	0.350	0.69
7.80	0.355	0.69
8.40	0.353	0.69
9.00	0.358	0.70
9.60	0.357	0.70
10.20	0.360	0.71

Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/s)
0.00	0.00	0.00
0.03	0.04	0.04
0.06	0.09	0.09
0.12	0.16	0.16
0.18	0.18	0.17
0.30	0.22	0.22
0.45	0.26	0.25
0.60	0.29	0.28
0.75	0.31	0.31
0.90	0.34	0.33
1.05	0.37	0.36
1.20	0.39	0.38
1.50	0.43	0.42
1.80	0.46	0.45
2.10	0.49	0.48
2.40	0.51	0.50
2.70	0.53	0.52
3.00	0.56	0.54
3.60	0.60	0.58
4.20	0.62	0.61
4.80	0.64	0.63
5.40	0.66	0.65
6.00	0.66	0.65
6.60	0.67	0.66
7.20	0.68	0.66
7.80	0.68	0.67
8.40	0.68	0.67
9.00	0.68	0.67
9.60	0.68	0.67
10.20	0.686	0.67

Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/s)
0.00	0.00	0.00
0.03	0.06	0.03
0.06	0.16	0.08
0.12	0.27	0.13
0.18	0.30	0.15
0.30	0.37	0.18
0.45	0.44	0.22
0.60	0.50	0.25
0.75	0.56	0.28
0.90	0.61	0.30
1.05	0.66	0.33
1.20	0.72	0.35
1.50	0.79	0.39
1.80	0.86	0.42
2.10	0.94	0.46
2.40	0.98	0.48
2.70	1.02	0.50
3.00	1.07	0.53
3.60	1.17	0.57
4.20	1.24	0.61
4.80	1.27	0.62
5.40	1.31	0.64
6.00	1.32	0.65
6.60	1.33	0.65
7.20	1.34	0.65
7.80	1.34	0.66
8.40	1.35	0.66
9.00	1.35	0.66
9.60	1.35	0.66
10.20	1.355	0.66

OBSERVACIONES:

El ensayo se realizó con el material remoldeado pasante el tamiz # 4



CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN

Marcial S. CANCAYA HANCCO
 INGENIERO CIVIL - CIP/188808
 JEFE DE LABORATORIO



CECIC Laboratorio y capacitaciones



APVU - Mz "II", lote 4. San Juan
 Ref. a tres cuadras del GOREPA



990270829 / 963600813



990270829 / 963600813



Capitaciones.ccic@gmail.com

CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

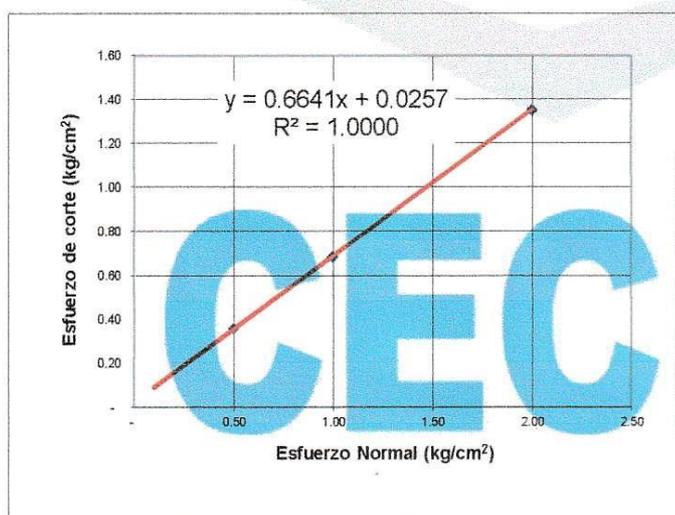
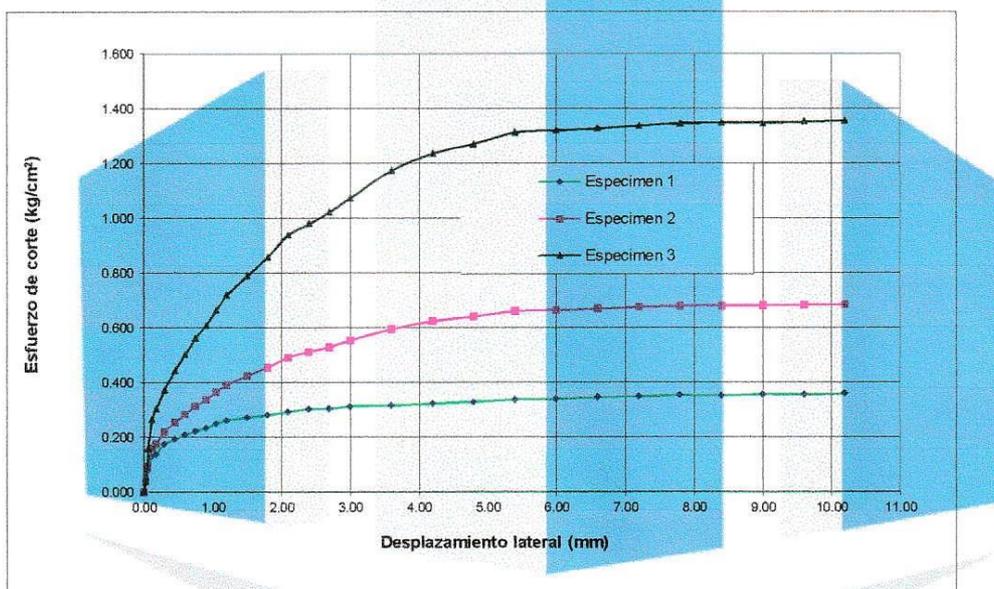
OCEDA J & G CORPORATION SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - RUC 20600166051
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D-3080 / NTP 339.171

Solicitante : Bach. LUCIO ROJAS VITOR
Obra/Proyecto : "EVALUACION DE LA ESTABILIZACION FISICA DEL BOTADERO RUMILLANA CON LA APLICACIÓN DEL PROGRAMA SLIDE - YANACANCHA - PASCO"
Ubicación : Yanacancha - Pasco - Pasco
Fecha de Ensayo : 31/12/2022
Fecha de Emisión : 04/01/2023
Muestra : Calicata C-1, estrato E-2
N° Registro : S1 - 23 - 005 - 04



Resultados:

Cohesión (c): 0.03 kg/cm²
Ang. Fricción (φ): 33.59 °

OBSERVACIONES:

Las muestras fueron provistas por el solicitante

Las muestras fueron remoldeadas al 95.21% del ensayo de densidad de campo.



CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

Marcel S. CANCAYA HANCCO
INGENIERO CIVIL - CIP 168608
JEFE DE LABORATORIO



CECIC Laboratorio y capacitaciones



APVU - Mz "II", lote 4. San Juan
Ref. a tres cuadras del GOREPA



990270829 / 963600813



990270829 / 963600813



Capacitaciones.cic@gmail.com



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D-3080 / NTP 339.171

Solicitante : Bach. LUCIO ROJAS VITOR
 Obra/Proyecto : "EVALUACION DE LA ESTABILIZACION FISICA DEL BOTADERO RUMILLANA CON LA APLICACIÓN DEL PROGRAMA SLIDE - YANACANCHA - PASCO"
 Ubicación : Yanacancha - Pasco - Pasco
 Fecha de Ensayo : 02/01/2023
 Fecha de Emisión : 04/01/2023
 Muestra : Calicata C-1, estrato E-2
 N° Registro : S1 - 23 - 005 - 05

Estado : Remoldeado (material < Tamiz N°4)
 Muestra : Calicata C-1, estrato E-2

	Especimen N°01	Especimen N°02	Especimen N°03
Diámetro del anillo (cm)	6.12	6.12	6.12
Altura inicial de la muestra (cm)	2.39	2.39	2.39
Densidad húmeda inicial (gr/cm ³)	1.908	1.908	1.908
Densidad seca inicial (gr/cm ³)	1.685	1.685	1.685
Contenido de humedad inicial (%)	13.20	13.20	13.20
Altura final de la muestra (cm)	2.37	2.36	2.25
Densidad húmeda final (gr/cm ³)	1.947	1.979	2.003
Densidad seca final (gr/cm ³)	1.683	1.714	1.736
Contenido de humedad final (%)	15.67	15.45	15.37
Esfuerzo normal (kg/cm ²)	0.50	1.00	2.00
Esfuerzo de corte máximo (kg/cm ²)	0.360	0.686	1.355
Ángulo de fricción interna (°)	33.59		
Cohesión (kg/cm ²)	0.03		



CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERIA Y CONSTRUCCION

Márcel S. CANCABA HANCCO
 INGENIERO CIVIL - CIP. 196608
 JEFE DE LABORATORIO



CECIC Laboratorio y capacitaciones



APVU – Mz "II", lote 4. San Juan
 Ref. a tres cuadras del GOREPA



990270829 / 963600813



990270829 / 963600813



Capacitaciones.ccc@gmail.com

ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE DISEÑO DE ESTABILIDAD DE TALUD

- Solicitante** : Bach. LUCIO ROJAS VITOR
- Tesis** : "EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACION FISICA DEL BOTADERO RUMILLANA CON LA APLICACIÓN DEL PROGRAMA SLIDE - YANACANCHA - PASCO"
- Ubicación** : Yanacancha - Pasco – Pasco
- Referencia** : Botadero Rumillana
- Muestra** : Calicata C-2, estrato E-1
- Nº Informe** : S - 23 - 005



CCIC Capacitaciones Pasco



APVU— Mz "II", lote 4. San Juan
Ref. a tres cuadras del GOREPA



Celular: 990270829 / 963600813



990270829 / 963600813



Correo: capacitaciones.ccic@gmail.com

CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

OCEDA J & G CORPORATION SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - RUC 20600166051



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE DISEÑO DE ESTABILIDAD DE TALUD

Solicitante : Bach. LUCIO ROJAS VITOR
Tesis : "EVALUACION DE LA ESTABILIZACION FISICA DEL BOTADERO RUMILLANA CON LA APLICACIÓN DEL PROGRAMA SLIDE - YANACANCHA - PASCO"
Ubicación : Yanacancha - Pasco - Pasco
Nº Informe : S - 23 - 005

DATOS

Recepción de Muestras : 29/12/2022
Fecha de Emisión : 04/01/2023
Calicata : Calicata C-2, estrato E-1
Estado : Alterado
Muestra : M1
Profundidad de calicata : 1.5 m

RESUMEN DE ENSAYOS

Clasificación : GP - GC

Límites de Atemberg

Límite Líquido : 30.00
Límite Plástico : 20.00
Índice de plasticidad : 10.00

Ensayo de corte directo

Cohesión (c): : 0.05 kg/cm²
Ang. Fricción (f): : 39.05 °

Nota: Las muestras fueron remoldeadas al 90.56% de la MDS del ensayo densidad de campo.

Ensayo densidad de campo

MDW : 2.15 g/cm³
MDS : 1.90 g/cm³



CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERIA Y CONSTRUCCION

Marcial S. CANCAPA HANCCO
INGENIERO CIVIL - CIP. 189608
JEFE DE LABORATORIO



CECIC Laboratorio y capacitaciones



APVU - Mz "II", lote 4. San Juan
Ref. a tres cuadras del GOREPA



990270829 / 963600813



990270829 / 963600813



Capacitaciones.ccc@gmail.com

CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

OCEDA J & G CORPORATION SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - RUC 20600166051



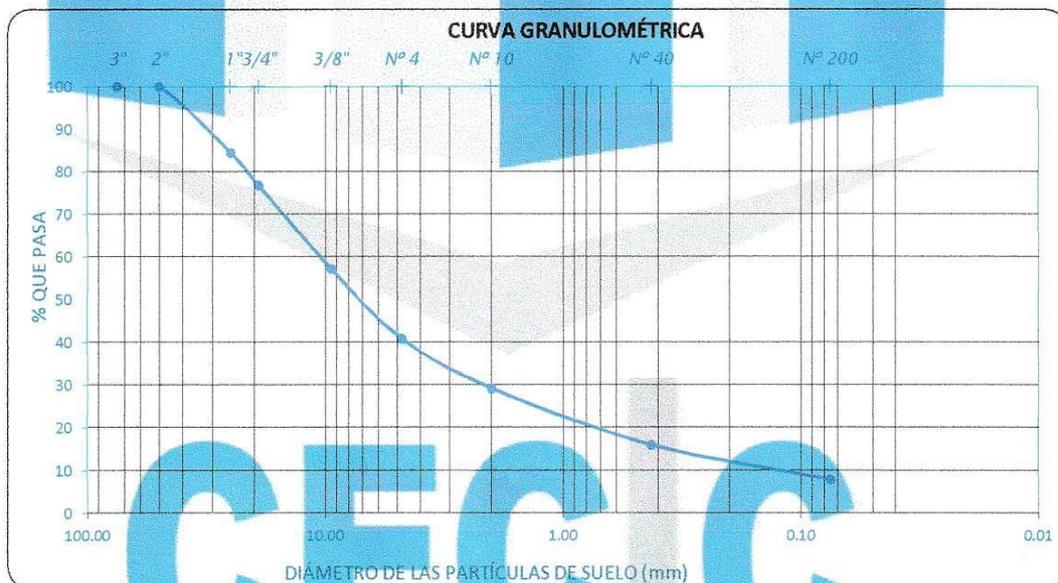
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ASTM D-422 / NTP 339.128

Solicitante : Bach. LUCIO ROJAS VITOR
 Obra/Proyecto : "EVALUACION DE LA ESTABILIZACION FISICA DEL BOTADERO RUMILLANA CON LA APLICACIÓN DEL PROGRAMA SLIDE - YANACANCHA - PASCO"
 Ubicación : Yanacancha - Pasco - Pasco
 Fecha de Ensayo : 30/12/2022
 Fecha de Emisión : 04/01/2023
 Muestra : Calicata C-2, estrato E-1
 N° Registro : S3 - 23 - 005 - 02

TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	LIMITES DE CONSISTENCIA
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00	LIMITE LIQUIDO = 30.00
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00	LIMITE PLÁSTICO = 20.00
1"	25.000	926.00	15.43	15.43	84.57	INDICE PLÁSTICO = 10.00
3/4"	19.000	461.00	7.68	23.12	76.88	COEFICIENTE DE CURVATURA = 3.65
3/8"	9.500	1166.00	19.43	42.55	57.45	COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD = 88.61
N° 4	4.750	992.00	16.53	59.08	40.92	CLASIFICACION
N° 10	2.000	698.60	11.64	70.73	29.27	SUCS : GP - GC
N° 40	0.425	793.98	13.23	83.96	16.04	AASHTO : A-2-4 (0)
N° 200	0.075	488.73	8.15	92.11	7.89	Grava pobremente gradada con arcilla y arena
CAZOLETA	0.000	473.69	7.89	100.00	0.00	OBSERVACIONES
TOTAL		6000.00	100.00			% grava = 59.08%
						% arena = 33.02%
						% de finos = 7.89%



OBSERVACIONES - El análisis granulométrico se realizó con las muestras proveídas por el solicitante.



CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN
 Marelis S. CÁNCARA HANCCO
 INGENIERO CIVIL CIP. 168806
 JEFE DE LABORATORIO



CECIC Laboratorio y capacitaciones



APVU - Mz "II", lote 4. San Juan
 Ref. a tres cuadras del GOREPA



990270829 / 963600813



990270829 / 963600813



Capitaciones.ccic@gmail.com

CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

OCEDA J & G CORPORATION SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - RUC 20600166051



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

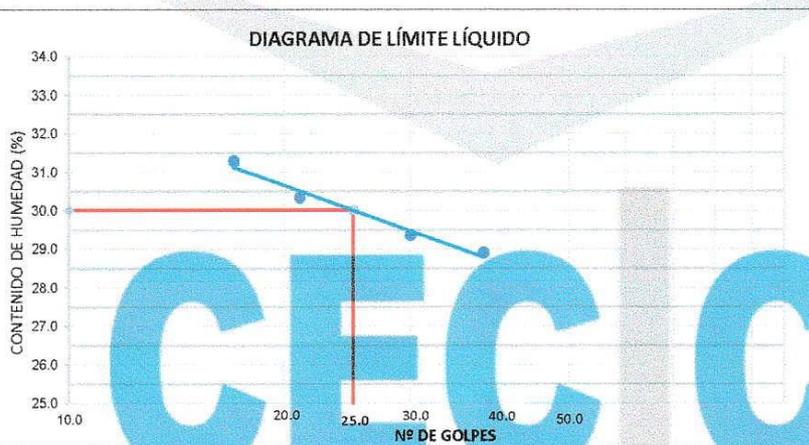
ENSAYO DE LÍMITES DE CONSISTENCIA

ASTM D-4318 / NTP 339.129

Solicitante : Bach. LUCIO ROJAS VITOR
 Obra/Proyecto : "EVALUACION DE LA ESTABILIZACION FISICA DEL BOTADERO RUMILLANA CON LA APLICACION DEL PROGRAMA SLIDE - YANACANCHA - PASCO"
 Ubicación : Yanacancha - Pasco - Pasco
 Fecha de Ensayo : 30/12/2022
 Fecha de Emisión : 04/01/2023
 Muestra : Calicata C-2, estrato E-1
 N° Registro : S4, S5 - 23 - 005 - 03

LÍMITE LÍQUIDO				
N° TARRO	14	4	12	1
TARRO + SUELO HÚMEDO	33.56	30.68	34.06	30.07
TARRO + SUELO SECO	28.65	26.55	29.19	26.23
CONTENIDO DE AGUA	4.91	4.13	4.87	3.84
PESO DEL TARRO	12.96	12.94	12.61	12.95
PESO DEL SUELO SECO	15.69	13.61	16.58	13.28
% DE HUMEDAD	31.29	30.35	29.37	28.92
N° DE GOLPES	17	21	30	38

LÍMITE PLÁSTICO				PROM = 20.24
N° TARRO	2	6	9	
TARRO + SUELO HÚMEDO	19.12	17.39	18.53	
TARRO + SUELO SECO	18.08	16.40	17.50	
AGUA	1.04	0.99	1.03	
PESO DEL TARRO	13.06	11.44	12.36	
PESO DEL SUELO SECO	5.02	4.96	5.14	
% DE HUMEDAD	20.72	19.96	20.04	



RESULTADOS	
LÍMITE LÍQUIDO =	30.00
LÍMITE PLÁSTICO =	20.00
ÍNDICE DE PLASTICIDAD =	10.00

OBSERVACIONES - El ensayo se realizó con las muestras proveídas por el solicitante.



CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN
 Mircel S. GARCAPA HANCCO
 INGENIERO CIVIL - CIP 168808
 JEFE DE LABORATORIO



CECIC Laboratorio y capacitaciones



APVU - Mz "II", lote 4. San Juan
 Ref. a tres cuadras del GOREPA



990270829 / 963600813



990270829 / 963600813



Capacitaciones.ccc@gmail.com

CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

OCEDA J & G CORPORATION SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - RUC 20600166051



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D-3080 / NTP 339.171

Solicitante : Bach. LUCIO ROJAS VITOR
 Obra/Proyecto : "EVALUACION DE LA ESTABILIZACION FISICA DEL BOTADERO RUMILLANA CON LA APLICACIÓN DEL PROGRAMA SLIDE - YANACANCHA - PASCO"
 Ubicación : Yanacancha - Pasco - Pasco
 Fecha de Ensayo : 31/12/2022
 Fecha de Emisión : 04/01/2023
 Muestra : Calicata C-2, estrato E-1
 N° Registro : S1 - 23 - 005 - 03

Sondaje : Calicata C-2, estrato E-1
 Muestra : M1

Profundidad : 1.5 m
 Estado : Remoldeado

Velocidad : 0.50 mm/min
 Clasificación SUCS: GP - GC

ESPECIMEN 1

Altura: 23.9 mm
 Diametro: 61.2 mm
 Carga: 15.00 kg
 D. Seca: 1.72 gr/cm³
 Humedad: 12.58 %
 Esf. Normal: 0.50 kg/cm²
 Esf. Corte: 0.43 kg/cm²

ESPECIMEN 2

Altura: 23.9 mm
 Lado: 61.2 mm
 Carga: 30.00 kg
 D. Seca: 1.72 gr/cm³
 Humedad: 12.58 %
 Esf. Normal: 1.00 kg/cm²
 Esf. Corte: 0.91 kg/cm²

ESPECIMEN 3

Altura: 23.9 mm
 Lado: 61.2 mm
 Carga: 60.00 kg
 D. Seca: 1.72 gr/cm³
 Humedad: 12.58 %
 Esf. Normal: 2.00 kg/cm²
 Esf. Corte: 1.66 kg/cm²

Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/s)
0.00	0.000	0.00
0.03	0.060	0.12
0.06	0.081	0.16
0.12	0.106	0.21
0.18	0.129	0.25
0.30	0.155	0.30
0.45	0.193	0.38
0.60	0.226	0.44
0.75	0.243	0.48
0.90	0.259	0.51
1.05	0.277	0.54
1.20	0.293	0.57
1.50	0.327	0.64
1.80	0.342	0.67
2.10	0.366	0.72
2.40	0.377	0.74
2.70	0.395	0.77
3.00	0.402	0.79
3.60	0.416	0.81
4.20	0.412	0.81
4.80	0.421	0.82
5.40	0.426	0.83
6.00	0.416	0.82
6.60	0.411	0.80
7.20	0.403	0.79
7.80	0.402	0.79
8.40	0.398	0.78
9.00	0.394	0.77
9.60	0.398	0.78
10.20	0.403	0.79

Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/s)
0.00	0.00	0.00
0.03	0.05	0.05
0.06	0.10	0.10
0.12	0.13	0.13
0.18	0.17	0.16
0.30	0.21	0.20
0.45	0.24	0.24
0.60	0.29	0.28
0.75	0.33	0.32
0.90	0.36	0.35
1.05	0.39	0.39
1.20	0.42	0.41
1.50	0.48	0.47
1.80	0.53	0.52
2.10	0.58	0.57
2.40	0.66	0.64
2.70	0.69	0.68
3.00	0.72	0.71
3.60	0.76	0.74
4.20	0.79	0.77
4.80	0.83	0.81
5.40	0.85	0.83
6.00	0.87	0.85
6.60	0.90	0.88
7.20	0.91	0.89
7.80	0.91	0.89
8.40	0.91	0.89
9.00	0.91	0.89
9.60	0.91	0.89
10.20	0.913	0.89

Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/s)
0.00	0.00	0.00
0.03	0.07	0.03
0.06	0.17	0.08
0.12	0.23	0.11
0.18	0.29	0.14
0.30	0.36	0.18
0.45	0.41	0.20
0.60	0.49	0.24
0.75	0.57	0.28
0.90	0.63	0.31
1.05	0.71	0.35
1.20	0.75	0.37
1.50	0.87	0.43
1.80	0.98	0.48
2.10	1.09	0.53
2.40	1.15	0.56
2.70	1.21	0.59
3.00	1.27	0.62
3.60	1.34	0.66
4.20	1.42	0.70
4.80	1.51	0.74
5.40	1.57	0.77
6.00	1.63	0.80
6.60	1.62	0.79
7.20	1.64	0.81
7.80	1.66	0.81
8.40	1.65	0.81
9.00	1.65	0.81
9.60	1.65	0.81
10.20	1.657	0.81

OBSERVACIONES:

El ensayo se realizó con el material remoldeado pasante el tamiz # 4



CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

IV. C. S. CANCAPA HANCCO
 INGENIERO CIVIL - CIP 16608
 JEFE DE LABORATORIO



CECIC Laboratorio y capacitaciones



APVU - Mz "II", lote 4, San Juan
 Ref. a tres cuadras del GOREPA



990270829 / 963600813



990270829 / 963600813



Capitaciones.ccic@gmail.com

CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

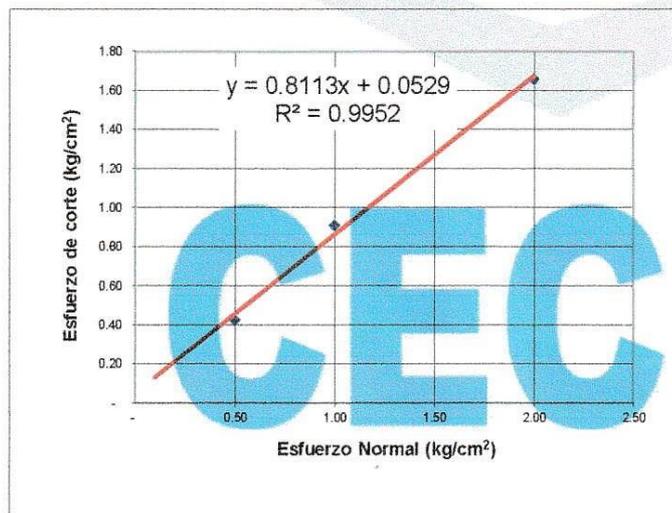
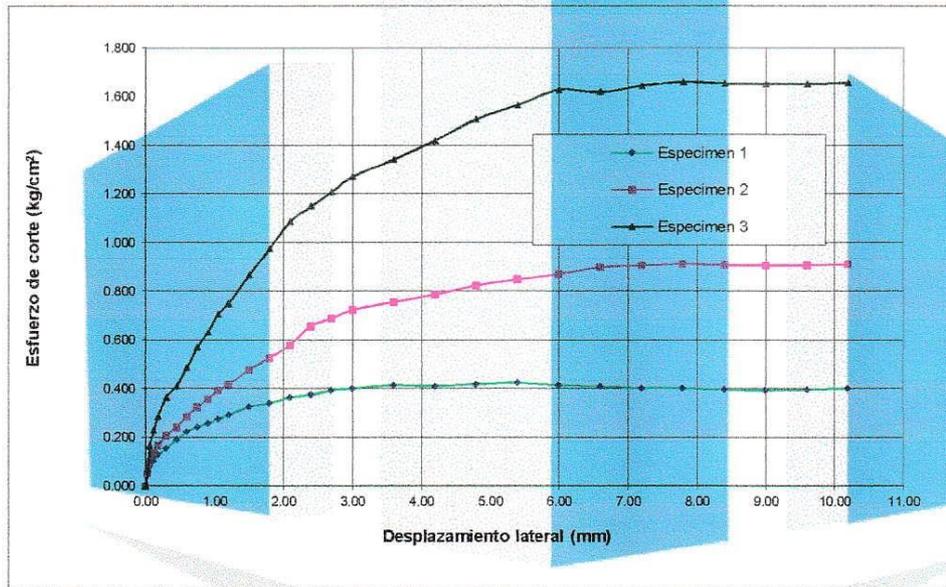
OCEDA J & G CORPORATION SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - RUC 20600166051
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D-3080 / NTP 339.171

Solicitante : Bach. LUCIO ROJAS VITOR
 Obra/Proyecto : "EVALUACION DE LA ESTABILIZACION FISICA DEL BOTADERO RUMILLANA CON LA APLICACIÓN DEL PROGRAMA SLIDE - YANACANCHA - PASCO"
 Ubicación : Yanacancha - Pasco - Pasco
 Fecha de Ensayo : 31/12/2022
 Fecha de Emisión : 04/01/2023
 Muestra : Calicata C-2, estrato E-1
 N° Registro : S1 - 23 - 005 - 04



Resultados:

Cohesión (c): 0.05 kg/cm²
 Ang. Fricción (f): 39.05 °

OBSERVACIONES:

Las muestras fueron provistas por el solicitante.

Las muestras fueron remoldeadas al 90.56% de la MDS del ensayo densidad de campo.



CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

Madre de Dios - CANCAYA HUANCO
 INGENIERO CIVIL / CIP 168608
 JEFE DE LABORATORIO



CECIC Laboratorio y capacitaciones



APVU - Mz "II", lote 4. San Juan
 Ref. a tres cuadras del GOREPA



990270829 / 963600813



990270829 / 963600813



Capitaciones.ccic@gmail.com



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D-3080 / NTP 339.171

Solicitante : Bach. LUCIO ROJAS VITOR
 Obra/Proyecto : "EVALUACION DE LA ESTABILIZACION FISICA DEL BOTADERO RUMILLANA CON LA APLICACIÓN DEL PROGRAMA SLIDE - YANACANCHA - PASCO"
 Ubicación : Yanacancha - Pasco - Pasco
 Fecha de Ensayo : 02/01/2023
 Fecha de Emisión : 04/01/2023
 Muestra : Calicata C-2, estrato E-1
 N° Registro : S1 - 22 - 032 - 05

Estado : Remoldeado (material < Tamiz N°4)
 Muestra : Calicata C-2, estrato E-1

	Especimen N°01	Especimen N°02	Especimen N°03
Diámetro del anillo (cm)	6.12	6.12	6.12
Altura inicial de la muestra (cm)	2.39	2.39	2.39
Densidad húmeda inicial (gr/cm3)	1.937	1.937	1.937
Densidad seca inicial (gr/cm3)	1.721	1.721	1.721
Contenido de humedad inicial (%)	12.58	12.58	12.58
Altura final de la muestra (cm)	2.30	2.29	2.25
Densidad húmeda final (gr/cm3)	2.017	2.038	2.040
Densidad seca final (gr/cm3)	1.678	1.698	1.701
Contenido de humedad final (%)	20.18	20.02	19.87
Esfuerzo normal (kg/cm2)	0.50	1.00	2.00
Esfuerzo de corte máximo (kg/cm2)	0.426	0.913	1.659
Ángulo de fricción interna (°)	39.05		
Cohesión (kg/cm2)	0.05		



CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

Marcial S. CANCAYA HANCCO
 INGENIERO CIVIL / CP. 196608
 JEFE DE LABORATORIO



CECIC Laboratorio y capacitaciones



APVU – Mz "II", lote 4. San Juan
 Ref. a tres cuadras del GOREPA



990270829 / 963600813



990270829 / 963600813



Capitaciones.ccic@gmail.com

ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE DISEÑO DE ESTABILIDAD DE TALUD

- Solicitante** : Bach. LUCIO ROJAS VITOR
- Tesis** : "EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACION
FISICA DEL BOTADERO RUMILLANA CON
LA APLICACIÓN DEL PROGRAMA SLIDE -
YANACANCHA - PASCO"
- Ubicación** : Yanacancha - Pasco – Pasco
- Referencia** : Botadero Rumillana
- Muestra** : Calicata C-3, estrato E-1
- Nº Informe** : S - 23 - 005



CCIC Capacitaciones Pasco



APVU— Mz "II", lote 4. San Juan
Ref. a tres cuadras del GOREPA



Celular: 990270829 / 963600813



990270829 / 963600813



Correo: capacitaciones.ccic@gmail.com



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE DISEÑO DE ESTABILIDAD DE TALUD

Solicitante : Bach. LUCIO ROJAS VITOR
Tesis : "EVALUACION DE LA ESTABILIZACION FISICA DEL BOTADERO RUMILLANA CON LA APLICACIÓN DEL PROGRAMA SLIDE - YANACANCHA - PASCO"
Ubicación : Yanacancha - Pasco - Pasco
Nº Informe : S - 23 - 005

DATOS

Recepción de Muestras : 29/12/2022
Fecha de Emisión : 04/01/2023
Calicata : Calicata C-3, estrato E-1
Estado : Alterado
Muestra : M1
Profundidad de calicata : 1.5 m

RESUMEN DE ENSAYOS

Clasificación : GW - GC

Límites de Aterberg

Límite Líquido : 27.00
Límite Plástico : 19.00
Índice de plasticidad : 8.00

Ensayo de corte directo

Cohesión (c): : 0.03 kg/cm²
Ang. Fricción (f): : 36.02 °

Nota: Las muestras fueron remoldeadas al 94.82% de la MDS del ensayo densidad de campo.

Ensayo densidad de campo

MDW : 1.92 g/cm³
MDS : 1.68 g/cm³



CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERIA Y CONSTRUCCION

Morales S. GRANADA HUANCOCO
INGENIERO CIVIL - CIP 168608
JEFE DE LABORATORIO



CECIC Laboratorio y capacitaciones



APVU - Mz "II", lote 4. San Juan
Ref. a tres cuadras del GOREPA



990270829 / 963600813



990270829 / 963600813



Capitaciones.ccic@gmail.com



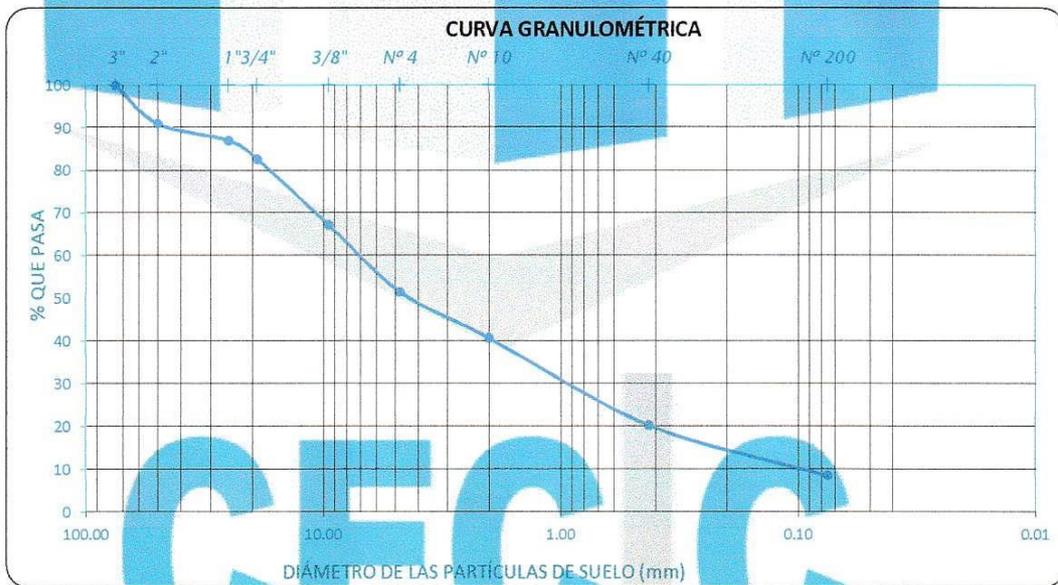
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ASTM D-422 / NTP 339.128

Solicitante : Bach. LUCIO ROJAS VITOR
 Obra/Proyecto : "EVALUACION DE LA ESTABILIZACION FISICA DEL BOTADERO RUMILLANA CON LA APLICACIÓN DEL PROGRAMA SLIDE - YANACANCHA - PASCO"
 Ubicación : Yanacancha - Pasco - Pasco
 Fecha de Ensayo : 30/12/2022
 Fecha de Emisión : 04/01/2023
 Muestra : Calicata C-3, estrato E-1
 N° Registro : S3 - 23 - 005 - 01

TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	LÍMITES DE CONSISTENCIA
N° 3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00	LÍMITE LIQUIDO = 27.00
2"	50.000	529.00	9.01	9.01	90.99	LÍMITE PLÁSTICO = 19.00
1"	25.000	233.00	3.97	12.98	87.02	ÍNDICE PLÁSTICO = 8.00
3/4"	19.000	255.00	4.34	17.32	82.68	COEFICIENTE DE CURVATURA = 1.22
3/8"	9.500	909.00	15.48	32.81	67.19	COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD = 73.85
N° 4	4.750	917.00	15.62	48.43	51.57	CLASIFICACIÓN
N° 10	2.000	637.29	10.86	59.28	40.72	SUCS : GW - GC
N° 40	0.425	1198.02	20.41	79.69	20.31	AASHTO : A-2.4 (0)
N° 200	0.075	693.49	11.81	91.50	8.50	Grava bien gradada con arcilla y arena
CAZOLETA	0.000	499.01	8.50	100.00	0.00	OBSERVACIONES
TOTAL		5870.81	100.00			% grava = 48.43%
						% arena = 43.07%
						% de finos = 8.50%



OBSERVACIONES.- El análisis granulometrico se realizó con las muestras proveidas por el solicitante.



CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN
 Marelal S. CANCAYA HANCCO
 INGENIERO CIVIL - CIP: 168608
 JEFE DE LABORATORIO



CECIC Laboratorio y capacitaciones



APVU - Mz "II", lote 4. San Juan
 Ref. a tres cuadras del GOREPA



990270829 / 963600813



990270829 / 963600813



Capitaciones.ccic@gmail.com

CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

OCEDA J & G CORPORATION SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - RUC 20600166051



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

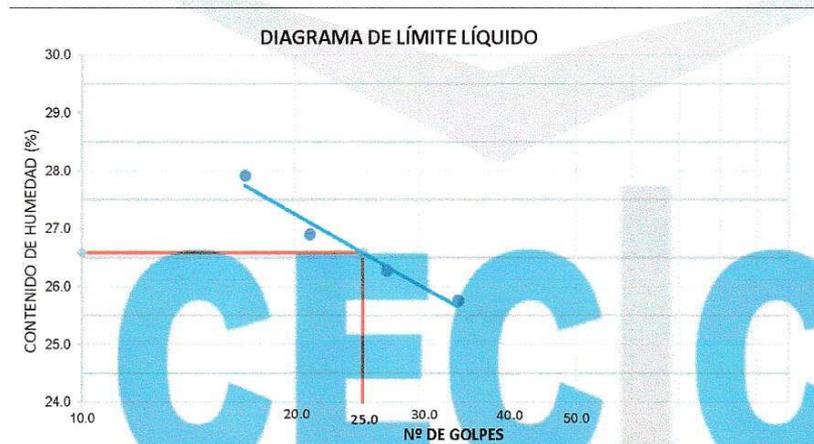
ENSAYO DE LÍMITES DE CONSISTENCIA

ASTM D-4318 / NTP 339.129

Solicitante : Bach. LUCIO ROJAS VITOR
 Obra/Proyecto : "EVALUACION DE LA ESTABILIZACION FISICA DEL BOTADERO RUMILLANA CON LA APLICACIÓN DEL PROGRAMA SLIDE - YANACANCHA - PASCO"
 Ubicación : Yanacancha - Pasco - Pasco
 Fecha de Ensayo : 30/12/2022
 Fecha de Emisión : 04/01/2023
 Muestra : Calicata C-3, estrato E-1
 N° Registro : S4, S5 - 23 - 005 - 02

LÍMITE LÍQUIDO				
N° TARRO	7	21	5	3
TARRO + SUELO HÚMEDO	25.42	34.28	33.15	32.95
TARRO + SUELO SECO	22.45	30.30	28.69	28.90
CONTENIDO DE AGUA	2.97	3.98	4.46	4.05
PESO DEL TARRO	11.81	15.51	11.72	13.18
PESO DEL SUELO SECO	10.64	14.79	16.97	15.72
% DE HUMEDAD	27.91	26.91	26.28	25.76
N° DE GOLPES	17	21	27	34

LÍMITE PLÁSTICO				
N° TARRO	2	22	24	PROM = 18.86
TARRO + SUELO HÚMEDO	21.10	21.08	21.26	
TARRO + SUELO SECO	20.30	20.20	20.31	
AGUA	0.80	0.88	0.95	
PESO DEL TARRO	15.95	15.55	15.38	
PESO DEL SUELO SECO	4.35	4.65	4.93	
% DE HUMEDAD	18.39	18.92	19.27	



RESULTADOS	
LÍMITE LÍQUIDO =	27.00
LÍMITE PLÁSTICO =	19.00
ÍNDICE DE PLASTICIDAD =	8.00

OBSERVACIONES.- El ensayo se realizo con las muestras proveidas por el solicitante.



CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERIA Y CONSTRUCCION
 Marcel S. CANCADA MANCCO
 INGENIERO CIVIL - CIP 168608
 JEFE DE LABORATORIO



CECIC Laboratorio y capacitaciones



APVU - Mz "II", lote 4. San Juan
 Ref. a tres cuadras del GOREPA



990270829 / 963600813



990270829 / 963600813



Capacitaciones.cic@gmail.com



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D-3080 / NTP 339.171

Solicitante : Bach. LUCIO ROJAS VITOR
 Obra/Proyecto : "EVALUACION DE LA ESTABILIZACION FISICA DEL BOTADERO RUMILLANA CON LA APLICACIÓN DEL PROGRAMA SLIDE - YANACANCHA - PASCO"
 Ubicación : Yanacancha - Pasco - Pasco
 Fecha de Ensayo : 02/01/2023
 Fecha de Emisión : 04/01/2023
 Muestra : Calicata C-3, estrato E-1
 N° Registro : S1 - 23 - 005 - 03

Sondaje : Calicata C-3, estrato E-1
 Muestra : M1

Profundidad : 1.5 m
 Estado : Remoldeado

Velocidad : 0.50 mm/min
 Clasificación SUCS : GW - GC

ESPECIMEN 1

Altura: 23.9 mm
 Diametro: 61.2 mm
 Carga: 15.00 kg
 D. Seca: 1.59 gr/cm³
 Humedad: 14.48 %
 Esf. Normal: 0.50 kg/cm²
 Esf. Corte: 0.40 kg/cm²

ESPECIMEN 2

Altura: 23.9 mm
 Lado: 61.2 mm
 Carga: 30.00 kg
 D. Seca: 1.59 gr/cm³
 Humedad: 14.48 %
 Esf. Normal: 1.00 kg/cm²
 Esf. Corte: 0.75 kg/cm²

ESPECIMEN 3

Altura: 23.9 mm
 Lado: 61.2 mm
 Carga: 60.00 kg
 D. Seca: 1.59 gr/cm³
 Humedad: 14.48 %
 Esf. Normal: 2.00 kg/cm²
 Esf. Corte: 1.49 kg/cm²

Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (ts)
0.00	0.000	0.00
0.03	0.043	0.08
0.06	0.065	0.13
0.12	0.105	0.21
0.18	0.127	0.25
0.30	0.140	0.27
0.45	0.159	0.31
0.60	0.175	0.34
0.75	0.185	0.36
0.90	0.203	0.40
1.05	0.235	0.46
1.20	0.264	0.52
1.50	0.277	0.54
1.80	0.291	0.57
2.10	0.315	0.62
2.40	0.327	0.64
2.70	0.326	0.64
3.00	0.340	0.67
3.60	0.384	0.75
4.20	0.385	0.75
4.80	0.403	0.79
5.40	0.396	0.78
6.00	0.393	0.77
6.60	0.391	0.77
7.20	0.382	0.75
7.80	0.376	0.74
8.40	0.378	0.74
9.00	0.377	0.74
9.60	0.381	0.75
10.20	0.382	0.75

Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (ts)
0.00	0.00	0.00
0.03	0.04	0.04
0.06	0.08	0.08
0.12	0.15	0.14
0.18	0.18	0.18
0.30	0.22	0.21
0.45	0.29	0.28
0.60	0.33	0.32
0.75	0.37	0.36
0.90	0.42	0.41
1.05	0.45	0.44
1.20	0.47	0.46
1.50	0.50	0.49
1.80	0.53	0.52
2.10	0.57	0.55
2.40	0.60	0.58
2.70	0.62	0.61
3.00	0.64	0.63
3.60	0.70	0.68
4.20	0.71	0.70
4.80	0.74	0.72
5.40	0.74	0.72
6.00	0.74	0.73
6.60	0.74	0.72
7.20	0.73	0.72
7.80	0.73	0.71
8.40	0.74	0.72
9.00	0.74	0.73
9.60	0.75	0.73
10.20	0.746	0.73

Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (ts)
0.00	0.00	0.00
0.03	0.06	0.03
0.06	0.14	0.07
0.12	0.26	0.13
0.18	0.34	0.16
0.30	0.41	0.20
0.45	0.57	0.28
0.60	0.64	0.31
0.75	0.74	0.36
0.90	0.84	0.41
1.05	0.88	0.43
1.20	0.92	0.45
1.50	0.97	0.47
1.80	1.04	0.51
2.10	1.10	0.54
2.40	1.16	0.57
2.70	1.22	0.60
3.00	1.26	0.62
3.60	1.36	0.66
4.20	1.39	0.68
4.80	1.45	0.71
5.40	1.45	0.71
6.00	1.46	0.72
6.60	1.45	0.71
7.20	1.45	0.71
7.80	1.45	0.71
8.40	1.46	0.72
9.00	1.48	0.72
9.60	1.49	0.73
10.20	1.482	0.73

OBSERVACIONES:

El ensayo se realizó con el material remoldeado pasante el tamiz # 4



CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

Marcial S. CÁRDENAS HERNÁNDEZ
 INGENIERO CIVIL, CIP 198608
 JEFE DE LABORATORIO



CECIC Laboratorio y capacitaciones



APVU - Mz "II", lote 4. San Juan
 Ref. a tres cuadras del GOREPA



990270829 / 963600813



990270829 / 963600813



Capitaciones.cic@gmail.com

CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

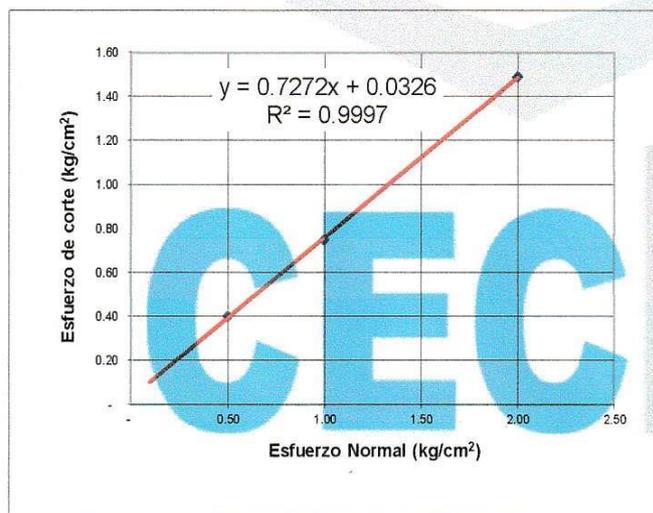
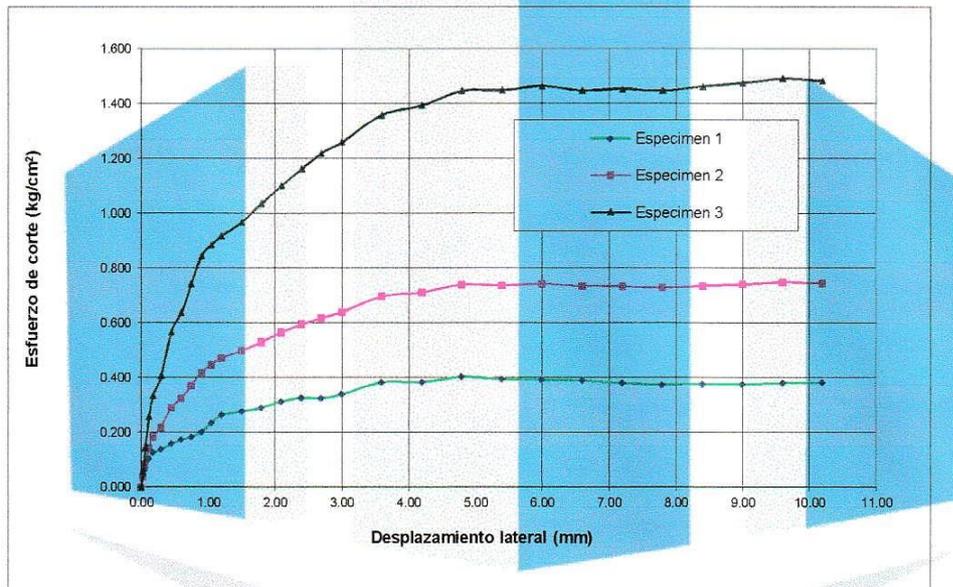


OCEDA I & G CORPORATION SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - RUC 20600166051
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D-3080 / NTP 339.171

Solicitante : Bach. LUCIO ROJAS VITOR
Obra/Proyecto : "EVALUACION DE LA ESTABILIZACION FISICA DEL BOTADERO RUMILLANA CON LA APLICACIÓN DEL PROGRAMA SLIDE - YANACANCHA - PASCO"
Ubicación : Yanacancha - Pasco - Pasco
Fecha de Ensayo : 02/01/2023
Fecha de Emisión : 04/01/2023
Muestra : Calicata C-3, estrato E-1
N° Registro : S1 - 23 - 005 - 04



Resultados:

Cohesión (c): 0.03 kg/cm²
Ang. Fricción (f): 36.02 °

OBSERVACIONES:

Las muestras fueron provistas por el solicitante

Las muestras fueron remoldeadas al 94.82% de la MDS del ensayo densidad de campo.



CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

N. M. S. CANCAPA HANCCO
INGENIERO CIVIL - O.P. 189608
JEFE DE LABORATORIO



CECIC Laboratorio y capacitaciones



APVU - Mz "II", lote 4. San Juan
Ref. a tres cuadras del GOREPA



990270829 / 963600813



990270829 / 963600813



Capitaciones.cic@gmail.com



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D-3080 / NTP 339.171

Solicitante : Bach. LUCIO ROJAS VITOR
 Obra/Proyecto : "EVALUACION DE LA ESTABILIZACION FISICA DEL BOTADERO RUMILLANA
 CON LA APLICACIÓN DEL PROGRAMA SLIDE - YANACANCHA - PASCO"
 Ubicación : Yanacancha - Pasco - Pasco
 Fecha de Ensayo : 03/01/2023
 Fecha de Emisión : 04/01/2023
 Muestra : Calicata C-3, estrato E-1
 N° Registro : S1 - 23 - 005 - 05

Estado : Remoldeado (material < Tamiz N°4)
 Muestra : Calicata C-3, estrato E-1

	Especimen N°01	Especimen N°02	Especimen N°03
Diámetro del anillo (cm)	6.12	6.12	6.12
Altura inicial de la muestra (cm)	2.39	2.39	2.39
Densidad húmeda inicial (gr/cm3)	1.824	1.824	1.824
Densidad seca inicial (gr/cm3)	1.593	1.593	1.593
Contenido de humedad inicial (%)	14.48	14.48	14.48
Altura final de la muestra (cm)	2.35	2.32	2.29
Densidad húmeda final (gr/cm3)	1.853	1.853	1.858
Densidad seca final (gr/cm3)	1.549	1.557	1.568
Contenido de humedad final (%)	19.62	19.01	18.47
Esfuerzo normal (kg/cm2)	0.50	1.00	2.00
Esfuerzo de corte máximo (kg/cm2)	0.403	0.749	1.491
Ángulo de fricción interna (°)	36.02		
Cohesión (kg/cm2)	0.03		



CECIC Laboratorio y capacitaciones



APVU – Mz "II", lote 4. San Juan
 Ref. a tres cuadras del GOREPA



990270829 / 963600813



990270829 / 963600813



Capitaciones.ccic@gmail.com

ENSAYOS DE DENSIDAD DE CAMPO PARA REMOLDEO DE MUESTRAS

- Solicitante** : Bach. LUCIO ROJAS VITOR
- Tesis** : "EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACION FISICA DEL BOTADERO RUMILLANA CON LA APLICACIÓN DEL PROGRAMA SLIDE - YANACANCHA - PASCO"
- Ubicación** : Yanacancha - Pasco – Pasco
- Referencia** : Botadero Rumillana
- Muestra** : Calicata C-1, C-2, C-3
- Nº Informe** : S - 23 - 005



CCIC Capacitaciones Pasco



APVU— Mz "II", lote 4. San Juan
Ref. a tres cuadras del GOREPA



Celular: 990270829 / 963600813



990270829 / 963600813



Correo: capacitaciones.ccic@gmail.com

CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

OCEDA J & G CORPORATION SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - RUC 20600166051



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

DENSIDAD DE CAMPO POR EL MÉTODO DEL CONO DE ARENA

ASTM D-1556 / NTP 339.143 / MTC E 117

Solicita : Bach. LUCIO ROJAS VITOR
 Obra/Proyecto : "EVALUACION DE LA ESTABILIZACION FISICA DEL BOTADERO RUMILLANA CON LA APLICACIÓN DEL PROGRAMA SLIDE - YANACANCHA - PASCO"
 Ubicación : Yanacancha - Pasco - Pasco
 Fecha de Ensayo : 29/09/2022
 Fecha de Emisión : 30/09/2022
 Referencia : Material de desmonte Rumillana
 N° Registro : CP6-23-05-01

IDENTIFICACIÓN DEL ENSAYO

Progresiva		C1	C2	C3
Referencia		S. Natural	S. Desmonte	S. Desmonte - residuos
DENSIDAD				
Peso del frasco+arena	gr	7,824.00	7,942.00	7,951.00
Peso del frasco+arena que queda	gr	2,448.00	2,985.00	1,872.00
Peso de la arena empleada	gr	5,376.00	4,957.00	6,079.00
Peso de la arena en el cono	gr	1,692.00	1,692.00	1,692.00
Peso de la arena en el orificio	gr	3,684.00	3,265.00	4,387.00
Densidad de la arena	gr/cm3	1.439	1.439	1.439
Volumen del orificio	cm3	2,560.11	2,268.94	3,048.64
Peso del recipiente+suelo+grava	gr	5,395.00	5,130.00	6,116.00
Peso del recipiente	gr	262.00	262.00	262.00
Peso del suelo+grava	gr	5,133.00	4,868.00	5,854.00
Peso retenido en la malla 3/4"	gr	749.00	909.00	1748.00
Grava retenida en el tamiz separador	%	14.59	18.67	29.86
Fracción fina que pasa el tamiz separador	%	85.41	81.33	70.14
Peso específico de la grava	gr/cm3			
Volumen de la grava	cm3			
Densidad Humeda	gr/cm3	2.00	2.15	1.92

CONTENIDO DE HUMEDAD

Lectura del Speddy	%	13.00	12.50	14.10
Lectura corregida del Speddy (ASTM D4944)	%	13.24	12.72	14.39
Contenido de humedad combinada (fino + grava)	%			

RESULTADOS

Densidad seca	gr/cm3	1.77	1.90	1.68
Maxima densidad seca (Proctor modificado)	gr/cm3			
Maxima densidad seca corregida (Proctor modificado)	gr/cm3			
Optimo contenido de humedad	%			
GRADO DE COMPACTACIÓN	%			

NOTA: - La ubicación de los puntos donde se efectuaron los ensayos fueron indicados por el solicitante.



CONSULTORIAS, ESTUDIOS Y CAPACITACIONES EN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

Márcel S. CANGARA HANCO
 INGENIERO CIVIL - CIP. 188808
 JEFE DE LABORATORIO



CECIC Laboratorio y capacitaciones



APVU - Mz "II", lote 4. San Juan
 Ref. a tres cuadras del GOREPA



990270829 / 963600813



990270829 / 963600813



Capacitaciones.ccic@gmail.com

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF -0189 - 2021

Página 1 de 3

1. Expediente	01131-2021
2. Solicitante	CANCAPA HANCCO MARCIAL SIMON
3. Dirección	SAN JUAN MZA. LL LOTE. 4 GOBIERNO REGIONAL 4 CUADRAS - PASCO - PASCO - YANACANCHA
4. Equipo	CORTE DIRECTO
Capacidad	300 kgf
Marca	PERUTEST
Modelo	PT-CD
Número de Serie	1046
Clase	NO INDICA
Procedencia	PERÚ
Identificación	NO INDICA
Indicador	DIGITAL
Marca	PERUTEST
Modelo	NO INDICA
Número de Serie	1046
División de Escala / Resolución	0.01 kgf
5. Fecha de Calibración	2021-12-14

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2021-12-14

Jefe del Laboratorio de Metrología



MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello





INFORME DE VERIFICACIÓN CA - IV - 0107 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

1. Expediente	1933-2021
2. Solicitante	BLAS OCEDA GIOVANA JESSICA
3. Dirección	JR. AGUS TIN GAMARRA 114 - SAN JUAN A 100 METROS DE LA ES CUELA JOS E ANTONIO PASCO - PASCO - YANACANCHA
4. Instrumento de medición	EQUIPO LÍMITE LÍQUIDO (CAZUELA CASAGRANDE)
Marca	PERUTEST
Modelo	PT-CC
Procedencia	PERÚ
Número de Serie	097
Código de Identificación	NO INDICA
Tipo de contador	ANALÓGICO
Ubicación	NO INDICA
5. Fecha de Verificación	2021-07-27

Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

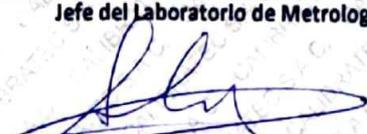
Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El Informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2021-07-27

Jefe del Laboratorio de Metrología


MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 073 - 2021

Página 1 de 5

1. Expediente	01933-2021
2. Solicitante	CANCAPA HANCCO MARCIAL SIMON
3. Dirección	A.P.V. UNDAG - SAN JUAN MZA. LL LOTE, 4 GOBIERNO REGIONAL 4 CUADRAS PASCO- PASCO-YANACANCHA
4. Equipo	HORNO
Alcance Máximo	300 °C
Marca	PERUTEST
Modelo	PT-H136
Número de Serie	0143
Procedencia	CHINA
Identificación	NO INDICA
Ubicación	NO INDICA

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

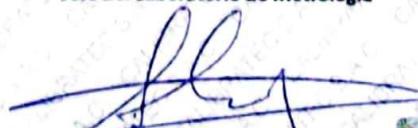
Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	30 °C a 300 °C	30 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0.1 °C	0.1 °C
Tipo	CONTROLADOR ELECTRONICO	TERMÓMETRO DIGITAL

5. Fecha de Calibración 2021-07-27

Fecha de Emisión

2021-07-27

Jefe del Laboratorio de Metrología



MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORR

Sello



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LM-1728-2021

DESTINATARIO : OCEDA J&G CORPORATION S.A.C.
 DIRECCIÓN : P.J. AGUSTIN GAMARRA NRO. 114 URB. SAN JUAN- PASCO - YANACAN
 FECHA : 2021/11/12
 LUGAR DE CALIBRACIÓN : LAB. DE MASA PYS EQUIPOS

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN: BALANZA

MARCA : OHAUS CAPACIDAD MÁXIMA 30 kg
 N° DE SERIE : 8356390601 DIV. DE ESCALA (d) 0.001 kg
 MODELO : R21PE30ZH DIV. DE VERIFICACIÓN (e) 0.010 kg
 TIPO : ELECTRÓNICA CÓDIGO DE LA BALANZA NO INDICA
 CLASE III CAPACIDAD MÍNIMA 0.02 kg

PESAS UTILIZADAS: CERTIFICADO: 306, 314, 315, 316 - CM - M - 2020

CALIBRACIÓN EFECTUADA SEGÚN: NMP-003-2009 y Procedimiento de Calibración de Balanzas de funcionamiento No Automático PC-001/Indecopi

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temp °C	Inicial	Final	H. R. %	Inicial	Final
	19.1	19.1		69	69

Medición N°	Carga L1 = 15.000 kg			Carga L2 = 30.000 kg		
	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)
1	15.000	0.0005	0.0000	30.000	0.0005	0.0000
2	15.000	0.0005	0.0000	30.000	0.0005	0.0000
3	15.000	0.0005	0.0000	30.000	0.0005	0.0000
4	15.000	0.0006	-0.0001	30.000	0.0006	-0.0001
5	15.000	0.0006	-0.0001	30.000	0.0006	-0.0001
6	15.000	0.0006	-0.0001	30.000	0.0007	-0.0002
7	15.000	0.0007	-0.0002	30.000	0.0006	-0.0001
8	15.000	0.0006	-0.0001	30.000	0.0006	-0.0001
9	15.000	0.0006	-0.0001	30.000	0.0005	0.0000
10	15.000	0.0006	-0.0001	30.000	0.0005	0.0000

$$E = I + \frac{1}{2}d - \Delta L - L$$

Carga (kg)	Diferencia Máxima (kg)	E.M.P. (kg)
15.00	0.0002	0.002
30.00	0.0002	0.003

OBSERVACIONES:

- Este informe de calibración NO podrá ser reproducido parcial o totalmente sin la autorización de PyS EQUIPOS E.I.P.
- El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos de medición. Se recomienda realizar la calibración en intervalos de 06 meses dependiendo del uso y movilización de la misma





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 0139 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	01933-2021
2. Solicitante	CANCAPA HANCCO MARCIAL SIMON
3. Dirección	A.P.V. UNDAC - SAN JUAN MZA. LL LOTE. 4 GOBIERNO REGIONAL 4 CUADRAS PASCO- PASCO-YANACANCHA
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	620 g
División de escala (d)	0.01 g
Div. de verificación (e)	0.01 g
Clase de exactitud	III
Marca	OHAUS
Modelo	NV622ZH
Número de Serie	8342157587
Capacidad mínima	0.2 g
Procedencia	CHINA
Identificación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2021-07-27

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2021-07-27

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



ANEXO N° 02
IMÁGENES DE LA INVESTIGACIÓN REALIZADA

FOTO N° 001: Vista de la desmontera Rumiallana con vista a la población de Mariátegui



FOTO N° 002: Vista de la desmontera Rumiallana con cuatro bancos



FOTO N° 003: Vista de la desmontera Rumiallana con un banco de residuos sólidos, al fondo quebrada

Tingo



FOTO N° 004: Vista de la habilitación de calicata



FOTO N° 005: Vista de la desmontera Rumiallana



FOTO N° 006: Vista de las muestras analizadas



FOTO N° 007: Vista de las muestras analizadas

