



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“Estabilidad de taludes naturales empleando métodos  
convencionales, sector Llavini, Puno 2021”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil**

**AUTOR (ES):**

Br. Huascope Callata Mario (ORCID: 0000-0002-1325-3934)

**ASESOR (A):**

Dr. Muñoz Paucarmayta, Abel Albert (ORCID 0000-0002.1968-9122)

**LINEA DE INVESTIGACION:**

Diseño de infraestructura vial

LIMA - PERU

2021

## **DEDICATORIA**

A Dios todopoderoso por derramar muchas bendiciones, sabiduría y conocimiento, por llenarme de fortaleza para vencer todo los obstáculos desde un principio de mi vida.

A mi padre y madre por el esfuerzo y sacrificio para brindarme toda la comprensión y fortaleza a cada momento de mi vida.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios todo poderoso, por su bendición, buena salud y sabiduría gracias señor, que a cada día caminas junto a nosotros.

A mis padres Juan y María Santana, eres lo máximo, soy una persona agradecida por haberme dado educación, un hogar donde me pueda desarrollar y aprender los buenos valores morales.

A mis hijos Evelin, Jonathan, y mi esposa quienes son mi fortaleza, motivación de seguir trabajando las buenas obras en la vida.

A mis compañeros por esa motivación y apoyo incondicional en el proceso de desarrollo de esta trabajo de investigación.

A los amigos de Laboratory BTS Concrete & Pavements, por el esfuerzo de su trabajo, que se desarrolló el avance de los trabajos finales de esta investigación.

Un reconocimiento a agradecimiento a Dr. Abel Albert Muñiz Paucarmayta, por su constante apoyo incondicional de semana tras semana, así mismo a los jurados de esta Universidad, por permitirme de realizar el presente trabajo de investigación, GRACIAS UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO.

## INDICE GENERAL

CARATULA .....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ACTA DE APROBACION DE TESIS.....	iv
ACTA DE APROBACION DE ORIGINALIDAD DE TESIS.....	v
AUTORIZACION DE PUBLICACION DE TESIS.....	vi
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE AUTOR.....	vii
INDICE GENERAL.....	viii
INDICE DE TABLAS.....	ix
INDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGIA.....	17
3.1. DISEÑO DE INVESTIGACION: .....	17
3.1.1. Método: Científico.....	17
3.1.2. Tipo: Aplicativo.....	17
3.1.3. Nivel: explicativo .....	17
3.1.4. Diseño: Experimental .....	18
3.2. VARIABLES, OPERACIONALIZACION .....	18
3.2.1. Variable: .....	18
3.3. Operacionalizacion de Variables .....	18
3.4. POBLACION Y MUESTRA.....	20
3.4.1. Población: .....	20
3.4.2. Muestra: .....	20
3.4.3. Muestreo: .....	20
3.5. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE DATOS .....	20
3.5.1. Técnicas: .....	20
3.5.2. Instrumento:.....	21
3.5.3. Validez:.....	21
3.5.4. Confiabilidad: .....	22
3.6. PROCEDIMIENTOS.....	22
3.6.1. Descripción de Zona de Estudio .....	22
3.6.2. Estudio previos .....	22
3.6. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS .....	24
IV. RESULTADOS .....	33
V. DISCUSION.....	40
VI. CONCLUSION .....	44
VII. RECOMENDACIONES .....	46
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	47



## INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 01. Método mas utilizados de analisis de estabilidad de taludes, MEL.</i>	10
<i>Tabla 02. Partes de un Talud Natural</i>	10
<i>Tabla 03. Clasificación de taludes</i>	11
<i>Tabla 04. Factores influyentes en la inestabilidad de los taludes</i>	11
<i>Tabla 05. Tipos de deslizamiento (Según el Tipo de Falla)</i>	13
<i>Tabla 06. Propiedades mecanicas de suelos</i>	15
<i>Tabla 09. Operacionalización de variables</i>	19
<i>Tabla 10. Rango de validez</i>	21
<i>Tabla 11, Validadores.</i>	22
<i>Tabla 12. Ubicación de Calicatas.</i>	23
<i>Tabla 13. Ensayo de laboratorio de mecánica de suelos.</i>	24
<i>Tabla 14. Estimacion de Factor de seguridad con siguientes condiciones</i>	24
<i>Tabla 15. Datos tecnicos para calculo de FS, Perfil-01.</i>	25
<i>Tabla 16. Resultado de FS de talud, por MEL-S, para perfil-01</i>	26
<i>Tabla 17. Datos tecnicos para calculo de FS, Perfil-02.</i>	26
<i>Tabla 18. Resultado de estabilidad de talud, por MEL-S, para perfil-02</i>	27
<i>Tabla 19. Resultado de estabilidad de talud, por MEF, para perfil-01.</i>	28
<i>Tabla 20. Resultado de estabilidad de talud, por MEF, para perfil-02.</i>	29
<i>Tabla 21. Parámetros geotécnicos para perfil -01</i>	30
<i>Tabla 22. Parámetros geotécnicos para perfil -02</i>	30
<i>Tabla 23. Resultado de Factor de Seguridad por MEL-S, MEF.</i>	32
<i>Tabla 24. Resultado de FS por MEL-S, analizado con normas peruanas.</i>	33
<i>Tabla 25. Resultado de FS por MEL-S, analizados con norma internacional.</i>	34
<i>Tabla 26. Resultado de FS por MEF, Analizados Con Normas Peruanas.</i>	35
<i>Tabla 27. Resultado de FS por MEF, analizados con norma internacional.</i>	36
<i>Tabla 28. Parámetros geotécnicos para perfil -01</i>	37
<i>Tabla 29. Parámetros geotécnicos para perfil -02</i>	37
<i>Tabla 30. Comparación de métodos convencionales.</i>	39

## INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 01. Construcción de viviendas podría estar en Riesgo.</i> .....	2
<i>Figura 02. Métodos de análisis de estabilidad de taludes.</i> .....	9
<i>Fuente: Suarez (2007)</i> .....	9
<i>Figura 03. Fuerzas actuantes en dovelas- método equilibrio límite</i> .....	9
<i>Tabla 01. Método mas utilizados de analisis de estabilidad de taludes, MEL.</i> .....	10
<i>Tabla 02. Partes de un Talud Natural</i> .....	10
<i>Figura 04. Flujo de deslizamiento según ángulo de inclinación.</i> .....	11
<i>Figura 05. Tipos de fallas en deslizamientos rotacionales</i> .....	12
<i>Figura 06. Deslizamiento Traslacional.</i> .....	13
<i>Figura 07. Flujo en materiales húmedos.</i> .....	13
<i>Figura 08. Circulo de mohr coulomb</i> .....	15
<i>Figura 09. Perfil -01, Resultado de FS, aplicando Rocscience slide 6.0.</i> .....	26
<i>Figura 10. Perfil -02, Resultado de FS, aplicando Rocscience Slide 6.0.</i> .....	27
<i>Figura 11. Perfil -01, Resultado de FS, aplicando Geo-5</i> .....	28
<i>Figura 12. Perfil -02, Resultado de FS, aplicando Geo-5</i> .....	29
<i>Figura 13. Identificación De Tipo Falla De Talud Natural En Perfil-1</i> .....	31
<i>Figura 14. Identificación De Tipo Falla De Talud Natural En Perfil-2</i> .....	31
<i>Figura 15. Identificación De Tipo Falla De Talud Natural de Perfil-1, perfil-2</i> .....	38
<i>Figura 16. Tipos de fallas en deslizamientos rotacionales</i> .....	38

## **RESUMEN:**

El presente investigación titulada estabilidad de taludes naturales empleando métodos convencionales, sector Llavini, Puno 2021, fijo por objetivo: de determinar el grado de estabilidad de taludes naturales, mediante análisis de métodos convencionales, con metodología que se aplicó el método científico, por que soluciona a un problema como es la inestabilidad de suelos en ladera, verifica los acontecimientos de propiedad físico mecánica de suelos, y es recolectado los datos en un tiempo determinado del enero del 2021, de tipo aplicativo, por ser una investigación que soluciona a través de procedimientos cálculos y metodológicos, el problemas en corto tiempo en beneficio de la sociedad, del nivel explicativo porque determinarlas causas de sucesos y fenómenos físicos con intención de explicar por qué ocurren estos fenómenos en relación de más dos variables de valores de factores de seguridad y en diferentes condiciones de suelo en laderas al ser analizados, y diseño ya se manipularan los variables deliberadamente para demostrar los diferentes valores de factor de seguridad.

Los resultados obtenidos, para el grado de estabilidad de talud, por teoría equilibrio limite –Spencer hacia perfil-01, es:  $FS=1.32$  y para perfil-02  $FS=1.44$ , así mismo por teoría de elementos finitos, cuenta para perfil-01, con valores de:  $FS=1.37$  y para perfil-02  $FS=1.56$ . La investigación señala como conclusión, realizado el análisis de grado estabilidad de taludes mediante dos teorías muy distintas, es similar, su diferencia es despreciable en campo de la práctica, según el valor de factor de seguridad el mayor valor es por elementos finitos, entonces el talud se encuentra estable estáticamente, y estable cuestionable o estable critica con sismo o en estado saturado, cumple el valor mínimo de  $FS=1.25$ , según NTP-CE020.

**PALABRAS CLAVES:** talud, estabilidad, métodos, seguridad.

## ABSTRACT

The present investigation entitled stability of natural slopes using conventional methods, Llavini sector, Puno 2021, set by objective: to Determine the degree of stability of natural slopes, through analysis of conventional methods, with methodology that the scientific method was applied, because it solves to a problem such as the instability of soils on the slopes, it verifies the events of physical mechanical property of soils, and the data is collected in a specific time of January 2021, of the Applicative type, as it is an investigation that solves through procedures calculations and methodologies, the problems in a short time for the benefit of society, of the explanatory level because to determine the causes of events and physical phenomena with the intention of explaining why these phenomena occur in relation to more than two variables of values of safety factors and in different soil conditions on slopes when analyzed, and design already deliberately manipulate the variables to demonstrate different values of factor of safety.

The results obtained, for the degree of slope stability, by Limit Equilibrium theory – Spencer towards profile-01, is:  $FS = 1.32$  and for profile-02  $FS = 1.44$ , likewise by finite element theory, counts for profile-01, with values of:  $FS = 1.37$  and for profile-02  $FS = 1.56$ . The research concludes that the slope stability degree analysis has been carried out using two very different theories, it is similar, their difference is negligible in the field of practice, according to the value of the safety factor, the highest value is for finite elements, then the slope is statically stable, and questionable stable or critical stable with earthquake or in saturated state, meets the minimum value of  $FS = 1.25$ , according to NTP-CE020.

KEY WORDS: slope, stability, methods, security.

## I. INTRODUCCIÓN

Los deslizamientos o movimientos de tierra son fenómenos de frecuencias ocurrencias y son favorecidos significativamente por condiciones sísmicas, climáticas y geomorfológicas, de escalas locales a una global, durante todo el año, con consecuencias de pérdidas económicas y vidas humanas a nivel mundial. Encargado de monitorear e inventariar por national aeronauticas and space administration-**NASA**, para gestión de riesgo, artículo fue publicada en la revista geo ciencias SURA. Sura (2021).

Ministerio de transportes y comunicaciones **MTC**, reporta en primeros meses de este año 2020 consecuencia de las precipitaciones intensas que se presentaron en diversos regiones de país, se atendió a más 70 emergencias afectados por derrumbes, destrucción de plataformas, y deslizamiento de taludes, ocurridas en carretas departamentales y caminos vecinales, comentó Carlos Revilla, director ejecutivo de PROVIAS descentralizado. Andina.pe (2020)

En sector Llavini de ciudad de Puno, a consecuencia de crecimiento urbanístico y habilitación de nuevos asentamientos, continua la demanda de construcción de obras civiles, aumentando rápidamente día a día, esto a que cabe recurrir a construcciones de edificaciones y vías en laderas, pendientes pronunciadas, áreas de alto riesgos y muy alto en movimiento de masas de suelo; las nuevas construcciones modificara las condiciones naturales de laderas, lo cual ocasiona inestabilidad en suelo, añadido a esto los factores geomorfológicos, y posibles procesos erosivos y deslizamientos, causado por las precipitaciones en especial la épocas de enero a marzo, además no existe un drenaje adecuado en esta zona, así mismo no se descarta la presencia de un sismo de cierto magnitud dentro, según la zonificación territorial de sismo resistente de norma técnica E 0.30 del territorio nacional, Puno está ubicado en zona 3, que representa áreas en donde el magnitud es elevada  $M > 7.0$  que producen aceleraciones mayores a  $300\text{cm}/\text{seg}^2$ .

Actualmente en el sector Llavini fuerte crecimiento de expansión urbana, se observas corte en media ladera para construcción de viviendas y calles, sin tener en cuenta de variación de pendientes, pueda provocar inestabilidad de laderas, en otro sector del mismo, se observa deslizamiento en magnitudes medianas ver imagen de figura 1, que muchas de estas construcciones podrían estar en riesgo.



*Figura 01. Construcción de viviendas podría estar en Riesgo.*

Machaca (2016), En obtención de mapa de zonificación de fenómenos de remoción en masa (flujos, deslizamientos y derrumbes), de erosión de laderas e inundación de ciudad de Puno, clasifica en áreas de muy alta amenaza, alta amenaza, moderada amenaza y baja amenaza, factores que integran mostrados en cuadro de precipitación y de aceleraciones sísmicas, de éste análisis se infiere, las áreas más peligrosas de alta amenaza, donde los fenómenos de remoción en masa son detonados por lluvias y sismos se encuentran en la unidad geomorfológica de Sistema Montañoso (S-mo), involucrando a localidades de Llavini, Huaje, Machallata, Azoguine, Cuesta Blanca. Cancharani, Manto Salcedo y Jallihuaya, donde se tiene registros de deslizamientos antiguos y recientes. (p.130)

El sector Llavini, no cuenta con estudios de estabilidad de taludes, se requiere una evaluación técnica y científica, para determinar con la mayor certeza la importancia de factor de seguridad en laderas, y las ventajas que ofrece este, Para responder a **problema general** ¿Cuál es el grado de estabilidad de taludes naturales, mediante análisis de métodos convencionales, en sector Llavini, Puno 2021?; **problema específico 1**, ¿Cuánto es el factor de seguridad en condiciones suelos saturado, y/ o con presencia de sismo?, en sector Llavini, Puno 2021, **problema específico 2**, ¿Qué parámetros influyen para determinar el factor de seguridad por el métodos convencionales de estabilidad de taludes naturales, sector Llavini, Puno 2021?; **problema específico 3**, ¿Qué tipo de falla presenta el talud natural En sector Llavini, Puno 2021?. con el presente trabajo vale **justificar la investigación**, que busca garantizar la seguridad de los habitantes y las construcciones en el sector, evitando pérdidas económicas, y humanas, en ese sentido se justifica técnicamente es a través evaluación de métodos, nos permite comparar los valores de factores de seguridad, para proponer alternativas coherentes de estabilización,

como abatimiento de pendientes, construcción de banquetas, drenajes, así mismo justifico económicamente que permitirá al gobiernos locales, de minimizar los costos de mantenimiento de vías de zona de estudio. Ambientalmente es justo, a través de presente estudio y propuesta técnica de estabilización por plantación de árboles de raíces profundas, con los cambios de posibles vistas paisajísticas. Es socialmente es justo por garantizar a los pobladores con plantear soluciones acertadas de concientizar a las habitantes de alto riesgo.

En la sector de investigación Llavini, para el presente estudio de análisis de estabilidad de taludes, se realiza estudios de topografía, geología, geomorfología, hidrología, y mecánicas de suelos (geotecnia), con **objetivo de general** de determinar el grado de estabilidad de taludes naturales, mediante análisis de métodos convencionales, en sector Llavini, Puno 2021; **objetivo específico 1**, estimar el factor de seguridad en condiciones suelos saturado, y con presencia de sismo, en sector Llavini, Puno 2021. **objetivo específico 2**, determinar los parámetros que influyen en la factor de seguridad de estabilidad de taludes naturales empleando métodos convencionales, sector Llavini, Puno 2021, **objetivo específico 3**, Identificar el tipo de falla presenta el talud natural en sector Llavini, Puno 2021. A fin de estimar el factor de seguridad del talud, empleando métodos convencionales (equilibrio limite y métodos numéricos), específicamente por el método de equilibrio limite – Spencer, con programa de computo Slide v6 y método de elementos finitos desarrollado con el programa Geo5.

Planteado los problemas para la investigación y fiado sus respectivos objetivos se formula **hipótesis general** la evaluación mediante métodos convencionales, determinara el grado de estabilidad en taludes naturales en sector Llavini, Puno 2021; **la hipótesis específica 1** el factor de seguridad en condiciones con suelo saturado y con presencia de sismo será  $FS < 1$ , en sector Llavini, puno 2021, **hipótesis específica 2**, Propiedad de mecánica de suelos son parámetros que influyen en factor de seguridad para la estabilidad de taludes naturales, sector Llavini, Puno 2021, e **hipótesis específica 3**, el tipo de falla, es circular y se lograra resolver aplicando método convencionales, en el sector de Llavini Puno 2021. Con **limitaciones** que trabajo de investigación no cubre en totalidad de laderas en sector Llavini, y también nos implica estudios como zonificación territorial, o similares, será por tratarse de otros trabajos de investigación.

## II. MARCO TEÓRICO

En trabajos de **antecedentes internacionales** resaltamos tesis, Betancur (2016), **título** “Análisis de estabilidad de taludes 3d considerando el efecto de la infiltración por precipitaciones”, México, su **objetivo** de implementar metodología para realizar análisis de flujos transitorio en dos dimensiones y tres dimensiones respectivamente, (MEL y MEF), con fin de determinar el efecto de la infiltración por precipitaciones en la disminución de factor de seguridad en la talud o una ladera, llega a **conclusión** los factores de seguridad críticos obtenidos utilizando el proceso reducción de resistencia del MEF resultaron similares a los obtenidos con el MEL, siendo ligeramente menor, las pequeñas variaciones resultan, despreciables desde punto de vista práctico en terreno, se puede decir que en el caso de geometrías tridimensionales son muy desfavorables por que puede resultar igual o menor al bidimensional.

En cuanto a Conde & Alvares (2014), en su trabajo **titulado** “Estudio de estabilidad de talud ubicado en barrio bellavista de Ocaña, norte de Santander-Colombia,” con **objetivo** determinar propiedades físico-mecánico de suelos conformada en el talud, ejecutar un modelamiento de estabilidad, que comprende estudio de topografía , ensayos de suelos en el laboratorio, luego se ejecuta a modelamiento de actual situación aplicando el software Slopw, llego a la **conclusiones** presenta a dos formaciones geológicas que afloran en la región Ocoña, formación Algodonal (Tpa) y Formación ígneo, por encima posee un suelo residual y a escasos centímetros está conformado por conglomerados poco consolidados con inter relaciones con arcilla verdosa y cris, así mismo arenisca fina a conglomerada amarillenta clara y gris, que la hacen quisca loso de sufrir el proceso de remoción en masa. El actual talud se ve la presencia de desprendimiento y descensos materiales por pedazos, conocidas como falla en bloque, se presenta generalmente este fenómenos en taludes con pendientes de 70 a 90 grados y formaciones compuesta por suelos débiles a modernamente fuerte y en solidos rocos fracturados. Para su análisis en Slopw, se efectuaron ípor los métodos mencionados arriba, con falla en bloque y falla en circular, los efecto de análisis obtenidos no cumplen en ninguna de los casos con NRS10, varia su FS, en 0.967 y el otra parte por 0.112 respectivamente, que necesario modelar de acuerdo a tipo de falla que exigió aumentar la cantidad



de refuerzos para su estabilización, para su diseño se aplicó de forma circular la falla.

Dentro los antecedentes destacan también, Acuña & Díaz (2019) en tesis **titulada** evaluación de riesgo por deslizamiento en el talud ubicado el barrio tunes, boquerón en el municipio de Ibagué-Tolima con **objetivo** de evaluar el riesgo de deslizamiento de talud, caracterizar topográficamente el talud, determinar mediante pruebas de laboratorio las características geotécnicas de suelo y modelar computacionalmente el talud, llegando a **conclusiones** que plano topográfico, y sus respectivos curvas de nivel, y el perfil nos proporciona información de pendientes moderadas y altas con ángulos de inclinación entre 25° a 30° y 40° a 60° respectivamente, que va desde cota 1338 hasta 1342 y 1342 hasta 1363. Debido a clasificación de suelos que la arena mal graduada, (sp), que presenta y con datos de corte directo se conoce a este suelo posee cohesión baja y ángulo de fricción en reposo de 35 grados, estos datos permiten conocer de tener un talud con estabilidad moderada. De mismo manera también destacamos a revista colombiana de tecnología de avanzada Gallardo (2020), **titulado** “Análisis de falla de un talud en un sector urbano del municipio de Ocaña, Colombia” con la **objetivo** de problemas de erosión y de estabilidad de taludes, que mantienen en un nivel de riesgo considerable a una parte de sus habitantes. La investigación buscó analizar las condiciones que conllevaron a la falla de un talud en una de las terrazas que conforman el barrio y establecer las condiciones de estabilidad del talud posteriores a la falla llega a conclusión Los resultados de factor de seguridad que se obtienen para los parámetros determinados con pruebas de laboratorio, para casos particulares como el de esta investigación, no permiten simular la condición de falla del talud, puesto que incluso para la condición dinámica se obtienen factores de seguridad lejos de la falla. Los resultados obtenidos con parámetros deducidos con información de campo procesada a través del software RocLab, son demasiados bajos para las condiciones reales de falla.

Artículo científica versión online ISSN 2518-4431, de Gurruchaga et al. (2020), **titulada** “Análisis de estabilidad de taludes mediante el empleo de elementos finitos: un caso de estudio en La Paz – Bolivia”, el **objetivo** es radicar y realizar un análisis de estabilidad de taludes mediante el método de elementos finitos, para determinar las zonas donde sea necesario la remediación, con alternativas de remoción de material inestable, corte de cabeza de talud, abatimiento de

pendientes, contrapeso, finalmente se verifican por métodos de equilibrio límite, en demostración que métodos numérico es más representativo y más conservador.

También mencionamos a **antecedentes nacionales** Curasma & Quinto (2019), en trabajo **titulado** “Estudio comparativo de los métodos equilibrio límite y elementos finitos en el análisis de estabilidad de ladera en el sector Hiramocco- Sacsamarca, - Huancavelica de universidad nacional de Huancavelica” , con **objetivo** qué diferencias hay entre métodos de cálculos distintos como son, de equilibrio límite y elementos finitos, en análisis de estabilidad de taludes de laderas, llegando a una **conclusión** el método de equilibrio límite es más sencillo de emplear en la práctica y pero tiene deficiencias en su metodología de cálculo, al considerar que existe equilibrio estático en cada rebanada de la ladera y que la aceleración sísmica en constante, mientras método de elementos finitos es más preciso y se acerca más a la realidad por realizar discretización de masas, considerar peso propio de ladera, registros sísmicos completos y tomar en cuenta las propiedades dinámicas. De mismo modo destacamos a (Garay 2018), **titulado** “comparación de métodos de taludes por equilibrio límite y por métodos numéricos en condiciones de carga estática y pseudo-estática, en talud de carretera Cochabamba – Cutervo. Santo Domingo-Chiple. km56+150 al km56+220”, de Universidad Cesar Vallejo con **objetivos** de comparar el resultado final de FS, resuelto a través de formulación de rebanadas del equilibrio límite y por otra parte que son métodos numéricos en su estado situacional de carga estática y pseudo-estática. Aplicando Slide y Geo5, para la cual se realizara ensayos de campo y laboratorio, llegando **conclusión** que los FS calculados por el MEL (Bishop,  $FS=1.460$  y Spencer  $FS=1.475$ ) en condiciones estáticas, se pueden redondear a  $FS=1.50$ , el resultado cumpliera los valores mínimos requeridos de factores de seguridad en su estado de condiciones de carga estática, y obtenidos también en métodos numéricos resulta  $FS=1.364$ , de misma no satisface, los establecidos por FS, descrita en la Norma, lo corrobora que las taludes están en aparente estabilidad, sin ser calculado su FS por equilibrio límite, en realidad siendo crítico su estabilidad, inestable, sin embargo si analizamos por método numérico, es más conservador en resultados, por lo cual se recomienda el análisis mediante métodos numéricos MEF, ya es una herramienta probada por medio de investigadores y por obtener un factor de seguridad crítico.

Así mismo resaltamos a Tardeo & Zanabria (2016), con **título**, “análisis dinámico de estabilidad de taludes por elementos finitos en la zona de Huayllapampa-cuenca – Huancavelica”, en la Universidad Nacional de Huancavelica, con el **objetivo** de determinar los factores internos y externos determinantes en la estabilidad de talud, finalizando con **conclusión** que factores internos como pendiente y la litología, que tiene encarecimiento para inestabilidad, los factores externo, lluvia tiene gran implicancia para la inestabilidad y sismo es gran ponderación de probabilidad de fallarle taludes inestables.

También citamos a Iberico, (2015), con trabajo **titulado** “Estabilización y recuperación de taludes en carretera, caso IIRSA Norte tramo N° 1 km 45+690-km 45+830”, con **objetivo** de determinar los tipos de fallas y las posibles causas de los problemas geotécnicos de los taludes, llegando a **conclusión** de las características físicas de talud la generación de deslizamientos, el principal agente erosivo y desencadenante de los procesos geodinámicas es agua, precipitaciones pluviales y activación de quebradas, el tipo de suelo tiene que ver con la velocidad de deslizamiento rotacional, flujo, deslizamiento tralacional, avalancha y caídas.

Así mismo en artículo investigación científico Ttito (2018), **titulada** “Análisis de estabilidad de taludes de la zona ‘Los Baluartes’ en el parque arqueológico de Saqsayhuamán”, con **objetivo** de calcular su estabilidad en taludes del sector Los Baluartes, mediante el factor de seguridad, obtención de parámetros al corte de suelo y la determinación de factores, que influyen en estabilidad de taludes (fuerza sísmica y factores hidrológicos), **conclusión** que el factor con mayor incidencia en la inestabilidad del talud y colapso de muros en el sector de los Baluartes es la precipitaciones pluviales, debido a la situación de suelo, la resistencia la corte del mismo disminuye.

Mencionamos a artículo científico de Valiente, et. al. (2015), **titulado** “estabilidad de taludes, parámetro de diseño”, con la **finalidad** la ruptura de masas de suelos, por agentes externos, que son causantes para la inestabilidad, las fuerza de masas, el peso de material por efectos de filtración y a esto se suma la sobrecargas estáticas y dinámicas, llego a conclusión en el estudio de taludes se abordan fenómenos de estado ultimo o de rotura de masa de suelos, siendo agente externo responsable de la inestabilidad una fuerza de masa como el peso y los efectos de filtración a cuales se añaden factores de sobrecarga, también es precisar conocer

con la máxima precisión los parámetros resistentes ( $C$  y  $f^\circ$ ), de cada uno de niveles afectados.

Definiciones del **variable V1**: métodos convencionales de **estabilidad de taludes**, “Existen diferentes métodos de análisis que los ingenieros geotécnicos pueden utilizar para determinar las condiciones de estabilidad de taludes. Estos métodos se pueden dividir en dos grupos generales: teoría basadas a equilibrio limite y análisis de esfuerzos y deformación numérico”. Instituto Geotecnico del Peru (2020), para nuestra investigación se utiliza dos métodos: **dimensión 1, elementos finitos (MEF)**, es “Divide la masa de talud en unidades llamadas elementos finitos interconectados en sus nodos y borde predefinidos, luego se formulan desplazamientos que presentan resultados en forma de esfuerzos y desplazamiento en los nodales, no todos los elementos fallan simultáneamente”. Suárez Díaz (2007), p.135; y esta medido por las propiedades de materiales, propiedades elásticas, geometría de talud, y nivel friático. “(MEF) métodos continuos y se utiliza para determinar (FS) mediante dos procedimientos: métodos de análisis de límite directo mejorado y evaluación con técnica de reducción de resistencia al corte mediante incrementos de cargas superficiales y la estabilidad de la pendiente”. Mesa, et.al (2020), factor de seguridad con el método elementos finitos es “evaluada realizando una reducción gradual de los parámetros de resistencia al cortante de los métodos de esfuerzos en todo el talud”. Suárez, (2007); en seguida el siguiente método **dimensión 2, Equilibrio Limite**: este método es definidos en diferentes procedimientos de cálculo empleados de modelos de ecuaciones (Bishop, Spencer, Janbu, etc.), “se basa en leyes de estática para determinar el estado de una masa de suelo en rodajas que satisfacen diferentes condiciones de equilibrio”. Duncan (2014), p.82; en seguida también es definido como “estudio de equilibrio de cuerpo rígido, constituido por talud o una superficie de deslizamiento en forma: lineal, circular, espiral logarítmica”, Suarez (2007) p.5; existe definiciones diversos autores y de distintas puntos de vista es así “establece de la rotura producido a través de una línea que representa el superficie, se interpreta las masa encima de línea se desplaza a la masa inferior, provocando la rotura de suelo, o rotura de resistencia al corte a lo largo de superficie de falla”. Kramer (1996), P.742

Para análisis de estabilidad de taludes, existen métodos de cálculo, estas metodología disponibles se encuentran método de equilibrio limite que permiten

analizar fallas de trasnacional, rotacional y de inclinación o de cuñas, con técnicas de probabilísticas; por otro lado existe métodos numéricos con técnicas de aproximación y métodos dinámicos para análisis de caída de rocas y flujos. Suarez (2007), P.137.

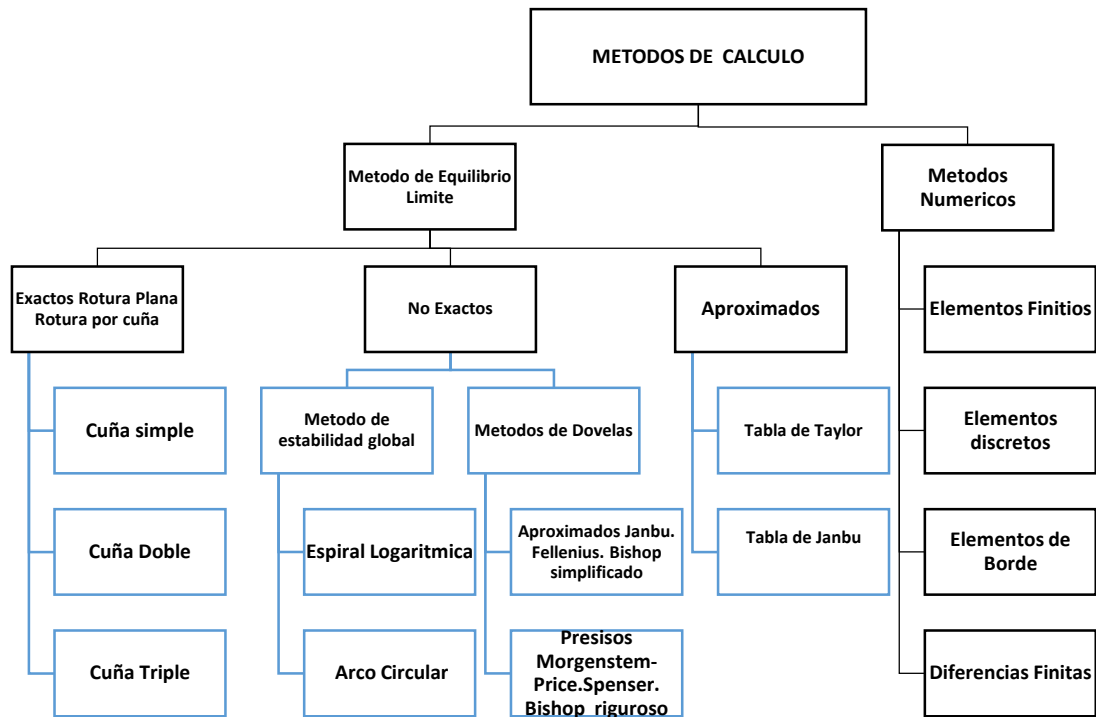


Figura 02. Métodos de análisis de estabilidad de taludes.  
Fuente: Suarez (2007)

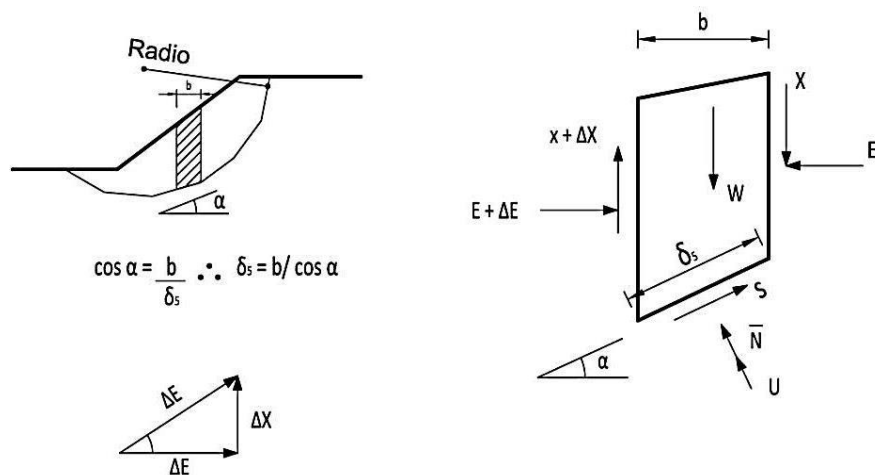


Figura 03. Fuerzas actuantes en dovelas- método equilibrio límite  
Fuente: (Suarez 1998).

Tabla 01. Método mas utilizados de analisis de estabilidad de taludes, MEL.

Método	Superficie de Falla	Equilibrio	Características
Ordinario o Fellenius-1927	circulares	De fuerzas	Las fuerzas entre dovelas no existen y no satisface equilibrio en fuerzas, para dovelas ni para masa deslizada, muy utilizado por su procedimiento simple, impreciso para taludes planos, FS es bajo.
Bishop simplificado 1955	Circulares	De Momentos	Asume toda la fuerza de cortante entre dovelas con cero, reduce número de incógnitas, solución es sobre terminada, condiciones de equilibrio no establece para una dovela.
Jambu Simplificado 1968	Cualquier forma de superficie de falla	De Fuerzas	Asume que no hay fuerzas de cortante, entre rebanadas, no satisface completamente las condiciones de equilibrio de momentos, realiza factor de corrección $F_0$ , para tener en cuenta posible error. FS son bajos.
Spencer 1960	Cualquier forma de superficie de falla	De Momentos y Fuerzas	Asume la fuerza lateral, en inclinación, y son iguales para cualquier rebanada, y satisface el equilibrio estático, las fuerzas resultantes entre rebanadas, tienen inclinación constante y desconocida.

Fuente: (Suarez Diaz, 1998), p.122.

A continuación la **variable 2**, estabilidad de **talud**. Se entiende por talud “es una superficie cualesquiera con un grado de inclinación con respecto a horizontal que sea adopten permanentemente las estructuras de tierra, se presenta en forma natural o como consecuencia artificiales por intervención humana”, Castañón (2007) .y “se refiere a masa de suelos con inclinación, puede ser temporal o permanente en mayoría de los casos, son estructuras compuestas de suelo, u otro material con cierta grado de inclinación”. Ingenieria Real (2012)

Tabla 02. Partes de un Talud Natural

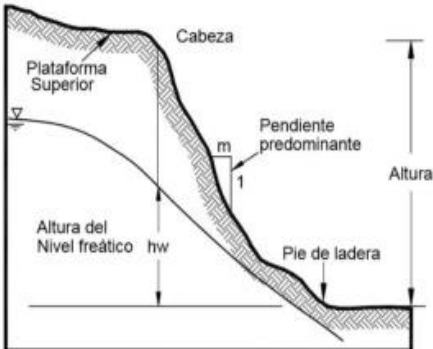
<b>Pie, o Base</b>	Cambio brusco de pendiente en el parte inferior de talud.	
<b>Cabeza, Cresta, Cima o Escarpe</b>	Punto de Cambio Brusco de pendiente en parte cima del Talud	
<b>Atura</b>	Distancia vertical de pie hasta Cabeza de Talud.	
<b>Pendiente</b>	Inclinación de superficie en y se mide en grados, porcentaje o relación H: 1. donde "H" es la distancia horizontal, con respecto a vertical.	
<b>Altura de nivel friático</b>	Distancia vertical desde la superficie hasta nivel de agua.	

Figura 2. Talud natural

Fuente: Deslizamiento Análisis Geotécnico Suárez Díaz (1998)

A continuación se muestra tabla según su clasificación de taludes según su altura, pendientes, forma de falla, y mecanismos de falla.

*Tabla 03. Clasificación de taludes*

Por su altura	Por su pendiente	Por su forma de falla	Mecanismos de falla
Bajo (0-5 m).	Suave (< 5 °).	De base o profunda.	Desprendimiento.
Medianos (5-20 m.)	Regular (5 °- 20°).	De pie de talud.	Volcamiento.
Altos (> 20 m).	Pronunciada (> 20°).	En la cara de talud. Rápida.	Deslizamiento. Influencia de infiltraciones de flujo.

*Fuente: Deslizamientos análisis geotécnico – Suárez Díaz (2007)*

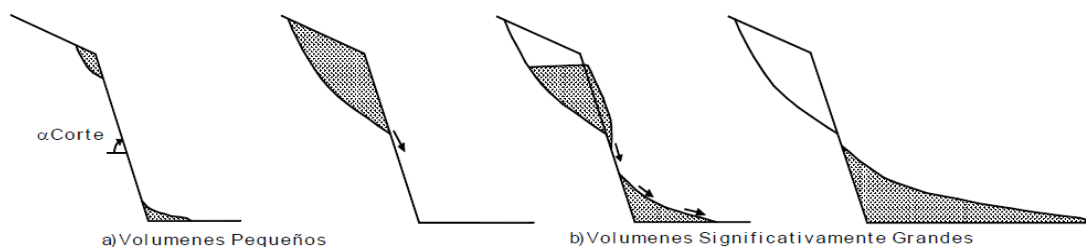
Con dimensión, **tipo de falla**; en términos de superficie en crítica se utiliza para referirse a aquella masa, a lo largo de distancia y pendiente, puede ocurrir un deslizamiento o rotura del talud Suárez Díaz (2007)

*Tabla 04. Factores influyentes en la inestabilidad de los taludes*

Factores condicionantes	Factores desencadenantes
Estratigrafía y litología	Sobre carga estática
Estructura geológica	Carga dinámica
Condiciones hidrogeológicas y comportamiento hidrogeológicos de los materiales	Cambios en los condiciones hidrogeológicas
Propiedades físicas, resistentes y deformaciones	Factores climatológicos, variación en la geometría
Tensiones naturales y estado tenso-deformaciones	Reducción de parámetros resistentes

*Fuente: Gonzáles de vallejo et al. (2002)*

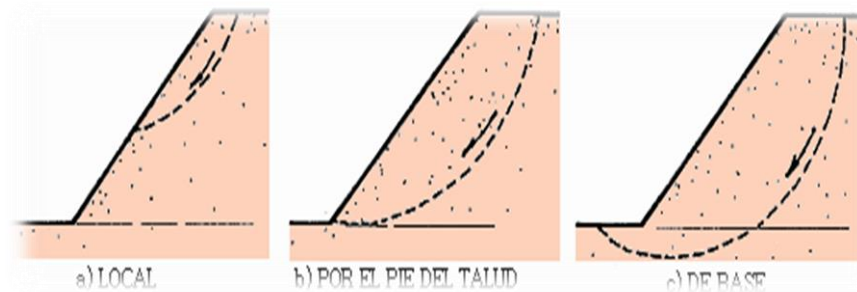
Definimos la dimensión de **ángulo de inclinación**, y su pendiente de la zona es donde determina el volumen de material de un flujo, longitud de recorrido y su velocidad, según Suárez Díaz (2007) Indica “el ángulo inclinación de recorrido pueden determinar la magnitud de riesgo, geometría de talud, tipo de material, contenido de agua del volumen del deslizamiento” deslizamientos y análisis geotécnico.



*Figura 04. Flujo de deslizamiento según ángulo de inclinación.*

*Fuente: (Suárez, 2012)*

Deslizamiento en masas, fallas de variación de superficie, fácil de detectar de una zona, y estos puede ser, **deslizamiento rotacional**, “es movimiento lento a inicio de una masa, en un superficie de ruptura en forma circular y cóncava, presenta poca deformación de materiales, que van distorsionando progresivamente luego evolucionando en complejos” Saenz (2020), ocurren con suelos los suelos homogéneos en superficie de falla, influenciada por las discontinuidades grietas y fracturas, el agua penetra profundamente a cuerpo de suelos y causar un deslizamiento.” Suárez Díaz (2007), p.27. Estas falla fallas pueden presentarse en las siguientes formas en figura 05.



*Figura 05. Tipos de fallas en deslizamientos rotacionales*

**Deslizamiento de traslación**, “El movimiento de masa lentos o rápidos de ruptura plana u ondulada y ocurre siempre hacia fuera o hacia abajo, mayores se caracteriza por basculamiento de un depósito de masas en sentido contrario a la pendiente, la masa de suelo un total distribución interna de materiales y pierde su totalmente su estructura”. Suares Dias, (2007), p.28. Producen generalmente por acciones originadas por el hombre que es su factor desencadenantes, como corte para la construcción de vivienda, vías, canales, y o por erosión pluviales INDECI (2011) p.15, es Este fenómeno ocurre a mayores de 45 grados de inclinación en el pendiente de ladera.



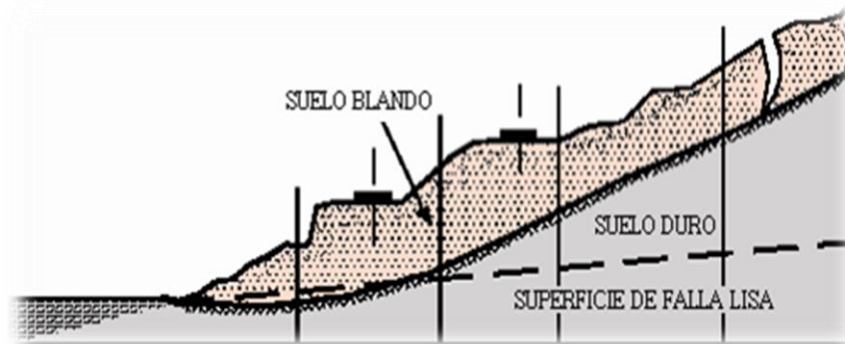


Figura 06. *Deslizamiento Traslacional.*

**Flujos**, son movimiento de grandes cantidades de masas, lodos, material fino, disgregado, su comportamiento es como fluido, sufre una gran deformación continua, sin presentar señas en superficie de rotura definida, que uno de los factores desencadenantes de este fenómeno es agua” Rico, (2005).

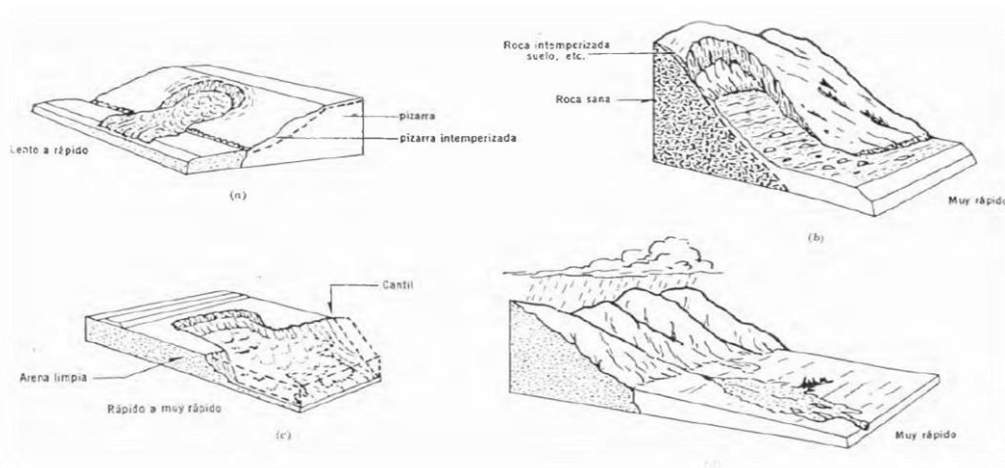
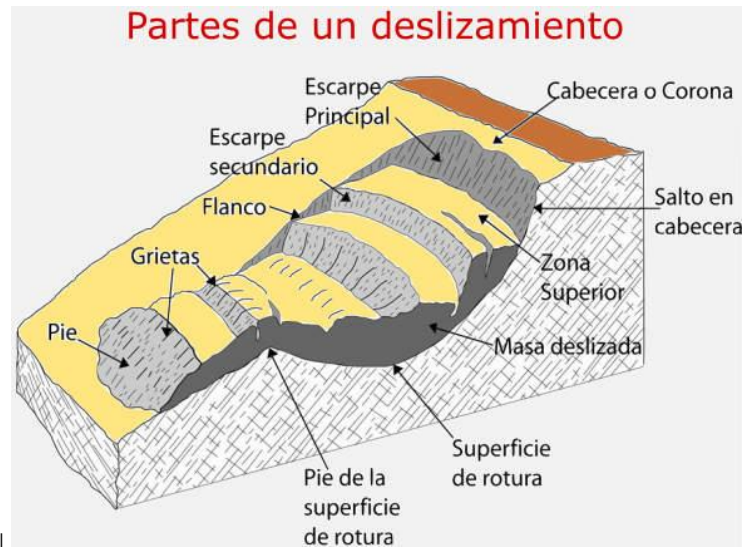


Figura 07. *Flujo en materiales húmedos.*  
Fuente: Suares Dias, (2007)

*Tabla 05. Tipos de deslizamiento (Según el Tipo de Falla)*

<b>Escarpe Principal</b>	Es el superficie muy inclinada en área de movimiento, desplazamiento de material del terreno original, en de terreno escarpe forma la falla.
<b>Escarpe secundario</b>	Es una superficie muy inclinada producida por desplazamientos diferenciales dentro de la masa que se mueve.
<b>Cabeza</b>	Se mueve la parte superiores del material del contacto entre los materiales perturbados y el escarpe principal.
<b>Corona</b>	Material instalado en el sitio, inalterado y adyacente, es la parte más alta del escarpe principal.
<b>Superficie de falla</b>	Es el área debajo del movimiento, El volumen de suelo debajo de la superficie de falla no se mueve.

<b>Pie de la superficie de falla</b>	Es la línea invisible de punto interceptada entre, parte inferior de la superficie de rotura y el terreno original.
<b>Base</b>	Es el área cubierta ocupado por el material perturbado, entre debajo de pie de falla de terreno.
<b>Superficie original del terreno</b>	Superficie que existe antes de deslizamientos, se dividir en: deslizamientos rotacionales y trasnacionales o planares.



Fuente: RICO (2005)

**Propiedades de tipo de materiales que conforman un talud** aplicado a geología la determinación de la naturaleza de depósitos de formaciones geológicas existen una relación entre material e inestabilidad del talud, puede estar formado por roca macizo y material relleno suelo, (González de vallejo et al. 2002), p.68.

**Granulometría:** "Determinación de cantidad y porcentaje de tamaño de partículas que componen el suelo, consiste en tamizado de suelo seco para ver el grano predominante en un porcentaje superior, retenido a malla número 200, ver la tabla tamaño de límite según los distintos" Braja (2001).

**clasificación de suelos:** "Esta clasificación está desarrollada de acuerdo al sistema unificado de suelos SUCS, y estos se clasifican en suelos granulares gruesos (grava, arena) y suelos granos finos (limo, arcilla)" Rodríguez (2018) p.56.

**Límites de consistencia (atterberg):** Se caracteriza el comportamiento de suelos fino: limite líquido (LL), por su contenido de humedad, se comporta como material viscoso. Limite plástico (LP), contenido de humedad por debajo, se puede consideras como material sólido.

Índice de plasticidad (IP), es la contracción, y su variación se puede decir que un suelo se conserva en estado plástico. Braja (2001)

Así mismo los indicadores son muy importantes, de **propiedades mecánicas de los suelos**, el empuje de suelo y las presiones que desempeña este, depende de tres factores importantes en siguiente tabla Tomas, et.al. (2013)

Tabla 06. *Propiedades mecánicas de suelos*

Propiedades mecánicas de suelos	Difinicion y características
<b>Angulo de fricción interna</b>	Depende principalemnete de densidad de suelos, de ensayo de corte directo, basada en circulo de mohr coulomb furnte: Bowles (1997)
<b>cohesion</b>	Fureza interna de suelo actua sobre las particulas, crea adherencia entre ellos, calculado por ensayo de corte directo, mohr. Juarez (2005)
<b>Peso especifico</b>	Esta en funcion del peso y de su volumen, como resultado se puede dar peso especifico natral, saturado o seco, fuente: (Rodriguez (2018)

**Principio De Mohr-Coulomb**, o fricción interna se “utiliza en un punto la rotura, por combinacion de esfuerzo cortantes y la normal, causando una fractura la falla generalmente es una linea recta formando un angulos donde tensiones son maximas” Braja (2001).

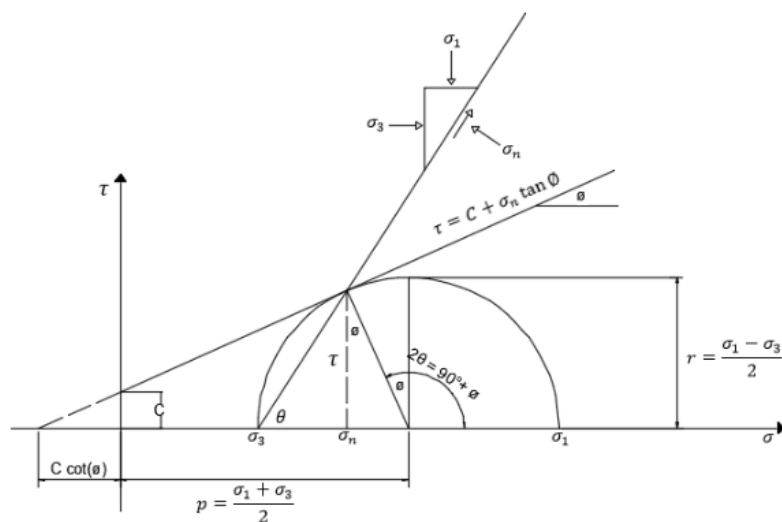


Figura 08. *Circulo de mohr coulomb*

Fuente: (Bowles, 1997).

por ultimo con dimension 3, **factor de seguridad**: “Relación entre valores máximos que resisten, y valores que provocan el movimiento, en un punto del talud, a lo largo del superficie de falla, toma en cuenta la tensión cortante disponible y tensión cortante al equilibrio, suma fuerzas actuantes”. Saenz (2020), y “En términos

prácticos se puede considerar como el factor mínimo por el cual la resistencia al corte de terreno debe ser reducida, para producir una falla inminente. El termino practico de FS puede ser computado según las ecuaciones”. Suárez (2007)

$$F.S. = \frac{\text{Resistencia al cortante disponible}}{\text{Esfuerzo al cortante actuante}} \quad \dots(2.1)$$

Ecuación (1). FS: considerado resistencia disponible y esfuerzos actuantes

$$F.S. = \frac{\text{Momento resistente disponible}}{\text{Momento actuante}} \quad \dots(2.2)$$

Ecuación (2). FS: considerado momento resistente y actuante.

*Tabla 07. Rango de valores de factor de seguridad*

<b>Factor de seguridad</b>	<b>Estabilidad</b>
<1	Inestable
1.0 – 1.2	Estabilidad cuestionada
1.2 - 1.5	Estable bajo condiciones Estáticas
>1.5	Estable bajo condiciones Dinámicas

*Fuente: Deslizamiento Análisis Geotécnico – (Suarez Dias, 2007)*

*Tabla 08. Resumen de normatividad para factor de seguridad.*

<b>norma</b>	<b>Factor de seguridad</b>
<b>CE 020 estabilidad de suelos y taludes</b>	
• Estático	1.5
• Sísmico	1.25
<b>AASHTO LRFD</b>	
• Estudio geotécnico confiable	1.33
• Hay cargas estructurales	1.53
• análisis Sísmico	1.1

*Fuente: Optimización del grado inclinación de talud, NTP E020 (2008), Osos (2020), (AASHTO 2012)*

### III. METODOLOGIA

#### 3.1. DISEÑO DE INVESTIGACION:

##### 3.1.1. Método: *Científico*

Para Hernandez Sampieri, et al. (2010), el estudio manipula intencionalmente las variables. El estudio es solo experimental, es ver los fenómenos tal como se dan en su contexto natural, luego son examinados y revisados sistemáticamente, y es recogido los datos en un solo instante en un solo periodo (p.20)

Según Niño, (2011) “conjunto de procedimientos racionales y sistemáticos en busca de una solución a un determinado problema, se verifica y se demuestra”. p.26

En nuestro estudio de investigación es **método científico**, por que soluciona a un problema como es la inestabilidad de suelos en ladera, verifica los acontecimientos de propiedad físico mecánica de suelos, y es recolectado los datos en un tiempo determinado del enero del 2021.

##### 3.1.2. Tipo: *Aplicativo*

Para Murillo, (2008), “se caracteriza en buscar una aplicación o uso de sapiencias aprehendidas, con fines prácticos, básicamente empírica rápida en corto tiempo.” p.5.

Según Hernandez Sampieri, et.al. (2010) Cuantitativo: “puesto que acopia y examina la data que está en las variables y esto ayuda a las decisiones a tomar según las medidas cuantificadas”. p.4.

Presente investigación es del **Tipo Aplicativo** por ser una investigación que soluciona a través de procedimientos cálculos y metodológicos, el problemas en corto tiempo en beneficio de la sociedad.

##### 3.1.3. Nivel: *explicativo*

Para Valderrama, (2013), “existe cinco niveles de investigación: exploratorio, descriptivo, correlacionar, explicativo y predictivo” p.42-47.

Según Valeriano, et al. (2015) “la investigación explicativo está orientada a responder las causas de los eventos físicos o sociales, como su nombre indica, su interés se centra en el por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se da este.” p. 33,

Afirmo que presente trabajo de investigación es de **Nivel Explicativo**, porque determinarlas causas de sucesos y fenómenos físicos con intención de explicar

por qué ocurren estos fenómenos en relación de más dos variables de valores de factores de seguridad y en diferentes condiciones de suelo en laderas al ser analizados.

#### **3.1.4. Diseño: Experimental**

Según Pino, (2018), “es la manipulación de una variable de una o más para determinar sus efectos sobre una o más variables dependientes dentro de un parámetro de control.” p.487

Para Valderrama, (2013), “Los diseños cause experimentales utilizan deliberadamente al menos una variable independiente para ver su efecto y relación con otras variables dependientes.” p.57.

El presente trabajo de investigación será **experimental** ya se manipularán las variables deliberadamente para demostrar los diferentes valores de factor de seguridad.

### **3.2. VARIABLES, OPERACIONALIZACION**

#### **3.2.1. Variable:**

López, (2015) “el análisis de la variable se lleva a cabo en base el método de sub dimensiones” p.50

**Variable métodos convencionales:** equilibrio límite: basado en estudiar equilibrio de cuerpos rígidos constituido por el talud y elementos finitos, basado a matriciales asume la complejidad de una malla geométrica para análisis de caída flujos de suelos.

**Variable estabilidad de talud:** seguridad de una masa o superficie de terreno ubicada a un ángulo de inclinación con respecto a horizontal.

#### **3.3. Operacionalización de Variables**

Es proceso metodológico que consiste deductivamente las variables que componen el problema de investigación, partiendo desde lo más general a lo más específico, se definen las dimensiones e indicadores a medición, así como también se detallan los problemas, objetivos e hipótesis

Tabla 09. Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMINSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA
V1: Métodos Convencionales	Dentro de la metodologías, se encuentra los métodos de equilibrio límite: basado en estudiar equilibrio de cuerpos regidos constituido por el talud, y los métodos elementos finitos basado a matriciales asume la complejidad de una malla geométrica para análisis de caída de rocas y flujos de suelos Suarez, (2007).	La variable se operacionaliza mediante dimensión 1, Elementos finitos, y sus indicadores: geometría de talud, Propiedades de materiales, propiedades elásticas, nivel friático. la Variable se operacionaliza mediante dimensión 2 equilibrio límite: y sus indicadores peso específico, cohesión y Angulo de fricción	D1: Método Elementos Finitos  D2: Método De Equilibrio Limite	I1: geometría de talud I2: propiedad de materiales I3: propiedades elásticas I4: nivel friático  I1: Cohesión I2: Angulo de Fricción I3: Peso Especifico	Ficha de recopilación de información	Razón
V2: Estabilidad de talud	Talud: Es una superficie de terreno ubicada a una ángulo de inclinación, con respecto a horizontal, o estructuras de tierras. Braja, (2013). Estabilidad de talud: es la seguridad de una masa de suelo o tierra contra una falla o movimiento. Donde la FS >1.0. Valente-2015	La variable se operacionaliza mediante sus dimensiones de cálculo de factor de seguridad: inestable <1, Estable discutible: = 1.0, Estable bajo condiciones Estáticas Y Dinámicas: >1.5, Tipo de falla: falla local, falla de pie, falla de base; de ángulo de inclinación: pendiente suave (< 5 °), pendiente regular (5 °- 20°), Pendiente pronunciada (> 20°).	D1: Factor de seguridad  D2: Tipo de falla  D3: Angulo e inclinación	I1: Inestable: <1. I2: Estable discutible: = 1.0 I3: Estable bajo condiciones Estáticas Y Dinámicas: >1.5  I1: Falla de local I2: Falla de pie I3: Falla profunda o de Base  I1: Suave (< 5 °). I2: Regular (5 °- 20°). I3: Pronunciada (> 20°).		Intervalo

### 3.4. POBLACION Y MUESTRA

#### 3.4.1. Población:

Según Tamayo (2004), “población es un conjunto elementos totales que pertenecen al ámbito en donde se desarrolla la investigación” (2004) p.24.

Para Valderrama, (2013), “conjunto de finitos e infinito de elementos, entre seres y cosas, que tienen las mismas características” p.182

En presente trabajo La población está presentada por **10 hectáreas** de sector Llavini de ciudad de Puno.

#### 3.4.2. Muestra:

Indica Valderrama, (2013), “es la parte de un conjunto de población debidamente seleccionada, y será sometida a observación científica en representación del conjunto, con el objetivo de conseguir conclusiones”. p.164,

Para Ñaupas et al. (2018). “la muestra es el subconjunto de la población seleccionada, y representada al universo” p.246.

La muestra para el presente estudio está representada por la **ubicación de dos sectores en fallas de taludes** en sector Llavini de ciudad de Puno.

#### 3.4.3. Muestreo:

Para Mata, (1999), “consiste en un conjunto de reglas, procedimientos y criterios mediante de los cuales se seleccionara un conjunto de elementos de una población que representara lo que sucede en toda esa población.” p.19.

Según Gómez, (2006), “el muestreo no probabilístico es el procedimiento es en forma mecánica a lazar” p.55

Muestreo es **no probabilístico**, aquí los elementos se escogieron al criterio de investigador, para aplicar a través de observación empírica para elegir el zona.

### 3.5. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE DATOS

#### 3.5.1. Técnicas:

Para Arias, (1999), “las técnicas de recolección de datos son las diferentes maneras de adquirir información para la investigación” p.53.



Según Sabino, (2002), “para llegar a un conocimiento es necesario una técnica o un medio y o procedimiento utilizados para encontrar la información a través de una encuesta, una entrevista, observación u otros” p.130.

Para realizar la recopilación de información se aplicara la técnica de la forma de **observación directa**, de los hechos.

### 3.5.2. Instrumento:

Para Sabino, (2002), “conjunto de procedimientos por cualquier medio se recopila la información para estudiar los fenómenos y extraer datos” p. 149

Para Sampieri, (2018), “el instrumento de medición de recursos para su registro de datos es registrar la información del estudio de no ser así nuestra medición es ineficiente”. P.189

De acuerdo a Autor los instrumentos a utilizar en nuestra investigación aplicaremos la **ficha de recopilación de datos**.

### 3.5.3. Validez:

Para Valeriano, et al. (2015), “la validez se refiere a tenerse cierto grado de seguridad, y confiabilidad de medición empleada, la técnica empleada el fenómeno que se supone tiene que medir o el observador pueda clasificar un comportamiento con cierto grado de veracidad” p.227

Según Hernandez Sampieri, et al. (2010), “consiste en evaluar a un instrumento que computa y evalúa las variables de estudio” p.12.

*Tabla 10. Rango de validez*

Rango de Validez	Interpretación
0.53 a meno	nula
0.54 a 0.59	baja
0.6 a 0.65	valida
0.66 a 0.71	Muy buena
0.72 a 0.99	excelente

La validez de nuestro investigación será evaluado por **expertos evaluadores**, especialistas en la materia, quienes sustentan valides correspondiente, se detalla en el siguiente tabla.

*Tabla 11, Validadores.*

N	Grado Académico	Nombres y apellidos	CIP	Validez
1	Doctor	Raúl Héctor Machaca Condori	31192	0.95
2	Magíster	Bruno Turpo Sucari	10875	0.98
3	Ingeniero Civil	Edgar David Macedo Jaén	49683	0.95

Fuente: Elaboración Propia.

### **3.5.4. Confiabilidad:**

Para Valeriano et al. (2015), “se refiere que diferentes observadores mida lo mismo cada vez que se emplea o condiciones similares y puedan llegar a un mismo acuerdos.” p.229 Según Sampieri (2010) “la medición del instrumento hace referencia que su aplicación de resultados sea igual o semejante, y si vuela a aplicar” p.200

Nuestra confiabilidad será interpretación del coeficiente de confiabilidad.

## **3.6. PROCEDIMIENTOS**

### **3.6.1. Descripción de Zona de Estudio**

#### **3.5.1.1. Ubicación**

En zona de estudio se ubica en Ciudad de Puno, Distrito de Puno, Región Puno en expansión urbana, de barrios marginales de sector Llavini, sobre los 3950 msnm, con coordenadas geográficas latitud: 15°49'3.60"S, y longitud 70° 1'43.01"O.

#### **3.5.1.2. Características de Zona de Estudio**

La zona de estudio topografía ondulado, presencia de vegetales, pendiente de 10 grados a más de 30 gradas, delimitado por seis vértices, con una Área de 10 hectáreas delimitado por seis vértices .

### **3.6.2. Estudio previos**

#### **3.6.2.1. Estudio de campo**

##### **Estudio de topografía**

La presentación de resultados es en coordenadas del Sistema de Proyección Universal Transversa de Mercator – UTM, zona 19. Y la transformación de elevación elipsoidal a elevación orto métrica fue empleado el Modelo Geoidal Earth Gravitational Model 2008

(EGM 2008) a nivel mundial más completo y preciso, con valores de ondulación sobre WGS84, a continuación la normativa cartográfica.

- Normas Técnicas levantamientos Geodésicos 2005
- Resolución Jefatural 139-2015-IGN/UCCN “Especificaciones Técnicas para el Posicionamiento Geodésico Estático Relativo con GNSS” emitida por el IGN.
- Resolución Jefatural N° 057-2016-IGN/UCCN “Norma Técnica para Levantamientos Verticales”.
- Resolución Jefatural N° 181-2018-IGN-ERP, recomienda a la comunidad geodésica el empleo de las Estaciones de Rastreo Permanente (ERP) para la Georreferenciación.

Se desarrolló levantamiento topográfico mediante fotogrametría con el uso RPAs Drone, marca DJI, Phantom 4rtk, con RTK precisión de posicionamiento horizontal 1cm + 1 ppm, RTK precisión de posicionamiento vertical 1.5 cm + 1ppm, al volar a 100 metros de altura, 2.7 cm GSD, en día soleado, 5cm precisión absoluta en modelos fotogramétricos. Procesada en agisoft Metashape, luego en Argis 10.3 y civil 3d 2018, En anexos presento certificación de operatividad del equipo.

### **Estudio de suelos**

la exploración de calicatas se ha realizado de acuerdo, lo establecido en Reglamento Nacional de Edificaciones su norma E-050 suelos y cimentaciones, en el cual indica, urbanizaciones para viviendas tres calicatas por hectárea, Norma E-030 Sismo Resistente, y la norma E-020 de cargas, tomando en referencia se realizó para alcanzar información detallada y preciso de extensión y estratigrafía, se realizó 02 excavaciones por el cada perfil de suelo a cielo abierto llamadas calicatas según la norma ASTM D-420, se efectuó en febrero de 2021, ver tablas:

*Tabla 12. Ubicación de Calicatas.*

<b>calicata</b>	<b>Profundidad (m.)</b>	<b>Cota (msnm.)</b>	<b>Coordenada Este</b>	<b>Coordenada Norte</b>	<b>Ubicación</b>
C-01	2.80	3931.20	389922.85	8251148.65	Base o pie de talud
C-02	3.50	3956.50	389842.69	8251172.84	Media ladera
C-03	3.50	3929.50	389855.66	8250969.90	Base o pie de talud
C-04	3.50	3959.50	389784.58	8250977.38	Media ladera

### 3.6.2.2. Estudio de laboratorio.

Se realiza los ensayos de laboratorio, con las muestras, adecuadas obtenidas sin ninguna alteración, de acuerdo a las normas siguientes en la tabla 9.

*Tabla 13. Ensayo de laboratorio de mecánica de suelos.*

Lugar de laboratorio	Ensayo	Norma Aplicable
Laboratory BTS Concrete & Pavements	Contenido de humedad	NTP 339.127
Laboratory BTS Concrete & Pavements	Análisis Granulométrico	NTP 339.128
Laboratory BTS Concrete & Pavements	Límite Líquido Límite Plástico Índice de plasticidad	NTP 339.129
Laboratory BTS Concrete & Pavements	Clasificación de suelos	NTP 339.134
Laboratory BTS Concrete & Pavements	Ensayo de corte directo	NTP 339.171

### 3.6. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS

Los análisis se realizaron siguiendo en orden del objetivo específico y general de siguiente manera:

Para la **Estimación del factor de seguridad FS**, por métodos convencionales las condiciones siguientes:

*Tabla 14. Estimación de Factor de seguridad con siguientes condiciones*

Perfil de terreno	Con sismo	Sin sismo	Descripción
saturado	si	no	Condición más crítica, con nivel freático alto y con condiciones sísmicas.
Sin saturado	si	no	Sin influencia por el nivel freático, pero con condiciones de sismo
saturado	no	si	Con influencia por el nivel freático alto, sin tener en cuenta el sismo.
Sin saturado	no	si	Perfil más favorable, sin condiciones de nivel freático ni sismo.

**Análisis sísmico de taludes:** El método pseudo-estático está dado por coeficiente sísmico, es la representación sísmica para simular la estabilidad de taludes, este valor factor Z, es tomada de acuerdo a la zonificación de sismicidad de la NTP E030, del diseño sismo resistente-2018, la zona de estudio se encuentra en Zona 3.

**Hidrología:** La presencia un ojo de agua, en temporadas de precipitaciones, lo que genera la saturación del suelo provocando un aumento de peso de masa, una disminución en la resistencia al esfuerzo cortantes y la erosión de la superficie expuesta, por tanto se incrementa las fuerzas actuantes y aparece fuerzas de filtración provocando falla del mismo al introducirse agua en grietas existentes.

**Estudio geotécnico:** Se establece parámetros de suelo en Laboratory BTS Concrete & Pavements, resultados de corte directo serán ingresados a software de cálculo de estabilidad de talud.

Con **programa Slide V6**, rocscience el conjunto de herramientas potente y flexible, para análisis de estabilidad de taludes en 2D, de rocas y suelos terraplenes, presas de tierra, muros de contención, especializada por teorías de equilibrio límite, tipos de rotura, presión de poros, cargas superficiales, y parámetros geotécnicos para el cálculo de factor de seguridad en 2D, Slide v.6, es parte de Rocscience, capacidad para lleva a cabo análisis de estabilidad de ladera, con parámetros de geotécnicos de suelo.

Se ejecutó a realizar cálculo de factor de seguridad de diferentes perfiles de ladera de sector Llavini-Puno, con sus respectivos datos de parámetros de suelo, Cálculos basada a teorías de equilibrio limite-Spencer. Para perfil-01.

*Tabla 15. Datos tecnicos para calculo de FS, Perfil-01.*

<b>Descripción:</b> para análisis de presente estabilidad de talud, los datos son obtenidos de levantamiento topográfico y estudio mecánico de suelos para perfil-01.						
<b>Parámetros Técnico</b>						
<b>Perfil</b>	<b>Clasificación SUCS</b>	<b>Peso especifico kN/m3</b>	<b>Cohesión kN/m2</b>	<b>Ángulos de fricción (°)</b>	<b>Altura de talud (m.)</b>	<b>Angulo de talud (°)</b>
P-01	ML	12.73	17.885	23.6	40	24
	CL	14.8	17.3	22.5		
	Roca F.	24.00	180.0	34.0		

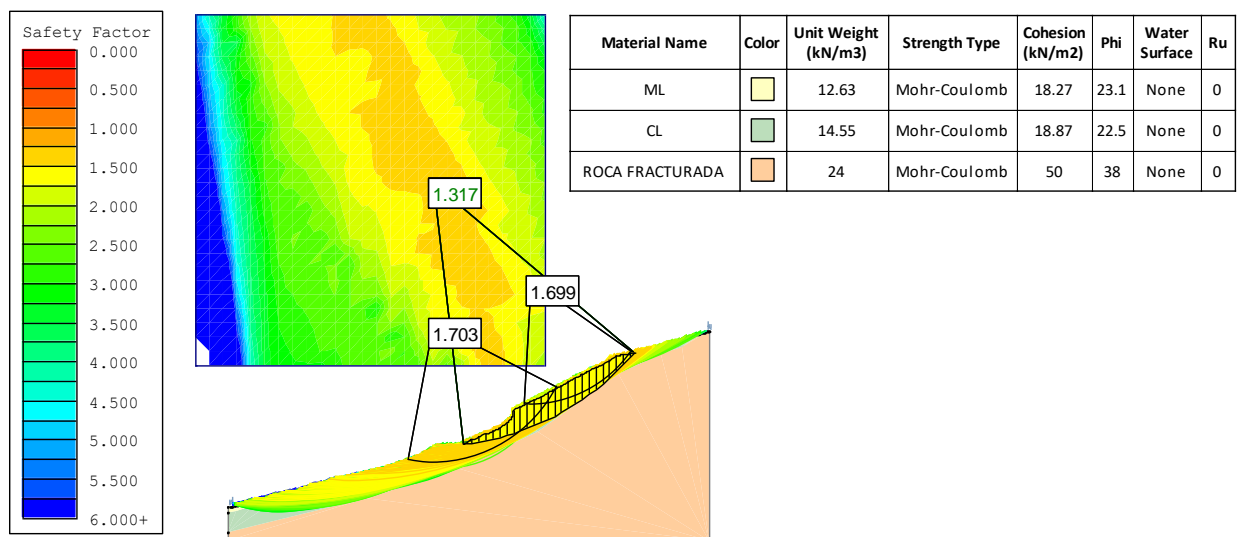


Figura 09. Perfil -01, Resultado de FS, aplicando Rocscience slide 6.0.

Realizado el análisis de datos de falla de talud, por método de equilibrio limite.

Tabla 16. Resultado de FS de talud, por MEL-S, para perfil-01

Estado de suelo	Método de Análisis	Programa de estabilidad	FS Calculado
Suelo en condiciones naturales	Equilibrio Limite - Spencer	Slide v.6	<b>1.31</b>
Suelo saturado, sin sismo	Equilibrio Limite - Spencer	Slide v.6	<b>0.71</b>
Suelo no saturado y con sismo	Equilibrio Limite - Spencer	Slide v.6	<b>1.00</b>
Suelo saturado y con sismo	Equilibrio Limite - Spencer	Slide v.6	<b>0.53</b>

Se ingresa los datos de parámetros de suelos a Slide v.6, para calculo respectivo.

Tabla 17. Datos tecnicos para calculo de FS, Perfil-02.

**Descripción:** para análisis de presente estabilidad de talud, los datos son obtenidos de levantamiento topográfico y estudio mecánico de suelos de calicatas C-03 y C-04, para perfil-02.

Parámetros Técnico						
Perfil	Clasificación SUCS	Peso específico kN/m3	Cohesión kN/m2	Ángulos de fricción (°)	Altura de talud (m.)	Angulo de talud (°)
P-02	ML	12.44	19.15	24.6	40	24
	CL	14.025	20.09	22.6		
	Roca F.	24.00	180.0	34.0		

Así mismo, se realiza calculo FS, por Equilibrio límite para perfil-02.

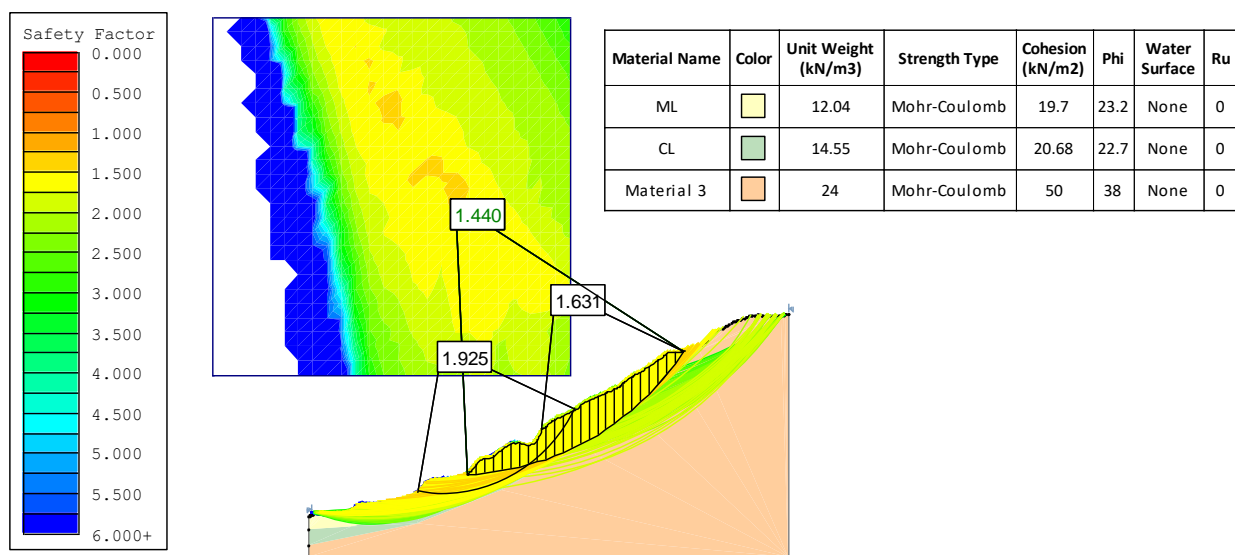


Figura 10. Perfil -02, Resultado de FS, aplicando Rocscience Slide 6.0.

Tabla 18. Resultado de estabilidad de talud, por MEL-S, para perfil-02

Estado de suelo	Método de Análisis	Programa de estabilidad	FS Calculado
Suelo en condiciones naturales	Equilibrio Limite - Spencer	Slide v.6	<b>1.44</b>
Suelo saturado, sin sismo	Equilibrio Limite - Spencer	Slide v.6	<b>0.98</b>
Suelo no saturado y con sismo	Equilibrio Limite - Spencer	Slide v.6	<b>1.09</b>
Suelo saturado y con sismo	Equilibrio Limite - Spencer	Slide v.6	<b>0.74</b>

Con **programa Geo5**, conjunto herramientas de computo en 2D y 3D, de grandes soluciones de desarrollo para ingeniería, diseñado para geotecnias, aplicando teorías de elementos finitos, analiza estructuras directamente desde datos obtenidos de laboratorio de suelo, como ensayo de SPT, CPT, DMT, PMT, desde este punto de vista es aplicado en este trabajo para dar solución a cálculo de factor de seguridad de laderas en investigación.

Ejecutado el cálculo de factor de seguridad basada a teorías de elementos finitos Para perfil-01, con datos de tabla 15, para su respectivo calculo, en la figura 10.

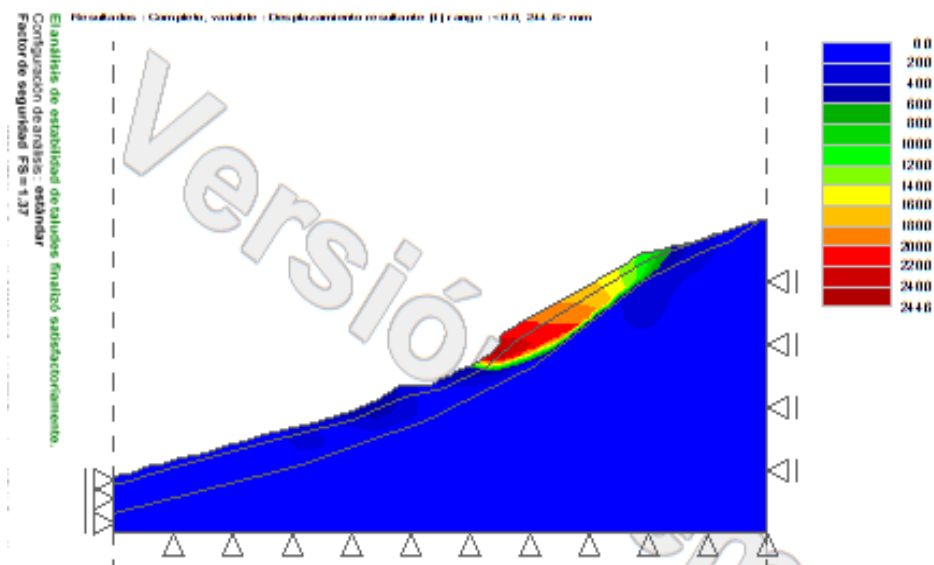


Figura 11. Perfil -01, Resultado de FS, aplicando Geo-5

Los resultados obtenidos por método de elementos finitos, es como se observa en tabla 18.

Tabla 19. Resultado de estabilidad de talud, por MEF, para perfil-01.

Estado de suelo	Método de Análisis	Programa de estabilidad	FS Calculado
Suelo en condiciones naturales	elementos finitos	Geo5	<b>1.37</b>
Suelo saturado, sin sismo	elementos finitos	Geo5	<b>0.81</b>
Suelo no saturado y con sismo	elementos finitos	Geo5	<b>1.10</b>
Suelo saturado y con sismo	elementos finitos	Geo5	<b>0.68</b>

Ejecutado el cálculo de factor de seguridad basada a teorías de elementos finitos Para perfil-02. Con los datos de tabla 17, para su respectivo calculo, en la figura 11.



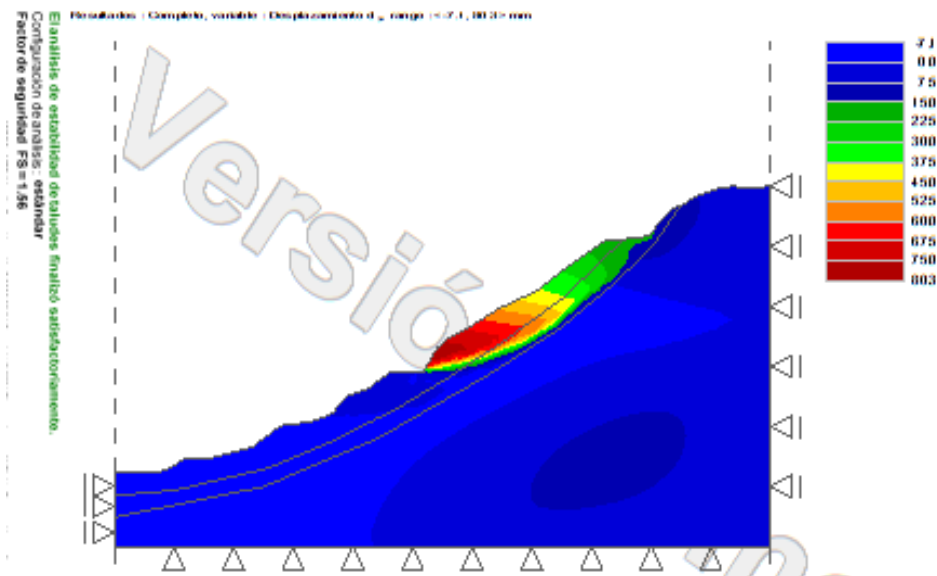


Figura 12. Perfil -02, Resultado de FS, aplicando Geo-5

Los resultados obtenidos por método de elementos finitos, es como se observa en tabla 19.

Tabla 20. Resultado de estabilidad de talud, por MEF, para perfil-02.

Estado de suelo	Método de Análisis	Programa de estabilidad	FS Calculado
Suelo en condiciones naturales	elementos finitos	Geo5	<b>1.56</b>
Suelo saturado, sin sismo	elementos finitos	Geo5	<b>1.13</b>
Suelo no saturado y con sismo	elementos finitos	Geo5	<b>1.21</b>
Suelo saturado y con sismo	elementos finitos	Geo5	<b>0.86</b>

Determinación los parámetros que influyen en el factor de seguridad de estabilidad de taludes naturales, es importante conocimiento e interpretación de las principales características de suelos.

**Ensayo de granulometría:** Determinación de cantidad y porcentaje de tamaño de partículas que componen el suelo, consiste en tamizado de suelo seco para ver el grano predominante en un porcentaje superior, retenido a malla número 200.

**Límites de Consistencia (atterberg):** Se caracteriza el comportamiento de suelos fino: limite líquido (LL), por su contenido de humedad, se comporta como material viscoso. Limite plástico (LP), contenido de humedad por debajo, se puede consideras como

material sólido. Índice de plasticidad (IP), es la contracción, y su variación se puede decir que un suelo se conserva en estado plástico.

**Clasificación de suelos:** Esta clasificación de acuerdo al sistema unificado de suelos SUCS, desarrollada en distintas calicatas de acuerdo a su tamaño de sus partículas

**Ensayo corte directo:** Es uno de los métodos más confiables para determinar las propiedades a resistencia al corte, ángulo de fricción y cohesión, consiste en poner el espécimen a caja corte, aplicando una fuerza normal determinada

*Tabla 21. Parámetros geotécnicos para perfil -01*

calicata	Profundidad en metros	Estrato De suelo	Peso específico kN/m <sup>3</sup>	Cohesión kH/m <sup>2</sup>	Angulo de fricción interna (°)	Ubicación De calicata
C-01	1.40	ML	12.83	18.27	23.1	Base de
	1.10	CL	14.65	17.80	22.5	De talud.
C-02	1.30	ML	12.63	17.5	24.1	A media
	2.50	CL	14.95	16.8	22.5	Ladera.
	0.0	GW	24	180	34	

La tabla 20, son resultados de parámetros geotécnicos obtenidos de corte directo del laboratorio BTS Laboratory, Concrete & Pavements, para calicatas C-01 y calicata C-02. Ubicados en corte de perfil-01.

*Tabla 22. Parámetros geotécnicos para perfil -02*

calicata	Profundidad en metros	Estrato De suelo	Peso específico kN/m <sup>3</sup>	Cohesión kH/m <sup>2</sup>	Angulo de fricción interna (°)	Ubicación De calicata
C-02	1.80	ML	12.64	197	24.5	Base de
	1.70	CL	13.5	20.68	22.1	De talud.
C-04	1.40	ML	12.24	18.6	24.7	A media
	2.10	CL	14.55	19.5	23.1	Ladera.
	0.00	GW	24	180	34	

La tabla 22, son resultados de parámetros geotécnicos obtenidos de corte directo del laboratorio BTS Laboratory, Concrete & Pavements, para calicatas C-01 y calicata C-02. Ubicados en corte de perfil-02.

**Identificación el tipo de falla presenta el talud natural de sector Llavini,** se ha realizado levantamiento topográfico detallado y minucioso, procesado en Agisoft metashape, luego en civil 3d 2018, se generan los perfiles de corte de la ladera en

superficie de falla para observar e identificar la falla que presenta esta parte de la ladera en Llavini, en la siguiente figura 12.

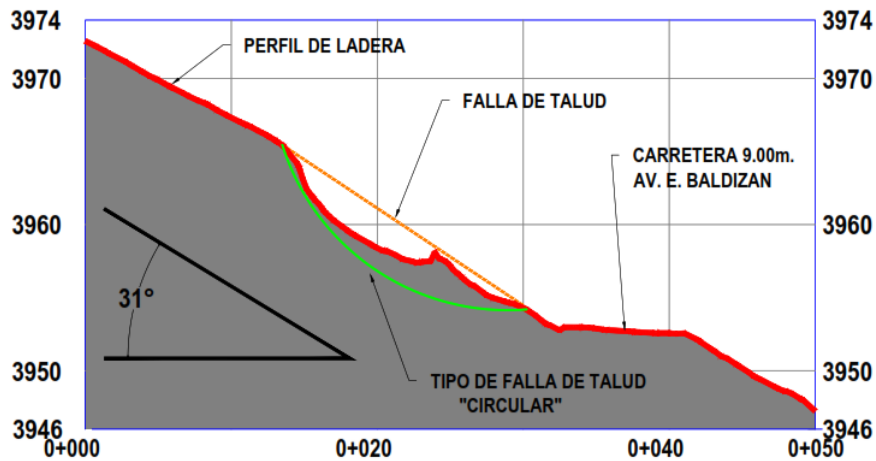


Figura 13. Identificación De Tipo Falla De Talud Natural En Perfil-1

En la figura 12, se observa el corte en superficie de falla, en el cual se observa, la línea roja presenta perfil del terreno, línea naranja presenta la falla de talud, identificamos la falla con línea verde de tipo circular y rotacional, el talud presenta un ángulo de inclinación de 31 grados, pendiente pronunciada, la geometría de taludes identificada y demostrada con cotas y distancias en perfil.

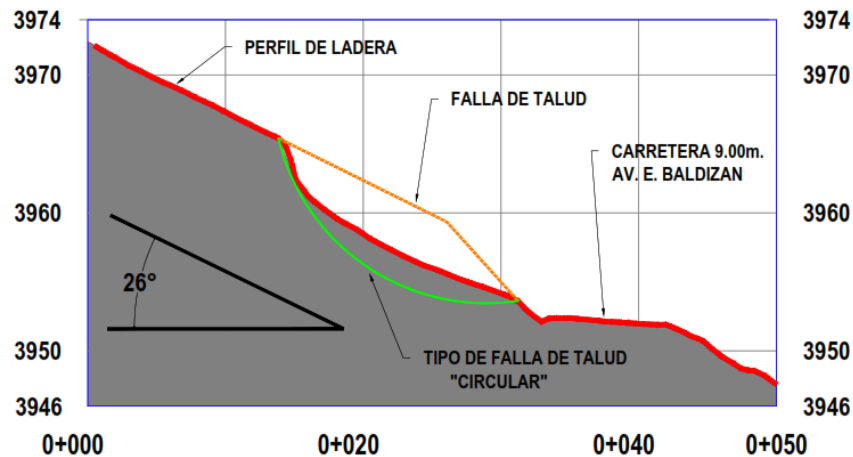


Figura 14. Identificación De Tipo Falla De Talud Natural En Perfil-2

En la figura 13, se observa el segundo corte en superficie de falla, la línea roja presenta perfil del terreno, línea naranja presenta la falla de talud, identificamos la falla con línea verde de tipo circular y rotacional, el talud presenta un ángulo de inclinación de 26°

grados, pendiente pronunciada, la geometría de taludes identificada y demostrada con cotas e instancias con progresivas en perfil.

**Determinación el grado de estabilidad de taludes naturales**, mediante análisis de métodos convencionales, los mayores valores de factor de seguridad, determina la estabilidad de talud, con condiciones estáticas, siendo un aspecto importante y directamente relacionada con ingeniería geotecnia, como primera medida que se debe definir es el equilibrio de ladera, que ha sido problema fundamental, por tal cual se ha resuelto por ecuación de equilibrio limite en un cuerpo rígido de un superficie y talud en falla, calculada por tensiones de resistencia al corte en base a rebanadas, las fuerzas normales  $N$  en base a cada rebanada, las fuerzas tangenciales en la conexión de rebanadas con la única incógnita de FS, aplicadas en total de ecuaciones  $4n$ : ecuación de equilibrio de momentos, ecuación de equilibrio de traslación vertical, ecuación de equilibrio de traslación horizontal y ecuación de criterio de rotura  $n$ .

Por otro lado las teorías de elementos finitos supone en el caso de falla las fuerzas actuantes y resistentes, a través de métodos numéricos matriciales asume la complejidad de una malla geométrica de elementos, compuesta por distintos tipos de carga, distintas propiedades de materiales por lo generalmente no es posible obtener un resultado de solución analítica directa con expresiones algebraicas. Los resultados obtenidos se muestran en siguiente tabla.

*Tabla 23. Resultado de Factor de Seguridad por MEL-S, MEF.*

PERFIL	METODO EQUILIBRIO LIMITE-SPENCER (MEL-S)	METODO ELEMENTOS FINITOS (MEF)
P1	1.32	1.37
P2	1.44	1.56

Se observa los valores de factor de seguridad de laderas de sector Llavini, en condiciones estáticas, los resultados son muy similares, por dos teorías muy distintas.

#### IV. RESULTADOS

La estimación el factor de seguridad **FS**, para el estabilidad de taludes naturales empleando teorías **equilibrio limite –Spencer MEL-S**, para perfiles-1 y perfil-02, (ver anexo para fichas), los resultados obtenidos, son siguientes cuadros a continuación:

*Tabla 24. Resultado de FS por MEL-S, analizado con normas peruanas.*

Estado de suelo	Método Equilibrio	C.E.020	C.E.020
	Limite - Spencer	FS: 1.25 Sísmico	FS: 1.50 Estático
<b>EN PERFIL - 01</b>			
Suelo en condiciones naturales	<b>1.32</b>	Cumple	No Cumple
Suelo saturado, sin sismo	<b>0.71</b>	No Cumple	No Cumple
Suelo no saturado y con sismo	<b>1.00</b>	No Cumple	No Cumple
Suelo saturado y con sismo	<b>0.53</b>	No Cumple	No Cumple
<b>EN PERFIL - 02</b>			
Suelo en condiciones naturales	<b>1.44</b>	Cumple	No Cumple
Suelo saturado, sin sismo	<b>0.98</b>	No Cumple	No Cumple
Suelo no saturado y con sismo	<b>1.09</b>	No Cumple	No Cumple
Suelo saturado y con sismo	<b>0.74</b>	No Cumple	No Cumple

**Interpretación tabla 24:** Los valores obtenidos de evaluación según a sus parámetros de suelo, geometría de talud, y topografía de entorno, por teorías de equilibrio limite – Spencer, en perfil 01 de ladera, en su condición natural, sometido a condiciones saturada, y con presencia de sísmico, los resultados obtenidos es evaluada mediante NTP CE-020, como  $FS_{\text{minimo}}=1.25$ , en condición sísmica, y  $FS_{\text{minimo}}=1.50$ , en condiciones estáticas, se observa que en condiciones naturales cumple el valor mínima de presente norma, en condición saturada es desfavorable, igualmente en condición con sismo es desfavorable los resultados, y en condición de presencia de sismo y saturada el talud estaría en colapso.

*Tabla 25. Resultado de FS por MEL-S, analizados con norma internacional.*

ESTADO DE SUELO	MEL-S FS.	SuarezDias-deslizamiento Análisis Geotécnico-2007	AASHTO LRFD
		<1: inestable 1.0- 1.2 estabilidad cuestionada 1.2- 1.5 estable estático >1.5 estable dinámico	1.1: Análisis sísmico 1.33: estudio geotécnico confiable 1.53: hay cargas estructurales
<b>EN PERFIL-01</b>			
Suelo en condiciones naturales	<b>1.32</b>	Estable Estático	Estudio Geotécnico
Suelo saturado, sin sismo	<b>0.71</b>	estabilidad cuestionada	Análisis sísmico
Suelo no saturado y con sismo	<b>1.00</b>	estabilidad cuestionada	Análisis sísmico
Suelo saturado y con sismo	<b>0.53</b>	inestable	Análisis sísmico
<b>EN PERFIL-02</b>			
Suelo en condiciones naturales	<b>1.44</b>	Estable Estático	Estudio Geotécnico
Suelo saturado, sin sismo	<b>0.98</b>	estabilidad cuestionada	Análisis sísmico
Suelo no saturado y con sismo	<b>1.09</b>	estabilidad cuestionada	Análisis sísmico
Suelo saturado y con sismo	<b>0.74</b>	inestable	Análisis sísmico

**Interpretación tabla 25:** Los valores calculados por teorías de equilibrio limite, -Spencer, de talud en perfil-1 y perfil-2, es evaluada con norma internacional AASHTO LRFD, como se observa los resultados, el comportamiento de talud en sus diferentes condiciones, talud en su condición natural es estable, pero en condiciones saturada y con presencia de sismo es desfavorables, con cargas estructurales pueda generar problemas; además los resultados es evaluado con libro de Deslizamiento de Análisis Geotécnico – Jaime Suarez Dias-2007, y se observa en condición talud natural es estable o estable estático, mientras en condición saturada es estable cuestionable, en condición de carga sísmica es talud cuestionable, y con la presencia de sismo y con saturación en un mismo tiempo es talud inestable.

**Estimación el factor de seguridad FS**, para la estabilidad de taludes naturales empleando teorías **elementos finitos, MEF**, para perfiles-1 y perfil-02, los resultados obtenidos, es siguientes cuadros y su respectiva interpretación a continuación:

*Tabla 26. Resultado de FS por MEF, Analizados Con Normas Peruanas.*

Estado de suelo	Método Elementos	C.E.020	C.E.020
	Finitos	FS: 1.25 Sísmico	FS: 1.50 Estático
<b>EN PERFIL - 01</b>			
Suelo en condiciones naturales	<b>1.37</b>	Cumple	No Cumple
Suelo saturado, sin sismo	<b>0.84</b>	No Cumple	No Cumple
Suelo no saturado y con sismo	<b>1.10</b>	No Cumple	No Cumple
Suelo saturado y con sismo	<b>0.68</b>	No Cumple	No Cumple
<b>EN PERFIL - 02</b>			
Suelo en condiciones naturales	<b>1.56</b>	Cumple	No Cumple
Suelo saturado, sin sismo	<b>1.13</b>	No Cumple	No Cumple
Suelo no saturado y con sismo	<b>1.31</b>	No Cumple	No Cumple
Suelo saturado y con sismo	<b>0.86</b>	No Cumple	No Cumple

**Interpretación tabla 26:** Los valores obtenidos de evaluación según a sus parámetros de suelo, geometría de talud, y topografía de entorno, por teorías de elementos finitos, en perfil 01 de ladera, en su condición natural, sometido a condiciones saturada, y con presencia de sísmico, los resultados obtenidos es evaluada mediante NTP CE-020, como  $FS_{\text{mínimo}}=1.25$ , en condición sísmica, y  $FS_{\text{mínimo}}=1.50$ , en condiciones estáticas, se observa que en condiciones naturales cumple el valor mínima de presente norma, en condición saturada es desfavorable, igualmente en condición con sismo es desfavorable los resultados, y en condición de presencia de sismo y saturada el talud estaría en colapso.

*Tabla 27. Resultado de FS por MEF, analizados con norma internacional.*

ESTADO DE SUELO	MEF FS.	SuarezDias-deslazamiento	AASHTO LRFD
		Análisis Geotécnico-2007	
		<1: inestable	1.1: Análisis sísmico
		1.0- 1.2 estabilidad cuestionada	1.33: estudio geotécnico confiable
		1.2- 1.5 estable estático	1.53: hay cargas estructurales
		>1.5 estable dinámico	
<b>EN PERFIL-01</b>			
Suelo en condiciones naturales	<b>1.37</b>	Estable Estático	Estudio Geotécnico
Suelo saturado, sin sismo	<b>0.81</b>	estabilidad cuestionada	Análisis sísmico
Suelo no saturado y con sismo	<b>1.10</b>	estabilidad cuestionada	Análisis sísmico
Suelo saturado y con sismo	<b>0.68</b>	inestable	Análisis sísmico
<b>EN PERFIL-02</b>			
Suelo en condiciones naturales	<b>1.56</b>	Estable Estático	Estudio Geotécnico
Suelo saturado, sin sismo	<b>1.13</b>	estabilidad cuestionada	Análisis sísmico
Suelo no saturado y con sismo	<b>1.21</b>	estabilidad cuestionada	Análisis sísmico
Suelo saturado y con sismo	<b>0.86</b>	inestable	Análisis sísmico

**Interpretación tabla 27:** Los valores calculados por teorías de equilibrio limite, -Spencer, de talud en perfil-1 y perfil-2, es evaluada con norma internacional AASHTO LRFD, como se observa los resultados, el comportamiento de talud en sus diferentes condiciones, talud en su condición natural es estable, pero en condiciones saturada y con presencia de sismo es desfavorables, con cargas estructurales pueda generar problemas; además los resultados es evaluado con libro de deslizamiento de análisis geotécnico – Jaime Suarez Dias-2007, y se observa en condición talud natural es estable o estable estático, mientras en condición saturada es estable cuestionable, en condición de carga sísmica es talud cuestionable, y con la presencia de sismo y con saturación en un mismo tiempo es talud inestable.



Para **determinación de los parámetros que influyen en el factor de seguridad de estabilidad de taludes naturales**, es importante conocimiento e interpretación de las principales características de suelos en los siguientes cuadros

*Tabla 28. Parámetros geotécnicos para perfil -01*

calicata	Profundidad en metros	Estrato De suelo	Peso específico kN/m <sup>3</sup>	Cohesión kN/m <sup>2</sup>	Angulo de fricción interna (°)	Ubicación De calicata
C-01	1.40	ML	12.83	18.27	23.1	Base de
	1.10	CL	14.65	17.8	22.5	De talud.
C-02	1.30	ML	12.63	17.5	24.1	A media
	2.20	CL	14.95	16.8	22.5	Ladera.
	0.0	GW	24	180	34	

**Interpretación Tabla 28:** la información de ensayo de suelos, de propiedades físicas-mecánica geotécnicos, se observa la presencia de dos materiales, según clasificación SUCS: limo ML, y arcilla CL, presenta un peso específico, cohesión y angulo de fricción interna bajos, por ende los suelos finos baja de plasticidad a suturarse con flujo de agua, productos de las lluvias pierde cohesión, estos resultados nos indica la presencia de suelos sueltos, y cohesivo.

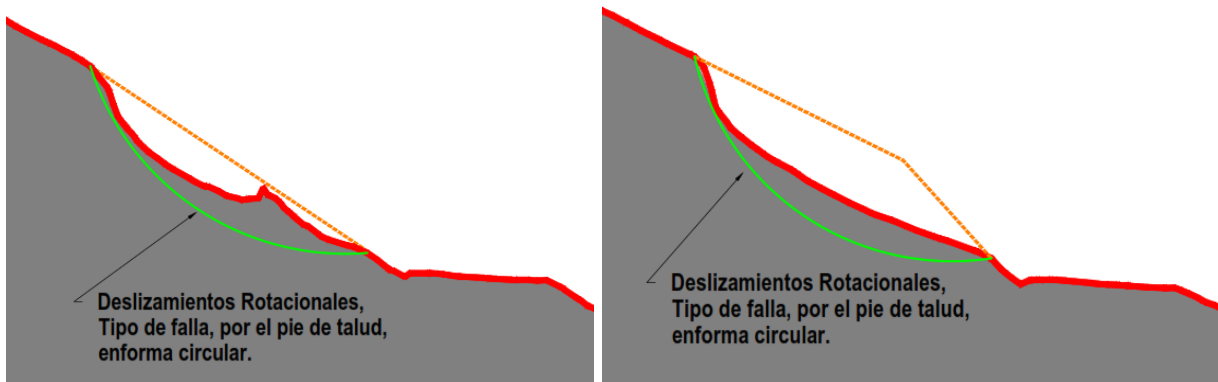
*Tabla 29. Parámetros geotécnicos para perfil -02*

calicata	Profundidad en metros	Estrato De suelo	Peso específico kN/m <sup>3</sup>	Cohesión kN/m <sup>2</sup>	Angulo de fricción interna (°)	Ubicación De calicata
C-03	1.80	ML	12.64	19.7	24.5	Base de
	1.70	CL	13.5	20.68	22.1	De talud.
C-04	1.40	ML	12.24	18.60	24.7	A media
	2.10	CL	14.55	19.50	23.1	Ladera.
	0.0	GW	24	180	34	

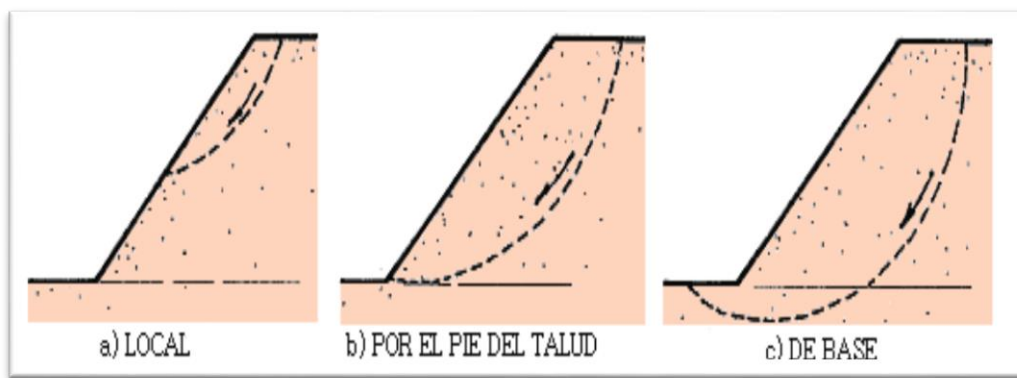
**Interpretación Tabla 29:** los parámetros de suelos en esta parte de ladera presenta muy similar con variaciones mínimas, que demuestra sus ensayos de suelos, de propiedades físicas-mecánica geotécnicos, se observa la presencia de dos materiales, según clasificación SUCS: limo ML, y arcilla CL, presenta un peso específico, cohesión y Angulo de fricción interna bajos, por ende los suelos finos baja de plasticidad a suturarse con

flujo de agua, productos de las lluvias pierde cohesión, estos resultados nos indica la presencia de suelos sueltos, y cohesivo.

**La identificación de tipo de falla** a lo largo de ladera de zona estudio ocurre fallas medianas y pequeñas, en la figura siguiente se muestra el resultado de corte de dos taludes en falla,



*Figura 15. Identificación De Tipo Falla De Talud Natural de Perfil-1, perfil-2*



*Figura 16. Tipos de fallas en deslizamientos rotacionales*

**Interpretación Tabla 28:** realizado el levantamiento topográfico y procesado, los taludes en falla presento los perfiles de figura 14, con comparación con la figura 15 de libro de Análisis de deslizamiento-Jaime Suarez Díaz, nos resulta la opción (b) el tipo de falla por pie de talud y de deslizamiento rotacional, en forma circular, además presenta un ángulo de inclinación de 31 grados, éstos movimientos se presenta influenciado por discontinuidades de desarrollo en interior del cuerpo, superando la resistencia al corte de material. Por tanto es posible realizar su análisis con métodos de superficie de fallas circulares de equilibrio limite-Spencer.

Los **resultados para determinación el grado de estabilidad de taludes naturales**, mediante análisis de dos métodos convencionales, los cuales se presentan en tabla siguiente:

*Tabla 30. Comparación de métodos convencionales.*

PERFIL	Equilibrio limite	Norma CE 020	Elementos finitos	Norma CE 020
		FSmin. = 1.25		FSmin. = 1.25
P1	1.32	CUMPLE	1.37	CUMPLE
P2	1.44	CUMPLE	1.56	CUMPLE

**Interpretación Tabla 30:** luego de análisis los resultados de grado de estabilidad en taludes de sector Llavini, nos muestra es  $FS=1.32$ , en perfil-01 y  $FS=1.44$  para perfil-02, por teoría de equilibrio limite-Spencer, así mismo los valores de  $FS=1.37$  para perfil-01 y  $FS=1.56$ , para perfil-02, por teorías de elementos finitos, por los ambos métodos  $FS$  de Sector Llavini no cumple con NTP CE-020 con el valor mínimo  $FS=1.50$  en condición estatifica, el talud es aparentemente estable, o estable cuestionada.

También se observa que el cálculo de grado de estabilidad de talud por teorías de elementos finitos es mayor que el valor calculado por teoría de Equilibrio Limite-Spencer, esto diferencia es casi insignificativa en la práctica, demostración por elementos finitos es más consistente y cerca a resultado real, esta herramienta es comprobado y recomendado a investigadores.

## V. DISCUSION

La discusión se realizara en orden de objetivos, (objetivo específico, objetivo general)

Analizado el **factor de seguridad FS** de las laderas de sector Llavini, para el estabilidad de taludes naturales empleando método **equilibrio limite – Spencer**, mediante Slide V6, para **Perfil-01**, es: en condiciones saturadas **FS=0.71**, en condiciones sísmica **FS=1.00**, y en condiciones saturada y sísmica **FS=0.53**. Para **Perfil-02**, en condiciones saturadas **FS=0.98**, en condiciones sísmicas **FS=1.09**, y en condiciones saturada y sísmica **FS=0.74**.

Analizado el factor de seguridad FS de las laderas de sector Llavini, para el estabilidad de taludes naturales empleando método **Elementos finitos**, mediante GEO5 para **Perfil-01**, es: en condiciones saturadas **FS=0.81**, en condiciones sísmica **FS=1.10**, y en condiciones saturada y sísmica **FS=0.68**. Para **Perfil-02**, en condiciones saturadas **FS=1.13**, en condiciones sísmicas **FS=1.21**, y en condiciones saturada y sísmica **FS=0.86**.

Al respecto **Norma CE 020**, nos menciona como factor de seguridad mínima en condiciones sísmica es **FS: 1.25**, y factor de seguridad en condiciones estáticas **FS: 1.50**, así mismo en nuestro medio existen normas internacionales **AASHTO LRFD**, indica que un suelo que echa el resultados de factor de seguridad **FS=1.1**, entonces es necesario realizar análisis sísmico, si **FS= 1.33**, entonces debemos realizar un estudio geotécnico confiable, **FS=1.53** es factible la carga estructural.

Como se puede observar los valores estimados (FS) para perfil-01 y perfil-02, en las laderas de sector Llavini fue: en condición saturada y con sismo valor más crítico por dos métodos empleados, seguidamente en condición saturado, y con sismo se mantiene sobre el margen de valor mínimo de acuerdo a la normas establecidas en presente investigación, según los resultados se observa que el agua es un factor que genera la saturación provocando aumento de peso en masa, esto causa la disminución en resistencia al esfuerzo cortante y erosión de superficie, por tanto incrementa la fuerzas actuantes, con factor de seguridad menor a uno (FS: <1), provocando falla en talud.

Los resultados de **parámetros de geotecnia** de las laderas de sector Llavini, fue: en perfil-01, predominada por dos estratos, calicata C-01 y C-02, ubicados a media ladera y a pie de talud, con suelos finos como limo (ML) de peso específico 12.73 kN/m<sup>3</sup>, y con cohesión de 17.88 kN/m<sup>2</sup>, y ángulos de fricción 23.6°, y el siguiente estrato es arcilla (CL) con peso específico de 14.80 kN/m<sup>3</sup>, cohesión de 17.30, Angulo de fricción 22.5°. Así mismo en perfil-02, presencia de dos estratos de calicata C-3 y C-4, ubicado en pie de talud y media ladera, con suelos finos limo (ML), con peso específico 12.44kN/m<sup>3</sup>, cohesión 19.15kN/m<sup>2</sup>, Angulo de fricción 24.6°, así también un segundo estrato es arcilla (CL) con peso específico: 14.025kN/m<sup>3</sup>, cohesión 20.09kN/m<sup>2</sup>, angulo de fricción 22.6°.

Al respecto Ibercico (2015), en el trabajo titulado Estabilización y recuperación de taludes en carretera, IIRSA Norte los tramo N° 1km 45+690 a 45+830, concluye: de las asolamiento de características físicas de un talud por deslizamientos, es producto de tipo de suelo, como el principal causante de deslizamiento, flujo, avalancha y caídas.

Así mismo los antecedentes internacionales como de Conde & Alvares, ( 2014), en su trabajo titulado estudio de estabilidad de talud ubicado en el barrios del Municipio de Ocoña, en Santander-Colombia, concluye: los **suelo residuales** de pocos consolidados, conglomerados con presencia de arcilla gris verdosa y arenisca fina a conglomerada gris clara amarillenta, estas materiales susceptible son causantes de sufrir proceso de remoción en masa, desprendimiento y caídas de material en fragmentos conocidas como falla en bloque, este tipo de fallas se da en suelos débiles como estas mencionadas.

misma manera Acuña & Diaz, (2019), en tesis titulada evaluación de riesgo por deslizamiento en el talud ubicado el barrio tunes, boquerón en el municipio de Ibagué-Tolima concluye: la **clasificación de suelos** y **datos de corte directo** permite conocer la estabilidad de un talud.

Los factores que influyen en determinar la estabilidad de talud, son los **parámetros geotécnicos**, cohesión y ángulo de fricción, **clasificación de suelos**. En las laderas de Llavini se presenta la uniformidad de estratos con dominio de limo y arcilla, suelos finos con cohesión baja, lo que nos indica una unión débil entre sus partículas lo cual llevaría a deslizamientos.

De acuerdo a los resultados de **tipo de falla**, que presenta en laderas de sector Llavini, el estudio presenta deslizamientos, para la interpretación y discusión nos indica.

Al respecto Tardeo & Zanabria, (2016), con Título, análisis dinámico de estabilidad de taludes por elementos finitos en la zona de Huayllapampa del distrito de cuenca – Huancavelica, concluye que factores interno como pendiente y la litología tienen más ponderación para la inestabilidad de taludes.

Por su parte Acuña & Diaz, (2019), en antecedente internacional tesis titulada evaluación de riesgo por deslizamiento en el talud ubicado el barrio tunes, boquerón en el municipio de Ibagué-Tolima, con conclusiones que plano topográfico, sus respectivos curvas de nivel, y el perfil de terreno nos proporciona información de pendientes, ángulos de inclinación, y altura.

La geometría de talud, como ángulo de inclinación, pendientes, altitud y alturas son datos proporcionados por topografía es muy importante para identificar el tipo de falla de talud en zona de presencia de derrumbes, deslizamientos de tierras. En trabajos realizados en sector Llavini perfil-01, perfil-02, se observa la falla tipo deslizamiento rotacional, específicamente por base de talud y de forma circular.

Los resultados con respecto a grado de **estabilidad de talud** en su condición natural, por teoría equilibrio limite es  $FS=1.32$ , para perfil-01,  $FS=1.44$  para perfil-02, y por teoría de elementos finitos es  $FS=1.37$ , para perfil-01 y  $FS=1.56$  para perfil-02,

En cuanto Curasma & Quinto, (2019), antecedente nacional en trabajo titulado estudio comparativo entre métodos equilibrio limite-elementos finitos en análisis de estabilidad, sector Heramocco-Sacsamarca-Huancavelica, llega a conclusión: por el procedimiento por teorías de equilibrio limite es más sencillo de emplear en la práctica, mientras los procedimientos por teorías de elementos finitos resulta más preciso y se acerca más a la realidad.

A mismo Garay (2018), titulado comparación por métodos de taludes, equilibrio limite y por método numéricos, en condiciones estáticas, llega a conclusión, que según los resultados, aparentemente es estable el talud, siendo inestable en realidad, por lo cual se recomienda el análisis mediante métodos numéricos, MEF, ya es una herramienta

probada por medio de investigadores y por obtener un factor de seguridad crítico. Así mismo resaltamos.

En trabajos de antecedentes internacionales resaltamos tesis, Betancur, (2016), título “Análisis de estabilidad de taludes en dos dimensión y tres dimensión, por el efecto de la infiltración por precipitaciones”, México, llego a conclusión los factores de seguridad críticos obtenidos utilizando el proceso reducción de resistencia del MEF resultaron similares a los obtenidos con el MEL, las pequeñas variaciones resultan, despreciables desde punto de vista práctico.

En los resultados de la investigación de laderas de sector Llavini resultan ser mayores por teorías de elementos finitos, el análisis por equilibrio limite resulta ser bajos, el diferencia de los resultados nos notifica por confiabilidad trabajar con el valor más crítico, dicho esto el factor de seguridad resultante en sector Llavini, no logra alcanzar, establecido por NTP CE020.

## VI. CONCLUSION

Los análisis se realizaron siguiendo en orden del objetivo específico y objetivo general de siguiente manera:

**Conclusión 1.-** la factor de seguridad de taludes naturales alcanzo los valores, por método **equilibrio limite-Spencer**, en talud de perfil-01 en condiciones saturadas **FS=0.71**, en condiciones sísmicas **FS=1.00**, y en condiciones saturada y sísmica **FS=0.53**, y perfil-02, condiciones saturadas **FS=0.98**, en condiciones sísmicas **FS=1.09**, y en condiciones saturada y sísmica **FS=0.74**. Así mismo por método de **elementos finitos**, se alcanzó para un perfil-01, condiciones saturadas **FS=0.81**, en condiciones sísmicas **FS=1.10**, y en condiciones saturada y sísmica **FS=0.68**, Y perfil-02, condiciones saturadas **FS=1.13**, en condiciones sísmicas **FS=1.21**, y en condiciones saturada y sísmica **FS=0.86**. Observado los valores en condiciones saturadas y con presencias de sismo, del sector Llavini no logro alcanzas los valores, mínimos exigidos por la norma E 020 (FS=1.25 con sismo, y FS=1.50 en estático). Por tanto se concluye que el talud de las laderas del sector Llavini es inestable, en condiciones de saturada, con presencia de sismo y satura y con sismo.

El proposición de hipótesis de factor de seguridad en condiciones con suelo saturado y con presencia de sismo será  $FS < 1$ , en sector Llavini, visto los resultados de análisis de variables u objetivos específico 1, de la investigación es nula porque no siempre es menor que la unidad, está al margen de la unidad y en algunos casos mayor que la unidad.

**Conclusión 2.-** mediante los resultados de laboratorio, para determinar con el objetivo de parámetros geotécnicos influye directamente **perfil-01**, calicata de **C-01**, **C-02** con dos estratos de suelo con y valores promedios son: ML, peso específico 12.73kN/m<sup>3</sup>, cohesión 17.88kN/m<sup>2</sup>, Angulo de fricción 23.6° y otro estrato es CL: 14.80kN/m<sup>3</sup>, con cohesión 17.30kN/m<sup>2</sup>, y Angulo de fricción de 22.5°, así mismo en **perfil-02**, los valores similares de calicata, **C-03 y C-04**, con promedio de dichas valores, que presenta dos estratos y son: ML, con peso específico 12.44kN/m<sup>3</sup>, cohesión 19.15kN/m<sup>2</sup>, angulo de fricción 24.6°, un segundo estrato es CL con peso específico 14.05kN/m<sup>3</sup>, cohesión 20.09kN/m<sup>2</sup>, angulo de fricción 22.6. por tanto En la ladera presenta dos estratos predominantes en la talud, parte superior suelo limo-ML, y la parte inferior es arcilla-CL,



suelos de baja compresibilidad de acuerdo a los resultados de laboratorio de suelos; según a sus parámetros es similar los resultados, suelos finos, presenta cohesiones bajas, lo que nos indica una unión débil entre sus partículas lo cual conlleva a una falla, causando deslizamientos, sobre todo en condiciones saturada por precipitaciones pluviales, o nivel freático causado por presencia de agua en temporadas de enero a marzo.

La propuesta de alternativa de propiedad de mecánica de suelos son parámetros que influyen en factor de seguridad para la estabilidad de taludes naturales, sector Llavini, analizado los resultados de los objetivos específicos 2, el hipótesis es aceptado por que la estabilidad de un talud está condicionada a la caracterización geotécnica del tipo de material de los taludes.

**Conclusión 3.-** las laderas en sector Llavini presenta es deslizamientos rotaciones, de tipo de falla de pie de talud, informa circular.

Suposición echa de la investigación del tipo de falla, es circular y se lograra resolver aplicando método convencionales, en el sector de Llavini, elaborado el objetivo y alcanzado el desarrollo de variables se acepta el hipótesis, luego de demostrado los resultados de levantamiento topográfico y corte del perfil se identifica la falla rotacional y en forma circular, el método de equilibrio limite lleva a cabo el cálculo de factor de seguridad a este tipo de fallas de taludes.

**Conclusión 4.-** el grado de estabilidad de taludes naturales mediante análisis métodos convencionales es: en condiciones estáticas, según método equilibrio límite es **FS=1.32** para perfil-01, y **FS=1.44** para perfil-02, por método elementos finitos es **FS=1.37** para perfil-01, **FS=1.56** para perfil-02, observado los resultados que por método elementos finitos los resultados son más conservadores, por tanto, de acuerdo a los resultados los laderas de sector Llavini es estable en condiciones naturales-estáticamente, y mas no en condiciones saturadas u otros.

Hipótesis general de investigación la evaluación mediante métodos convencionales, determinara el grado de estabilidad en taludes naturales en sector Llavini, se acepta porque se obtiene el valor de FS, mediante teorías de cálculo de estabilidad de taludes.

## VII. RECOMENDACIONES

**Recomendación 1.-** según al presente conclusiones se recomienda no realizar cortes elevados, ya que el factor de seguridad en condiciones sísmicas, y en condiciones saturada es bajo. Se recomienda ejecutar obras de drenaje adecuado en laderas, para manejo de agua de escorrentía para evitar la saturación y unos posibles deslizamientos. Se recomienda para los futuros proyectos, trabajar con factor de seguridad, para mitigar un deslizamiento si el valor de FS es menor a unidad.

**Recomendación 2.-** se recomienda emplear estudios suelos a más detalle, cantidades de calicatas, para la profundidad es necesario realizar ensayos de penetración estándar (spt), para mayor de talle de estratos. Se recomienda realizar estudios de hidrología, geología, geofísica. Para futuros proyectos en la zona. Se recomienda el manejo control de erosión, monitoreo en tiempos de precipitaciones. Se recomienda ubicar el ojo de agua, que se activan en periodos de precipitaciones (enero a abril).

**Recomendación 3-** Antes de llevar a cabo un proyecto se recomienda de identificar partes de ladera más críticos con pendiente pronunciadas, ángulos de inclinación, a través de un levantamiento topográfico minucioso.

**Recomendación 4-** materializar la alternativas de remediación de los taludes críticos en el sector Llavini, como abatimiento de pendientes, banquetas, en zonas de riesgo. A los futuros proyecto de edificación y vías del sector Llavini se recomienda la consulta de presente documentos de estudios.

Por limitaciones de presente investigación de recomienda a los investigadores realizar zonificación territorial con fin de identificar zonas de riego.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AASHTO. 2012. ProQuest Dissertations and Theses *AASHTO LRFD Bridge*.  
<https://search.proquest.com/docview/accountidAhttp://godot.lib.sfu.ca>
- Acuña, Paula Fabian; Rodriguez Juan. Diaz. 2019. "Evaluación del Riesgo por Deslizamiento en el Talud ubicado en el Barrio los Túneles, Boquerón en el Municipio de Ibagué- Tolima. Fabián." *Rabit : Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi Univrab* 1(1): 2019.  
<http://www.ghbook.ir/index.php>
- Alcántara Quispe, Elvis Rubén. 2017. "Aplicación de los métodos de equilibrio límite, elementos finitos y diferencias finitas en el comportamiento de laderas y taludes sector Calispuquio-Cajamarca."
- Andina.pe. *Diario Andina.Pe 03 Marzo 2020 Pdf.Pdf*. Lima.
- Betancur, Daniel Zuluaga. 2016. "Análisis de estabilidad de taludes 3d considerando el efecto de la infiltración por precipitaciones".
- Bowles, J.E. 1997. *Foundation Analysis and Design International Fifth Edition*. Includes i. eds. Consulting Engineer/Software, Consultant, and Illino Engineering Computer Software Peoria. New York.
- Braja, M. Das. 2001. *Ingeniería Geotécnica*. D.R. 2015. ed. Santa Fe C.P. © D.R.  
<http://latinoamerica.cengage.com>.
- Castañón, Garay Paola Angélica Create. 2007. "Estabilidad de Taludes." : 124–60.
- Conde, Garzon Jesus; and Prada Jennefer. Alvares. 2014. "Estudio de estabilidad de un talud ubicado en el barrio Bellavista del Municipio de Ocoña, norte de Santander."  
<https://www.academia.edu>
- Duncan, Michael James. 2014. *SOIL STRENGTH AND SLOPE STABILITY*. Copyright. Printed in the United States of America.
- Gallardo, Amaya Romel Jesus. 2020. "Análisis de falla de un talud en un sector urbano del municipio de Ocaña, Colombia". [rjgallardo@ufpso.edu.co](mailto:rjgallardo@ufpso.edu.co).
- Garay, Vásquez Jair Alfredo. 2018. "Comparación de métodos de estabilidad de taludes por equilibrio límite y por métodos numéricos en condiciones de carga estática y pseudo-estática." *Universidad César Vallejo*.
- González de Vallejo, L., M. Ferrer, L. Ortuño, C. Oteo. 2002. Editorial Pearson Education, Madrid *Ingeniería Geológica*.
- Gurruchaga, R. Daniela;, and Viscarra A. Fabiana. 2020. "Análisis De Estabilidad De Taludes

- Mediante El Empleo De Elementos Finitos: Caso De Estudio En La Paz – Bolivia.”  
*Investigacion & Desarrollo* 20(1): 99–111.
- Hernandez Sampieri, Roberto, Carlos Fernandez Collado, and Maria del Pilar Baptista Lucio. 2010. Metodología de la investigación *definición del alcance de la investigación a*  
<http://www.casadellibro.com/libro-metodologia-de-la-investigacion>
- INDECI. 2011. “Manual de estimación del riesgo ante movimientos en masa en laderas.”  
<http://www.cenepred.gob.pe/web/dgp>.
- Ingenieria Real. 20AD. “Talud, clasificacion y diseño.” 2012. <https://ingenieriareal.com/talud-clasificacion-diseno>.
- Instituto Geotecnico del Peru. 2020. *Análisis de estabilidad de taludes con acción sísmica*. Lima.
- Juares, Badillo. 2005. *Mecanica de Suelos - Juarez Badillo.Pdf*. Limusa. ed. mexico: 2005.
- Kramer, Steven L. 1996. *GEOTECHNICAL EARTHQUAKE ENGINEERING*. BILL STENQ. ed. JAYNE ZUCKER. 1996.
- Machaca, Condori Hector R. 2016. “Caracterización Geoambiental para una Zonificación y Ordenamiento Territorial Sostenido en la ciudad de Puno.”
- Mesa, lavista melania; Alvares, Perez Jose; Chavez, Gomez Jorge. 2020. “Evaluacion Del factor de seguridad en taludes de terraplenes carreteros alto antes carga sísmica.” *Revista de ingenieria Sísmica*.
- NTP E020. 2008. 202472 Relaciones Normas Peruana E.050.
- Osores Tumbalobos, Ana Belén. 2020. “Optimización Del Grado de Inclinación de Taludes Provisionales Sin Sostenimiento En El Conglomerado de Lima Mediante La Técnica de Retroanálisis Basado En El Método de Equilibrio Límite”.
- RICO, Del Castillo. 2005. *Ingenieria de Suelos*. Limusa. Mexico.
- Rodriguez, Serquen William. 2018. Patología Estructural y Funcional *Ingenieria Geotecnica Suelos y Cimentaciones*. 1st ed. chichlayo. <https://civilgeeks.com>
- Saenz, Pablo juan. 2020. “Estudios Geotécnicos.”
- Suárez Díaz, Jaime. 2007. “Capítulo 12. Prevención, Estabilización y Diseño”, *Deslizamientos y Estabilidad de Taludes En Zonas Tropicales*. Vol.1. <http://www.erosion.com.co>
- Suarez, Jaime. 1998. “Caracterizacion de Los Movimientos” *Deslizamientos y Estabilidad de Taludes En Zonas Tropicales*, Ingeniería de suelos. Colombia.
- Sura, Geosciences and National Aeronautics Magazine. 2021. GLC NASA's Goddard Space Flight Center was developed. <https://segurossura.com/blog/revista-geociencias>.
- Tardeo, de la cruz Cesar A; Pari Ever. Zanabria. 2016. “Análisis Dinamico de Estabilidad de

Taludes Por Elementos Finitos En La Zona de Huayllapampa Del Distrito de Cuenca - Huancavelica”.

Tomas, R. Santamarta, Miguel J.C. Cano, and Hernandez Gutierrez. 2013. Eotechnical tests of soils and rocks. : <http://web.ua.es/interes-ingenieria-del-terreno-y-sus-estructuras.html>.

Ttito, Diana Carmelí. 2018. “Análisis de estabilidad de taludes de la zona los Baluartes en el parque arqueológico de Saqsayhuamán.” (2018).

Valiente, Sanz Ricardo; Salvador Sobrecases Martí, and Aníbal Díaz Orrego. 2015. “Estabilidad de Taludes : conceptos básicos , parámetros de diseño y métodos de cálculo”.

Arias, O. F. (1999). el proyecto de investigacion. Bello Monte - caracas: Oriol ediciones.

Geo 5. (2018). User's Guide of geo 5, finite elements: [www.finesoftware.com](http://www.finesoftware.com).

Gómez, M. M. (2006). Introducción a Metodología de Investigación científica. Cordova - Argentina: Editorial Brujas.

López, R. P. (2015). Metodología de La Investigación Social Cuantitativa. Universidad Autónoma de Barcelona: Campus de la UAB · Bellaterra.

Mata, F. S. (1999). Modelos didácticos en la Educación Especial. Málaga - España: Aljibe.

Murillo, T. J. (2008). Los Modelos Multinivel como herramienta para la investigación educativa. Belo Horizonte: UFGM.

Niño, R. Í. (2011). Metodología de la investigacion diseno y ejecucion. Bogota -Colombia.

Ñaupas et.al, P. H., Valdivia Dueñas, M. R., Palacios Vilela, J. J., & Romero Delgado, E. H. (2018). Metodología de investigacion cuantitativa y cualitativa. Bogata - Colombia: [www.edicionesdelau.com](http://www.edicionesdelau.com).

Pino, G. R. (2018). Metodología de la Investigación Científica. Lima-Peru.

Sabino, C. A. (2002). el proceso de investigacion. Caracas: Panopo.

Tamayo, T. M. (2004). El Proceso de la Investigación Científica. Mexico: Limusa.

Valderrama, M. S. (2013). Metodología de Investigación Científica. LimaNorte.

Valeriano, M. A., Díaz Narváez , G. C., & Ramírez Carrillo Rosa Elena, R. E. (2015). investigación y desarrollo en ciencia y tecnología. aguascalientes. México.

## Anexos 01.

### TITULO: Estabilidad de taludes naturales empleando métodos convencionales, sector Llavini, Puno 2021

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODO
<p><b>Problema general</b> ¿Cuál es el grado de estabilidad de taludes naturales, mediante análisis de métodos convencionales, en sector Llavini, Puno 2021?</p>	<p><b>Objetivo general</b> Determinar el grado de estabilidad de taludes naturales, mediante análisis de métodos convencionales, en sector Llavini, Puno 2021?</p>	<p><b>Hipótesis general</b> La Evaluación mediante métodos convencionales, determinara el grado de estabilidad en taludes naturales en sector Llavini, Puno 2021.</p>	<p><b>V1:</b> Métodos Convencionales</p>	<p><b>D1:</b> Método elementos finitos</p> <p><b>D2:</b> método de equilibrio limite</p>	<p><b>I1:</b> geometría de talud <b>I2:</b> propiedad de materiales <b>I3:</b> propiedades elásticas <b>I4:</b> nivel fríatico</p> <p><b>I1:</b> Cohesión <b>I2:</b> Angulo de Fricción <b>I3:</b> Peso Especifico</p>	<p><b>Método: Científico</b> "conjunto de procedimientos racionales y sistemáticamente en busca de una solución a una determinada problemas verifica y se demuestra." Niño (2011) p.26</p> <p><b>Tipo:</b> Aplicativo Se caracteriza por que busca una aplicación o usa procedimientos, para toma decisiones según las medidas cuantificadas. Murillo, (2008) p.50</p> <p><b>Nivel:</b> explicativo "buscan responder por las causas de los eventos, fenómenos o sociales." Hernández, et al. (2010) p.40</p> <p><b>Diseño:</b> Experimental Pino, (2017) p.487 "es la manipulación deliberada de una o más variables que actúan, independientemente para ver el efecto- relación con variables dependientes." Pino (2017).</p> <p><b>POBLACION:</b> 10 hectáreas</p> <p><b>MUESTA:</b> 2 secciones de falla en ladera.</p> <p><b>MOSTREO:</b> 4 calicatas</p> <p><b>TECNICA:</b> observación directa</p> <p><b>INSTRUMENTO:</b> Ficha de recopilación de datos.</p>
<p><b>Problemas específicos</b></p> <p>¿Cuánto es el factor de seguridad para condiciones suelos saturado, y con presencia de sismo, en sector Llavini, Puno 2021?</p> <p>¿Qué parámetros influyen para determinar el factor de seguridad por el métodos convencionales de estabilidad de taludes naturales, sector Llavini, Puno 2021?</p> <p>¿Qué tipo de falla presenta el talud natural En sector Llavini, Puno 2021?</p>	<p><b>Objetivos específicos</b></p> <p>Estimar el factor de seguridad para condiciones suelos saturado, y con presencia de sismo, en sector Llavini, Puno 2021. determinar los parámetros que influyen en la factor de seguridad de estabilidad de taludes naturales Empleando métodos convencionales, sector Llavini, Puno 2021</p> <p>Identificar el tipo de falla presenta el talud natural en sector Llavini, Puno 2021</p>	<p><b>Hipótesis específicos</b></p> <p>El factor de seguridad en condiciones con suelo saturado y con presencia de sismo será <math>FS &lt; 1</math>, en sector Llavini, puno 2021</p> <p>Propiedad de mecánica de suelos son parámetros que influyen en factor de seguridad para la estabilidad de taludes naturales, sector Llavini, Puno 2021</p> <p>El tipo de falla, es circular y se lograra resolver aplicando método convencionales, en el sector de Llavini Puno 2021</p>	<p><b>V2:</b> Estabilidad de talud</p>	<p><b>D1:</b> Factor de seguridad</p> <p><b>D2:</b> Tipo de falla</p> <p><b>D3:</b> Angulo e inclinación</p>	<p><b>I1:</b> inestable: <math>&lt; 1</math>.</p> <p><b>I2:</b> estable cuestionable: <math>= 1.0</math></p> <p><b>I3:</b> Estable bajo condiciones Estáticas Y Dinámicas: <math>&gt; 1.5</math></p> <p><b>I1:</b> Falla de local <b>I2:</b> Falla de pie <b>I3:</b> Falla profunda o de Base</p> <p><b>I1:</b> Suave (<math>&lt; 5^\circ</math>). <b>I2:</b> Regular (<math>5^\circ - 20^\circ</math>). <b>I3:</b> Pronunciada (<math>&gt; 20^\circ</math>).</p>	

## Anexo 02. Ficha de Análisis de Validez.

### ANALISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACION DE DATOS

PROYECTO: ESTABILIDAD DE TALUDES NATURALES EMPLEANDO MÉTODOS CONVENCIONALES, SECTOR LAVINI, PUNO 2021

AUTOR: HUASCUPE CALLATA MARIO

				EXPERTO
<b>I.- INFORMACION GENERAL:</b>				
UBICACIÓN:				0
DISTRITO:	PUNO	ALTITUD:	3940 MSNM	
PROVINCIA:	PUNO	LATITUD:	15°49'3.60"S	
REGION:	PUNO	LONGITUD:	70° 1'43.01 O	
<b>II.- PARAMETROS DE SUELO</b>				0.9
Cohesion, (kN/m2)	Angulo de Friccion Interna (°)		Peso Especifico, (kN/m3)	
<b>III.- FACTOR DE SEGURIDAD</b>				1
FS<1, Inestable	FS=1, Cuestionable	FS>1.25, sismo	FS>1.5, Estaticamente	
<b>IV.- TIPO DE FALLA</b>				1
Falla de local	Falla de pie	Falla profunda o de bade		
<b>V.- ANGULO DE INCLICACION</b>				1
Suave (< 5°).	Regular (5° - 20°).	Pronunciada (> 20°).		
APELLIDOS Y NOMBRES:	HECTOR RAUL MACHACA CONDORI			
PROFESION	INGENIERO CIVIL			
REGISTRO CIP No:	31192			
EMAIL:	MACHACA-RAUL@HOTMAIL.COM			
TELEFONO:	952524438			

  
 HECTOR RAUL MACHACA CONDORI  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 81192

Fecha: 10/03/2021.

ANALISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACION DE DATOS

PROYECTO: ESTABILIDAD DE TALUDES NATURALES EMPLEANDO MÉTODOS CONVENCIONALES, SECTOR LAVINI, PUNO 2021

AUTOR: HUASCUPE CALLATA MARIO

I.- INFORMACION GENERAL:				EXPERTO
UBICACIÓN:				0
DISTRITO:	PUNO	ALTITUD:	3940 MSNM	
PROVINCIA:	PUNO	LATITUD:	15°49'3.60"S	
REGION:	PUNO	LONGITUD:	70° 1'43.01 O	
II.- PARAMETROS DE SUELO				0.9
Cohesion, (kN/m <sup>2</sup> )	Angulo de Friccion Interna (°)		Peso Especifico, (kN/m <sup>3</sup> )	
III.- FACTOR DE SEGURIDAD				1
FS<1, Inestable	FS=1, Cuestionable	FS>1.25, sismo	FS>1.5, Estaticamente	
IV.- TIPO DE FALLA				1
Falla de local	Falla de pie	Falla profunda o de bade		
V.- ANGULO DE INCLICACION				1
Suave (< 5°).	Regular (5° - 20°).	Pronunciada (> 20°).		
APELLIDOS Y NOMBRES:	TURPO SUCARI BRUNO.			
PROFESION:	ING. CIVIL			
REGISTRO CIP No:	105875			
EMAIL:	sucari69@hotmail.com			
TELEFONO:	946653015			



BRUNO TURPO SUCARI  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 105875

08-03-2021



ANALISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACION DE DATOS

PROYECTO: ESTABILIDAD DE TALUDES NATURALES EMPLEANDO MÉTODOS CONVENCIONALES, SECTOR LAVINI, PUNO 2021

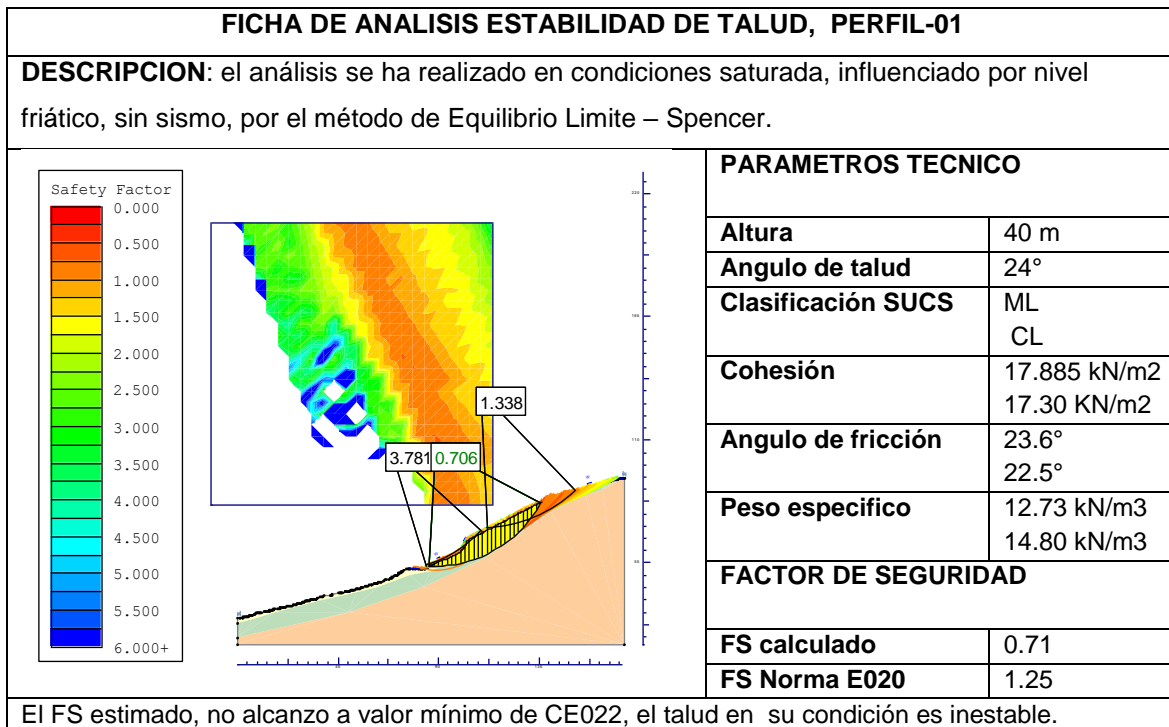
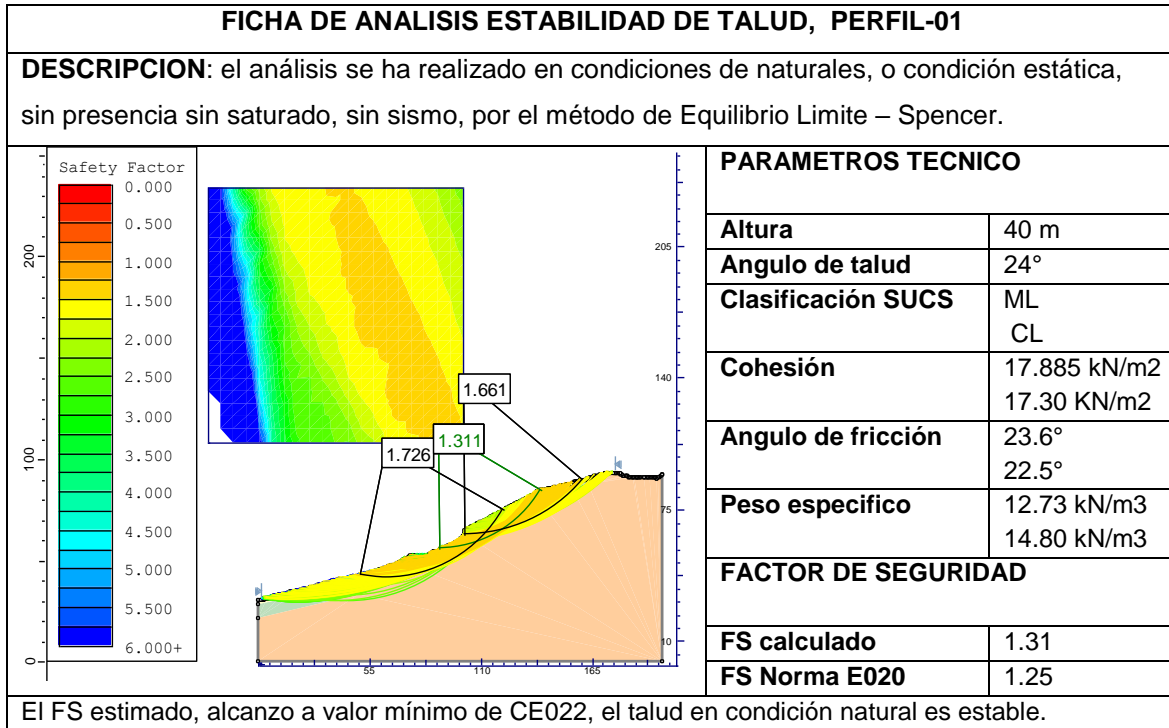
AUTOR: HUASCUPE CALLATA MARIO

				EXPERTO
<b>I.- INFORMACION GENERAL:</b>				
UBICACIÓN:				0
DISTRITO:	PUNO	ALTITUD:	3940 MSNM	
PROVINCIA:	PUNO	LATITUD:	15°49'3.60"S	
REGION:	PUNO	LONGITUD:	70° 1'43.01 O	
<b>II.- PARAMETROS DE SUELO</b>				0.9
Cohesion, (kN/m2)	Angulo de Friccion Interna (*)		Peso Especifico, (kN/m3)	
<b>III.- FACTOR DE SEGURIDAD</b>				1
FS<1, Inestable	FS=1, Cuestionable	FS>1.25, sismo	FS>1.5, Estaticamente	
<b>IV.- TIPO DE FALLA</b>				1
Falla de local	Falla de pie	Falla profunda o de bade		
<b>V.- ANGULO DE INCLICACION</b>				1
Suave (< 5°).	Regular (5° - 20°).	Pronunciada (> 20°).		
APELLIDOS Y NOMBRES:	MACEDO JAEN, EDGAR DAVID			
PROFESION	INGENIERO CIVIL			
REGISTRO CIP No:	49683			
EMAIL:	edmajacn@gmail.com			
TELEFONO:	951448181			


  
 Edgar D. Macedo Jaen
   
 ING. CIVIL - ECDN
   
 CIP. N° 49683

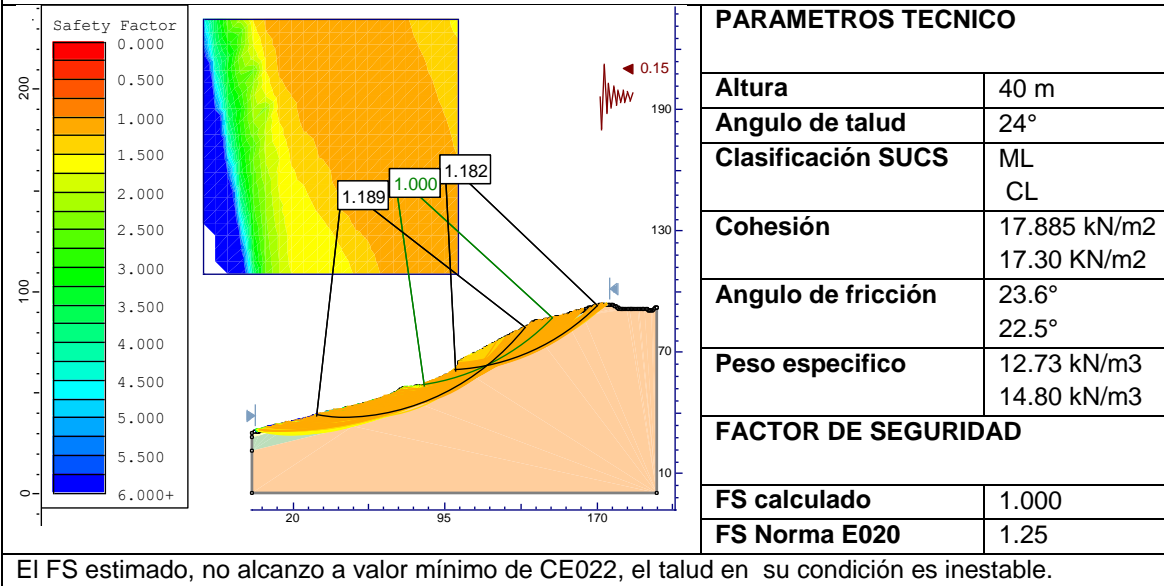
10-03-2021

### Anexos 03. Análisis de cálculo de Estabilidad de talud en Slide y Geo5.



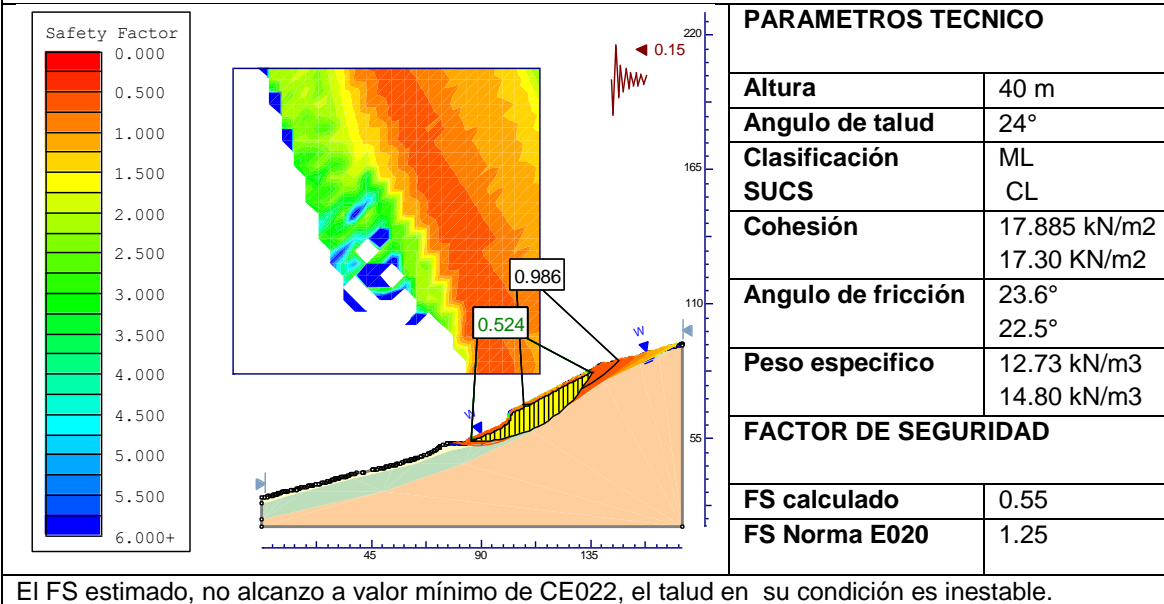
### FICHA DE ANALISIS ESTABILIDAD DE TALUD, PERFIL-01

**DESCRIPCION:** el análisis se ha realizado en condiciones no saturada, y con presencia de sismo, por el método de Equilibrio Limite – Spencer.



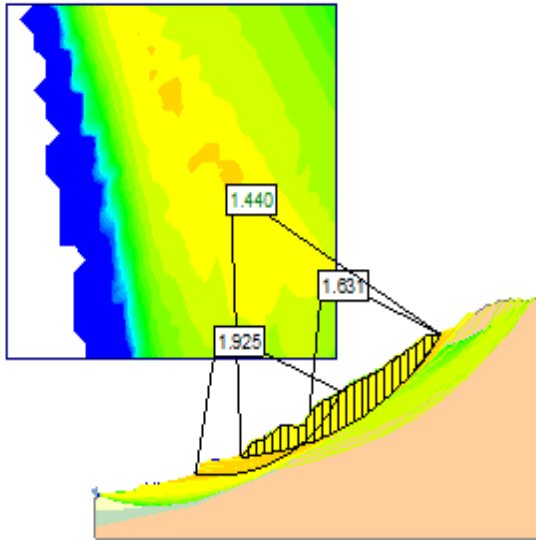
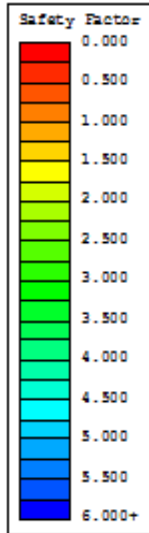
### FICHA DE ANALISIS ESTABILIDAD DE TALUD, PERFIL-01

**DESCRIPCION:** el análisis se ha realizado en condiciones saturadas, influenciado por nivel freático y con presencia de sismo, por el método de Equilibrio Limite – Spencer.



### FICHA DE ANALISIS ESTABILIDAD DE TALUD, PERFIL-02

**DESCRIPCION:** el análisis se ha realizado en condiciones de naturales, o condición estática, sin presencia sin saturado, sin sismo, por el método de Equilibrio Limite – Spencer.



#### PARAMETROS TECNICO

Altura	40 m
Angulo de talud	24°
Clasificación SUCS	ML CL
Cohesión	18.60 kN/m <sup>2</sup> 19.50 KN/m <sup>2</sup>
Angulo de fricción	24.70° 23.10°
Peso específico	12.24 kN/m <sup>3</sup> 14.55 kN/m <sup>3</sup>

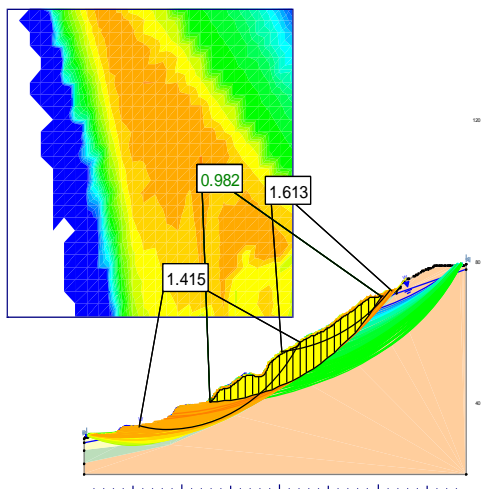
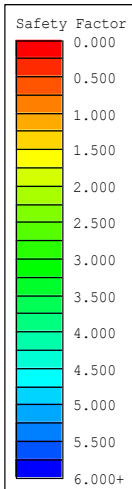
#### FACTOR DE SEGURIDAD

FS calculado	1.44
FS Norma E020	1.25

El FS estimado, alcanza a valor mínimo de CE022, el talud en condición natural es estable.

### FICHA DE ANALISIS ESTABILIDAD DE TALUD, PERFIL-02

**DESCRIPCION:** el análisis se ha realizado en condiciones saturadas, influenciado por nivel friatico, sin sismo, por el método de Equilibrio Limite – Spencer.



#### PARAMETROS TECNICO

Altura	40 m
Angulo de talud	24°
Clasificación SUCS	ML CL
Cohesión	18.60 kN/m <sup>2</sup> 19.50 KN/m <sup>2</sup>
Angulo de fricción	24.70° 23.10°
Peso específico	12.24 kN/m <sup>3</sup> 14.55 kN/m <sup>3</sup>

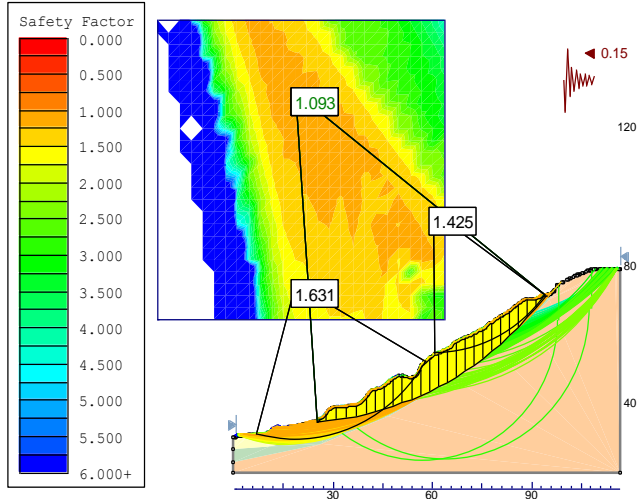
#### FACTOR DE SEGURIDAD

FS calculado	0.98
FS Norma E020	1.25

El FS estimado, no alcanza a valor mínimo de CE022, el talud en su condición es inestable.

### FICHA DE ANALISIS ESTABILIDAD DE TALUD, PERFIL-02

**DESCRIPCION:** el análisis se ha realizado en condiciones no saturada, y con presencia de sismo, por el método de Equilibrio Limite – Spencer.



#### PARAMETROS TECNICO

Altura	40 m
Angulo de talud	24°
Clasificación SUCS	ML CL
Cohesión	18.60 kN/m <sup>2</sup> 19.50 KN/m <sup>2</sup>
Angulo de fricción	24.70° 23.10°
Peso específico	12.24 kN/m <sup>3</sup> 14.55 kN/m <sup>3</sup>

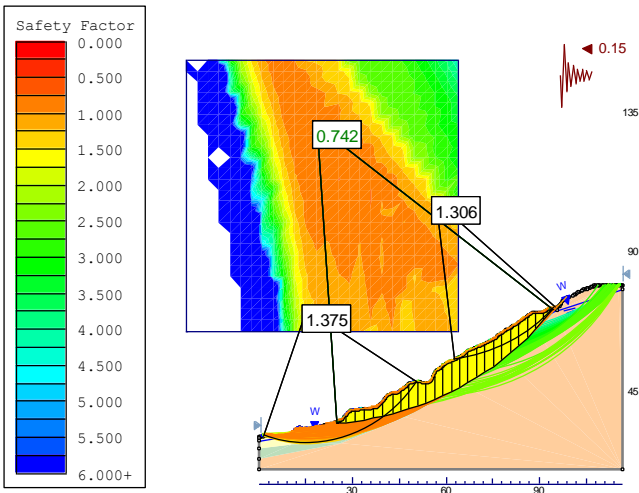
#### FACTOR DE SEGURIDAD

FS calculado	1.09
FS Norma E020	1.25

El factor actual no cumple con norma E020, ya que FS cálculo es menos que FS norma

### FICHA DE ANALISIS ESTABILIDAD DE TALUD, PERFIL-02

**DESCRIPCION:** el análisis se ha realizado en condiciones saturadas, influenciado por nivel freático, con sismo, por el método de Equilibrio Limite – Spencer.



#### PARAMETROS TECNICO

Altura	40 m
Angulo de talud	24°
Clasificación SUCS	ML CL
Cohesión	18.60 kN/m <sup>2</sup> 19.50 KN/m <sup>2</sup>
Angulo de fricción	24.70° 23.10°
Peso específico	12.24 kN/m <sup>3</sup> 14.55 kN/m <sup>3</sup>

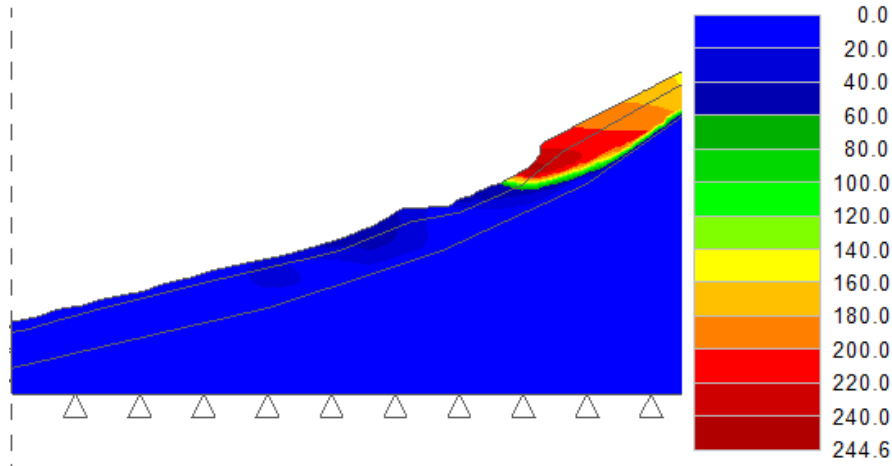
#### FACTOR DE SEGURIDAD

FS calculado	0.74
FS Norma E020	1.25

El FS estimado, no alcanza a valor mínimo de CE022, el talud en su condición es inestable.

**FICHA DE ANALISIS ESTABILIDAD DE TALUD, PERFIL-01**

**DESCRIPCION:** el análisis se ha realizado en condiciones de naturales, o condición estática, sin presencia sin saturado, sin sismo, por el método de ELEMENTOS FINITOS.



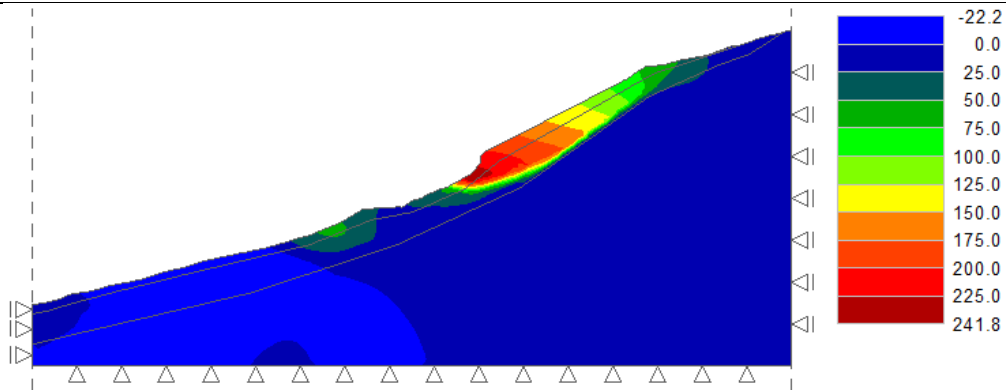
**PARAMETROS TECNICO**

<u>Clasificación SUCS</u>	<u>Peso específico</u>	<u>Cohesión</u>	<u>Angulo de fricción</u>
ML	12.64 kN/m <sup>3</sup>	19.70 kN/m <sup>2</sup>	24.50°
CL	13.50 kN/m <sup>3</sup>	20.68 KN/m <sup>2</sup>	22.10°
<u>Altura de Talud</u>	<u>Angulo de talud</u>	<u>FS - Norma E020</u>	<u>FS - Estimado</u>
40 m	24°	1.25	1.37

El FS estimado, alcanzo a valor mínimo de CE022, el talud en condición natural es estable.

**FICHA DE ANALISIS ESTABILIDAD DE TALUD, PERFIL-01**

**DESCRIPCION:** el análisis se ha realizado en condición con presencia suelo saturado, y sin sismo, por el método de ELEMENTOS FINITOS.



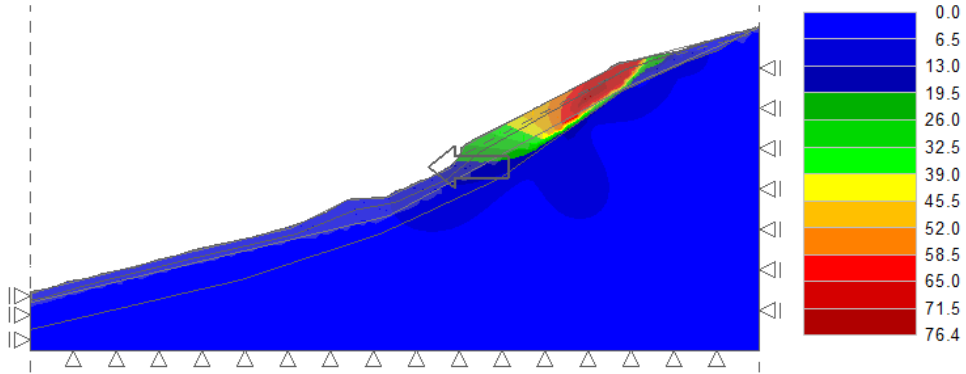
**PARAMETROS TECNICO**

<u>Clasificación SUCS</u>	<u>Peso específico</u>	<u>Cohesión</u>	<u>Angulo de fricción</u>
ML	12.64 kN/m <sup>3</sup>	19.70 kN/m <sup>2</sup>	24.50°
CL	13.50 kN/m <sup>3</sup>	20.68 KN/m <sup>2</sup>	22.10°
<u>Altura de Talud</u>	<u>Angulo de talud</u>	<u>FS - Norma E020</u>	<u>FS - Estimado</u>
40 m	24°	1.25	0.81

El FS estimado, no alcanzo a valor mínimo de CE022, el talud en su condición es inestable.

**FICHA DE ANALISIS ESTABILIDAD DE TALUD, PERFIL-01**

**DESCRIPCION:** el análisis se ha realizado en condición sin saturado, y con presencia de sismo, por el método de ELEMENTOS FINITOS.



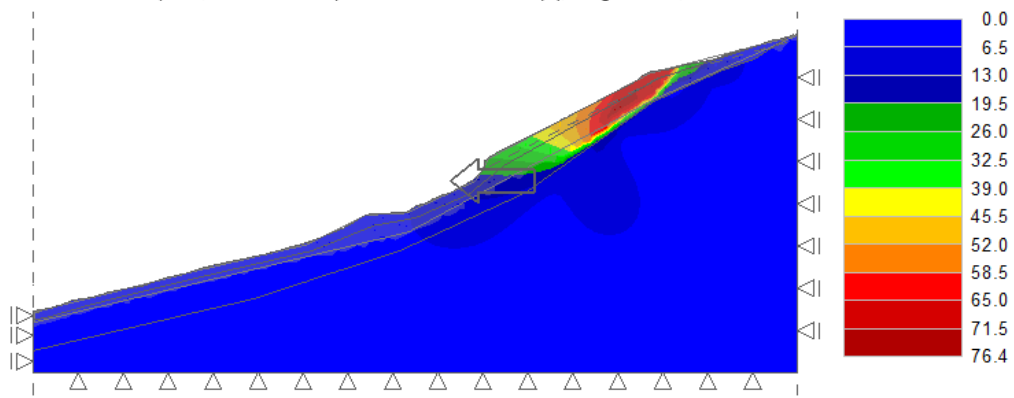
**PARAMETROS TECNICO**

<b>Clasificación SUCS</b>	<b>Peso específico</b>	<b>Cohesión</b>	<b>Angulo de fricción</b>
ML	12.64 kN/m3	19.70 kN/m2	24.50°
CL	13.50 kN/m3	20.68 kN/m2	22.10°
<b>Altura de Talud</b>	<b>Angulo de talud</b>	<b>FS - Norma E020</b>	<b>FS - Estimado</b>
40 m	24°	1.25	1.10

El FS estimado, no alcanzo a valor mínimo de CE022, el talud en su condición es inestable.

**FICHA DE ANALISIS ESTABILIDAD DE TALUD, PERFIL-01**

**DESCRIPCION:** el análisis se ha realizado en condición con presencia suelo saturado, y con sismo, por el método de ELEMENTOS FINITOS.



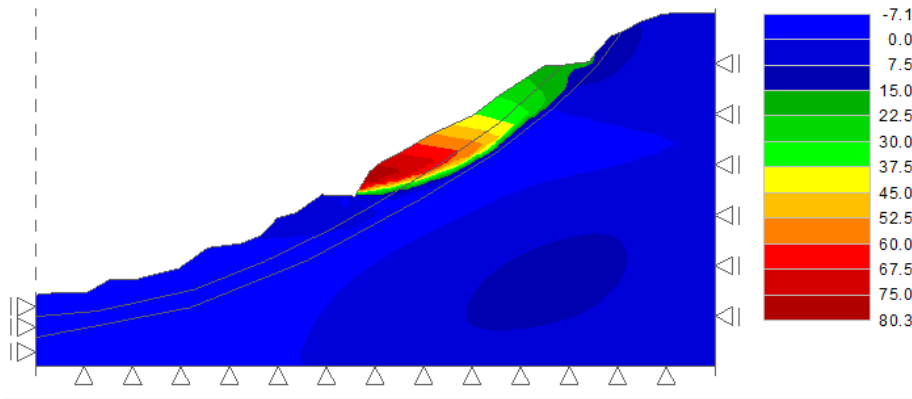
**PARAMETROS TECNICO**

<b>Clasificación SUCS</b>	<b>Peso específico</b>	<b>Cohesión</b>	<b>Angulo de fricción</b>
ML	12.64 kN/m3	19.70 kN/m2	24.50°
CL	13.50 kN/m3	20.68 kN/m2	22.10°
<b>Altura de Talud</b>	<b>Angulo de talud</b>	<b>FS - Norma E020</b>	<b>FS - Estimado</b>
40 m	24°	1.25	0.68

El FS estimado, no alcanzo a valor mínimo de CE022, el talud en su condición es inestable.

**FICHA DE ANALISIS ESTABILIDAD DE TALUD, PERFIL-02**

**DESCRIPCION:** el análisis se ha realizado en condiciones de naturales, o condición estática, sin presencia sin saturado, sin sismo, por el método de ELEMENTOS FINITOS.



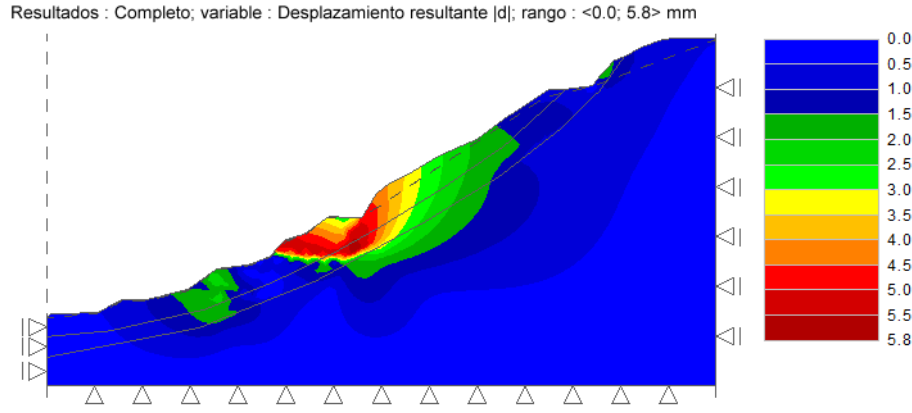
**PARAMETROS TECNICO**

<u>Clasificación SUCS</u>	<u>Peso específico</u>	<u>Cohesión</u>	<u>Angulo de fricción</u>
ML	12.24 kN/m3	18.60 kN/m2	24.7°
CL	14.55 kN/m3	19.50 KN/m2	23.1°
<u>Altura de Talud</u>	<u>Angulo de talud</u>	<u>FS - Norma E020</u>	<u>FS - Estimado</u>
40 m	24°	1.25	1.56

El FS estimado, alcanzo a valor mínimo de CE022, el talud en condición natural es estable.

**FICHA DE ANALISIS ESTABILIDAD DE TALUD, PERFIL-02**

**DESCRIPCION:** el análisis se ha realizado en condición con presencia suelo saturado, y sin sismo, por el método de ELEMENTOS FINITOS.



**PARAMETROS TECNICO**

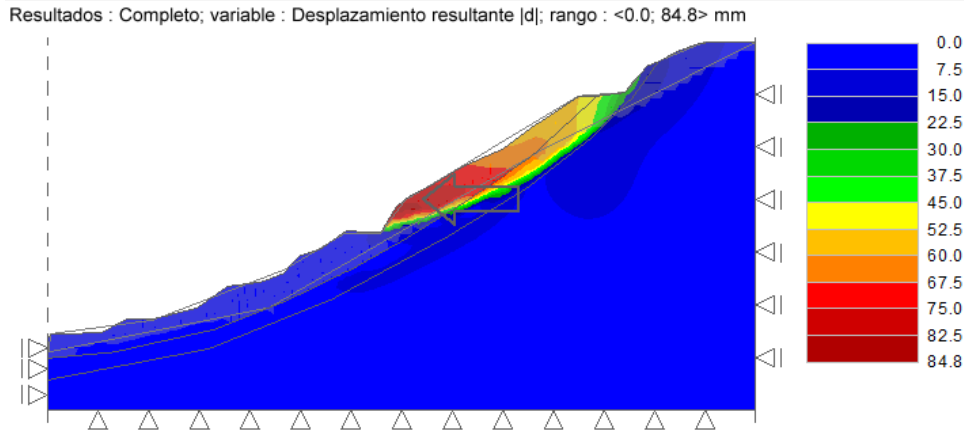
<u>Clasificación SUCS</u>	<u>Peso específico</u>	<u>Cohesión</u>	<u>Angulo de fricción</u>
ML	12.24 kN/m3	18.60 kN/m2	24.7°
CL	14.55 kN/m3	19.50 KN/m2	23.1°
<u>Altura de Talud</u>	<u>Angulo de talud</u>	<u>FS - Norma E020</u>	<u>FS - Estimado</u>
40 m	24°	1.25	1.13

El FS estimado, no alcanzo a valor mínimo de CE022, el talud en su condición es inestable.

**FICHA DE ANALISIS ESTABILIDAD DE TALUD, PERFIL-02**



**DESCRIPCION:** el análisis se ha realizado en condición sin saturado, y con presencia de sismo, por el método de ELEMENTOS FINITOS



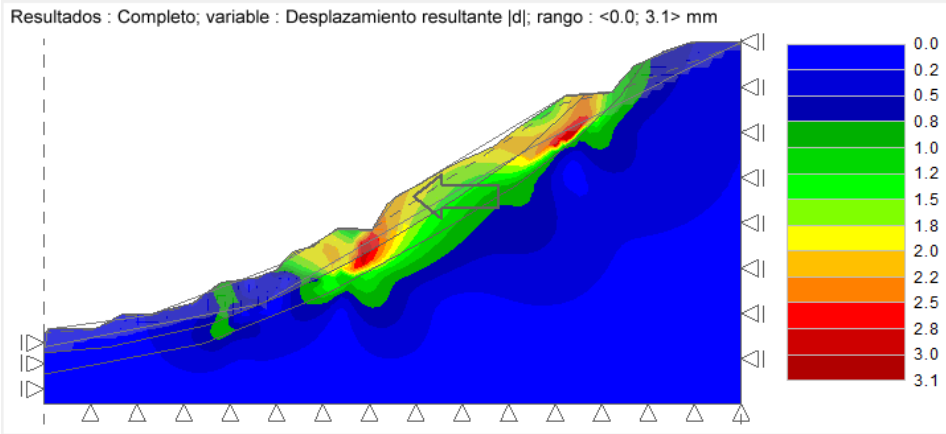
**PARAMETROS TECNICO**

<u>Clasificación SUCS</u>	<u>Peso específico</u>	<u>Cohesión</u>	<u>Angulo de fricción</u>
ML	12.24 kN/m3	18.60 kN/m2	24.7°
CL	14.55 kN/m3	19.50 KN/m2	23.1°
<u>Altura de Talud</u>	<u>Angulo de talud</u>	<u>FS - Norma E020</u>	<u>FS - Estimado</u>
40 m	24°	1.25	1.21

El FS estimado, no alcanzo a valor mínimo de CE022, el talud en su condición es inestable.

**FICHA DE ANALISIS ESTABILIDAD DE TALUD, PERFIL-02**

**DESCRIPCION:** el análisis se ha realizado en condición con presencia suelo saturado, y con sismo, por el método de ELEMENTOS FINITOS.



**PARAMETROS TECNICO**

<u>Clasificación SUCS</u>	<u>Peso específico</u>	<u>Cohesión</u>	<u>Angulo de fricción</u>
ML	12.24 kN/m3	18.60 kN/m2	24.7°
CL	14.55 kN/m3	19.50 KN/m2	23.1°
<u>Altura de Talud</u>	<u>Angulo de talud</u>	<u>FS - Norma E020</u>	<u>FS - Estimado</u>
40 m	24°	1.25	0.86

El FS estimado, no alcanzo a valor mínimo de CE022, el talud en su condición es inestable.

## Anexos 04. Certificado de Operatividad del equipos de Fotogrametría y topografía.



### CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD

Cliente: TURPO SUCARI BRUNO  
Equipo: Drone + Mobile Station  
Marca: DJI  
Modelo: Phantom modelo 4 Pro RTK  
Serie: 0V2DGAXRA30019 / 255DG8GR029C51

Fecha de Mant.: 16/06/2021.

GEODESIA Y TOPOGRAFIA S.A.C, Certifica que el Equipo topográfico arriba descrito cumple con las especificaciones técnicas de la Fabrica y los estándares internacionales establecidas.

En las pruebas efectuadas en Tiempo Real (RTK), los equipos se encuentran dentro de las tolerancias del fabricante.

Lima, Junio 2020.

Atentamente.





GEODESIA Y TOPOGRAFIA S.A.C.  
EDWING ARGANDOÑA DELGADO  
OFICINA DE INGENIERIA  
Edwing Argandoña Delgado  
GERENTE COMERCIAL



www.geotop.com.pe

Oficina Principal Lima: Av. Tomás Marsano 2388, Miraflores / Telf: (01) 268 4011 / Cel: 945 079 599 RPM: \*563421  
Oficina Huánuco: Prolong. Altabo Cdra.4 Paj, Francisco Bezada N° 107 / Telf: (062) 510093 / Cel: 962 089 908 - RPM: \*563423  
Oficina Huancaayo: Jr. Lima N° 222 Of. 302 (cruce con Jr. Ancash) / Telf: (064) 215633 / Cel: 954 024 374 - RPM: \*563420

Anexos 05. Certificado de mecánica de suelos.

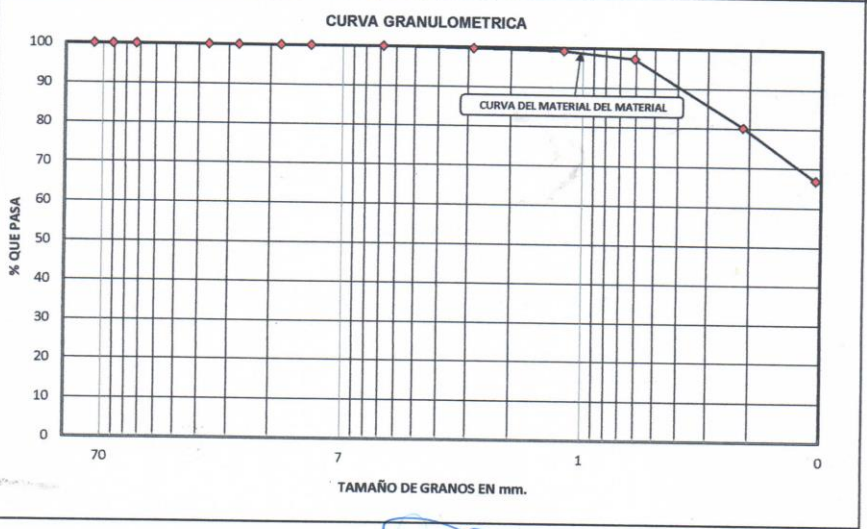


ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTOS, IRRIGACIONES, SANEAMIENTO, EDIFICACIONES, ALQUILER DE EQUIPOS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ROCAS Y PAVIMENTOS  
 RUC-10401018838  
 JR. MANTARO N° 108 BARRIO ALTO BELLAVISTA - PUNO CEL: 946653015 - FJ.O: 084-774343 - CUSCO  
 sucari69@hotmail.com

**ANALISIS GRANULOMETRICO ASTM D422, AASHTO T88, NTP 339.128**

PROYECTO	ESTABILIDAD DE TALUDES NATURALES EMPLEANDO METODOS CONVENCIONALES, SECTOR LLAVINI, PUNO 2021	CALICATA	C-01 (E= 389 922.852 - N° 8 251 148.651)
UBICACION	DIST. PUNO - PROV. DE PUNO - DEPT. PUNO	ESTRATO	0.20 - 1.40 m. E-2
LUGAR	SECTOR LLAVINI	ENCARGADO	ING. B. T. S.
SOLICITANTE	Bº MARIO HUASCUPE CALLATA	FECHA	MARZO DEL 2021

PROCEDENCIA DEL MATERIAL: CALICATA 01 - ESTRATO 02						NORMA : ASTM D422, AASHTO T88, NTP 339.128
Nº DE MALLAS	ABERTURA DE MALLAS (mm)	PESO RETENIDO	% RETEN. PARCIAL	% RETEN. ACUMUL.	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES
3"	76.200				100.00	Peso Inicial : 0,677.29 Gr.
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso Fracción : 0.00 Gr.
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	Humedad Natural : 14.99
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Limite Liquido : 28.76
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	Limite Plastico : 22.98
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	Indice Plastico : 5.79
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	Indice Compresion : 0.17
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	<b>CLASIFICACION NTP 339.134</b>
1/4"	6.350				100.00	AASHTO : <b>A-4 (6)</b>
Nº 4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00	SUCS : <b>ML</b>
Nº 6	3.360				100.00	IG : 6.00
Nº 8	2.380				100.00	CC : 0.00
Nº 10	2.000	2.04	0.30	0.30	99.70	CU : 0.00
Nº 16	1.190				99.70	D50 mm. : 0.00
Nº 20	0.840	3.66	0.54	0.84	99.16	D65 mm. : 0.00
Nº 30	0.590				99.16	D84 mm. : 0.19
Nº 40	0.426	11.88	1.75	2.60	97.40	Dm mm. : 0.08
Nº 50	0.297	30.51	4.50	7.10	92.90	% DE GRAVA : 0.00
Nº 80	0.177				92.90	% DE ARENA : 33.13
Nº 100	0.149	86.04	12.70	19.80	80.20	% DE FINOS : 66.87
Nº 200	0.074	90.27	13.33	33.13	66.87	DESCRIPCION: MATERIAL CONFORMADO POR LIMO DE BAJA PLASTICIDAD DE COLOR PARDO GRISACEO
-200		452.89	66.87	100.00	0.00	



ING. BRUNO TURPO SUCAH  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO  
 CIP - 1115774



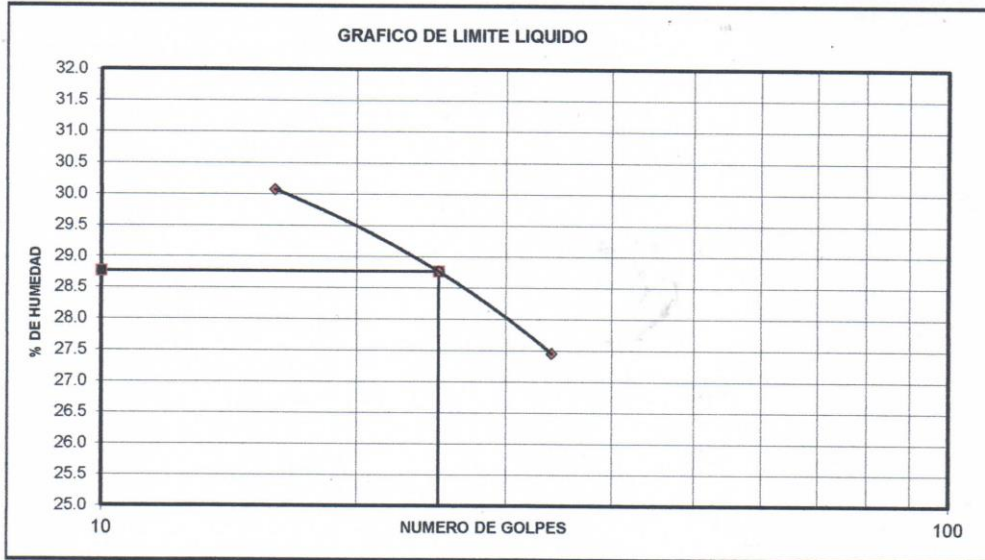
ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTOS, IRRIGACIONES, SANEAMIENTO, EDIFICACIONES,  
ALQUILER DE EQUIPOS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO,  
ROCAS Y PAVIMENTOS  
RUC-10401018838  
JR. MANTARO N° 108 BARRIO ALTO BELLAVISTA - PUNO CEL: 946653015 - FJIO: 084-774343 - OJSCO  
sucari69@hotmail.com

**ENSAYOS DE CONSTANTES FISICOS NORMA: ASTM D 4318, NTP 339.129**

<b>PROYECTO</b>	: ESTABILIDAD DE TALUDES NATURALES EMPLEANDO METODOS CONVENCIONALES, SECTOR LLAVINI, PUNO 2021	<b>CALICATA</b>	: C-01 (E= 389 922.852 - N= 8 251 148.651)
<b>UBICACIÓN</b>	: DIST. PINO - PROV. DE PUNO - DEPT. PUNO	<b>MATERIAL</b>	: 0.20 - 1.40 m. E-2
<b>LUGAR</b>	: SECTOR LLAVINI	<b>ENCARGADO</b>	: ING. B. T. S.
<b>SOLICITANTE</b>	: Br. MARIO HUASCUPE CALLATA	<b>FECHA</b>	: MARZO DEL 2021

LIMITE LIQUIDO				DETERMINACIÓN DE HUMEDAD NATURAL NTP 339.127			
Nro. De Tarro	Nº	304	300	Nro. De Tarro	Nº	38	20
T. + Suelo Húmedo	Gr.	32.93	41.29	T. + Suelo Húmedo	Gr.	112.33	119.68
T. + Suelo Seco	Gr.	27.98	34.52	T. + Suelo Seco	Gr.	102.80	112.01
Agua	Gr.	4.95	6.77	Agua	Gr.	9.53	7.67
Peso del Tarro	Gr.	9.95	12.01	Peso del Tarro	Gr.	41.04	59.29
Suelo Seco	Gr.	18.03	22.51	Suelo Seco	Gr.	61.76	52.72
% de Humedad	%	27.45	30.08	% de Humedad	%	15.43	14.55
Nro. De Golpes	Nº	34	16	Humedad Natural	%	14.99	

LIMITE PLASTICO				LL = $W_n * (N/25) + 0.121$	
Nro. De Tarro	Nº	4	12	LL	: Límite líquido
T. + Suelo Húmedo	Gr.	11.05	11.51	Wn	: Contenido de humedad promedio
T. + Suelo Seco	Gr.	9.75	10.18	N	: Número de golpes
Agua	Gr.	1.30	1.33	<b>DETERMINACIÓN DE INDICE DE PLASTICIDAD</b>	
Peso del Tarro	Gr.	4.25	4.22	L.L.	= 28.76 %
Suelo Seco	Gr.	5.50	5.96	L.P.	= 22.98 %
% de Humedad	%	23.64	22.32	I.P.	= 5.79 %
Humedad Promedio	%	22.98			



  
**ING° BRUNO TURPO SUCAR**  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO DE  
 SUELOS - CONCRETO - ASFALTO  
 CIP - 105875



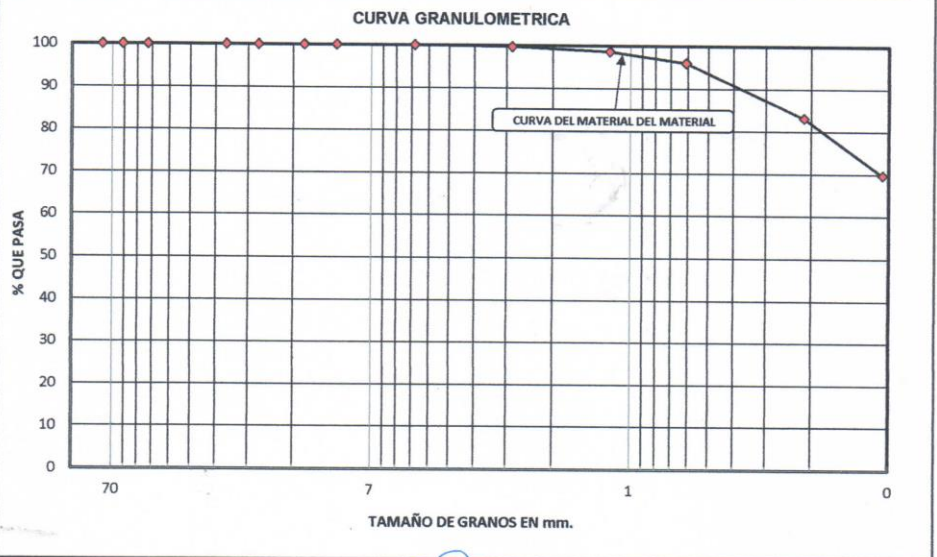


ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTOS, IRRIGACIONES, SANEAMIENTO, EDIFICACIONES, ALQUILER DE EQUIPOS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ROCAS Y PAVIMENTOS  
 RUC-10401018838  
 JR. MANTARO N° 108 BARRIO ALTO BELLAVISTA - PUNO CEL: 946653015 - FJÚ: 084-774343 - CUSCO  
 sucari69@hotmail.com

**ANALISIS GRANULOMETRICO ASTM D422, AASHTO T88, NTP 339.128**

<b>PROYECTO</b>	: ESTABILIDAD DE TALUDES NATURALES EMPLEANDO METODOS CONVENCIONALES, SECTOR LLAVINI, PUNO 2021	<b>CALICATA</b>	: C-01 (E= 389 922,852 - N= 8 251 148,651)
<b>UBICACIÓN</b>	: DIST. PINO - PROV. DE PUNO - DEPT. PUNO	<b>ESTRATO</b>	: 1.40 - 3.50 m E-3
<b>LUGAR</b>	: SECTOR LLAVINI	<b>ENCARGADO</b>	: ING. B. T. S.
<b>SOLICITANTE</b>	: Br. MARIO HUASCUPE CALLATA	<b>FECHA</b>	: MARZO DEL 2021

PROCEDENCIA DEL MATERIAL: CALICATA 01 - ESTRATO 03.						NORMA : ASTM D422, AASHTO T88, NTP 339.128	
N° DE MALLAS	ABERTURA DE MALLAS (mm)	PESO RETENIDO	% RETEN PARCIAL	% RETEN. ACUMUL	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	
3"	76.200				100.00		Peso Inicial : 0,721.79 Gr.
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		Peso Fracción : 0.00 Gr.
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		Humedad Natural : 15.79
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		Limite Liquido : 29.33
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		Limite Plastico : 18.76
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00		Indice Plastico : 10.57
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00		Indice Compresion : 0.17
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00		<b>CLASIFICACION NTP 339.134</b>
1/4"	6.350				100.00		AASHTO : <b>A-6 (7)</b>
N° 4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00		SUCS : <b>CL</b>
N° 6	3.360				100.00		IG : 7.00
N° 8	2.380				100.00		CC : 0.00
N° 10	2.000	2.34	0.32	0.32	99.68		CU : 0.00
N° 16	1.190				99.68		D50 mm. : 0.00
N° 20	0.840	7.53	1.04	1.37	98.63		D65 mm. : 0.00
N° 30	0.590				98.63		D84 mm. : 0.16
N° 40	0.426	19.11	2.65	4.02	95.98		Dm mm. : 0.08
N° 50	0.297	27.69	3.84	7.85	92.15		% DE GRAVA : 0.00
N° 80	0.177				92.15		% DE ARENA : 30.30
N° 100	0.149	64.83	8.98	16.83	83.17		% DE FINOS : 69.70
N° 200	0.074	97.23	13.47	30.30	69.70		DESCRIPCION: MATERIAL CONFORMADO POR ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD DE COLOR GRIS PARDO ROJIZO
-200		503.06	69.70	100.00	0.00		



*[Signature]*  
 ING° BRUNO TURPO SUC,  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO DE  
 SUELOS - CONCRETO - ASFALTO  
 CIP - 105976



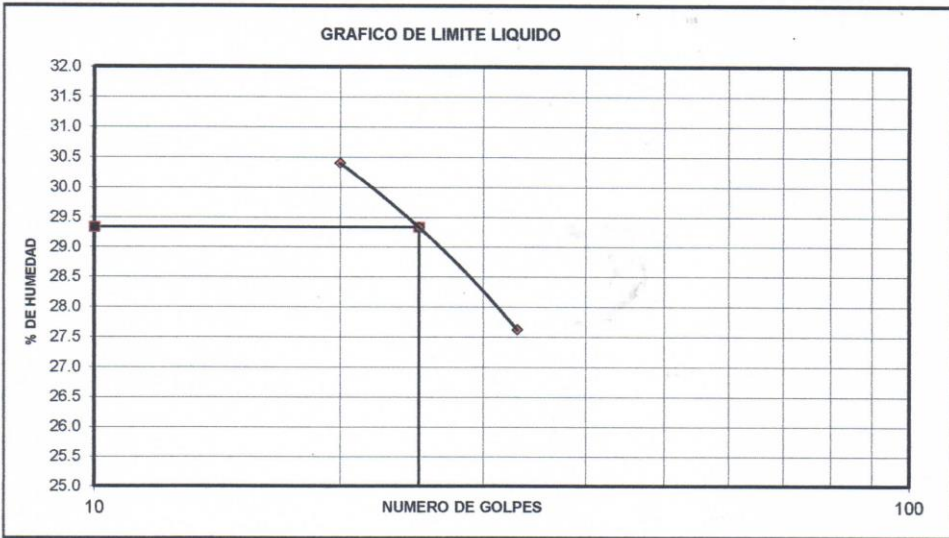
ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTOS, IRRIGACIONES, SANEAMIENTO, EDIFICACIONES, ALQUILER DE EQUIPOS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ROCAS Y PAVIMENTOS  
 RUC-10401018838  
 JR. MANTARO N° 108 BARRIO ALTO BELLAVISTA - PUNO CEL: 946653015 - FJ.O. 084-774343 - CUSCO  
 sucari69@hotmail.com

**ENSAYOS DE CONSTANTES FISICOS NORMA: ASTM D 4318, NTP 339.129**

PROYECTO	: ESTABILIDAD DE TALUDES NATURALES EMPLEANDO METODOS CONVENCIONALES, SECTOR LLAVINI, PUNO 2021	CALICATA	: C-01 (E= 389 922.852 - N= 8 251 148.651)
UBICACIÓN	: DIST. PINO - PROV. DE PUNO - DEPT. PUNO	MATERIAL	: 1.40 - 3.50 m. E-3
LUGAR	: SECTOR LLAVINI	ENCARGADO	: ING. B. T. S.
SOLICITANTE	: Br. MARIO HUASCUPE CALLATA	FECHA	: MARZO DEL 2021

LIMITE LIQUIDO				DETERMINACIÓN DE HUMEDAD NATURAL NTP 339.127			
Nro. De Tarro	Nº	115	122	Nro. De Tarro	Nº	21	12
T. + Suelo Húmedo	Gr.	30.95	28.75	T. + Suelo Húmedo	Gr.	73.3	56.9
T. + Suelo Seco	Gr.	25.47	23.39	T. + Suelo Seco	Gr.	68.79	53.77
Agua	Gr.	5.48	5.36	Agua	Gr.	4.51	3.13
Peso del Tarro	Gr.	5.63	5.76	Peso del Tarro	Gr.	41.88	32.66
Suelo Seco	Gr.	19.84	17.63	Suelo Seco	Gr.	26.91	21.11
% de Humedad	%	27.62	30.40	% de Humedad	%	16.76	14.83
Nro. De Golpes	Nº	33	20	Humedad Natural	%	15.79	

LIMITE PLASTICO				LL = $W_n * (N/25) + 0.121$	
Nro. De Tarro	Nº	109	66	DONDE	
T. + Suelo Húmedo	Gr.	17.45	18.97	LL	: Límite líquido
T. + Suelo Seco	Gr.	15.44	16.75	Wn	: Contenido de humedad promedio
Agua	Gr.	2.01	2.22	N	: Número de golpes
Peso del Tarro	Gr.	4.63	5.02	<b>DETERMINACIÓN DE INDICE DE PLASTICIDAD</b>	
Suelo Seco	Gr.	10.81	11.73	L.L.	= 29.33 %
% de Humedad	%	18.59	18.93	L.P.	= 18.76 %
Humedad Promedio	%	18.76		LP.	= 10.57 %



  
 ING. BRUNO TURPO SUCAS  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO  
 CIP-105875





ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTOS, IRRIGACIONES, SANEAMIENTO, EDIFICACIONES, ALQUILER DE EQUIPOS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ROCAS Y PAVIMENTOS  
 RUC-10401018838  
 JR. MANTARO N° 108 BARRIO ALTO BELLAVISTA - PUNO CEL. 946653015 - FJO. 084-774343 - CUSCO  
 suca1659@hotmail.com

**ENSAYOS DE PESO VOLUMETRICO DE SUELO NTP-339.139**

PROYECTO	: ESTABILIDAD DE TALUDES NATURALES EMPLEANDO METODOS CONVENCIONALES, SECTOR LLAVINI, PUNO 2021	CALICATA	: C-01 (E= 389 922.852 - N= 8 251 148.651)
UBICACION	: DIST. PINO - PROV. DE PUNO - DEPT. PUNO	MATERIAL	: 0.20 - 1.40 m. E-2, 1.40 - 3.00 E-3
LUGAR	: SECTOR LLAVINI	ENCARGADO	: ING. B. T. S.
SOLICITANTE	: Br. MARIO HUASCUPE CALLATA	FECHA	: MARZO DEL 2021

PESO VOLUMETRICO DEL SUELO SOBRE EL NIVEL DE FUNDACION (Prof.=0.20 - 1.40 m.)				
N°	DESCRIPCION	UND	N° DE PRUEBAS	
			1	2
1	PESO DEL SUELO HUMEDO	gr.	50.24	50.95
2	PESO DEL SUELO HUMEDO + PARAFINA EN EL AIRE	gr.	59.97	60.94
3	PESO DE LA PARAFINA (2-1)	gr.	9.73	9.99
4	PESO VOLUMETRICO DE LA PARAFINA	gr.	0.87	0.87
5	VOLUMEN DE LA PARAFINA (3/4)	cm³	11.18	11.48
6	PESO DE LA MUESTRA SUMERGIDO	gr.	46.86	47.08
7	VOLUMEN DE LA MUESTRA SIN PARAFINA	cm³	35.68	35.60
8	PESO VOLUMETRICO HUMEDO	gr/cm³	1.41	1.43
9	PESO VOLUMETRICO SECO	gr/cm³	1.30	1.32
10	PESO VOLUMETRICO SECO PROMEDIO	gr/cm³	1.31	
11	PESO VOLUMETRICO SECO PROMEDIO	KN/M³	12.83	

DETERMINACIÓN DE HUMEDAD NATURAL						
N°	DESCRIPCION	UND	N° DE PRUEBAS			
			1	2	1	2
1	Nro. De Tarro	N°	9	12	50	60
2	T. + Suelo Húmedo	Gr.	68.65	75.65	78.54	77.65
3	T. + Suelo Seco	Gr.	66.54	73.04	75.68	74.68
4	Agua	Gr.	2.11	2.61	2.86	2.97
5	Peso del Tarro	Gr.	42.55	40.44	42.55	40.44
6	Suelo Seco	Gr.	23.99	32.60	33.13	34.24
7	% de Humedad	%	8.80	8.01	8.63	8.67
8	Humedad Natural	%	8.40		8.65	

PESO VOLUMETRICO DEL SUELO BAJO EL NIVEL DE FUNDACION (Prof.= > 1.40 m.)				
N°	DESCRIPCION	UND	N° DE PRUEBAS	
			1	2
1	PESO DEL SUELO HUMEDO	gr.	54.17	54.63
2	PESO DEL SUELO HUMEDO + PARAFINA EN EL AIRE	gr.	62.84	63.99
3	PESO DE LA PARAFINA (2-1)	gr.	8.67	9.36
4	PESO VOLUMETRICO DE LA PARAFINA	gr.	0.87	0.87
5	VOLUMEN DE LA PARAFINA (3/4)	cm³	9.97	10.76
6	PESO DE LA MUESTRA SUMERGIDO	gr.	43.28	44.34
7	VOLUMEN DE LA MUESTRA SIN PARAFINA	cm³	33.31	33.58
8	PESO VOLUMETRICO HUMEDO	gr/cm³	1.63	1.63
9	PESO VOLUMETRICO SECO	gr/cm³	1.50	1.49
10	PESO VOLUMETRICO SECO PROMEDIO	gr/cm³	1.49	
11	PESO VOLUMETRICO SECO PROMEDIO	KN/M³	14.65	

DETERMINACIÓN DE HUMEDAD NATURAL						
N°	DESCRIPCION	UND	N° DE PRUEBAS			
			1	2	1	2
1	Nro. De Tarro	N°	90	80	40	20
2	T. + Suelo Húmedo	Gr.	75.76	78.22	82.54	80.54
3	T. + Suelo Seco	Gr.	73.15	75.37	79.21	77.05
4	Agua	Gr.	2.61	2.85	3.33	3.49
5	Peso del Tarro	Gr.	42.55	40.44	42.55	40.44
6	Suelo Seco	Gr.	30.60	34.93	36.66	36.61
7	% de Humedad	%	8.53	8.16	9.08	9.53
8	Humedad Natural	%	8.34		9.31	



ING° BRUNO TURPO SUCA  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO DE  
 SUELOS - CONCRETO - ASFALTO  
 CIP - 105875



ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTOS, IRRIGACIONES, SANEAMIENTO, EDIFICACIONES,  
ALQUILER DE EQUIPOS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO,  
ROCAS Y PAVIMENTOS

RUC-10401018838

JR. MANTARO N° 108 BARRIO ALTO BELLAVISTA - PUNO CEL: 946653015 - FJJO: 084-774343 - CUSCO

sucari69@hotmail.com

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO

(NORMA ASTM - D3080, NTP 339.171)

<b>PROYECTO</b>	: ESTABILIDAD DE TALUDES NATURALES EMPLEANDO METODOS CONVENCIONALES, SECTOR LLAVINI, PUNO 2021	<b>CALICATA</b>	: C-01 (E= 389 922.852 - N= 8 251 148.651)
<b>UBICACIÓN</b>	: DIST. PINO - PROV. DE PUNO - DEPT. PUNO	<b>ESTRATO</b>	: 0.20 - 1.40 m. E-2
<b>LUGAR</b>	: SECTOR LLAVINI	<b>ENCARGADO</b>	: ING. B. T. S.
<b>SOLICITANTE</b>	: Br. MARIO HUASCUPE CALLATA	<b>FECHA</b>	: MARZO DEL 2021

DATOS DEL ESPECIMEN		ESPECIMEN 1		ESPECIMEN 2		ESPECIMEN 3	
		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
ALTURA	cm	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43
DIAMETRO	cm	5.16		5.16		5.16	
VOLUMEN	cm <sup>3</sup>	50.82		50.82		50.82	
PESOS	gr.	89.11		89.21		88.11	
DENSIDAD SECA	gr./cm <sup>3</sup>	1.63		1.63		1.61	
DENSIDAD HUMEDA	gr./cm <sup>3</sup>	1.75		1.76		1.73	
HUMEDAD	%	13.09		13.09		13.09	
ESFUERZO NORMAL	gr./cm <sup>2</sup>	0.50		1.00		2.00	

DEF. TANG. mm.	ESPECIMEN 1			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3				
	DIAL DE CARGA	FUERZA CORTANTE	ESFUERZO DE CORTE	DEF. TANG. mm.	DIAL DE CARGA	FUERZA CORTANTE	ESFUERZO DE CORTE	DEF. TANG. mm.	DIAL DE CARGA	FUERZA CORTANTE	ESFUERZO DE CORTE
0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000
0.10	0.57	0.123	0.006	0.10	1.26	0.272	0.014	0.10	2.44	0.527	0.027
0.20	0.98	0.212	0.011	0.20	2.13	0.460	0.023	0.20	4.86	1.050	0.053
0.30	1.28	0.276	0.014	0.30	3.39	0.732	0.037	0.30	7.17	1.549	0.079
0.40	2.11	0.456	0.023	0.40	4.77	1.030	0.052	0.40	9.25	1.998	0.102
0.60	3.78	0.816	0.042	0.60	7.67	1.657	0.084	0.60	13.38	2.890	0.147
0.80	5.82	1.257	0.064	0.80	10.06	2.173	0.111	0.80	18.08	3.905	0.199
1.00	7.63	1.648	0.084	1.00	13.15	2.840	0.145	1.00	22.31	4.819	0.245
1.25	10.32	2.229	0.114	1.25	16.93	3.657	0.186	1.25	27.51	5.942	0.303
1.50	13.87	2.996	0.153	1.50	20.32	4.389	0.224	1.50	33.11	7.152	0.364
1.75	16.92	3.655	0.186	1.75	24.87	5.372	0.274	1.75	38.17	8.245	0.420
2.00	19.32	4.173	0.213	2.00	28.92	6.247	0.318	2.00	43.21	9.333	0.475
2.25	22.78	4.920	0.251	2.25	33.81	7.303	0.372	2.25	48.21	10.413	0.530
2.50	25.84	5.581	0.284	2.50	37.92	8.191	0.417	2.50	53.43	11.541	0.588
2.75	29.27	6.322	0.322	2.75	42.92	9.271	0.472	2.75	58.43	12.621	0.643
3.00	31.94	6.899	0.351	3.00	46.92	10.135	0.516	3.00	62.53	13.506	0.688
3.50	35.99	7.774	0.396	3.50	53.06	11.461	0.584	3.50	71.22	15.384	0.783
4.00	35.87	7.748	0.395	4.00	54.81	11.839	0.603	4.00	79.91	17.260	0.879
4.50	35.21	7.605	0.387	4.50	54.76	11.828	0.602	4.50	86.64	18.714	0.953
5.00				5.00	53.87	11.636	0.593	5.00	90.31	19.507	0.993
5.50				5.50				5.50	89.98	19.436	0.990
6.00				6.00				6.00	88.22	19.056	0.970
6.50				6.50				6.50			



ING° BRUNO TURPO SUCA  
RESPONSABLE DE LABORATORIO DE  
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO  
CIP - 105875





ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTOS, IRRIGACIONES, SANEAMIENTO, EDIFICACIONES,  
ALQUILER DE EQUIPOS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO,  
ROCAS Y PAVIMENTOS  
RUC-10401018838  
JR. MANTARO N° 108 BARRIO ALTO BELLAVISTA - PUNO CEL: 946653015 - FJJO: 084-774343 - CUSCO  
sucari69@hotmail.com

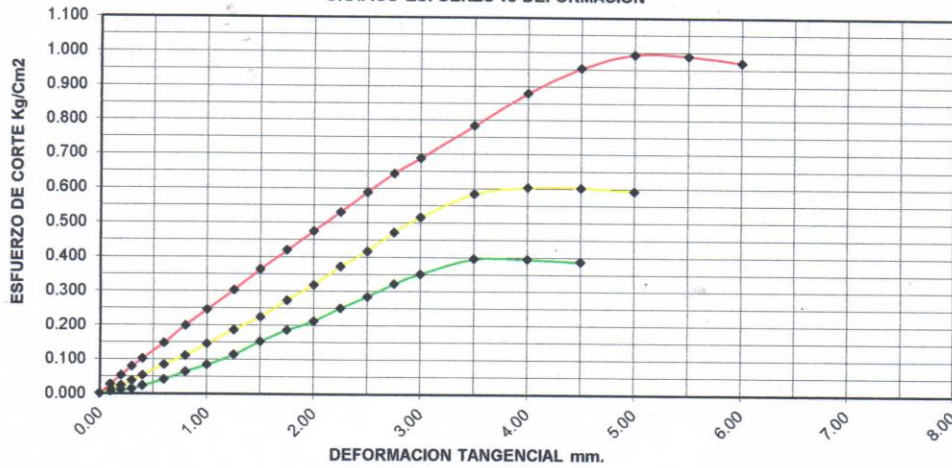
## ENSAYO DE CORTE DIRECTO

(NORMA ASTM - D3080, NTP 339.171)

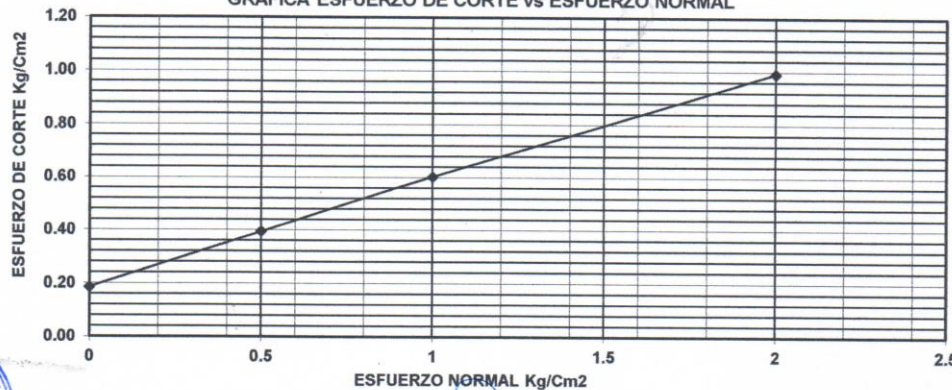
<b>PROYECTO</b>	: ESTABILIDAD DE TALUDES NATURALES EMPLEANDO METODOS CONVENCIONALES, SECTOR LLAVINI, PUNO 2021	<b>CALICATA</b>	: C-01 (E= 389 922.852 - N= 8 251 148.651)
<b>UBICACIÓN</b>	: DIST. PINO - PROV. DE PUNO - DEPT. PUNO	<b>ESTRATO</b>	: 0.20 - 1.40 m. E-2
<b>LUGAR</b>	: SECTOR LLAVINI	<b>ENCARGADO</b>	: ING. B. T. S.
<b>SOLICITANTE</b>	: Br. MARIO HUASCUPE CALLATA	<b>FECHA</b>	: MARZO DEL 2021

<b>ANGULO DE FRICCIÓN</b>	23.1	<b>GRADOS</b>	
<b>COHESIÓN</b>	0.186	<b>Kg/Cm2</b>	18.27 KN/M2

GRAFICO ESFUERZO vs DEFORMACION



GRAFICA ESFUERZO DE CORTE vs ESFUERZO NORMAL



NOTA: MUESTREADO POR EL SOLICITANTE



*[Signature]*  
ING. BRUNO TURPO  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
SUELOS - CONCRETO - ASFA  
CIP - 105875



ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTOS, IRRIGACIONES, SANEAMIENTO, EDIFICACIONES,  
ALQUILER DE EQUIPOS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO,  
ROCAS Y PAVIMENTOS  
RUC-10401018838  
JR. MANTARO N° 108 BARRIO ALTO BELLAVISTA - PUNO CEL: 946653015 - FIJO: 084-774343 - CUSCO  
sucari69@hotmail.com

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO

(NORMA ASTM - D3080, NTP 339.171)

<b>PROYECTO</b>	: ESTABILIDAD DE TALUDES NATURALES EMPLEANDO METODOS CONVENCIONALES, SECTOR LLAVINI, PUNO 2021	<b>CALICATA</b>	: C-01 (E= 389 922.852 - N= 8 251 148.651)
<b>UBICACIÓN</b>	: DIST. PINO - PROV. DE PUNO - DEPT. PUNO	<b>ESTRATO</b>	: 1.40 - 3.50 m. E-3
<b>LUGAR</b>	: SECTOR LLAVINI	<b>ENCARGADO</b>	: ING. B. T. S.
<b>SOLICITANTE</b>	: Br. MARIO HUASCUPE CALLATA	<b>FECHA</b>	: MARZO DEL 2021

DATOS DEL ESPECIMEN		ESPECIMEN 1		ESPECIMEN 2		ESPECIMEN 3	
		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
ALTURA	cm	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43
DIAMETRO	cm	5.16		5.16		5.16	
VOLUMEN	cm <sup>3</sup>	50.82		50.82		50.82	
PESOS	gr.	89.11		89.21		88.11	
DENSIDAD SECA	gr./cm <sup>3</sup>	1.63		1.63		1.61	
DENSIDAD HUMEDA	gr./cm <sup>3</sup>	1.75		1.76		1.73	
HUMEDAD	%	13.09		13.09		13.09	
ESFUERZO NORMAL	gr./cm <sup>2</sup>	0.50		1.00		2.00	

ESPECIMEN 1				ESPECIMEN 2				ESPECIMEN 3			
DEF. TANG. mm.	DIAL DE CARGA	FUERZA CORTANTE	ESFUERZO DE CORTE	DEF. TANG. mm.	DIAL DE CARGA	FUERZA CORTANTE	ESFUERZO DE CORTE	DEF. TANG. mm.	DIAL DE CARGA	FUERZA CORTANTE	ESFUERZO DE CORTE
0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000
0.10	0.45	0.097	0.005	0.10	1.33	0.287	0.015	0.10	2.84	0.613	0.031
0.20	0.87	0.188	0.010	0.20	2.53	0.546	0.028	0.20	5.03	1.086	0.055
0.30	1.54	0.333	0.017	0.30	3.98	0.860	0.044	0.30	7.43	1.605	0.082
0.40	2.43	0.525	0.027	0.40	5.16	1.115	0.057	0.40	9.43	2.037	0.104
0.60	3.93	0.849	0.043	0.60	8.12	1.754	0.089	0.60	14.28	3.084	0.157
0.80	6.22	1.344	0.068	0.80	10.53	2.274	0.116	0.80	18.42	3.979	0.203
1.00	7.98	1.724	0.088	1.00	13.76	2.972	0.151	1.00	23.09	4.987	0.254
1.25	10.21	2.205	0.112	1.25	17.98	3.884	0.198	1.25	28.27	6.106	0.311
1.50	13.67	2.953	0.150	1.50	22.54	4.869	0.248	1.50	34.14	7.374	0.376
1.75	16.32	3.525	0.180	1.75	26.66	5.759	0.293	1.75	39.44	8.519	0.434
2.00	19.32	4.173	0.213	2.00	30.55	6.599	0.336	2.00	43.87	9.476	0.483
2.25	22.11	4.776	0.243	2.25	34.88	7.534	0.384	2.25	49.88	10.774	0.549
2.50	25.41	5.489	0.280	2.50	40.21	8.685	0.442	2.50	54.73	11.822	0.602
2.75	28.86	6.234	0.317	2.75	43.66	9.431	0.480	2.75	59.76	12.908	0.657
3.00	31.93	6.897	0.351	3.00	46.97	10.146	0.517	3.00	64.02	13.828	0.704
3.50	35.08	7.577	0.386	3.50	51.84	11.197	0.570	3.50	72.82	15.729	0.801
4.00	34.87	7.532	0.384	4.00	53.08	11.465	0.584	4.00	80.64	17.418	0.887
4.50	34.43	7.437	0.379	4.50	52.89	11.424	0.582	4.50	85.87	18.548	0.945
5.00				5.00	52.46	11.331	0.577	5.00	87.98	19.003	0.968
5.50				5.50				5.50	87.67	18.937	0.964
6.00				6.00				6.00	87.32	18.861	0.961
6.50				6.50				6.50			



*Br. Bruno Turpo*  
ING. BRUNO TURPO SUC.  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO  
CIP - 105875





ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTOS, IRRIGACIONES, SANEAMIENTO, EDIFICACIONES,  
ALQUILER DE EQUIPOS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO,  
ROCAS Y PAVIMENTOS  
RUC-10401018838  
JR. MANTARO N° 108 BARRIO ALTO BELLAVISTA - PUNO CEL: 946653015 - FJJO: 084-774343 - CUSCO  
sucari69@hotmail.com

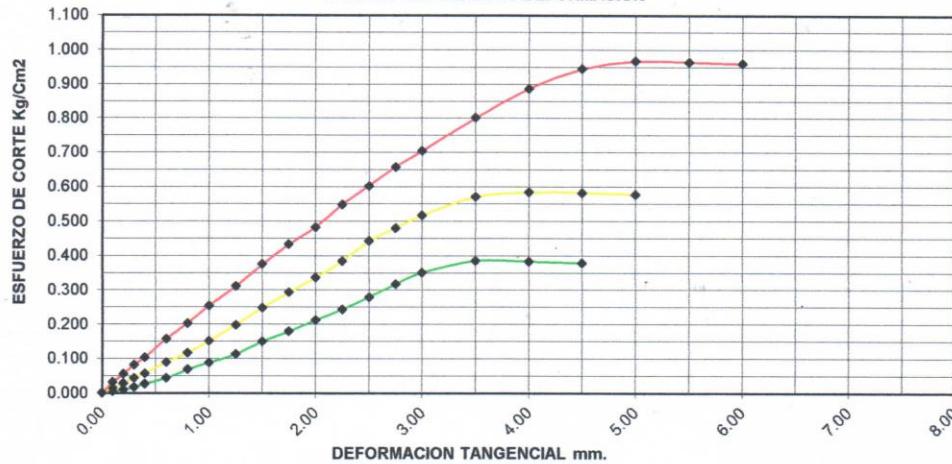
## ENSAYO DE CORTE DIRECTO

(NORMA ASTM - D3080, NTP 339.171)

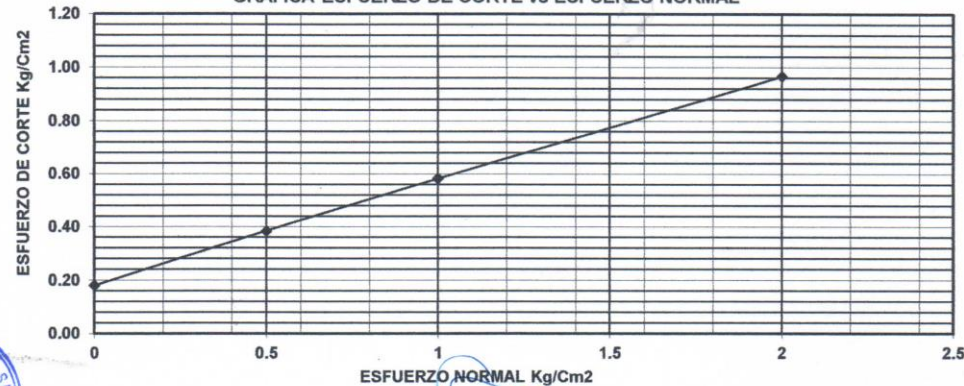
<b>PROYECTO</b>	: ESTABILIDAD DE TALUDES NATURALES EMPLEANDO METODOS CONVENCIONALES, SECTOR LLAVINI, PUNO 2021	<b>CALICATA</b>	: C-01 (E= 389 922.852 - N= 8 251 148.651)
<b>UBICACIÓN</b>	: DIST. PINO - PROV. DE PUNO - DEPT. PUNO	<b>ESTRATO</b>	: 1.40 - 3.50 m. E-3
<b>LUGAR</b>	: SECTOR LLAVINI	<b>ENCARGADO</b>	: ING. B. T. S.
<b>SOLICITANTE</b>	: Br. MARIO HUASCUPE CALLATA	<b>FECHA</b>	: MARZO DEL 2021

<b>ANGULO DE FRICCIÓN</b>	22.5	<b>GRADOS</b>	
<b>COHESIÓN</b>	0.182	<b>Kg/Cm2</b>	17.80 KN/M2

GRAFICO ESFUERZO vs DEFORMACION



GRAFICA ESFUERZO DE CORTE vs ESFUERZO NORMAL



NOTA: MUESTREO POR EL SOLICITANTE



ING° BRUNO TURPO SUC.  
RESPONSABLE DEL LABORATORIO  
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO  
CIP - 105875

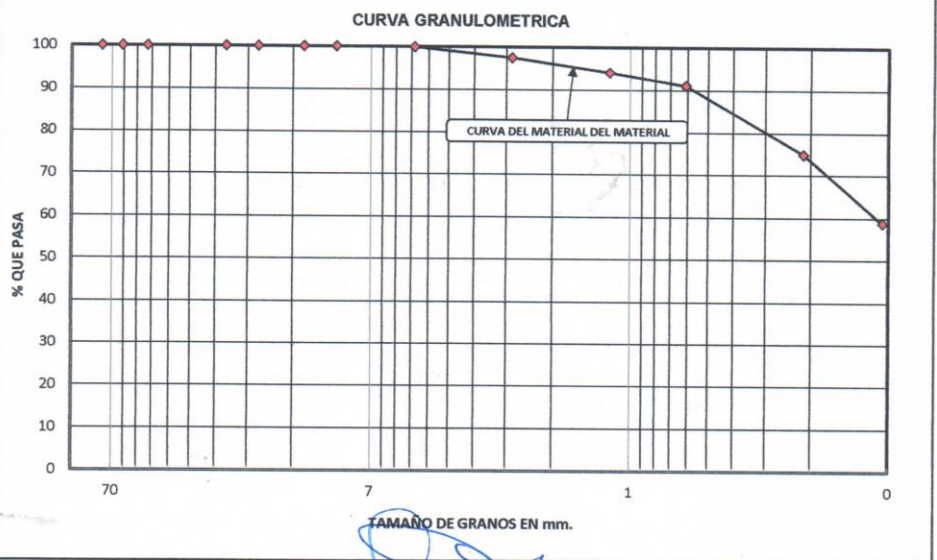


ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTOS, IRRIGACIONES, SANEAMIENTO, EDIFICACIONES, ALQUILER DE EQUIPOS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ROCAS Y PAVIMENTOS  
 RUC-10401018838  
 JR. MANTARO N° 108 BARRIO ALTO BELLAVISTA - PUNO CEL: 946653015 - FJÓ: 084-774343 - CUSCO  
 sucari69@hotmail.com

**ANALISIS GRANULOMETRICO ASTM D422, AASHTO T88, NTP 339.128**

<b>PROYECTO</b>	: ESTABILIDAD DE TALUDES NATURALES EMPLEANDO METODOS CONVENCIONALES, SECTOR LLAVINI, PUNO 2021	<b>CALICATA</b>	: C-02 (E= 389 842.629 - N= 8 251 172.835)
<b>UBICACIÓN</b>	: DIST. PINO - PROV. DE PUNO - DEPT. PUNO	<b>ESTRATO</b>	: 0.20 - 1.30 m. E-2
<b>LUGAR</b>	: SECTOR LLAVINI	<b>ENCARGADO</b>	: ING. B. T. S.
<b>SOLICITANTE</b>	: Br. MARIO HUASCUPE CALLATA	<b>FECHA</b>	: MARZO DEL 2021

PROCEDENCIA DEL MATERIAL: CALICATA 02 - ESTRATO 02.						NORMA : ASTM D422, AASHTO T88, NTP 339.128	
Nº DE MALLAS	ABERTURA DE MALLAS (mm)	PESO RETENIDO	% RETEN. PARCIAL	% RETEN. ACUMUL.	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	
3"	76.200				100.00	Peso Inicial : 0,664.35 Gr.	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso Fracción : 0.00 Gr.	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	Humedad Natural : 17.15	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Limite Liquido : 29.43	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	Limite Plastico : 22.55	
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	Indice Plastico : 6.87	
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	Indice Compresion : 0.17	
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	<b>CLASIFICACION NTP 339.134</b>	
1/4"	6.350				100.00	AASHTO : <b>A-4 ( 5 )</b>	
Nº 4	4.760	0.81	0.12	0.12	99.88	SUCS : <b>ML</b>	
Nº 6	3.360				99.88	IG : 5.00	
Nº 8	2.380				99.88	CC : 0.00	
Nº 10	2.000	15.96	2.40	2.52	97.48	CU : 0.00	
Nº 16	1.190				97.48	D50 mm. : 0.00	
Nº 20	0.840	22.95	3.45	5.98	94.02	D65 mm. : 0.10	
Nº 30	0.590				94.02	D84 mm. : 0.27	
Nº 40	0.426	19.86	2.99	8.97	91.03	Dm mm. : 0.21	
Nº 50	0.297	35.76	5.38	14.35	85.65	% DE GRAVA : 0.12	
Nº 80	0.177				85.65	% DE ARENA : 41.15	
Nº 100	0.149	71.19	10.72	25.07	74.93	% DE FINOS : 58.73	
Nº 200	0.074	107.64	16.20	41.27	58.73	DESCRIPCION: MATERIAL CONFORMADO POR LIMO DE BAJA PLASTICIDAD DE COLOR PARDO GRISACEO A ROJIZO.	
-200		390.18	58.73	100.00	0.00		



*[Signature]*  
 ING° BRUNO TURPO SUC<sup>CA</sup>  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO D  
 SUELOS - CONCRETO - ASFALTO  
 CIP - 105875





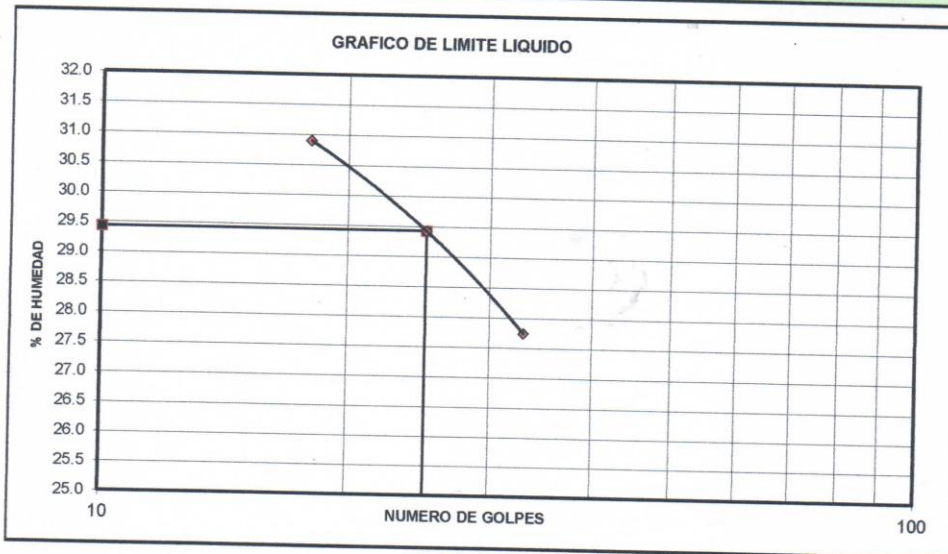
ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTOS, IRRIGACIONES, SANEAMIENTO, EDIFICACIONES, ALQUILER DE EQUIPOS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ROCAS Y PAVIMENTOS  
 RUC-10401018838  
 JR. MANTARO N° 108 BARRIO ALTO BELLAVISTA - PUNO CEL: 946653015 - FJO: 084-774343 - CUSCO  
 sucari69@hotmail.com

**ENSAYOS DE CONSTANTES FISICOS NORMA: ASTM D 4318, NTP 339.129**

<b>PROYECTO</b>	: ESTABILIDAD DE TALUDES NATURALES EMPLEANDO METODOS CONVENCIONALES, SECTOR LLAVINI, PUNO 2021	<b>CALICATA</b>	: C-02 (E= 389 842.629 - N= 8 251 172.835)
<b>UBICACIÓN</b>	: DIST. PINO - PROV. DE PUNO - DEPT. PUNO	<b>MATERIAL</b>	: 0.20 - 1.30 m. E-2
<b>LUGAR</b>	: SECTOR LLAVINI	<b>ENCARGADO</b>	: ING. B. T. S.
<b>SOLICITANTE</b>	: Br. MARIO HUASCUPE CALLATA	<b>FECHA</b>	: MARZO DEL 2021

LIMITE LIQUIDO				DETERMINACIÓN DE HUMEDAD NATURAL NTP 339.127			
Nro. De Tarro	Nº	301	303	Nro. De Tarro	Nº	310	122
T. + Suelo Húmedo	Gr.	22.49	26.36	T. + Suelo Húmedo	Gr.	100.93	94.45
T. + Suelo Seco	Gr.	19.61	22.93	T. + Suelo Seco	Gr.	92.41	86.14
Agua	Gr.	2.88	3.43	Agua	Gr.	8.52	8.31
Peso del Tarro	Gr.	9.23	11.83	Peso del Tarro	Gr.	42.87	37.55
Suelo Seco	Gr.	10.38	11.10	Suelo Seco	Gr.	49.54	48.59
% de Humedad	%	27.75	30.90	% de Humedad	%	17.20	17.10
Nro. De Golpes	Nº	33	18	Humedad Natural	%	17.15	

LIMITE PLASTICO				LL = $W_n * (N/25) + 0.121$	
Nro. De Tarro	Nº	39	59	DONDE	
T. + Suelo Húmedo	Gr.	13.95	14.25	LL	: Limite líquido
T. + Suelo Seco	Gr.	12.27	12.58	Wn	: Contenido de humedad promedio
Agua	Gr.	1.68	1.67	N	: Número de golpes
Peso del Tarro	Gr.	4.99	5.00	<b>DETERMINACIÓN DE INDICE DE PLASTICIDAD</b>	
Suelo Seco	Gr.	7.28	7.58	L.L.	= 29.43 %
% de Humedad	%	23.08	22.03	L.P.	= 22.55 %
Humedad Promedio	%	22.55		I.P.	= 6.87 %



*[Signature]*  
 ING. BRUNO TURPO SUCAF  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO DE  
 SUELOS - CONCRETO - ASPALTO  
 CIP - 105875

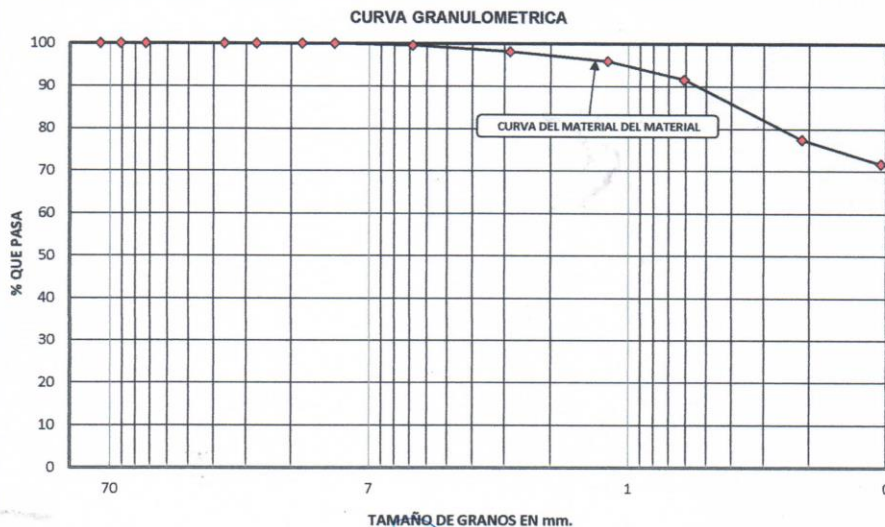


ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTOS, IRRIGACIONES, SANEAMIENTO, EDIFICACIONES,  
ALQUILER DE EQUIPOS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO,  
ROCAS Y PAVIMENTOS  
RUC-10401018838  
J.R. MANTARO N° 108 BARRIO ALTO BELLAVISTA - PUNO CEL: 946653015 - FJCO: 084-774343 - CUSCO  
sucari69@hotmail.com

**ANALISIS GRANULOMETRICO ASTM D422, AASHTO T88, NTP 339.128**

<b>PROYECTO</b>	: ESTABILIDAD DE TALUDES NATURALES EMPLEANDO METODOS CONVENCIONALES, SECTOR LLAVINI, PUNO 2021	<b>CALICATA</b>	: C-02 (E= 389 842.629 - N° 8 251 172.835)
<b>UBICACIÓN</b>	: DIST. PINO - PROV. DE PUNO - DEPT. PUNO	<b>ESTRATO</b>	: 1.30 - 3.50 m E-3
<b>LUGAR</b>	: SECTOR LLAVINI	<b>ENCARGADO</b>	: ING. B. T. S.
<b>SOLICITANTE</b>	: Br. MARIO HUASCUPE CALLATA	<b>FECHA</b>	: MARZO DEL 2021

PROCEDENCIA DEL MATERIAL: CALICATA 02 - ESTRATO 03.						NORMA : ASTM D422, AASHTO T88, NTP 339.128	
N° DE MALLAS	ABERTURA DE MALLAS (mm)	PESO RETENIDO	% RETEN. PARCIAL	% RETEN. ACUMUL.	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	
3"	76.200				100.00		Peso Inicial : 0,645.37 Gr.
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		Peso Fracción : 0.00 Gr.
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		Humedad Natural : 20.30
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		Limite Liquido : 29.46
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		Limite Plastico : 22.36
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00		Indice Plastico : 7.10
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00		Indice Compresion : 0.18
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00		<b>CLASIFICACION NTP 339.134</b>
1/4"	6.350				100.00		AASHTO : <b>A-4 (7)</b>
N° 4	4.760	3.09	0.48	0.48	99.52		SUCS : <b>CL</b>
N° 6	3.360				99.52		IG : 7.00
N° 8	2.380				99.52		CC : 0.00
N° 10	2.000	8.91	1.38	1.86	98.14		CU : 0.00
N° 16	1.190				98.14		D50 mm. : 0.00
N° 20	0.840	14.55	2.25	4.11	95.89		D65 mm. : 0.00
N° 30	0.590				95.89		D84 mm. : 0.26
N° 40	0.426	27.81	4.31	8.42	91.58		Dm mm. : 0.17
N° 50	0.297	36.72	5.69	14.11	85.89		% DE GRAVA : 0.48
N° 80	0.177				85.89		% DE ARENA : 27.79
N° 100	0.149	54.42	8.43	22.55	77.45		% DE FINOS : 71.73
N° 200	0.074	36.93	5.72	28.27	71.73		DESCRIPCION: MATERIAL CONFORMADO POR ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD DE COLOR PARDO OSCURO A ROJIZO.
-200		462.94	71.73	100.00	0.00		



ING° BRUNO TURPO SUC.  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO  
CIP - 105875





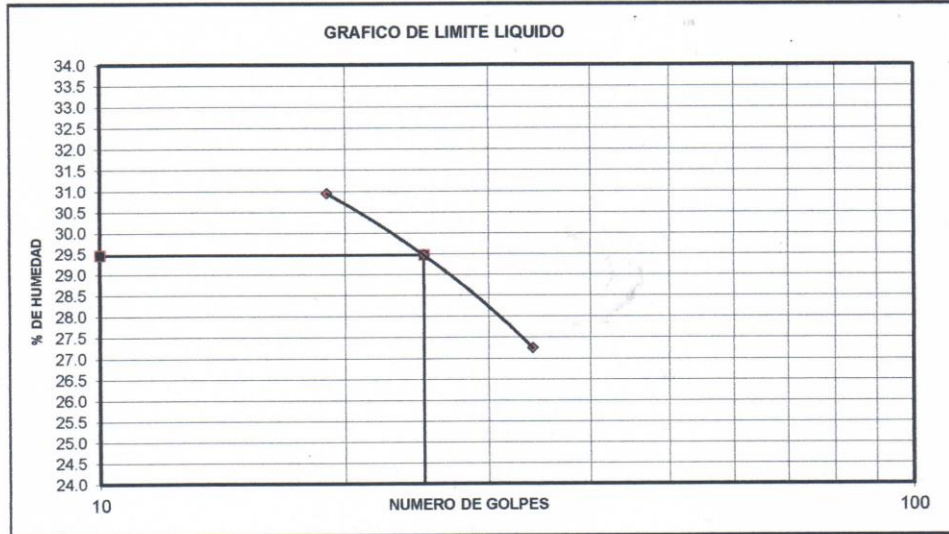
ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTOS, IRRIGACIONES, SANEAMIENTO, EDIFICACIONES, ALQUILER DE EQUIPOS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ROCAS Y PAVIMENTOS  
 RUC-10401018838  
 JR. MANTARO N° 108 BARRIO ALTO BELLAVISTA - PUNO CEL: 946653015 - FUG: 084-774343 - CUSCO  
 sucari69@hotmail.com


**ENSAYOS DE CONSTANTES FISICOS NORMA: ASTM D 4318, NTP 339.129**

<b>PROYECTO</b>	: ESTABILIDAD DE TALUDES NATURALES EMPLEANDO METODOS CONVENCIONALES, SECTOR LLAVINI, PUNO 2021	<b>CALICATA</b>	: C-02 (E= 389 842.629 - N= 8 251 172.835)
<b>UBICACIÓN</b>	: DIST. PINO - PROV. DE PUNO - DEPT. PUNO	<b>MATERIAL</b>	: 1.30 - 3.50 m. E-3
<b>LUGAR</b>	: SECTOR LLAVINI	<b>ENCARGADO</b>	: ING. B. T. S.
<b>SOLICITANTE</b>	: Br. MARIO HUASCUPE CALLATA	<b>FECHA</b>	: MARZO DEL 2021

LIMITE LIQUIDO				DETERMINACIÓN DE HUMEDAD NATURAL NTP 339.127			
Nro. De Tarro	Nº	C	112	Nro. De Tarro	Nº	307	100
T. + Suelo Húmedo	Gr.	21.30	21.18	T. + Suelo Húmedo	Gr.	110.24	123.65
T. + Suelo Seco	Gr.	18.02	17.55	T. + Suelo Seco	Gr.	98.95	113.76
Agua	Gr.	3.28	3.63	Agua	Gr.	11.29	9.89
Peso del Tarro	Gr.	5.98	5.82	Peso del Tarro	Gr.	41.97	66.16
Suelo Seco	Gr.	12.04	11.73	Suelo Seco	Gr.	56.98	47.60
% de Humedad	%	27.24	30.95	% de Humedad	%	19.81	20.78
Nro. De Golpes	Nº	34	19	Humedad Natural	%	20.30	

LIMITE PLASTICO				LL = Wn * (N/25) + 0.121	
Nro. De Tarro	Nº	111	18	DONDE	
T. + Suelo Húmedo	Gr.	10.16	9.86	LL	: Límite líquido
T. + Suelo Seco	Gr.	9.08	8.84	Wn	: Contenido de humedad promedio
Agua	Gr.	1.08	1.02	N	: Número de golpes
Peso del Tarro	Gr.	4.26	4.27	<b>DETERMINACIÓN DE INDICE DE PLASTICIDAD</b>	
Suelo Seco	Gr.	4.82	4.57	L.L.	= 29.46 %
% de Humedad	%	22.41	22.32	L.P.	= 22.36 %
Humedad Promedio	%	22.36		L.P.	= 7.10 %



  
 ING° BRUNO TURPO SUCAI  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO DE  
 SUELOS - CONCRETO - ASFALTO  
 CIP - 105875



ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTOS, IRRIGACIONES, SANEAMIENTO, EDIFICACIONES, ALQUILER DE EQUIPOS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ROCAS Y PAVIMENTOS  
 RUC-10401018838  
 JR. MANTARO N° 108 BARRIO ALTO BELLAVISTA - PUNO CEL: 946653015 - F.UO: 084-774343 - CUSCO  
 sucari69@hotmail.com

**ENSAYOS DE PESO VOLUMETRICO DE SUELO NTP-339.139**

PROYECTO	: ESTABILIDAD DE TALUDES NATURALES EMPLEANDO METODOS CONVENCIONALES, SECTOR LLAVINI, PUNO 2021	CALICATA	: C-02 (E= 389 842 629 - N= 8 251 172.835)
UBICACION	: DIST. PINO - PROV. DE PUNO - DEPT. PUNO	MATERIAL	: 0.20 - 1.30 m. E-2, 1.30 - 3.50 m. E-3
LUGAR	: SECTOR LLAVINI	ENCARGADO	: ING. B. T. S.
SOLICITANTE	: Br. MARIO HUASCUPE CALLATA	FECHA	: MARZO DEL 2021

PESO VOLUMETRICO DEL SUELO SOBRE EL NIVEL DE FUNDACION (Prof.=0.020 - 1.30 m.)				
N°	DESCRIPCION	UND	N° DE PRUEBAS	
			1	2
1	PESO DEL SUELO HUMEDO	gr.	52.78	48.54
2	PESO DEL SUELO HUMEDO + PARAFINA EN EL AIRE	gr.	60.43	59.57
3	PESO DE LA PARAFINA (2-1)	gr.	7.65	11.03
4	PESO VOLUMETRICO DE LA PARAFINA	gr.	0.87	0.87
5	VOLUMEN DE LA PARAFINA (3/4)	cm³	8.79	12.68
6	PESO DE LA MUESTRA SUMERGIDO	gr.	46.49	47.96
7	VOLUMEN DE LA MUESTRA SIN PARAFINA	cm³	37.70	35.28
8	PESO VOLUMETRICO HUMEDO	gr/cm³	1.40	1.38
9	PESO VOLUMETRICO SECO	gr/cm³	1.30	1.28
10	PESO VOLUMETRICO SECO PROMEDIO	gr/cm³	1.29	
11	PESO VOLUMETRICO SECO PROMEDIO	KN/M³	12.63	

DETERMINACIÓN DE HUMEDAD NATURAL						
N°	DESCRIPCION	UND	N° DE PRUEBAS			
			1	2	1	2
1	Nro. De Tarro	N°	20	24	30	50
2	T. + Suelo Húmedo	Gr.	78.87	80.87	79.43	75.43
3	T. + Suelo Seco	Gr.	76.23	77.97	76.72	72.97
4	Agua	Gr.	2.64	2.90	2.71	2.46
5	Peso del Tarro	Gr.	42.55	40.44	42.55	40.44
6	Suelo Seco	Gr.	33.68	37.53	34.17	32.53
7	% de Humedad	%	7.84	7.73	7.93	7.56
8	Humedad Natural	%	7.78		7.75	

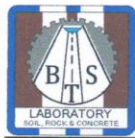
PESO VOLUMETRICO DEL SUELO BAJO EL NIVEL DE FUNDACION (Prof.= > 1.30 m.)				
N°	DESCRIPCION	UND	N° DE PRUEBAS	
			1	2
1	PESO DEL SUELO HUMEDO	gr.	51.43	50.44
2	PESO DEL SUELO HUMEDO + PARAFINA EN EL AIRE	gr.	61.48	61.25
3	PESO DE LA PARAFINA (2-1)	gr.	10.05	10.81
4	PESO VOLUMETRICO DE LA PARAFINA	gr.	0.87	0.87
5	VOLUMEN DE LA PARAFINA (3/4)	cm³	11.55	12.43
6	PESO DE LA MUESTRA SUMERGIDO	gr.	42.49	43.04
7	VOLUMEN DE LA MUESTRA SIN PARAFINA	cm³	30.94	30.61
8	PESO VOLUMETRICO HUMEDO	gr/cm³	1.66	1.65
9	PESO VOLUMETRICO SECO	gr/cm³	1.53	1.52
10	PESO VOLUMETRICO SECO PROMEDIO	gr/cm³	1.52	
11	PESO VOLUMETRICO SECO PROMEDIO	KN/M³	14.95	

DETERMINACIÓN DE HUMEDAD NATURAL						
N°	DESCRIPCION	UND	N° DE PRUEBAS			
			1	2	1	2
1	Nro. De Tarro	N°	30	10	22	100
2	T. + Suelo Húmedo	Gr.	78.76	80.87	83.43	81.66
3	T. + Suelo Seco	Gr.	75.87	77.62	80.32	78.45
4	Agua	Gr.	2.89	3.25	3.11	3.21
5	Peso del Tarro	Gr.	42.55	40.44	42.55	40.44
6	Suelo Seco	Gr.	33.32	37.18	37.77	38.01
7	% de Humedad	%	8.67	8.74	8.23	8.45
8	Humedad Natural	%	8.71		8.34	



*Br. Bruno Turpo*  
 ING° BRUNO TURPO SUC.  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO  
 SUELOS - CONCRETO - ASPHALTOS  
 CIP - 105875





ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTOS, IRRIGACIONES, SANEAMIENTO, EDIFICACIONES, ALQUILER DE EQUIPOS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ROCAS Y PAVIMENTOS  
 RUC-10401018838  
 JR. MANTARO N° 108 BARRIO ALTO BELLAVISTA - PUNO CEL: 946653015 - FJ.O: 084-774343 - CUSCO  
 sucari69@hotmail.com

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**  
 (NORMA ASTM - D3080, NTP 339.171)

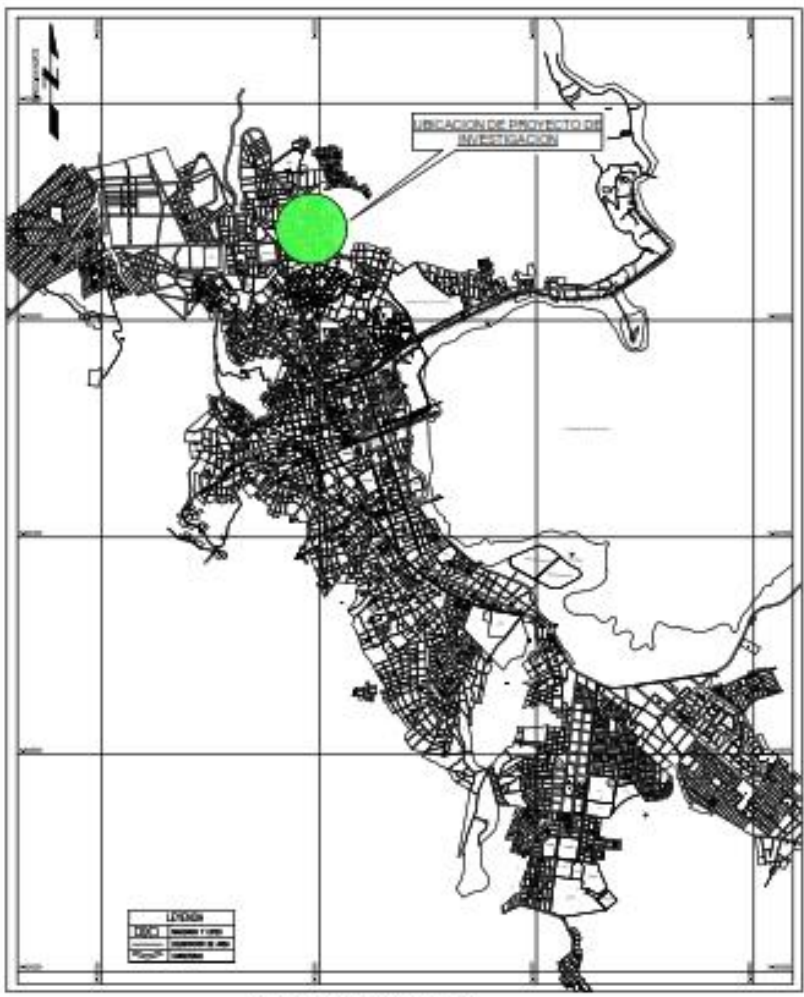
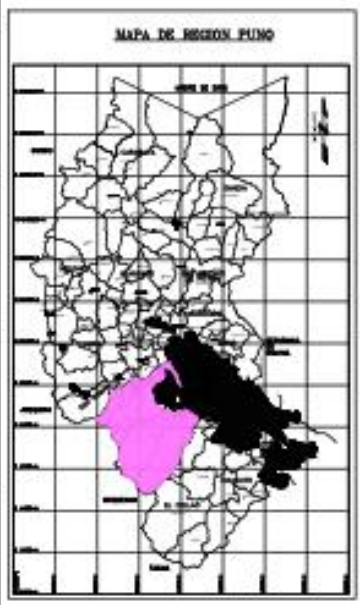
<b>PROYECTO</b>	: ESTABILIDAD DE TALUDES NATURALES EMPLEANDO METODOS CONVENCIONALES, SECTOR LLAVINI, PUNO 2021	<b>CALICATA</b>	: C-02 (E= 389 842.629 - N= 8 251 172.835)
<b>UBICACIÓN</b>	: DIST. PINO - PROV. DE PUNO - DEPT. PUNO	<b>ESTRATO</b>	: 0.20 - 1.30 m. E-2
<b>LUGAR</b>	: SECTOR LLAVINI	<b>ENCARGADO</b>	: ING. B. T. S.
<b>SOLICITANTE</b>	: Br. MARIO HUASCUPE CALLATA	<b>FECHA</b>	: MARZO DEL 2021

DATOS DEL ESPECIMEN		ESPECIMEN 1		ESPECIMEN 2		ESPECIMEN 3	
		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
ALTURA	cm	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43
DIAMETRO	cm	5.16		5.16		5.16	
VOLUMEN	cm <sup>3</sup>	50.82		50.82		50.82	
PESOS	gr.	85.78		85.11		85.77	
DENSIDAD SECA	gr./cm <sup>3</sup>	1.59		1.58		1.59	
DENSIDAD HUMEDA	gr./cm <sup>3</sup>	1.69		1.67		1.69	
HUMEDAD	%	16.54		16.54		16.54	
ESFUERZO NORMAL	gr./cm <sup>2</sup>	0.50		1.00		2.00	

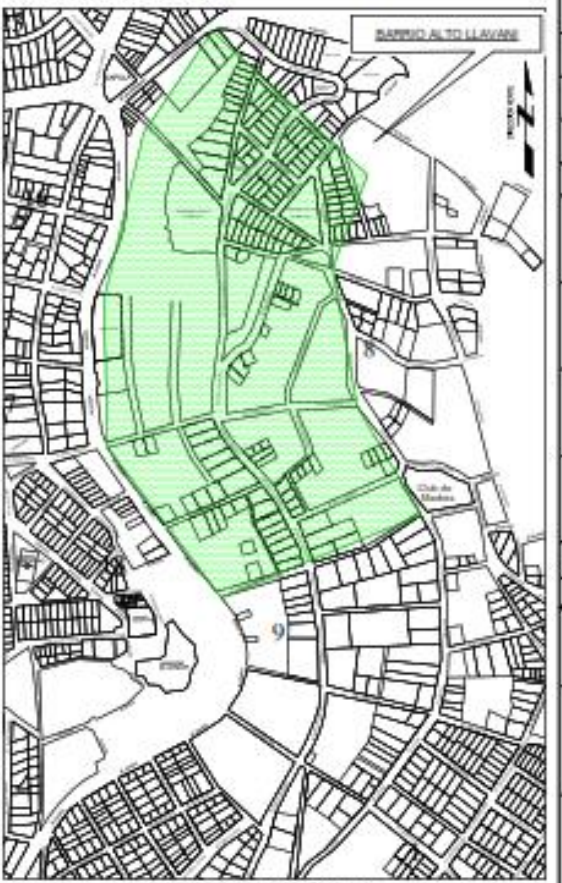
DEF. TANG. mm.	ESPECIMEN 1				ESPECIMEN 2				ESPECIMEN 3			
	DIAL DE CARGA	FUERZA CORTANTE	ESFUERZO DE CORTE	DEF. TANG. mm.	DIAL DE CARGA	FUERZA CORTANTE	ESFUERZO DE CORTE	DEF. TANG. mm.	DIAL DE CARGA	FUERZA CORTANTE	ESFUERZO DE CORTE	
0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000	
0.10	0.89	0.192	0.010	0.10	1.28	0.276	0.014	0.10	2.89	0.624	0.032	
0.20	1.62	0.350	0.018	0.20	3.28	0.708	0.036	0.20	4.91	1.060	0.054	
0.30	2.34	0.505	0.026	0.30	4.32	0.933	0.048	0.30	7.09	1.531	0.078	
0.40	3.65	0.788	0.040	0.40	6.07	1.311	0.067	0.40	9.89	2.136	0.109	
0.60	5.44	1.174	0.060	0.60	8.68	1.875	0.096	0.60	14.65	3.164	0.161	
0.80	7.11	1.536	0.078	0.80	12.27	2.650	0.135	0.80	20.09	4.339	0.221	
1.00	9.72	2.100	0.107	1.00	15.28	3.300	0.168	1.00	25.16	5.435	0.277	
1.25	12.67	2.737	0.139	1.25	19.38	4.186	0.213	1.25	32.17	6.949	0.354	
1.50	15.11	3.264	0.166	1.50	24.94	5.387	0.274	1.50	38.28	8.268	0.421	
1.75	18.32	3.957	0.202	1.75	29.33	6.335	0.323	1.75	45.65	9.860	0.502	
2.00	21.87	4.724	0.241	2.00	33.83	7.307	0.372	2.00	52.55	11.351	0.578	
2.25	24.88	5.374	0.274	2.25	38.84	8.389	0.427	2.25	59.73	12.902	0.657	
2.50	27.99	6.046	0.308	2.50	43.54	9.405	0.479	2.50	66.82	14.433	0.735	
2.75	31.11	6.720	0.342	2.75	48.03	10.374	0.528	2.75	73.98	15.980	0.814	
3.00	34.03	7.350	0.374	3.00	51.43	11.109	0.566	3.00	79.83	17.243	0.878	
3.50	35.96	7.767	0.396	3.50	54.91	11.861	0.604	3.50	88.73	19.166	0.976	
4.00	35.79	7.730	0.394	4.00	54.64	11.802	0.601	4.00	92.67	20.017	1.019	
4.50	35.32	7.629	0.389	4.50	54.22	11.712	0.596	4.50	92.53	19.986	1.018	
5.00				5.00				5.00	91.98	19.868	1.012	
5.50				5.50				5.50				
6.00				6.00				6.00				
6.50				6.50				6.50				



*[Signature]*  
 ING° BRUNO TURPO SUCA  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO  
 CIP - 105875



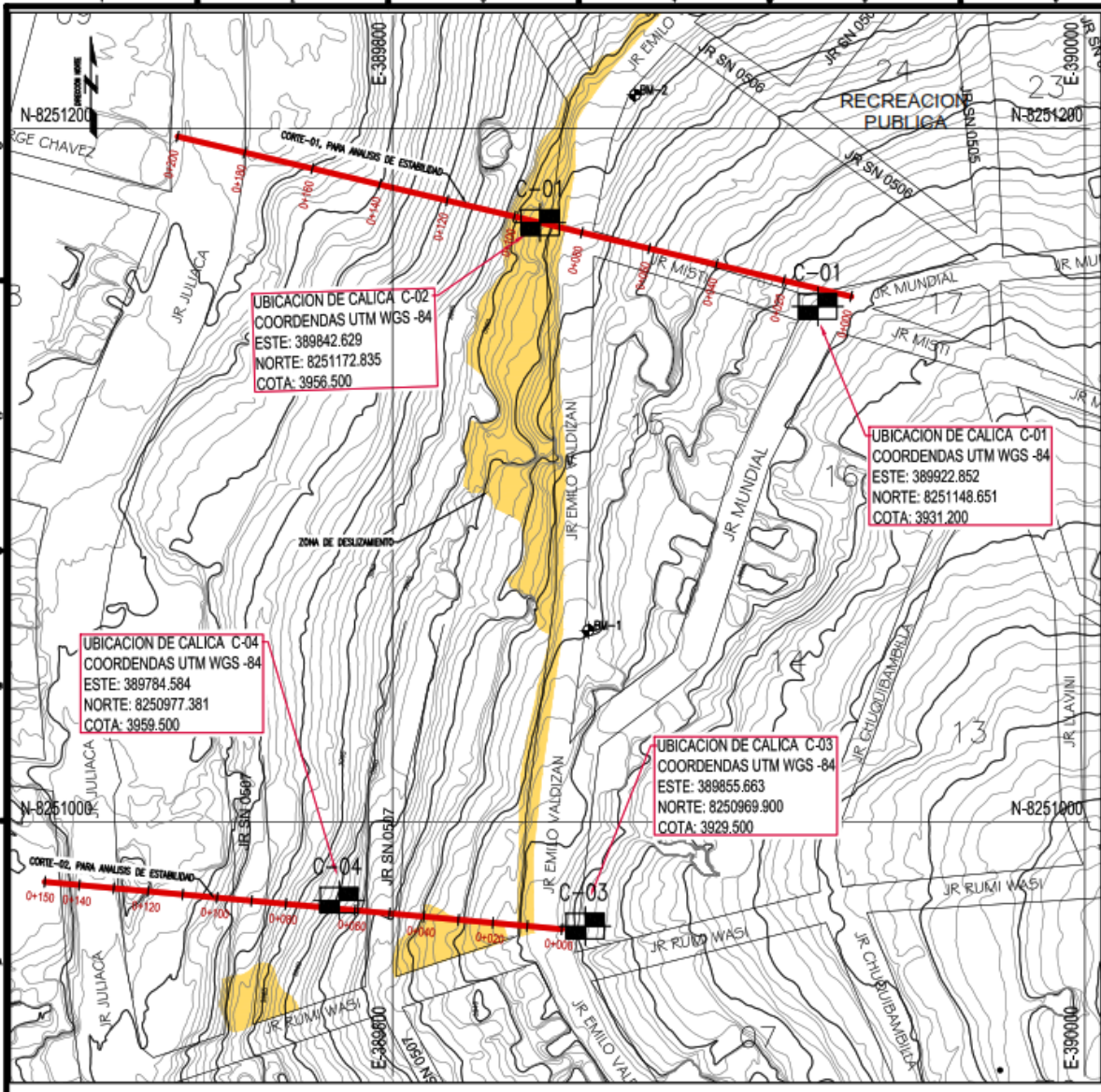
PUNTO DE AREQUIPA - PUNTO DE CENTRO DE AREQUIPA PUNO  
ESC. 1:1 (2000)



<b>UNIVERSIDAD DE CESAR VALLEJO</b> FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN SISTEMAS DE INGENIERIA	
INSTITUTO DE CALIDAD Y MEDICIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES, SECTOR LAYUANI PUNO 2011	
PLANIFICACION DE PROYECTO DE INVESTIGACION	BOLETA
IDENTIFICACION DEL PROYECTO DE INVESTIGACION	P-01
OLGA DEL VALCARRERA MORALES (C.I. 7.000.000.000.000)	LIMA 10001-2011
0000 4040-000000 -000-0000, PUNTO DE BARRIO ALTO LLAYUANI	





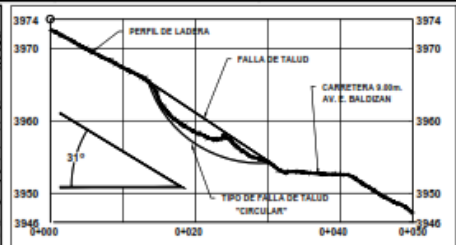


UBICACION DE CALICA C-02  
 COORDENAS UTM WGS -84  
 ESTE: 389842.629  
 NORTE: 8251172.835  
 COTA: 3956.500

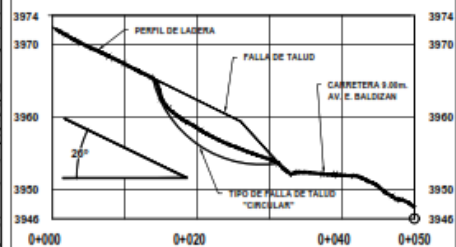
UBICACION DE CALICA C-01  
 COORDENAS UTM WGS -84  
 ESTE: 389922.852  
 NORTE: 8251148.651  
 COTA: 3931.200

UBICACION DE CALICA C-04  
 COORDENAS UTM WGS -84  
 ESTE: 389784.584  
 NORTE: 8250977.381  
 COTA: 3959.500

UBICACION DE CALICA C-03  
 COORDENAS UTM WGS -84  
 ESTE: 389855.663  
 NORTE: 8250969.900  
 COTA: 3929.500



SECCION - 01, DE FALLA DE TALUD



SECCION-02, DE FALLA DE TALUD

UBICACION CALICIAS EN COORDENAS UTM WGS-84			
DESCRIPCION	ESTE	NORTE	COTA
C-01	389922.852	8251148.651	3931.200
C-02	389842.629	8251172.835	3956.500
C-03	389855.663	8250969.900	3929.500
C-04	389784.584	8250977.381	3959.500

NOTA: Sección de terreno en línea con el eje de la carretera.



UNIVERSIDAD DE CESAR VALLEJO  
 FACULTAD DE INGENIERIAS  
 ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ESTADIMIENTO DE TALUDES NATURALES EMPLEANDO MÉTODOS CONVENCIONALES. SECTOR LLAUNA RUMI WASI

PLANO DE UBICACION DE CALICIAS

PROFESOR: FERRUCIO CALATA WARE - (0043)4000000-0000000

ALUMNO: DEL ROSARIO PALACIOS BARRANTA, ANGEL ALBERTO (0043) 9900000-0000000

FECHA: 15/07/2023

P-03



**Anexos 07 . Imagen de investigación.**



**Imagen1: zona de estudio de investigación Llavini – Puno.**



**Imagen1: deslizamiento en sector de Llavini, en peligro las construcciones**





**Imagen3: levantamiento topográfico empleando fotogrametría-Llavini Puno.**

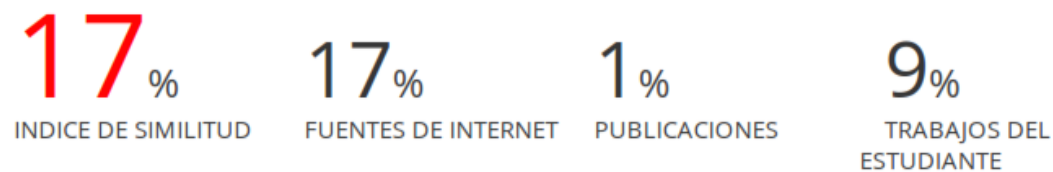


**Imagen3: trabajos en calicatas, del sector de investigación Llavini- Puno.**

## Anexos 08. Constancia de Tunrining.

### TESIS HCM 2021-04.docx

#### INFORME DE ORIGINALIDAD



#### FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	4%
2	<a href="https://repositorio.uancv.edu.pe">repositorio.uancv.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
3	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
4	<a href="https://idoc.pub">idoc.pub</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="https://repositorio.urp.edu.pe">repositorio.urp.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="https://es.scribd.com">es.scribd.com</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="https://repositorioacademico.upc.edu.pe">repositorioacademico.upc.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="https://repositorio.unh.edu.pe">repositorio.unh.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
9	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1%