



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Análisis de estabilidad de taludes para evaluar el riesgo por
deslizamiento en la comunidad de Huascata – Chaclacayo
2022.

AUTOR:

Ccasani Condori, Anthony Alex (ORCID: 0000-0003-4712-1152)

ASESOR:

Ms. Casso Valdivia, Hugo (ORCID: 0000-0002-7891-0819)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico y estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

ATE — PERÚ

2022

Dedicatoria

Esta investigación va dedicada a mi padre por todo el apoyo brindado tanto económica como emocionalmente que sin su ayuda no hubiera sido posible hacer todo esto. A mis hermanos por la guía académica y ser un ejemplo para mí y a mi madre que, desde el cielo, es mi motivación para salir adelante.

Agradecimiento

Agradezco a la Universidad César Vallejo por los conocimientos obtenidos que me ayudaron para la realización de la tesis y el ímpetu de aprendizaje forjado por los profesores que me han acompañado en estos 5 años.

A mi asesor por su paciencia y guía para el desarrollo y culminación del proyecto de investigación.

A los habitantes de la comunidad de Huascata por su amabilidad y ayuda para recolectar datos para el desarrollo del estudio.

Índice de contenido

Dedicatoria	II
Agradecimiento	III
Índice de contenido	IV
Índice de tablas	V
Índice de gráficos	VI
Índice de figuras	VI
Resumen.....	VII
Abstract.....	VIII
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	12
3.1. Tipo y diseño de investigación	12
3.2. Variables y operacionalización.....	12
3.3. Población, muestra y muestreo.....	13
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	14
3.5. Procedimientos	15
3.6. Método de análisis de datos	16
3.7. Aspectos éticos.....	16
IV. RESULTADOS.....	18
V. DISCUSIÓN	38
VI. CONCLUSIONES	43
VII. RECOMENDACIONES.....	44
REFERENCIAS.....	45
ANEXOS	51

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Resultados de ensayos del LMS</i>	19
Tabla 2. <i>Factores de seguridad por condiciones estáticas</i>	24
Tabla 3. <i>Factores de seguridad por condiciones pseudo estáticas</i>	26
Tabla 4. <i>Valoración de la probabilidad de ocurrencia a deslizamientos</i>	28
Tabla 5. <i>Valoración del FS de taludes en condiciones estáticas y dinámicas</i>	29
Tabla 6. <i>Vulnerabilidad física de los elementos expuestos ante deslizamientos</i> . 34	
Tabla 7. <i>Estimación de riesgo específico</i>	36
Tabla 8. <i>Valoración del nivel de riesgo por movimientos de masa en laderas</i>	37

Índice de gráficos

Gráfico 1. Variable Lv. Localización de viviendas	31
Gráfico 2. Variable Cv. Material de Construcción utilizada en viviendas	31
Gráfico 3. Variable Cg. Características geológicas, calidad y tipo de suelo	32
Gráfico 4. Variable Cn. Cumplimiento de la normativa técnica vigente	33
Gráfico 5. Vulnerabilidad física de los elementos expuestos por deslizamiento ..	35

Índice de figuras

Figura 1. Deslizamiento de rocas que llegaron hasta las veredas	1
Figura 2. Mapa de zonas vulnerables a deslizamientos del Perú.....	3
Figura 3. Ubicación del A.H. Huascata en el mapa del distrito de Chaclacayo	18
Figura 4. Vista satelital de la Mz. G y G ampliación de la zona de Huascata.....	20
Figura 5. Topografía de la pendiente en la dirección 1	21
Figura 6. Topografía de la pendiente en la dirección 2	21
Figura 7. Topografía de la pendiente en la dirección 3	22
Figura 8. Análisis en condición estática en el movimiento 1	22
Figura 9. Análisis en condición estática en el movimiento 2	23
Figura 10. Análisis en condición estática en el movimiento 3.....	23
Figura 11. Análisis en condición pseudo estática en el movimiento 1	25
Figura 12. Análisis en condición pseudo estática en el movimiento 2.....	25
Figura 13. Análisis en condición pseudo estática en el movimiento 3.....	26
Figura 14. Mapa de susceptibilidad a movimientos de masa en Lima	27

Resumen

La presente investigación titulada “Análisis de estabilidad de taludes para la evaluación del riesgo por deslizamiento en la comunidad de Huascata – Chaclacayo 2022” tuvo como objetivo analizar la estabilidad del talud para evaluar el riesgo por deslizamiento en la comunidad de Huascata – Chaclacayo. Como metodología se utilizó la observación y el método deductivo, de tipo aplicado a nivel explicativo. Los resultados fueron tomados en tres direcciones de movimientos estimados por los deslizamientos previos en la zona, en condiciones estáticas y pseudo estáticas de acción sísmica, se obtuvieron valores para los FS de 0.79, 1.14 y 1.07 en condiciones estáticas y 0.55, 0.78 y 0.73 en condiciones pseudo estáticas por los métodos de equilibrio límite Bishop, Spencer y Morgenstern-Price, demostrando la inestabilidad de los taludes estudiados, así como el reconocimiento de la vulnerabilidad de las viviendas aledañas afectadas por los deslizamientos teniendo un 0.55 de nivel de vulnerabilidad física siendo una vulnerabilidad alta. Concluyendo así que el nivel de riesgo de la comunidad de Huascata en función al peligro y la vulnerabilidad presenta un nivel Alto. Siendo de gran prioridad un proyecto de estabilización que asegure la zona para prevenir futuros incidentes por deslizamiento de suelo.

Palabras clave: Estabilidad de taludes, Estimación de riesgos, Riesgo por deslizamientos

Abstract

The present investigation entitled "Analysis of slope stability for the evaluation of landslide risk in the community of Huascata - Chaclacayo 2022" had the objective of analyzing the stability of the slope to evaluate the risk of landslide in the community of Huascata - Chaclacayo. As methodology, observation and the deductive method were used, of the type applied at the explanatory level. The results were taken in three directions of movements estimated by the previous landslides in the area, in static and pseudo-static conditions of seismic action, values were obtained for the FS of 0.79, 1.14 and 1.07 in static conditions and 0.55, 0.78 and 0.73 in pseudo-static conditions by the Bishop, Spencer and Morgenstern-Price limit equilibrium methods, demonstrating the instability of the slopes studied, as well as the recognition of the vulnerability of the surrounding houses affected by the landslides, having a 0.55 level of physical vulnerability being a high vulnerability. Thus, concluding that the level of risk of the Huascata community in terms of danger and vulnerability presents a high level. A stabilization project that secures the area to prevent future landslide incidents is a high priority.

Keywords: Slope stability, Risk estimation, Landslide risk

I. INTRODUCCIÓN

Como realidad problemática tenemos que la comunidad de Huascata al ser un asentamiento humano y no tener las mejores prestaciones en cuanto a servicios y seguridad se refiere, es víctima de numerosos y constantes deslizamientos que, como en la figura 1, llegan hasta veredas atentando contra la seguridad y calidad de vida de las personas que habitan en ese lugar. El accidentado relieve, además, restringe el progreso de la zona debido a la gran susceptibilidad a desastres que presenta, imposibilitando a los pobladores y a la municipalidad poder realizar obras civiles y desarrollo urbano. Al hablar con la comunidad se supo que ya se contaba con un muro de contención que aseguraba esa zona, pero al implementarse el programa de pistas y veredas de la municipalidad se tuvo que quitar todo lo que no estuviese proyectado dejando a los pobladores angustiados por su seguridad por los deslizamientos ocasionados por la alza de sismos en el último año, ocasionando la preocupación los pobladores por su seguridad.



Figura 1. Deslizamiento de rocas que llegaron hasta las veredas (Elaboración propia)

Es por esto mismo que es necesario un análisis de estabilidad que servirá como un precedente para futuros proyectos de estabilización que puedan asegurar una baja probabilidad de ocurrencia de deslizamientos que se verá reflejada en la estimación de riesgos, así como para los asentamientos humanos circundantes de características similares a la comunidad de Huascata, porque de no manejarse de manera adecuada, un fallo por inestabilidad de taludes en un área tan vulnerable

como la zona de Huascata podría generar daños catastróficos para la infraestructura y la población.

En muchos países latinoamericanos y con el paso de la cordillera de los Andes en Venezuela, Colombia, Ecuador, Bolivia, Chile, Argentina y Perú, los relieves accidentados son un problema común para el desarrollo socioeconómico siendo un problema grave las inhabilitaciones de carreteras por deslizamientos debido a que algunos de estos países deben su economía al sector minero y agrícola. Siendo el uno de los factores la urbanización y expansión de actividad humana en territorios que pueden ser considerados peligrosos (Baena, Paz y Fernández, 2019, p.2; Sánchez, 2017, p. 6).

Siendo en muchos casos, imposible de detener o evitar las actividades que conllevan a desastres como los derrumbes que pueden ocasionar daños significativos a propiedades, interrupción del tránsito y pérdida de vidas humanas (Feezan [et. al.], 2022). Por otro lado, sí es posible mitigar el peligro al que está expuesto la población conociendo las áreas donde ya han ocurrido y es probable que ocurran nuevamente (Cueto, Estévez y Ordaz, 2019, p. 13).

En un informe realizado por el Centro Peruano japonés de investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID) en 1991, reúne la información de antiguos desastres ocasionados por deslizamientos y aluviones, describiendo los fenómenos más importantes de la historia peruana registrada. El deslizamiento del cerro "Condor Sencca" - Ayacucho en 1945 ocasionado por fallas de corte, erosión y pérdida de resistencia gradual con el tiempo ocasionaron un deslizamiento de 5 millones de metros cúbicos de material que formaría una presa natural de 100m de altura. Otro desastre tomó lugar en Mayunmarca en 1974, el deslizamiento arrasó a una velocidad de 140km/h tomando consigo 460 víctimas que quedaron sepultadas, destruyendo carreteras y cultivos hasta 30 km. El deslizamiento rotacional de Recuay que ocurrió debido al sismo de 1970. Estos son algunos de los vestigios de catástrofes que ocurrieron en nuestro país y que sirven como advertencia para considerar un cambio con una mirada a esta problemática.

En el Perú, el Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres (SIGRID), como nos indica en la figura 2, en un estudio realizado en diciembre de

2003 que, en Lima. Es así que Urteaga (2017) en una investigación realizada en la Costa Verde presenta alternativas de estabilización de taludes en la cual obtiene valores considerablemente positivos en los factores de seguridad utilizando métodos alternativos, como el sistema Erdox pero en el Cono Este por mucho tiempo no se ha tenido en cuenta un plan urbano adecuado a comparación de la ciudad de Lima esto ha llevado a desorden y peligro en las zonas menos adineradas que construyen en cerros y montañas, muchas veces sobre cimienta de rocas apiladas o con rocas de gran tamaño posando sobre ellos presenta un peligro potencial a derrumbes, deslizamientos y desprendimientos.

Durante los sucesos ocurridos en el Distrito de Lurigancho – Chosica en el 2015 ocasionados por las frecuentes lluvias de la zona que generó huaycos y deslizamiento en forma de lodo y rocas que, según INDECI, afectó a 169 359 personas, con 153 familias damnificadas y 343 familias afectadas fue un golpe duro para los habitantes del lugar.



Figura 2. Mapa de zonas vulnerables a deslizamientos del Perú (SIGRID, 2003).

Es así que se planteó el siguiente problema general: ¿De qué manera el análisis de estabilidad de taludes puede evaluar el riesgo por deslizamiento en la comunidad de Huascata– Chaclacayo? De igual manera se plantearon los respectivos problemas específicos: ¿Cómo se puede obtener el factor de seguridad del talud utilizando los métodos de equilibrio límite? ¿Cuál es el nivel de peligro por

deslizamiento del talud de la calle 10 de Huascata? ¿Cómo se puede determinar el nivel de vulnerabilidad de las viviendas de la zona estudiada?

El estudio se justificó teóricamente ya que se analizó la estabilidad del talud para analizar el riesgo por deslizamiento, así como describir el nivel de peligro de la zona y la vulnerabilidad de los elementos expuestos al deslizamiento y así ser un precedente para futuros proyectos de estabilización de taludes.

El estudio se justificó metodológicamente ya que se evaluó distintos métodos de estabilidad de taludes para determinar el factor de seguridad por los métodos de equilibrio límite, esto ayudará a categorizar de manera más clara las aplicaciones de las diferentes metodologías para futuros estudios.

El estudio se justificó de manera práctica ya que es un precedente para aplicar distintas alternativas de solución al problema de la inestabilidad de taludes de las comunidades con relieve accidentado así se reducirán los deslizamientos que puedan ocasionar accidentes o daños a las propiedades.

La presente investigación planteó como objetivo general: Analizar la estabilidad del talud para evaluar el riesgo por deslizamiento en la comunidad de Huascata – Chaclacayo. Así mismo, los objetivos específicos: Determinar el factor de seguridad utilizando los métodos de equilibrio límite, Evaluar el nivel de peligro por deslizamiento del talud de la calle 10 de Huascata, Determinar el nivel de vulnerabilidad de las viviendas de la zona trabajada.

II. MARCO TEÓRICO

Fernández, Villalobos y King (2018), en la investigación titulada *Probabilistic analysis of slope stability in completely decomposed granite residual soils*. El objetivo del estudio fue calcular la estabilidad de un talud de granito descompuesto usando método probabilísticos. Para esto se tomaron muestras de las cuencas de la ciudad de Concepción, Chile. Aplicándose la simulación de Monte Carlo generando variables de valor aleatorio permitiendo así, un análisis simultaneo de la estabilidad de taludes en función de índice de confiabilidad, falla probable y factor de seguridad. Los valores resultado de la utilización de esta metodología son generalmente discretos, estimando así que es sumamente riesgoso el uso de factores medios de seguridad en el análisis del comportamiento del talud si se tiene en cuenta la variabilidad de las características del suelo. Se concluyó mediante el análisis probabilístico que existe una relación entre la altura de la pendiente, la inclinación y la inestabilidad general de un talud, mientras más inclinada sea la pendiente, mayor es la inestabilidad y al mismo tiempo, la probabilidad de falla aumenta, aplicándose de igual manera a la relación de la altura y la pendiente. En Chile, el factor de seguridad mínimo oscila entre 1.40 y 1.50 en los casos estudiados y las configuraciones que cumplieron, se observa una falla menor de 3% siendo aceptable dentro de la propuesta hecha por Dell'Avanzi y Sayão en 1998.

Hernández [et. al.] (2019), en su investigación titulada *Evaluation of slope stability in gullies from Huasca de Ocampo, Hidalgo, Mexico*. Tuvo como objetivo principal identificar el comportamiento físico-mecánico o topográfico presente en las cárcavas del ejido de Santo Domingo que influyen en su estabilidad. Fue un estudio de tipo aplicado en el que se comprendieron dos taludes ubicadas a 2360m de altitud, presentando un clima templado subhúmedo, se realizó un levantamiento topográfico utilizando estación total y trabajando el procesamiento de datos con el uso de QGIS obteniendo las variables determinantes en sección transversal, seguidamente se determinó las propiedades físico-mecánicas como la densidad aparente, la resistencia a la penetración, textura, erodabilidad, límites de Atterberg y el índice de contracción realizando un estudio de 30 muestras en las secciones transversales estimando así que tan rápido será el avance lateral seguidamente del análisis estadístico. Los principales resultados demuestran que el avance lateral de

los taludes varió de 0.04 a 0.17 al año, así como las demás variables analizadas en el estudio como la aparente densidad (0-10cm), nivel de compactación (2.5, 5 y 10cm), así como el IC, IP y la conductividad eléctrica. Concluyendo así que una variable auxiliar, aunque importante es el espesor de la punta debido a que al estar expuesto a los procesos de cambio de humedad se producen trozos que por peso propio y gravedad generan el avance lateral en los taludes.

Avilés [et. al.] (2017), En su investigación titulada *Identificación de amenaza por deslizamientos de tierra mediante información geo-espacial en el cantón Ibarra-Ecuador*. Cuyo objetivo fue identificar el nivel de amenaza que representan los deslizamientos de masa en el cantón Ibarra, Ecuador. El estudio fue realizado a través de Sistemas de Información Geográfica (SIG) analizando factores condicionantes y detonantes utilizando la metodología de Mora-Vahrson donde se determina el comportamiento de los factores condicionantes a través de un grado de susceptibilidad que con la acción de los factores detonantes gatillan el deslizamiento. Los resultados trabajados en campo demostraron un nivel alto a lo largo de un 17.16% de la superficie total del cantón cuyas pendientes oscilan de entre 40 y 150% y sismos menores a 4.4. un nivel de amenaza medio de 27.76%, un nivel de amenaza bajo de 37.51% y un nivel de amenaza nulo de 13.91%, bajo un grado de fiabilidad global de 78%. Concluyendo que, si bien los resultados son óptimos, presentan limitaciones que pueden afectar a sus resultados debido a la falta de información secundaria disponible debido a su naturaleza cualitativa, se recomienda aplicar un modelo de investigación cuantitativa que tome en cuenta diferentes periodos de retorno en condiciones normales y de lluvia.

Oliva y Gallardo (2017), En su tesis titulada *Evaluación del riesgo por deslizamiento de una ladera en la ciudad de Tijuana, México*. Como objetivo general se pretende evaluar el nivel de riesgo en términos cualitativos y cuantitativos los parámetros de susceptibilidad y vulnerabilidad física de los elementos en riesgo. El estudio fue de tipo aplicado, donde se utilizaron métodos probabilísticos y determinísticos para determinar el nivel de amenaza y la vulnerabilidad se tuvo considerando factores estructurales, de ubicación y masa de terreno inestable. Los resultados se vieron reflejados en el factor de seguridad demostraron la inestabilidad de la ladera estudiada, así como los parámetros cualitativos demostraron nuevamente la

inestabilidad, concordando con los registros históricos de Tijuana. Concluyendo que la metodología aplicada puede ser usada como una herramienta para las autoridades e instituciones con el fin de reducir el nivel de riesgo, mitigar desastres y prevenir eventos.

Gómez (2018), en su tesis doctoral titulada *Análisis de riesgos por inestabilidad de taludes en la subcuenca río Canipaco, tramo distrito de colca provincia de Huancayo departamento de Junín*. Tuvo de principal objetivo determinar los lugares en riesgo de los taludes de la subcuenca río Canipaco para evitar daños agrícolas y materiales. La investigación fue de tipo aplicada, se consideraron 9 taludes y laderas como muestra de la investigación, el muestreo fue a través de la observación y recopilación de datos del inventario de taludes. El análisis de los taludes estudiados fue posible mediante el uso de una adaptación de una ficha de recolección de datos. Los resultados demostraron que la subcuenca presenta niveles de riesgo menores a 66 permitiendo prevenir desastres y prestando un bajo nivel de riesgo para la población. Se concluye que la hipótesis general concuerda con los resultados de la investigación ya que $t_c > t_t$ ($15,558 > 1,860$) pudiendo determinar las zonas vulnerables generada debido a la baja estabilidad de taludes y laderas en las subcuencas de la zona estudiada.

Aliaga (2020), en su investigación titulada *Análisis de estabilidad estática de un talud crítico en el distrito de Magdalena por el Método de Elementos Discretos (DEM)*. Tuvo como objetivo analizar estáticamente una porción del litoral ubicado en la Costa Verde en Magdalena utilizando métodos usando elementos discretos dando a conocer así al sistema YADE en el Perú. La investigación constó de la aplicación de métodos existentes centrados en la implementación del DEM o en el análisis estático de taludes con la finalidad de permitir un método que se adapte al sistema Yade. Teniéndose que definir las características sustanciales que servirán de acuerdo a la estructura de Yade, a hacer el modelamiento y que, en términos computacionales, presente un rendimiento óptimo de simulación. Los resultados demostraron un alcance de deslizamiento máximo del suelo de 57.03m en la simulación disminuyendo a medida que se agregaban modelos con un mayor número de partículas, además de apreciar valores muy bajos en los factores de seguridad, menores a 0.10. Se concluyó que el programa Yade al modelar el talud

crítico fue discordante a lo real y pudo deberse a que el programa alcanzase su estabilidad en condición estática debido a porción de suelo con características redondeadas generadas por el software, se recomienda $r=2.00m$ y $\delta=0.50$ en los volúmenes generados.

Mendoza (2016), en su investigación titulada *Análisis de estabilidad de taludes de suelos de gran altura en la mina Antapaccay*. Tuvo como fin general identificar las variables al diseñar en taludes de gran altura. La investigación es de tipo aplicada, se realizó un análisis de estabilidad en la tercera fase de minado, obteniendo las secciones con la ayuda del software Minesight, posteriormente exportadas a AutoCAD seguidamente ingresadas al programa Slidev6.0, en este software fue posible trabajar los distintos métodos de equilibrio para determinar la estabilidad del talud. Las variable en el diseño geotécnico de suelo estratificado fueron resultado de los procesos de laboratorio de peso volumétrico y resistencia de suelo. Los resultados del análisis de presión por poros a los taludes muestreados a $R_u=0.10$, 0.15 y 0.20 demostraron que mientras la altura de los bancos había sido reducida de 15 a $10m$, los anchos se mantuvieron a $4.2m$ cumpliendo la recomendación de dimensión mínima. Se concluyó que de todos los métodos analizados se seleccionó la sección que sobrepasaba mínimamente los criterios de aceptación, en condiciones estáticas el FS fue menor a 1.3 y 1.0 en, las pseudo estáticas.

Medina (2020). En su tesis titulada *Estabilización de taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite, carretera Taquebamba - San Mateo, Aymaraes, Apurímac 2020*. El objetivo del estudio fue analizar el comportamiento del talud en condiciones estáticas y de lluvia a través del factor de seguridad por los métodos de equilibrio límite, donde centrado a la falta de material granular en algunas zonas de Apurímac se busca analizar el comportamiento del talud a los diferentes tipos de falla en la sección geométrica, la investigación usó una metodología aplicada haciendo uso del método deductivo para conocer la geometría de la sección y características del suelo y poder determinar así los factores de seguridad. Los resultados demostraron que el factor de seguridad en condiciones estáticas en el talud natural por las progresivas del Km $26+100$ al Km $27+680$, fueron 0.98 , 1.51 y 0.97 y de 0.79 , 1.24 y 0.78 en condiciones pseudo estáticas, demostrando la inestabilidad existente en los taludes estudiados.

Concluyendo así que, la inestabilidad presente en los taludes de la zona de Aymaraes son inestables al contar con factores de seguridad menores a 1.50 y 1.00 para condiciones de lluvia, siendo inestables en dos de las tres progresivas propuestas.

La investigación se apoya de las siguientes bases teóricas:

Para evaluar la estabilidad de un talud se debe determinar las condiciones de filtración, establecer el perfil del talud, determinar las características y resistencia del suelo, seleccionar una superficie de falla para así calcular el factor de seguridad, el cual será utilizado para determinar la falla crítica (Tardeo y Zanabria, 2016, p. 84).

Comúnmente la falla por erosión, falla por deslizamiento superficial y falla por licuación son los tipos de falla más comunes, siendo afectadas también por factores geomorfológicos e internos como lo pueden ser los esfuerzos actuantes, las propiedades mecánicas y los factores climáticos. De igual manera, la poca cobertura vegetal favorece a la falta de estabilidad en los taludes (Hernández y Torres, 2020, p. 23; Hernández [et. al.], 2019).

Existen distintos métodos para estabilizar un talud como la modificación de la geometría de la ladera con movimientos de corte y relleno, medidas de drenaje o el diseño de estructuras que actúen como estabilizadores sobre la masa del terreno. Este tipo de estructuras pueden ser muros de hormigón, muros de escollera o muros de gaviones (Ministerio de agricultura, pesca y alimentación de España, 1993).

Para analizar la estabilidad de laderas y taludes tanto antes como después del proyecto de estabilización existen distintos como los métodos numéricos, métodos de equilibrio límite, métodos dinámicos que son aplicables a la caída de rocas, flujos y similares. Existiendo a su vez ecuaciones para el cálculo de estabilidad como la Taylor, Bishop y Morgenstern, Spencer, entre otras (Reyes, 2019). Así como los métodos usados de elementos finitos que utiliza el modelo de Mohr-Coulomb elástico-plástico que busca la superficie de falla crítica pudiendo ser aplicable en 2D y 3D, ahorrando tiempo que se evita el procesos de reducción de resistencias (Shiyin, Zhenning Ming, Longtan, 2019).

El factor de seguridad representa un promedio del valor de falla que presenta toda una superficie de un talud asumiéndose igual en todos los puntos de la misma, pudiendo ser calculado en condiciones estáticas y pseudo estáticas (Suárez, 2012, p. 129), además que dado que los métodos de equilibrio límite asumen una superficie de falla plástica no brindarán datos de la deformación en los taludes (Valiente, Sobrecases y Díaz, 2016, p. 52). Se sabe que para un FS por volcamiento y al deslizamiento se tiene como factor mínimo aceptable de 2 y 1.5, respectivamente (García, 2017, p. 64).

Los deslizamientos se pueden definir como movimientos de rocas o masa de suelo en una pendiente que pueden ser ocasionados por diversos factores como movimiento sísmico, construcción de carreteras actividad minera o por factores hidrológicos, geomorfológicos y geológicos, siendo los parámetros y modelos matemáticos inciertos al momento de evaluar su estabilidad (Morgenstern, 1997; Bagherzadeh y Kabiri, 2019). Es así como mediante el factor de seguridad y otros parámetros de peligrosidad, vulnerabilidad y los elementos en riesgo se evalúa el riesgo como la probabilidad de que la población sufran incidentes y pérdidas (MasterGIS, 2020).

Siendo posible expresar como una función matemática, de la siguiente manera:

$$R_{ie|t} = f(H_i, V_e) / t$$

Dónde: $R_{ie|t}$ es el riesgo en el periodo de exposición; H_i , el peligro de intensidad 1 y V_e , la vulnerabilidad de los elementos expuestos (Oliva, Ruíz, Gallardo y Yulady, 2019, p. 144).

La evaluación del nivel de peligro en deslizamiento de taludes puede ser expresado en: El número de deslizamientos que han ocurrido cronológicamente registrados y los que ocurrieron en áreas con características similares, el modelamiento de la geometría conocida y la resistencia al corte, además la combinación de diferentes métodos que evalúen la geometría, hidrología, discontinuidades en rocas y propiedades de estabilidad (Cruden y Fell, 1997, p. 6 y 7).

Por otro lado, la evaluación del nivel de vulnerabilidad puede ser expresada como una relación de la vulnerabilidad física y el impacto sobre los elementos

estructurales en riesgo y los valores expuestos. La vulnerabilidad, en geografía física y en geología de ingeniería es considerada como el grado de pérdida en un riesgo expresado en una escala que va de 0 a 1 (Guillard y Zêzere, 2018).

Dentro del riesgo de deslizamiento de suelo, se suele estudiar el comportamiento de las rocas es por eso que se entiende como desprendimiento de rocas al movimiento de material rocoso originado por la falta de apoyo debido a la inestabilidad de un talud pronunciado, para su diseño de taludes rocosos se incorporan diversas herramientas y softwares que se basan en la teoría básica de estabilidad de taludes de roca, habiéndose incorporado también métodos como el The non-linear Generalized Hoek-Brown (GHB) que son cada vez más aceptados y usados por su eficiencia (Paitán y Ventura, 2019, p. 1 y p. 16; Charles, 2018; Tahir [et. al.], 2022).

Para determinar las propiedades de un suelo se acude a los ensayos de mecánica de suelos en el caso de la presente investigación se usaron los ensayos de clasificación, LL, LP, Densidad máxima y mínima y Corte Directo. Siendo especificados los procesos a seguir hechos por el laboratorio contratado. Además, representan un proceso de suma importancia en el análisis de estabilidad de taludes porque permiten ver pérdidas de estabilidad en condiciones estáticas (Flores, García y Gonzáles, 2020).

Siendo los ensayos más importantes para determinar la estabilidad, el ensayo de corte directo y el ensayo triaxial, siendo de ambos capaces de determinar la cohesión, capacidad portante y ángulo de fricción interna. El ensayo triaxial es más satisfactorio al tener en cuenta la presión intersticial, el drenaje y las tensiones superficiales. En el caso de suelos granulares de roca porosa como el caso descrito y al contar con muestras alteradas, el Corte Directo es la mejor opción al poder ser manipuladas para asemejarse a las condiciones in situ (Bensoula, Missoum y Bendani, 2018).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación: El estudio fue de tipo aplicado, porque la investigación estuvo basada en los conocimientos del investigador y teoría fundamentada, aplicado a campo en la realidad (Sanca, 2011).

Presenta un enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo), porque se trabajó con indicadores adimensionales utilizando herramientas estadísticas propias de una investigación cuantitativa donde se buscó relacionar las variables trabajadas, así como los cálculos correspondientes.

La investigación responde a un nivel descriptivo ya que se enfocará en determinar las características en la estabilidad de los taludes y el riesgo por deslizamiento, expresando los resultados de manera estadística.

3.1.2. Diseño de la investigación: El diseño fue no experimental ya que no se buscó influenciar en la estabilidad de los taludes con el fin de disminuir el riesgo de deslizamiento de material que pueda afectar a la comunidad que habita en la zona.

3.2. Variables y operacionalización

Se tiene como variable independiente al análisis de estabilidad de taludes y como variable dependiente a el riesgo por deslizamiento.

- **Definición conceptual:** Se puede definir al análisis de estabilidad de taludes como el proceso que busca determinar las propiedades del talud debido a efectos como una pronunciada inclinación, material del suelo del talud o una saturación excesiva del suelo mediante el factor de seguridad (Tafur, 2019) y a el riesgo por deslizamiento como el parámetro que se da en función entre el peligro y la vulnerabilidad siendo en conjunto la probabilidad de un posible deslizamiento de masa de terreno inestable, pudiendo ser medida a través de métodos determinísticos y probabilísticos (Oliva y Gallardo, 2018).
- **Definición operacional:** La definición operacional se centró en el análisis de la estabilidad de los taludes utilizando los métodos de equilibrio límite, teniendo en cuenta las consideraciones mínimas estipuladas por la norma

CE.020 de estabilización de suelos y taludes. Y la relación del análisis de estabilidad de taludes para evaluar el riesgo de deslizamiento obedeciendo a los parámetros y fórmulas pertenecientes al Manual de estimación del riesgo ante movimientos en masa de laderas proporcionado por el INDECI.

- **Indicadores:** El análisis de estabilidad de taludes se divide en las dimensiones de las propiedades del suelo del talud con los indicadores de peso específico, ángulo de fricción y cohesión con un nivel de medición de razón. Así como los métodos de equilibrio límite siendo los indicadores el método Bishop, Morgenstern – Price y Spencer, presentando un nivel de medición de nominal. Y el factor de seguridad siendo los indicadores el FS en comportamiento estático y pseudo estático. Y para el riesgo por deslizamiento las dimensiones fueron el peligro por deslizamiento estructurales dividiéndose en los indicadores de rango de frecuencia y factor de seguridad. Y la vulnerabilidad con los indicadores de vulnerabilidad de elementos expuestos y vulnerabilidad física.
- **Escala de medición:** La cohesión fue medida en kPa al ser unidades de presión, el ángulo de fricción, en grados sexagesimales; y el peso específico en kN/m³. Los factores de seguridad usados para el análisis de estabilidad son adimensionales, así como la valoración de riesgo, peligro y vulnerabilidad, salvo el indicador de rango de frecuencia que es medida en porcentaje (%) de ocurrencia.

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población: La población a analizar fueron los taludes y laderas de material granular con rocas de gran tamaño localizadas en la comunidad de Huascata.

- **Criterios de inclusión:** Se consideró como muestra al talud ubicado en la calle 10 ya que se pudo observar deslizamiento que lograron llegar hasta las veredas de la autopista que se encuentra debajo de esta
- **Criterios de exclusión:** Se excluirá de la muestra al talud ubicado al lado derecho de la comunidad por haber sido perfilado y contar con muros estructurales que lo soportan.

3.3.2. Muestra: Se trabajó con la ladera ubicada en la calle 10 ya que se pudo observar deslizamiento que lograron llegar hasta las veredas de la autopista que se encuentra debajo de esta.

3.3.3. Muestreo: El muestreo fue no probabilístico a conveniencia del investigador teniendo en cuenta los problemas presentes de deslizamiento de suelo en el talud de la calle 10, por lo que no fue necesario aplicar un cálculo de muestra (Otzen y Manterola, 2017).

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En el proceso de acopio de datos, se usan herramientas materiales que tienen como fin el recopilar y almacenar información de la realidad que puede ser medida de forma directa o indirecta, donde hasta lo empírico es medible. El instrumento es el método que cualquier analista puede y debe hacer, después de esto, se procede al procesamiento de datos en el que se basará nuestra investigación (Borja, 2012, p.35; Hernández y Duana, 2020).

La principal técnica utilizada fue la observación (visualización), interacción del observador (sujeto) y el objeto examinado, se pudo determinar las características y propiedades del suelo que conforma el talud mediante los ensayos de laboratorio. Además de determinar el nivel de peligro y vulnerabilidad de la zona trabajada mediante los parámetros indicados en el manual de estimación de riesgos, el siguiente paso fue el procesamiento de datos, con el fin de analizar la estabilidad del talud mediante los métodos indicados.

Respecto a los instrumentos utilizados para recolectar los datos se recurrió a la ficha de observación técnica en la que se recolectarán los datos pertinentes para el análisis correspondiente (Torres y Paz, 2006). Los estudios de mecánica de suelos se enfocaron en los parámetros de cohesión, ángulo de fricción y peso específico.

Los instrumentos fueron conformados por las fichas de recopilación de datos en calicatas y el análisis de los métodos de equilibrio límite (Bishop, Spencer, Morgenstern – Price), los diferentes equipos y materiales que se utilizaron en el levantamiento topográfico, además de los instrumentos de laboratorio. Para la elaboración del modelo de estabilidad del talud se usó el software GEO5 y se siguió

la metodología descrita en el Manual de estimación de riesgos de INDECI para la valoración de riesgo de la zona de Huascata.

La ficha de recolección de datos que se utilizó para las diferentes direcciones de movimiento, al tratarse de datos de geotécnica prueba su confiabilidad con la correcta calibración de los instrumentos tanto topográficos como de laboratorio, además fue validada bajo un proceso de juicio de expertos como lo indica el anexo 3 y para la evaluación de riesgo se tomó en cuenta la metodología descrita en el Manual de Estimación de Riesgos ante movimientos de masa en laderas del INDECI por lo que no requirió de validación ni confiabilidad ya que las normas peruanas están elaboradas y en constante revisión de especialistas y expertos en el tema.

3.5. Procedimientos

- Primeramente, se tuvo que informar acerca de la realización de esta investigación a los dirigentes tanto de la comunidad como de la manzana donde se trabajaría describiendo el trabajo y especificando el tiempo que tomaría el estudio comprometiéndose a realizar un informe detallado como producto final para la comunidad.
- Recolección de datos: En campo, se realizó el levantamiento topográfico del talud destacando las características geométricas que se usarán para el posterior modelamiento, se excavó una excavación a 2m de profundidad sacando muestras alteradas debido a las propiedades quebradizas de las muestras se hicieron los ensayos de mecánica de suelos en los laboratorios de la UNI para determinar el peso específico, el ángulo de fricción y la cohesión en la calicata seleccionada ubicada en la manzana G de Huascata. Además de tomar los datos de los 40 elementos expuestos al deslizamiento para evaluar la vulnerabilidad física de las viviendas en 3 deslizamientos probables con la ayuda del Manual de estimación de riesgos ante movimientos de masa en laderas.
- Etapa de gabinete: En este paso se procesó la información recolectada con anterioridad y se trabajará con los métodos de equilibrio límite Bishop, Spencer y Morgenstern – Price que analizan la estabilidad de taludes, a su vez se elaboró el modelamiento del talud a través de programa GEO5

analizando también el riesgo por deslizamiento del talud, en función del peligro por deslizamiento y la vulnerabilidad de la zona estudiada bajo la acción de deslizamientos través de las fichas de observación y procesamiento de datos del análisis de estabilidad reflejado en los factores de seguridad hallados y la probabilidad de ocurrencia, así como de la vulnerabilidad que tiene en cuenta factores como el la localización de la vivienda, Material utilizado, Estado del suelo y Normativa vigente, la información fue tabulada en tablas de Excel con su respectiva valoración según el manual de estimación de riesgos.

- Exposición de resultados: Esta sección estuvo compuesta por el reporte de resultados respondiendo a los objetivos planteados en la investigación, detallando las conclusiones y recomendaciones, usando los datos trabajados de manera descriptiva e inferencial.

3.6. Método de análisis de datos

La recopilación de datos en campo por el levantamiento topográfico y el análisis de estabilidad del talud fueron trabajados mediante software probado y aceptado a través de especialistas en el paso de los años siendo el Geo5 (1989), a su vez el estudio se apega a los procedimientos estipulados por el reglamento e.050 de Suelos y Cimentaciones. Para la evaluación de riesgo por deslizamiento se utilizó la metodología descrita por el Manual de estimación de riesgos por deslizamiento de masa en laderas del INDECI se valoró mediante factores que cataloguen el nivel de peligro y vulnerabilidad en rangos de bajo, medio, alto y muy alto para su interpretación.

3.7. Aspectos éticos

Para garantizar la calidad ética correspondiente al estudio desarrollado y asegurar una alta calidad de investigación, se consideraron los siguientes criterios:

Respecto a la **beneficencia**, este estudio tiene como fin determinar el factor de riesgo por deslizamiento de taludes y, por ende, al latente peligro que aqueja a la gente que vive en Huascata siendo de gran ayuda para futuros proyectos de estabilización que se pueda realizar en la zona que asuren una baja probabilidad

de ocurrencia de deslizamientos que puedan afectar a las viviendas cercanas a la superficie de falla.

Respecto a la **no maleficencia**, los datos recopilados y procesados tienen como fin único la realización de la investigación académica sin buscar perjudicar o dañar a la población estudiada, haciendo los ensayos de suelos con el menor impacto posible.

Respecto a la **autonomía**, el autor ha trabajado e interpretado de mano de la información de las fuentes indicadas en referencia al estilo APA y de acuerdo a la norma ISO 690 respetando la ley los derechos de autor por la propiedad intelectual e industrial relacionado a diversas teorías y conocimientos citando siempre las fuentes bibliográficas.

Respecto a la **justicia**, esta investigación se realizó con el consentimiento de la población y la debida autorización firmada por las autoridades pertinentes del asentamiento humano de Huascata y de la manzana en la que se encuentra el talud estudiado.

IV. RESULTADOS

Zona de Trabajo

El estudio tomó lugar en el A.H de Huascata en el distrito de Chaclacayo, ubicado en el km 18.5 de la Carretera Central a una altura de 600 m.s.n.m. en la provincia y departamento de Lima.

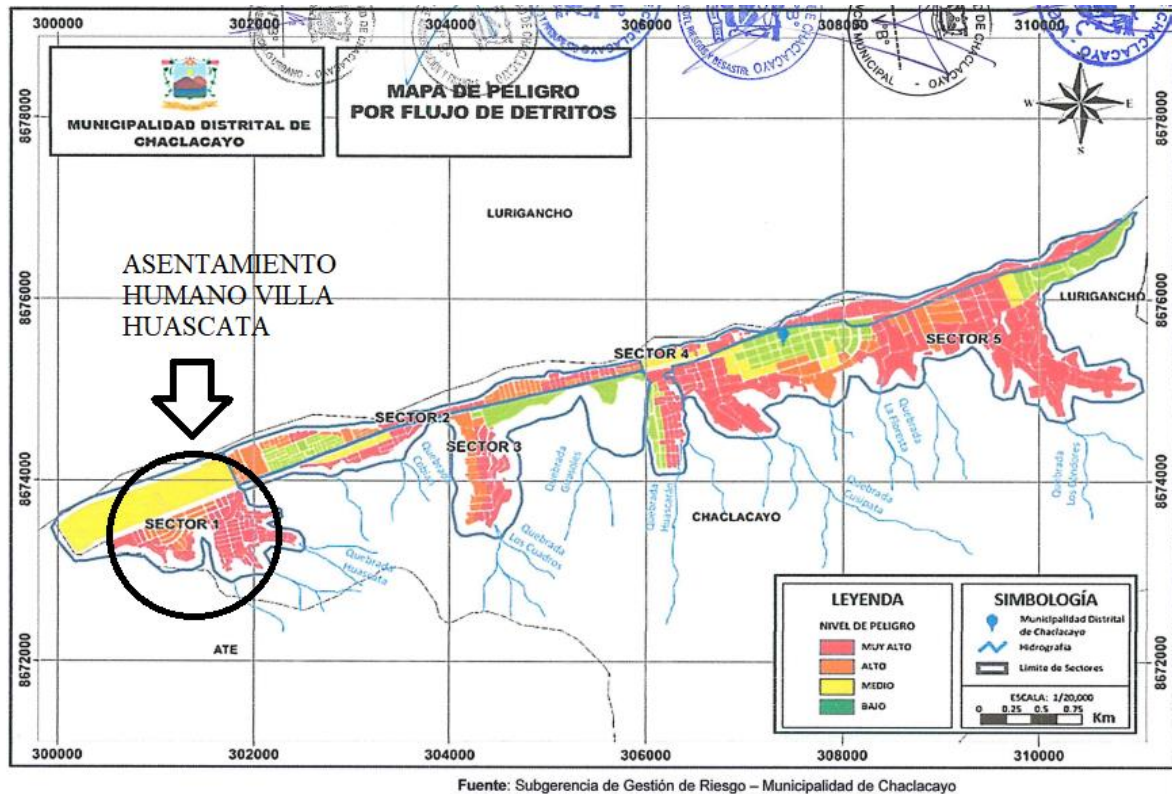


Figura 3. Ubicación del A.H. Huascata en el mapa del distrito de Chaclacayo (Plan de prevención y reducción del riesgo de desastres 2018 – 2021)

La figura indica que Huascata está ubicada en el sector 1 en el plan urbano del distrito de Chaclacayo con un nivel de peligro muy alto por flujo de detritos. Además, la comunidad de Huascata al estar ubicada en un cerro presenta relieve accidentado, así como laderas empinadas ($>35^\circ$) y de pendiente media ($25^\circ-35^\circ$).

OE 1: Determinar el factor de seguridad utilizando los métodos de equilibrio límite

Resultados de los ensayos de laboratorio

Se realizó una calicata a 2.00m de altura en la que se observó material granular, se sacó 40kg de suelo que fue llevado al LMS de la UNI para los ensayos de densidad

máxima y mínima, Granulometría, Límite líquido y plástico, Contenido de humedad y Corte Directo. Ver anexo 5.

Tabla 1. Resultados de ensayos del LMS

Ensayos de mecánica de suelos		C-01
Análisis granulométrico	Grava %	11.7
	Arena %	82.2
	Finos %	6.0
Límites de Consistencia	LL	NP
	LP	NP
Peso específico (gr/cm ³)		1.687
Contenido de Humedad (%)		0.4
Corte Directo	Cohesión (kg/cm ²)	0.01
	Ángulo de fricción (°)	32.1°

Fuente: Elaboración propia

Por los valores de granulometría, se identificó el suelo como una arena limosa bien gradada (SW – SW) según el Sistema Unificado de Clasificación de suelos, debido a su bajo contenido de humedad el suelo presentó características similares a un suelo granular y no se pudo trabajar con muestras inalteradas, por lo que se optó por el ensayo de Corte Directo en muestras alteradas con ayuda del método de densidad máxima y densidad mínima siendo 1.405 y 1.938 (gr/cm³) respectivamente. Trabajándose con la media para el ensayo de corte directo.

Geometría del terreno

La zona se caracteriza por ser una valle teniendo dos montañas de gran tamaño rodeando a la comunidad, actualmente las autoridades están llevando a cabo la construcción de un dique que actuara como soporte para el talud del lado derecho, siendo además que al haber más casas de albañilería por ese lado hay más trabajos de ingeniería realizados.

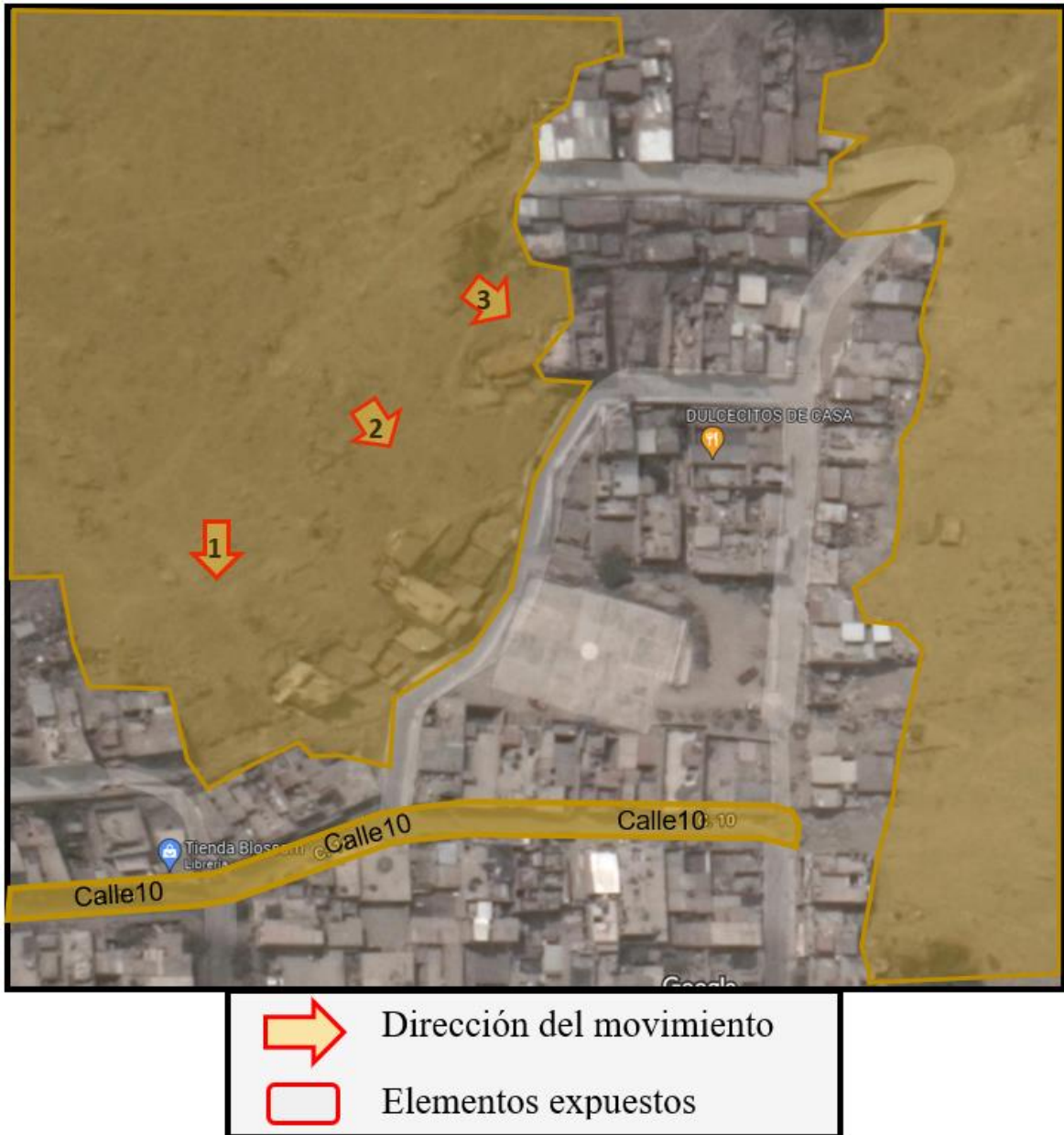


Figura 4. Vista satelital de la Mz. G y G ampliación de la zona de Huascata. (Google Earth, 2022).

Como se puede observar en la figura, el talud izquierdo al estar menos habitado presenta gran cantidad de material suelto que genera deslizamientos que llegan hasta la vereda y desprendimiento de rocas de gran tamaño. Es por eso que se estimaron 3 posibles direcciones de movimientos de tierra en base a los deslizamientos existentes, por lo que se tomó la pendiente en 3 perfiles en dirección del movimiento del talud.

- **Perfil transversal de la dirección de movimiento por deslizamiento 1**

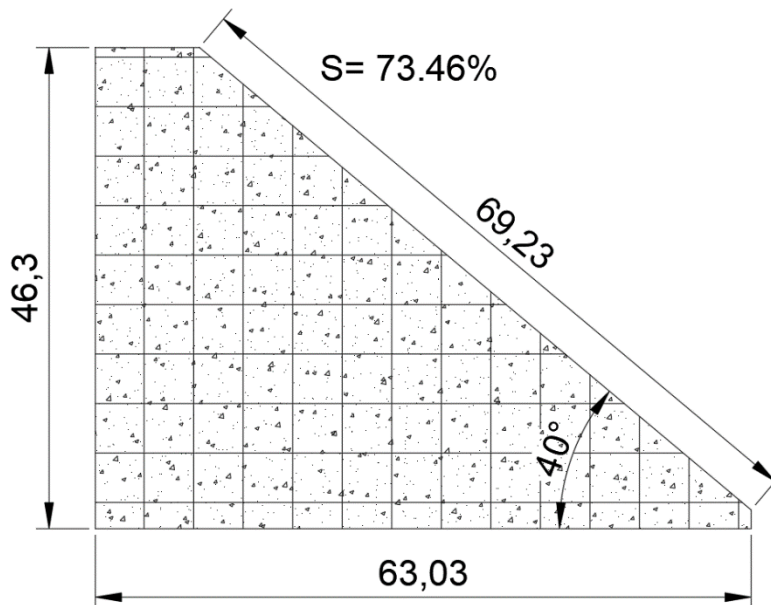


Figura 5. Topografía de la pendiente en la dirección 1 (Elaboración propia).

La figura muestra la primera dirección de movimiento que presenta una inclinación de 40° en promedio de 5 puntos de 41° , 39° , 40° , 41° y 40° . De pendiente del 73.46% constituyendo así una pendiente moderadamente escarpada.

- **Perfil transversal de la dirección de movimiento por deslizamiento 2**

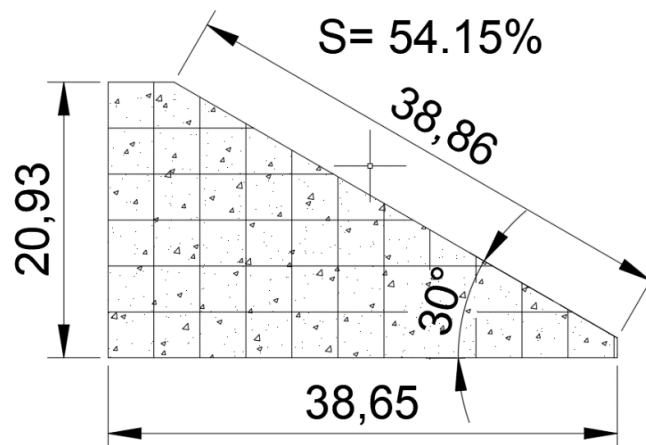


Figura 6. Topografía de la pendiente en la dirección 2 (Elaboración propia).

La figura muestra a la segunda dirección de movimiento presenta una inclinación de 30° en promedio de 5 puntos de 30° , 30° , 29° , 31° y 31° . De pendiente del 54.15% constituyendo así una pendiente fuertemente quebrada o ligeramente escarpada.

- **Perfil transversal de la dirección de movimiento por deslizamiento 3**

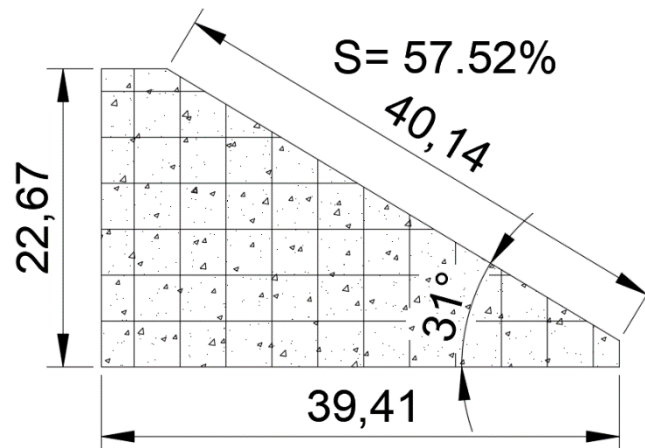


Figura 7. Topografía de la pendiente en la dirección 3 (Elaboración propia).

La tercera dirección de movimiento presenta condiciones similares a la segunda teniendo una inclinación de 31° en promedio de 5 puntos de 29°, 31°, 30°, 31° y 31°. De pendiente del 54.15% constituyendo así una pendiente fuertemente quebrada o ligeramente escarpada.

Con los perfiles ya determinados con sus respectivas pendientes podemos empezar el modelamiento en el programa Geo5:

Factor de seguridad en condición estática

Con la ayuda del programa Geo5, se insertaron los resultados obtenidos por los ensayos de laboratorio y teniendo la geometría de las secciones en cada dirección de movimiento, se pudo generar los modelos correspondientes que serán de utilidad para determinar los factores de seguridad.

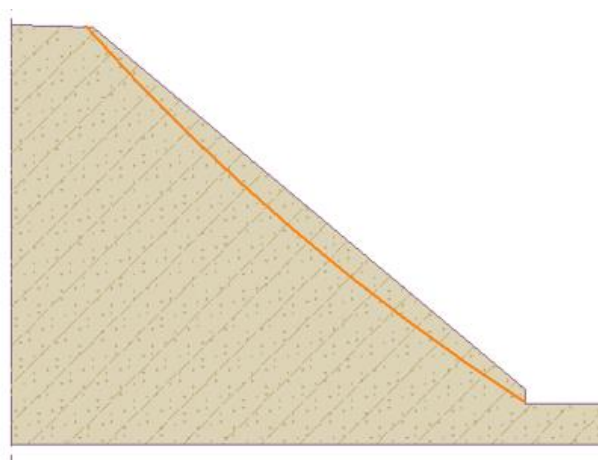


Figura 8. Análisis en condición estática en el movimiento 1 (Elaboración propia).

En la figura 8 se muestra la superficie de falla circular probable en la simulación hecha por el programa Geo5 con el método de Bishop optimizado, del cual se tomó como referencia para los métodos de Spencer y Morgenstern-Price en la dirección de movimiento 1 que presentaba una pendiente en el talud de 73.46% con las características tomadas de los ensayos de mecánica de suelos como el ángulo de fricción (32.1°), peso específico saturado (19.81kN/m^3) y la cohesión (0.981 kPa). Ver Anexo 8: a, b, c y d.

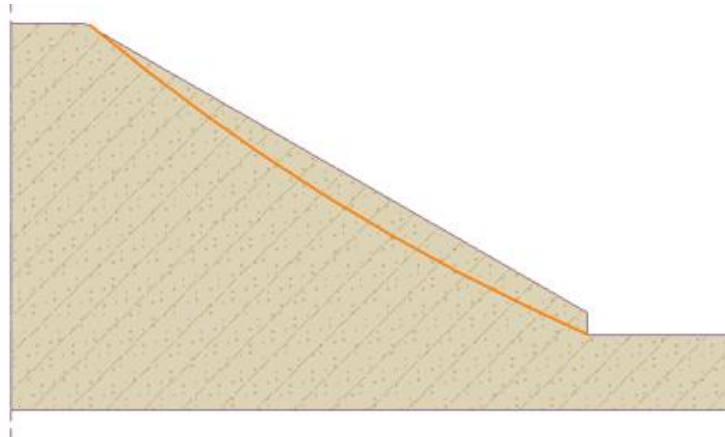


Figura 9. Análisis en condición estática en el movimiento 2 (Elaboración propia).

En la figura 9 se muestra la superficie de falla circular probable en la simulación hecha por el programa Geo5 con el método de Bishop optimizado, del cual se tomó como referencia para los métodos de Spencer y Morgenstern-Price en la dirección de movimiento 2 que presentaba una pendiente en el talud de 54.15% con las características tomadas de los ensayos de mecánica de suelos como el ángulo de fricción (32.1°), peso específico saturado (19.81kN/m^3) y la cohesión (0.981 kPa). Ver Anexo 9: a, b, c y d.

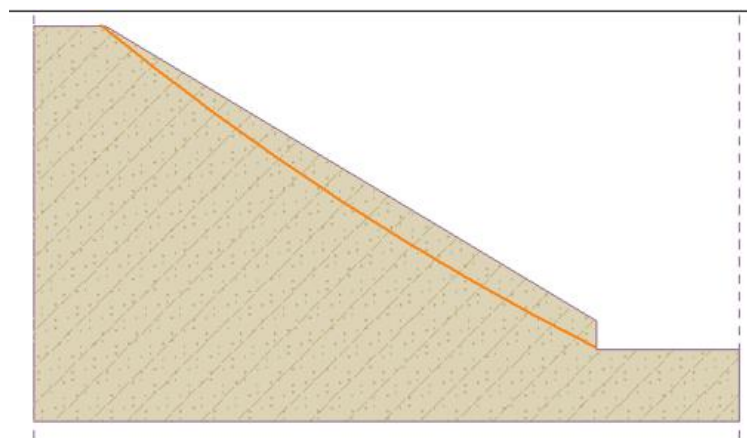


Figura 10. Análisis en condición estática en el movimiento 3 (Elaboración propia).

En la figura 10 se muestra la superficie de falla circular probable en la simulación hecha por el programa Geo5 con el método de Bishop optimizado, del cual se tomó como referencia para los métodos de Spencer y Morgenstern-Price en la dirección de movimiento 3 que presentaba una pendiente en el talud de 57.52% con las características tomadas de los ensayos de mecánica de suelos como el ángulo de fricción, peso específico saturado y la cohesión. Ver Anexo 10: a, b, c y d.

Tabla 2. Factores de seguridad por condiciones estáticas

Tramo	Bishop	Spencer	Morgenstern-Price
Dirección de movimiento 1	0.79	0.79	0.79
Dirección de movimiento 2	1.14	1.14	1.14
Dirección de movimiento 3	1.07	1.07	1.07

Fuente: Elaboración propia

Los factores de seguridad mostraron que los taludes bajo las condiciones estáticas son inestables al estar por debajo que el factor de seguridad de 1.5 que según la norma ce. 0.20 asegura que los taludes por encima del factor 1.5 aseguran una baja probabilidad de deslizamientos. Además, según la teoría de los métodos de equilibrio límite los factores menores a 1 son propensos a deslizarse a lo largo de la superficie de falla siendo en este caso el más grave el perfil referente al movimiento 1.

Factor de seguridad en condición pseudo - estática

La zona de Chaclacayo presenta una aceleración de 0.38g y el uso sugerido de un coeficiente sísmico es del 50%, Por lo tanto, el coeficiente sísmico horizontal que se usará es 0.19 para la zona del Proyecto. Siendo así las tres direcciones de movimiento. Ver Anexo 7.

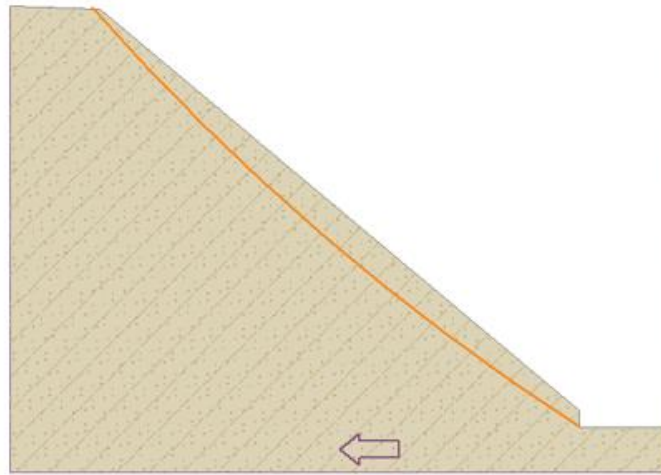


Figura 11. Análisis en condición pseudo estática en el movimiento 1 (Elaboración propia).

En la figura 11 se muestra la superficie de falla circular probable en la simulación hecha por el programa Geo5 con el método de Bishop optimizado incorporando el factor sísmico K horizontal de 0.19g, del cual se tomó como referencia para los métodos de Spencer y Morgenstern-Price en la dirección de movimiento 1 que presentaba una pendiente en el talud de 73.46% con las características tomadas de los ensayos de mecánica de suelos como el ángulo de fricción (32.1°), peso específico saturado (19.81kN/m^3) y la cohesión (0.981 kPa). Ver Anexo 8: e, f y h.



Figura 12. Análisis en condición pseudo estática en el movimiento 2 (Elaboración propia).

En la figura 12 se muestra la superficie de falla circular probable en la simulación hecha por el programa Geo5 con el método de Bishop optimizado incorporando el factor sísmico K horizontal de 0.19g, del cual se tomó como referencia para los métodos de Spencer y Morgenstern-Price en la dirección de movimiento 2 que presentaba una pendiente en el talud de 54.15% con las características tomadas

de los ensayos de mecánica de suelos como el ángulo de fricción (32.1°), peso específico saturado (19.81kN/m^3) y la cohesión (0.981 kPa). Ver Anexo 9: e, f y h.



Figura 13. Análisis en condición pseudo estática en el movimiento 3 (Elaboración propia).

En la figura 13 se muestra la superficie de falla circular probable en la simulación hecha por el programa Geo5 con el método de Bishop optimizado incorporando el factor sísmico K horizontal de $0.19g$, del cual se tomó como referencia para los métodos de Spencer y Morgenstern-Price en la dirección de movimiento 3 que presentaba una pendiente en el talud de 57.52% con las características tomadas de los ensayos de mecánica de suelos como el ángulo de fricción (32.1°), peso específico saturado (19.81kN/m^3) y la cohesión (0.981 kPa). Ver Anexo 10: e, f y h.

Tabla 3. Factores de seguridad por condiciones pseudo estáticas

Tramo	Bishop	Spencer	Morgenstern-Price
Dirección de movimiento 1	0.55	0.55	0.55
Dirección de movimiento 2	0.78	0.78	0.78
Dirección de movimiento 3	0.73	0.74	0.74

Fuente: Elaboración propia

Los factores de seguridad mostraron que los taludes bajo las condiciones pseudo estáticas son inestables al estar por debajo que el factor de seguridad de 1.25 para solicitaciones sísmicas que según la norma ce. 0.20 asegura que los taludes por encima del factor 1.25 representa que el talud es estable y no representa ningún

peligro de deslizamiento. En este caso ninguno de los perfiles del talud cumple con estas condiciones por lo que se considera inestable.

OE 2: Evaluar el nivel de peligro por deslizamiento del talud de la calle 10 de Huascata

Valoración de peligro por deslizamiento

Se dará en función del rango de frecuencia de la zona y el factor de seguridad del talud:

a. Rango de frecuencia

Según el Plan de prevención de riesgos de desastres de la municipalidad de Chaclacayo 2018 – 2021 (p. 89), en los 3 años se han identificado 16 movimientos de masa en zonas de pendientes siendo los principales detonantes las lluvias. Sismos y actividad antrópica. Siendo que el INDECI (Instituto Nacional de Defensa Civil), reconoce al distrito de Chaclacayo como una zona con alta y muy alta susceptibilidad de movimientos de tierra. Siendo foco de constantes deslizamientos producto de las lluvias de temporada y la pendientes pronunciadas.

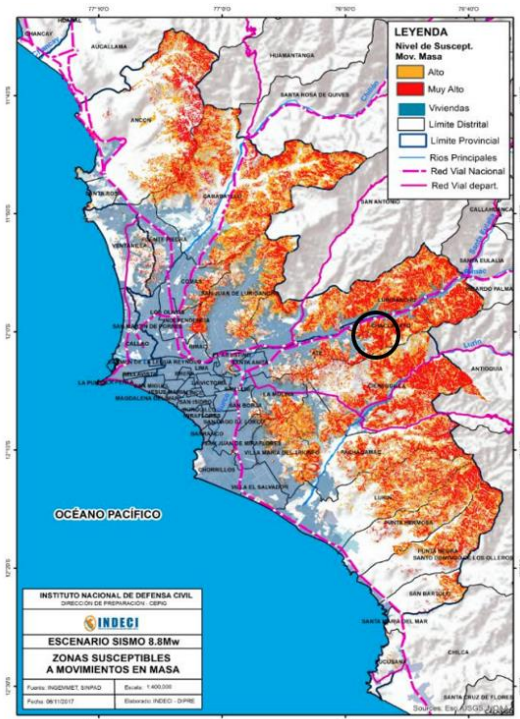


Figura 14. Mapa de susceptibilidad a movimientos de masa en Lima (INDECI, 2018)

Para estimar qué tan frecuente ocurren los movimientos de masa en laderas y, en caso de contar con la información suficiente para realizarse se puede realizar con la subsecuente ecuación:

$$P = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n$$

Dónde:

n: años de referencia

T: Periodo de retorno

P: Probabilidad de ocurrir un deslizamiento de magnitud similar

Teniendo en cuenta que los últimos grandes deslizamientos en Chaclacayo fueron en 2017 y 2019 ocasionado por las lluvias y pendientes altas, se estima 3 años como el periodo de retorno. Es así como, para un periodo de referencia de 5 años.

$$P = 1 - \left(1 - \frac{1}{3}\right)^5 = 0.8683$$

86.83% de probabilidad de deslizamiento en los próximos 5 años

La siguiente tabla reúne las características de probabilidad y periodo de retorno en indicadores que van de bajo a muy alto siendo uno de los factores que ayudan a estimar el peligro por deslizamiento.

Tabla 4. Valoración de la probabilidad de ocurrencia a deslizamientos.

FRECUENCIA	PROBABILIDAD	PERIODO DE RETORNO
Muy alta	100% - 80%	1 – 5 años
Alta	60% - 40%	5 – 15 años
Media	40% - 10%	15 – 50 años
Baja	<10%	50 – 200 años

Fuente: Manual de estimación del riesgo ante movimientos de masa de laderas, 2011.

De los datos proporcionados por el plan de prevención de la municipalidad podemos determinar una probabilidad del 86.83% de ocurrencia de deslizamiento

que indicando la proporción que de ocurrir un deslizamiento en los próximos 5 años es muy alta.

b. Factor de seguridad

El propósito de la siguiente tabla es estimar el nivel de amenaza de acuerdo a los factores de seguridad estáticos y dinámicos que se presentan en los taludes analizados.

Tabla 5. Valoración del FS de taludes en condiciones estáticas y dinámicas.

AMENAZA	FACTOR DE SEGURIDAD ESTÁTICO	FACTOR DE SEGURIDAD PSEUDO ESTÁTICO
Baja	Superiores a 1.5	Superiores a 1.25
Media	Entre 1.35 y 1.5	Entre 1.125 y 1.25
Alta	Entre 1.2 y 1.35	Entre 1y 1.125
Muy Alta	Inferiores a 1.2	Inferiores a 1.0

Fuente: Modificado de Suárez, 2012.

En condiciones estáticas, las direcciones de movimiento demostraron ser inestables al estar por debajo del factor mínimo estipulado por la ce. 020, siendo 0.79, 1.14 y 1.07 en las direcciones de movimiento 1, 2 y 3 respectivamente, representado así, un nivel de amenaza muy alto.

En condiciones pseudo estáticas por acción sísmica, las direcciones de movimiento demostraron ser inestables al estar por debajo del factor mínimo estipulado por la ce. 020, siendo 0.55, 0.78 y 0.74 en las direcciones de movimiento 1, 2 y 3 respectivamente, representado así, un nivel de amenaza muy alto.

Por lo que, según la norma ce. 020 se debería de aplicar un proyecto de estabilización de taludes utilizando las metodologías indicadas en la norma o con el uso de métodos alternativos probados hasta que se asegure que el factor mínimo sea mayor de 1.5 y 1.25, probando su inestabilidad.

OE 3: Determinar el nivel de vulnerabilidad de las viviendas de la zona trabajada

Valoración de vulnerabilidad por deslizamiento

a. Identificación de los elementos expuestos



Figura 15. Elementos expuestos y dirección de movimientos en el talud analizado (Elaboración propia).

Habiendo estimado las 3 posibles direcciones de deslizamiento del talud, se identificó los elementos expuestos al deslizamiento en función de su cercanía con la superficie de falla y el avance lateral estimado siendo un total de 40 viviendas evaluadas por los grados de vulnerabilidad física. Detalle de cada elemento en el anexo 13.

b. Vulnerabilidad física

El grado de vulnerabilidad física se da en función a 4 variables siendo: La localización de viviendas (Lv), Material de construcción usado (Cv), Características y calidad del suelo (Cg) y Cumplimiento de la norma actual (Cn). Se identificó en campo las 40 viviendas con los parámetros especificado en las tablas del anexo 14.

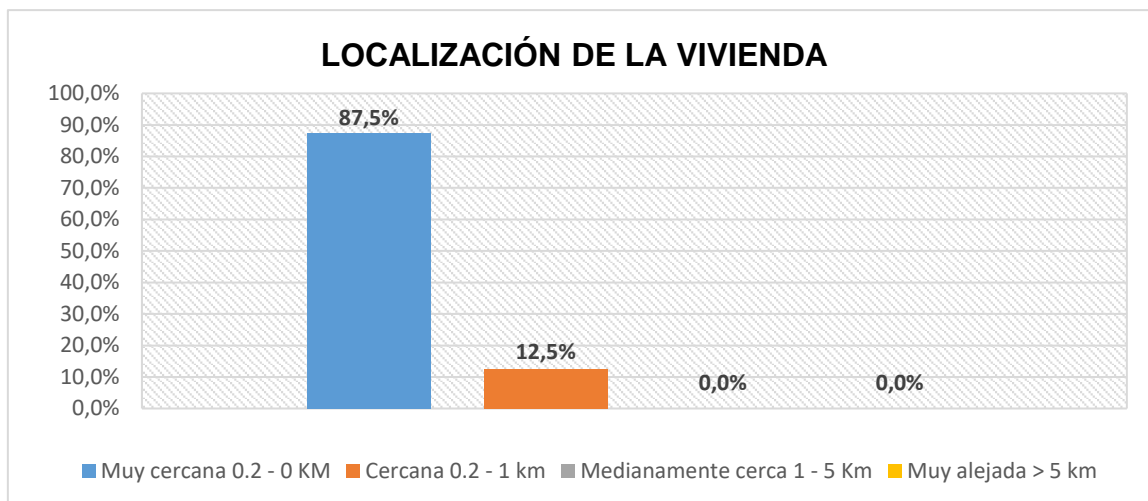


Gráfico 1. Variable Lv. Localización de viviendas (Elaboración propia).

En el gráfico se puede observar que el 87.5% de las viviendas se encuentran a menos de 200 metros de la superficie del talud representando un nivel de vulnerabilidad muy alto y un 12.5% del total de las viviendas están entre 200m-1Km presentando un nivel alto. Significando que una gran mayoría de las viviendas serían directamente afectadas por el avance del talud en caso de deslizamientos de tierra.

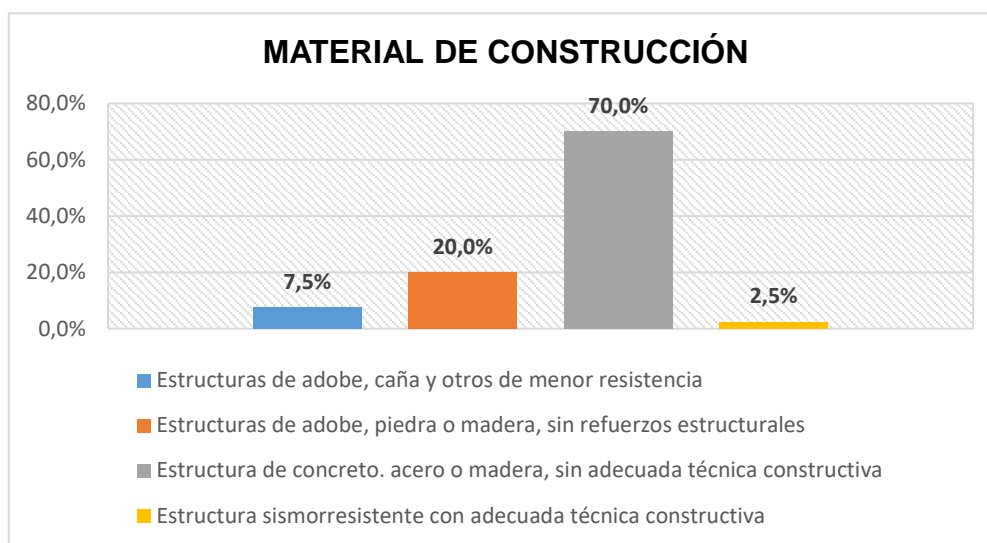


Gráfico 2. Variable Cv. Material de Construcción utilizada en viviendas (Elaboración propia).

En el gráfico se puede observar que un 7.5% de las viviendas han sido construidas con adobe, caña o se encuentran en un estado precario presentando un grado de vulnerabilidad muy alto; un 20% son de madera, piedra o abobe de buen estado pero sin refuerzos estructurales adecuados, presentando un grado de vulnerabilidad alto; un 70% son viviendas de albañilería o concreto construidas

informalmente por lo que no se cumple estrictamente la normativa técnica, presentando un nivel de vulnerabilidad media; y un 2.5% presentó las adecuadas características de un diseño sismorresistente, presentando un nivel de vulnerabilidad bajo.

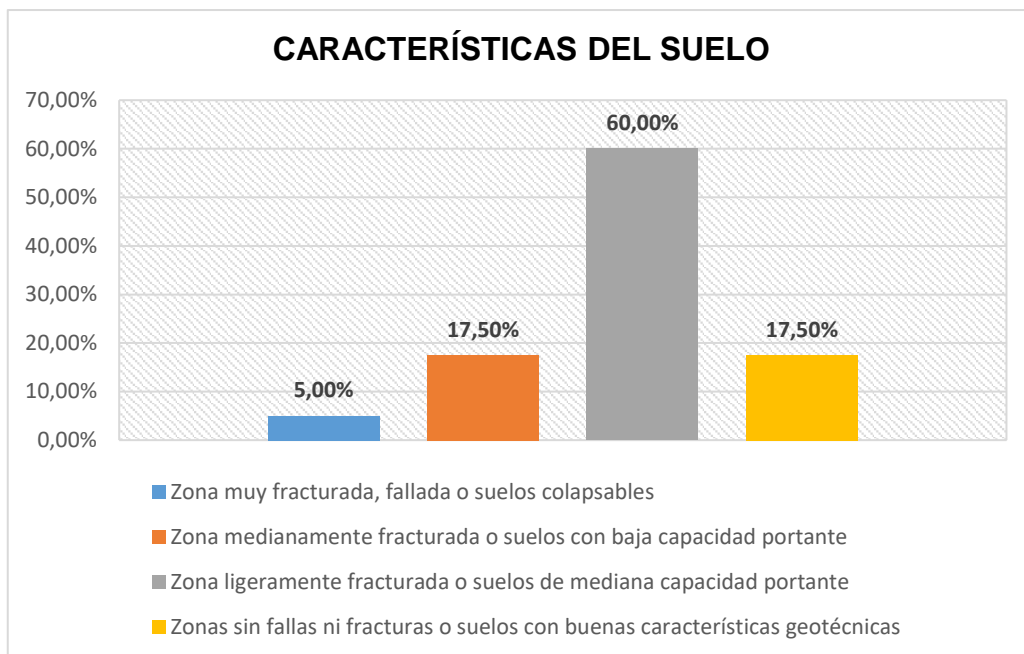


Gráfico 3. Variable Cg. Características geológicas, calidad y tipo de suelo (Elaboración propia).

En este gráfico se observa que un 5% de los elementos presentan un suelo fracturado o colapsable, principalmente por las viviendas construidas sobre bases de rocas sin cohesión en laderas presentando un grado de vulnerabilidad muy alto; un 17.5% de las viviendas se encuentran en suelos con baja capacidad portante, debido a viviendas construidas cerca o al perfil del talud; un 60%, siendo la mayoría de la muestra, tienen suelos mínimos fallos y fracturas construidos principalmente a la altura de la carretera pero sin cimentaciones adecuadas, presentando un nivel de vulnerabilidad medio; y un 17.5% presentó características geotécnicas adecuadas con cimentaciones diseñadas profesionalmente, siendo de vulnerabilidad baja.

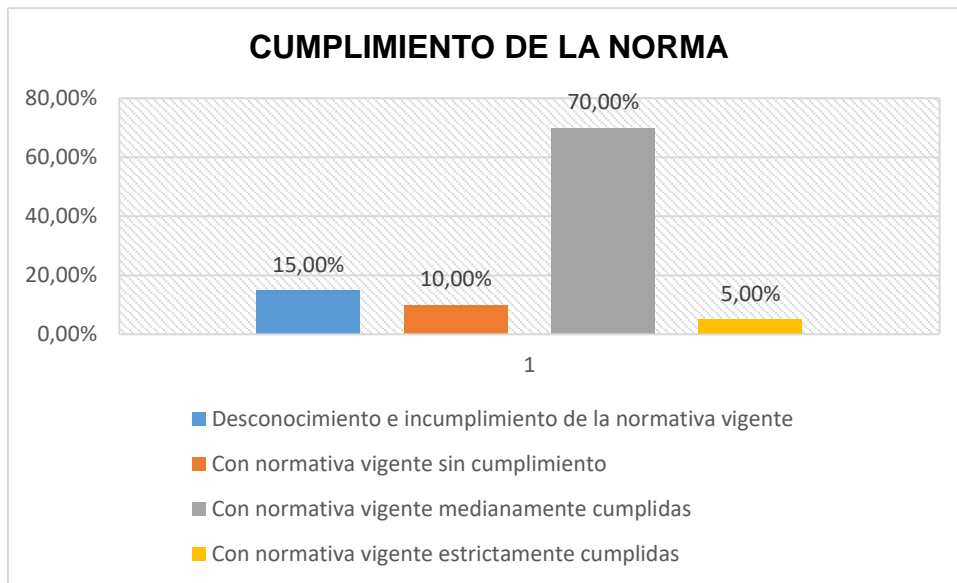


Gráfico 4. Variable Cn. Cumplimiento de la normativa técnica vigente (Elaboración propia).

En el gráfico se puede observar que un 15% de las viviendas fueron construidas con desconocimiento de la norma actual, ya sea por la antigüedad o el estado precario en el que se encuentran, presentando un nivel de vulnerabilidad alto; un 10% de las viviendas fueron construidas con albañilería confinada construida con ladrillos pandereta u otros fallos de diseño demostrando el incumplimiento de la norma, presentando un nivel de vulnerabilidad alto; un 70% de las viviendas fueron construidas con fallos menores debido a la informalidad, presentando un nivel medio; y solo un 5% fue construida con asistencia técnica que siguió estrictamente la normativa vigente.

Para el cálculo de la vulnerabilidad física total, se efectuó un promedio de los cuatro variables trabajadas anteriormente, tal como:

$$VF = \frac{Lv + Cv + Cg + Cn}{4}$$

La tabla que contiene los valores de cada elemento por cada variable fue trabajada con ayuda de Excel, siendo:

Tabla 6. Vulnerabilidad física de los elementos expuestos ante deslizamientos.

Elemento expuesto	Lv	Cv	Cg	Cn	VF
I	1	0,5	0,4	0,25	0,54
II	1	0,25	0,4	0,25	0,48
III	1	0,4	0,4	0,4	0,55
IV	1	0,4	0,4	0,3	0,53
V	1	0,7	0,5	0,6	0,70
VI	1	0,7	0,4	0,6	0,68
VII	1	0,4	0,65	0,45	0,63
VIII	1	0,6	0,45	0,75	0,70
IX	1	0,65	0,65	0,75	0,76
X	1	0,7	0,65	0,75	0,78
XI	1	1	0,65	0,75	0,85
XII	1	0,7	0,8	0,75	0,81
XIII	1	0,25	0,65	0,45	0,59
XIV	1	0,75	0,85	0,7	0,83
XV	1	0,4	0,4	0,25	0,51
XVI	1	0,4	0,4	0,25	0,51
XVII	0,8	0,3	0,25	0,25	0,40
XVIII	0,8	0,3	0,25	0,25	0,40
XIX	0,8	0,3	0,35	0,4	0,46
XX	0,8	0,25	0,25	0,25	0,39
XXI	0,8	0,4	0,35	0,3	0,46
XXII	0,8	0,4	0,2	0,3	0,43
XXIII	0,8	0,4	0,2	0,3	0,43
XXIV	0,8	0,4	0,35	0,4	0,49
XXV	0,8	0,45	0,3	0,4	0,49
XXVI	0,8	0,45	0,65	0,45	0,59
XXVII	0,7	0,25	0,15	0,25	0,34
XXVIII	0,7	0,25	0,2	0,25	0,35
XXIX	0,7	0,25	0,25	0,2	0,35
XXX	0,7	0,25	0,2	0,25	0,35
XXXI	0,9	0,1	0,1	0,1	0,30
XXXII	0,9	0,7	0,4	0,65	0,66
XXXIII	0,9	0,45	0,3	0,45	0,53
XXXIV	0,85	0,25	0,3	0,25	0,41
XXXV	0,7	0,25	0,3	0,25	0,38
XXXVI	0,75	0,35	0,3	0,25	0,41
XXXVII	0,75	0,35	0,3	0,25	0,41
XXXVIII	0,8	0,35	0,2	0,25	0,40
XXXIX	0,85	0,35	0,3	0,35	0,46
XL	0,9	0,8	0,4	0,8	0,73

Fuente: Elaboración propia

La tabla en la pág. 35 muestra la valoración que le fue dada a cada vivienda por las variables indicadas, promediándose para obtener el factor de vulnerabilidad física por unidad de vivienda, resultando en un valor de 0.526 como vulnerabilidad física total.

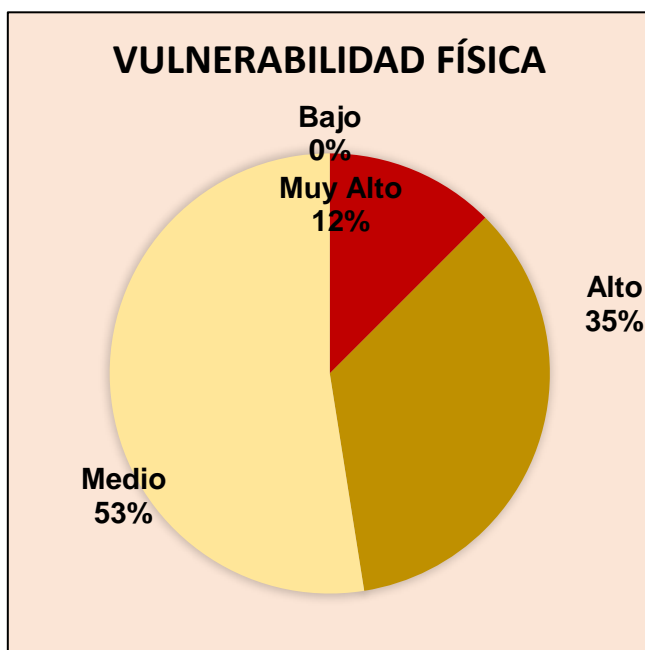


Gráfico 5. Vulnerabilidad física de los elementos expuestos por deslizamiento (Elaboración propia).

Según indica este gráfico se indica que de los 40 elementos analizados por el manual de estimación de riesgos por movimientos de masa en laderas que nos brinda el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), un 12% de las viviendas presentan un nivel de vulnerabilidad física muy alto, el 35% presenta un nivel vulnerabilidad alto, un 53% presenta un nivel medio y un 0% un nivel de vulnerabilidad bajo.

OG: Analizar la estabilidad del talud para evaluar el riesgo por deslizamiento en la comunidad de Huascata – Chaclacayo

Evaluación de riesgos en la zona de estudio

En la matriz de evaluación de riesgo, el resultado se basó en función del grado de peligro y vulnerabilidad que se calcularon para cada dirección de movimiento con anterioridad siendo necesario desglosar la estimación de riesgos de manera específica:

Tabla 7. Estimación de riesgo específico

Dirección de Movimiento	Elementos expuestos	Peligro (P)	Vulnerabilidad (V)	P x V	Riesgo específico (Rs)
1	I	1	0,54	0,538	0,48
	II	1	0,48	0,475	
	III	1	0,55	0,550	
	IV	1	0,53	0,525	
	V	1	0,70	0,700	
	XVII	1	0,40	0,400	
	XVIII	1	0,40	0,400	
	XIX	1	0,46	0,463	
	XX	1	0,39	0,388	
	XXI	1	0,46	0,463	
	XXII	1	0,43	0,425	
	XXIII	1	0,43	0,425	
	XXIV	1	0,49	0,488	
	XV	1	0,49	0,488	
2	V	1	0,70	0,700	0,65
	VI	1	0,68	0,675	
	VII	1	0,63	0,625	
	VIII	1	0,70	0,700	
	IX	1	0,76	0,763	
	X	1	0,78	0,775	
	XI	1	0,85	0,850	
	XII	1	0,81	0,813	
	XXVI	1	0,59	0,588	
	XXVII	1	0,34	0,338	
	XXVIII	1	0,35	0,350	
3	XIII	1	0,59	0,588	0,53
	XIV	1	0,83	0,825	
	XV	1	0,51	0,513	
	XXXII	1	0,66	0,663	
	XXXIII	1	0,53	0,525	
	XXXIV	1	0,41	0,413	
	XXXV	1	0,38	0,375	
	XXXVI	1	0,41	0,413	
	XXXVII	1	0,41	0,413	
	XXXVIII	1	0,40	0,400	
	XXXIX	1	0,46	0,463	
XL	1	0,73	0,725		

Fuente: Elaboración propia.

El perfil referente a la dirección de movimiento 1 presentó un factor de riesgo específico de 0.48 afectando a los elementos I, II, III, IV, V, XVII, XVIII, XIX, XX, XXI, XXII, XXIII, XIV, XV. Presentando un nivel de riesgo específico medio.

El perfil referente a la dirección de movimiento 2 presentó un factor de riesgo específico de 0.65 afectando a los elementos V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII, XXVI, XXVII, XXVIII. Presentando un nivel de riesgo específico alto.

El perfil referente a la dirección de movimiento 3 presentó un factor de riesgo específico de 0.53 afectando a los elementos XIII, XIV, XV, XXXII, XXXIII, XXXIV, XXXV, XXXVI, XXXVII, XXXVIII, XXXIX. Presentando un riesgo específico alto.

Al determinar la media de los riesgos específicos se puede determinar el nivel riesgo total por deslizamiento. Siendo un total de 0.55.

Tabla 8. Valoración del nivel de riesgo por movimientos de masa en laderas

NIVEL DE RIESGO	RANGOS
Muy Alto	$0,75 \leq R \leq 1$
Alto	$0,50 \leq R < 0,75$
Medio	$0,25 \leq R < 0,50$
Bajo	$0 < R < 0,25$

Fuente: Manual de Estimación del Riesgo ante movimientos de masa de laderas, INDECI, 2011.

Al estimar los riesgos específicos por las direcciones de los deslizamientos en el talud y sacar una media utilizando la metodología descrita en el manual de estimación de riesgos por movimiento de masa en laderas, se puede estimar el nivel de riesgo total de la comunidad de Huascata ante deslizamientos de taludes, es así que se pudo determinar que la zona cuenta con una **nivel de riesgo alto**.

V. DISCUSIÓN

OG: Analizar la estabilidad del talud para evaluar el riesgo por deslizamiento en la comunidad de Huascata – Chaclacayo

Se evaluó el riesgo por deslizamiento de Huascata utilizando los procesos del análisis de estabilidad de taludes a través de los métodos de equilibrio límite en tres direcciones de deslizamiento siendo así un nivel de riesgo alto en función al nivel de peligro de la zona y vulnerabilidad de los elementos expuestos, es así que Oliva y Gallardo (2018) en su investigación para determinar el nivel de riesgo por deslizamiento realizada en Tijuana, México se estimaron 3 direcciones de movimiento probables afectando a distintos elementos expuestos por la superficie de falla teniendo valores en los riesgos específicos iguales o menores a 0.3, esto debido a las características geotécnicas del suelo presentando capas de suelo de entre 50 a 35 kPa de cohesión, siendo bastante mayor a los 0.981kPa que se halló en el suelo de Huascata. Además de que el alto riesgo de deslizamiento de las laderas se debe principalmente a la elevada pendiente de los taludes y la sobreexposición de elementos vulnerables cerca de la falla presentando vulnerabilidades que van desde 0.3 a 1, y con una alta probabilidad de deslizamiento por falla circular siendo un gran problema para los pobladores de la localidad debido a la alta sismicidad que está presentando el distrito de Chaclacayo en el último año.

<i>Huascata, Perú (2022)</i>	<i>Tijuana, México (2018)</i>
Cohesión: 0.981 kPa	Cohesión: 50 a 35 kPa
Amenaza: 86.83% en 5 años FS: 0.79, 1.14 y 1.07 Nivel: Muy Alto	Amenaza: 33% en 1 año FS: 2.16, 1.93 y 2.28 Nivel: Medio Bajo
Vulnerabilidad: Alta (0.2 - 1)	Vulnerabilidad: Alta (0.3 – 1)
Riesgo: Alto	Riesgo: Medio Bajo

El proceso de análisis de riesgos que se utiliza en la investigación toma utiliza factores de valuación y métodos tensodeformacionales en el análisis de estabilidad, así como procesos cuantitativos y cualitativos que le dan mayor solidez al análisis hecho. Por otro lado, la metodología usada en la presente investigación, aunque

con resultados no tan rigurosos, presenta mayor eficiencia en su aplicación siendo posible aplicarse a un número mayor de muestras en menor tiempo.

OE 1: Determinar el factor de seguridad utilizando los métodos de equilibrio límite

Los factores de seguridad de los taludes en las tres direcciones de movimiento estimadas mostraron la inestabilidad de los mismos presentando valores de 0.79, 1.14 y 1.07 en condiciones estáticas y 0.55, 0.78 y 0.73 en condiciones pseudo estáticas, calculados mediante los métodos de equilibrio límite de Bishop, Spencer y Morgenstern-Price. Teniendo pendientes de 73%, 54% y 53% por cada dirección de movimiento, constituyendo el talud ubicado al lado izquierdo de la Mz. G de Huascata, presentando un tipo de suelo arena limosa bien gradada SW-SM con un bajo contenido de humedad (4%), siendo un suelo quebradizo y con gran cantidad de material suelto. De igual manera Medina (2020), presenta en sus perfiles de progresivas 0.99, 1.53 y 0.97 como factores de seguridad estáticos teniendo en 2 de sus 3 casos taludes inestables en un suelo de arena limosa de característica similares. Y en condiciones pseudo estáticas considerando la acción sísmica son igualmente inestables.

<i>Huascata, Lima (2022)</i>	<i>Aymaraes, Apurímac (2018)</i>
Suelo: Arena Limosa bien gradada	Suelo: Arena Limosa
Contenido de humedad: 4%	Contenido de humedad: 17.63%
Cohesión: 0.01 kg/cm ²	Cohesión: 0.0534 kg/cm ²
Ángulo de fricción: 32.1°	Ángulo de fricción: 31.18°
FS: 0.79, 1.14 y 1.07	FS: 0.99, 1.53 y 0.97

Esto referido a lo que indica la CE.020 Estabilización de suelos y taludes (2012), que indica que para que un talud se pueda considerar como estable tiene que ser mayor a 1.50 y en casos pseudo estáticas por acción de sismos mayor a 1.25, además que según la teoría de los métodos de equilibrio límite se tiene como estable a un talud mayor a 1.00. La metodología usada por Medina, aunque comprende los mismos métodos de equilibrio límite planteados, utiliza instrumentos topográficos para determinar la sección transversal en diferentes progresivas considerando también escenarios de lluvia por lo que los factores de seguridad

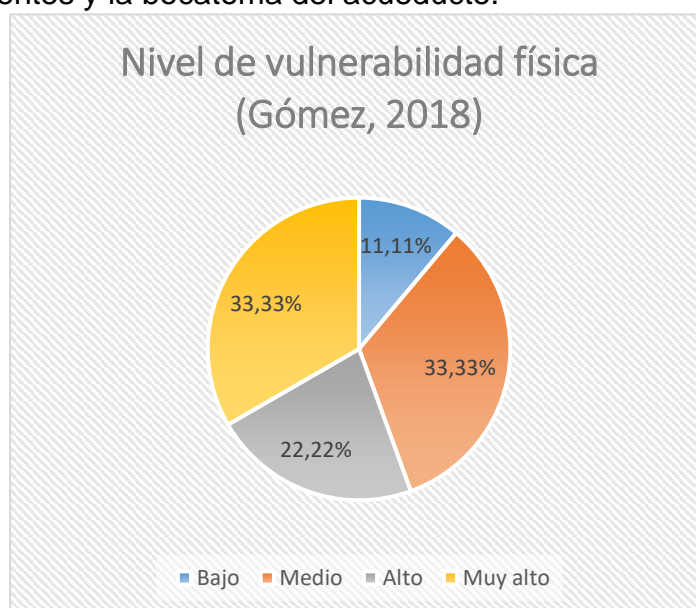
estarán más apegados a la realidad, aunque no reflejan el impacto real de los mismos.

OE 2: Evaluar el nivel de peligro por deslizamiento del talud de la calle 10 de Huascata

El nivel de peligro que presenta el talud ubicado en la Mz. G de la comunidad de Huascata es 1.00 en los valores de estimación de peligro constituyendo un nivel peligro muy alto en función a la probabilidad de ocurrencia de deslizamientos y el factor de seguridad. El distrito de Chaclacayo presenta una alta susceptibilidad a desastres por movimientos de masa de suelo según el INDECI presentando un 86.83% de probabilidad de ocurrencia de deslizamiento en los próximos 5 años, esto va de la mano con la inestabilidad presente en los taludes demostrado por los factores de seguridad que se encontraron en las 3 direcciones de movimiento, es un gran problema para la seguridad de la comunidad, siendo de gran prioridad una estabilización como lo indica la norma ce. 020. Fernández, Villalobos y King (2018), en su investigación de suelos residuales de granito descompuesto utilizando métodos probabilísticos indica que a mayor pendiente de talud, mayor es la inestabilidad existente en el mismo y por consecuente, el factor de seguridad será menor, que llevará a niveles de peligro más altos, aunado a la gran tasa de sismos y deslizamientos que presenta el distrito siendo confiable la aplicación de métodos que ayuden a determinar la superficie y profundidad de falla para mejores resultados teniendo factores entre 1.3 y 1.5, cumpliendo con la normativa chilena de estabilidad de taludes. Así mismo Avilés [et. al.] (2017), mediante su investigación en la identificación de amenaza por deslizamientos en distintas regiones de Ecuador determinó que un 17.16% de las zonas estudiadas presentaban una nivel de amenaza alto con pendientes de entre 40% – 70%, este estudio presenta un análisis más detallado del nivel de amenaza en taludes, teniendo en cuenta factores condicionantes y detonantes, así como el material predominante en el talud, volumen en milímetros de las precipitaciones y factores sísmicos por zona por lo que reflejará de mejor manera el nivel de peligro presente en las distintas zonas de Ecuador.

OE 3: Determinar el nivel de vulnerabilidad de las viviendas de la zona trabajada

El nivel de vulnerabilidad que presenta las viviendas de la comunidad de Huascata es 0.526 constituyendo un nivel alto en función a la vulnerabilidad física de los elementos expuestos a un deslizamiento por dirección de talud. Siendo los parámetros de: localización, Material utilizado, Condición del suelo y Cumplimiento de la norma asignando valores y que en promedio reflejan la vulnerabilidad física de las viviendas posiblemente afectadas en un deslizamiento de suelo. Siendo que un 87.5% de las viviendas están por lo menos a 200m de la superficie de falla de las direcciones de taludes analizados. Y el 10% tiene las normas vigentes sin cumplimiento hechas informalmente sin asistencia técnica. Los suelos a nivel de la carretera se encuentran de manera segura sin fallas ni fracturas, mientras que en las laderas y siendo un 5% construidas sobre pilas de rocas sin refuerzo ni adherencia o con fallas o fisuras. Siendo que un 53% de las viviendas presentan las condiciones óptimas de una vivienda de vulnerabilidad baja y media. De igual manera Gómez (2018), en su investigación realizada en el río Canipaco en Junín presentó un mapa de las zonas vulnerables generada por la inestabilidad que los taludes, es así que calculó la vulnerabilidad física en función a las características estructurales, vehiculares, eléctricas, sanitarias, en cultivos, en la corriente del río Canipaco, en puentes y la bocatoma del acueducto.



Teniendo valores que oscilan entre 0.91 a 0.74 que en promedio representan una vulnerabilidad muy alta pero debido a los bajos niveles de amenaza, los factores de

riesgo se encuentran por debajo de 0.66 que permite una adecuada prevención de riesgos por desastres. Siendo un estudio más amplio que no sólo incorpora el análisis de un sólo talud sino de toda una zona, teniendo en cuenta diferentes parámetros que evalúan la vulnerabilidad presente en las viviendas, granjas, puentes, caminos y acueductos aledaños al río Canipaco, reflejando así un estudio que comprende de mejor manera la vulnerabilidad física presente frente a deslizamientos ocasionados por el paso del río, mas no es aplicable a una zona como la trabajada en la investigación, que presenta un terreno con baja humedad y conformado principalmente por viviendas en laderas como lo es la zona de Huascata.

VI. CONCLUSIONES

1. El nivel de riesgo de la comunidad de Huascata en función al peligro de la zona y la vulnerabilidad de los elementos expuestos presenta un nivel Alto en las tres diferentes direcciones de movimiento que se estimaron para la investigación. Siendo de gran prioridad un proyecto de estabilización que asegure la zona para prevenir futuros incidentes por deslizamiento de suelo tal y como indica la norma ce.020.

2. Los factores de seguridad de las direcciones de movimientos fueron 0.79, 1.14 y 1.07 en condiciones estáticas y en condiciones pseudo estáticas bajo un coeficiente sísmico horizontal de 0.19g, resultaron de 0.55, 0.78 y 0.73 por los métodos de equilibrio límite Bishop, Spencer y Morgenstern-Price presentando inestabilidad en ambas consideraciones.

3. El nivel de peligro/amenaza es Muy Alto, debido a la alta susceptibilidad a deslizamientos que presenta la zona teniendo que en un periodo de 5 años hay una probabilidad del 86.83% de ocurrir un deslizamiento mayor, además de la inestabilidad del talud teniendo factores de seguridad cercanos a 1.00, siendo el factor de seguridad mínimo indicado por la CE.020 de 1.50 y 1.25 en condiciones estáticas y pseudo estáticas, respectivamente.

4. El nivel de vulnerabilidad de las viviendas fue alto presentando que un 53% de las viviendas tienen una vulnerabilidad media y un 47% un nivel alto y muy alto, esto debido principalmente a la diferencia de vulnerabilidad que presentan las viviendas ubicadas en las laderas con respecto a las que están a la altura de la carretera y a la cercanía de la superficie de falla, es así que se llegó a un nivel alto significando que de ocurrir un deslizamiento en la zona las viviendas afectadas podrían resultar dañadas presentando un peligro para los transeúntes y pobladores cerca de la zona mas no dentro de sus viviendas.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda aplicar un estudio de estabilización de taludes en la zona para levantar la inestabilidad de los mismos con el uso de la normativa CE. 020 de Suelos y Taludes y la ayuda técnica necesaria provisionada por las autoridades correspondientes, para implementar una solución que asegure llegar al 1.50 y 1.25 en los factores de seguridad, además de prever protección contra la erosión para la superficie del talud para evitar futuros incidentes nuevamente.

2. Para futuras investigaciones, se recomienda elaborar planos topográficos con el fin de mejorar la precisión y tener en cuenta factores como el comportamiento de las rocas de gran tamaño que se han desprendido llegando a nivel de la carretera, que han sido una preocupación mayor para los habitantes de Huascata.

3. Para la estimación del nivel de peligro por deslizamientos se recomienda tener un registro los sismos y cómo estos afectaron a la ocurrencia de deslizamientos de la zona para así detallar zonas críticas de mayor ocurrencia utilizando un periodo de retorno de 475 años para las solicitaciones sísmicas como indica la norma.

4. Se recomienda a la población no seguir construyendo en la superficie de la ladera sin ayuda técnica especializada en cimentaciones, ya que, al construir sobre pilas de rocas, las viviendas son propensas a desmoronarse en un movimiento de masa haciéndolas vulnerables a efectos sísmicos.

REFERENCIAS

- ALIAGA, Diego. Análisis de estabilidad estática de un talud crítico en el distrito de Magdalena por el método de elementos discretos (DEM). Tesis (Ingeniero civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2020.
Disponible en <http://hdl.handle.net/20.500.12404/17708>
- AVILÉS, Lucía [et al]. Identificación de amenaza por deslizamientos de tierra mediante información geo-espacial en el cantón Ibarra-Ecuador. *CienciaAmérica* [en línea]. Septiembre 2017, vol. 6, no. 2. [Fecha de consulta: 25 de octubre de 2021].
Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6163765>
ISSN: 1390-9592.
- BAENA, Santiago, PAZ, José y FERNÁNDEZ, David, 2019. Reducción del riesgo y amenaza de deslizamientos en vías principales de Colombia. *Encuentro Internacional De Educación En Ingeniería ACOFI 2019*. [en línea]. [Fecha de consulta: 26 de abril de 2022].
Disponible en: <https://acofipapers.org/index.php/eiei/article/view/173>
- BAGHERZADEH, A. y KABIRI, M. Evaluation of Limit Equilibrium and Finite Element Methods in Slope Stability Analysis - Case Study of Zaremroud Landslide, Iran. *Computational Engineering and Physical Modeling* [en línea]. Julio 2019, vol. 2, no. 3, p 1-15. [Fecha de consulta: 26 de abril de 2022].
Disponible en: <https://doi.org/10.22115/cepm.2019.206590.1072>
- BENSOUULA, M., MISSOUM, H., BENDANI, K. Liquefaction potential sand-silt mixtures under static loading. *Revista de la construcción* [en línea]. Agosto, 2018, vol. 17 no. 2, p 196-208. [Fecha de consulta: 26 de abril de 2022].
Disponible en: <https://doi.org/10.7764/RDLC.17.2.196>
- BORJA, Manuel, 2017. Metodología de Investigación Científica para ingeniería Civil. *Academia.edu* [en línea]. [Fecha de consulta: 26 de abril de 2022].
Disponible en:
https://www.academia.edu/33692697/Metodología_de_Investigación_Científica_para_ingeniería_Civil
- CHANG, Luis y ALVARADO, José, 1991. Deslizamientos y aluviones en el Perú. *CISMID* [en línea]. [Fecha de consulta: 25 de octubre de 2021].

Disponible en: <http://www.cismid.uni.edu.pe/deslizamiento-y-aluviones-en-el-peru/>

- CHARLES, Kliche. Rock Slope Stability [en línea]. 2.^a ed. Englewood, Colorado: Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc., 2018. [fecha de consulta: 25 de octubre de 2021].

Disponible en: [https://web.s.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=2&sid=2935fcf3-4cb0-49e9-9fa6-](https://web.s.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=2&sid=2935fcf3-4cb0-49e9-9fa6-5b462819aab0%40redis&bdata=JmxhbmMc9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=1866213&db=e000xww)

[5b462819aab0%40redis&bdata=JmxhbmMc9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=1866213&db=e000xww](https://web.s.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=2&sid=2935fcf3-4cb0-49e9-9fa6-5b462819aab0%40redis&bdata=JmxhbmMc9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=1866213&db=e000xww)

ISBN: 9780873353694

- CRUDEN, David y FELL, Robin. Landslide Risk Assessment. Rotterdam: Balkema, 1997. 384 pp.

ISBN: 9789054109143

- CUETO, Carlos, ESTEVÉZ, Elmidio y ORDAZ, Alexis. Zonificación de la susceptibilidad a los deslizamientos en la Cordillera de Guaniguanico, Cuba. Un aporte al ordenamiento del territorio. *Anales de Geografía de la Universidad* [en línea]. Febrero 2019, vol. 39, no. 1, pp. 11-38. [fecha de consulta: 25 de octubre de 2021].

Disponible en <https://doi.org/10.5209/aguc.64675>

ISSN: 0211-9803

- FERNÁNDEZ, W.; VILLALOBOS, S. y KING, R. Probabilistic Analysis of Slope Stability in Completely Decomposed Granite Residual Soils. *Revista ingeniería de construcción* [en línea]. Abril 2018, vol.33, no. 1, pp. 5-14. [fecha de consulta: 25 de octubre de 2021].

Disponible en: <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732018000100005>

ISSN: 0718-5073

- FEEZAN, Ahmad [et al]. Prediction of slope stability using Tree Augmented Naive-Bayes classifier: modeling and performance evaluation. *Mathematical Biosciences and Engineering* [en línea]. Marzo 2022, vol. 19, no. 5. [Fecha de consulta: 26 de abril de 2022].

Disponible en: <https://doi.org/10.3934/mbe.2022209>

ISSN:4526-4546

- FLORES, Isaida, GARCÍA, Jenny y GONZALÉS, Yoermes. Estabilidad de taludes durante un desembalse rápido en presas de tierra con suelos parcialmente saturados. *Ingeniería y desarrollo* [en línea]. Octubre 2019, vol. 38, no. 1, pp. 13-31.
Disponible en: <https://doi.org/10.14482/inde.38.1.624.15>
- GARCÍA, Jhonathan. La estabilidad de taludes y la transitabilidad en la carretera longitudinal de la sierra, provincia de Chota - Cajamarca 2017. Tesis (Ingeniero civil). Lima: Universidad César Vallejo, 2017. 126 pp.
Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/1443>
- GÓMEZ, Gustavo. Análisis de riesgos por inestabilidad de taludes en la subcuenca río Canipaco, tramo Distrito de Colca Provincia de Huancayo Departamento de Junín. Tesis (Magíster en Gestión ambiental). Lima: Universidad Nacional Federico Villareal, 2018. 173 pp.
Disponible en: <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/2573>
- GUILLARD, Clémence y ZÉZERE, José. Combining Social Vulnerability and Physical Vulnerability to Analyze Landslide Risk at the Municipal Scale. *Geosciences* [en línea]. Agosto 2018, vol. 8, no. 8, p. 294.
Disponible en: <https://doi.org/10.3390/geosciences8080294>
- HERNÁNDEZ, Jazmín [et al]. Evaluación de la estabilidad de taludes en cárcavas, Huasca de Ocampo, Hidalgo, México. *Terra Latinoamericana* [en línea]. Abril 2019, vol. 37, no. 3, pp. 303-313. [Fecha de consulta: 25 de octubre de 2021].
Disponible en: <https://doi.org/10.28940/terra.v37i3.468>
- HERNÁNDEZ, George Y TORRES, Carlos. Análisis de confiabilidad de la propuesta de ingeniería de solución definitiva para la estabilización del talud de la Vía Evitamiento sector Zarumilla. Tesis (Ingeniero civil). Lima: Universidad Ricardo Palma, 2020. 253 pp.
Disponible en: <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/3562>
- HERNÁNDEZ, Sandra y DUANA, Danae. Técnicas e instrumentos de recolección de datos. *Boletín Científico De Las Ciencias Económico Administrativas Del ICEA* [en línea]. Diciembre 2020, vol. 9, no. 17, pp. 51-53. [Fecha de consulta: 25 de octubre de 2021].
Disponible en: <https://doi.org/10.29057/icea.v9i17.6019>

- MÉTODOS de recolección de datos para una investigación. [en línea]. Guatemala: Universidad Rafael Landívar por Mariela Torres y Karim Paz. [Fecha de consulta: 25 de octubre de 2021].
Disponible en: http://fgsalazar.net/LANDIVAR/ING-PRIMERO/boletin03/URL_03_BAS01.pdf
- GESTIÓN de Riesgos de Desastres con ArcGIS. MasterGIS. 2021. Disponible en: <https://mastergis.com/cursos-especializados/riesgos-arcgis>
- MEDINA, Leonor. Estabilización de taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite, carretera Taquebamba - San Mateo, Aymaraes, Apurímac 2020. Tesis (Ingeniero civil). Lima: Universidad César Vallejo, 2020. 92 pp.
Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/57421>
- MENDOZA, Joel. Análisis de estabilidad de taludes de suelos de gran altura en la mina Antapaccay. Tesis (Ingeniero civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. 78 pp.
Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/7614>
- GUÍA de los CAMINOS NATURALES de España [en línea]. España: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. [Fecha de consulta: 25 de octubre de 2021].
Disponible en: https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/caminos-naturales/guiaccnn_intro_feb19_tcm30-502006.pdf
- MORGENSERN, Norbert. Toward landslide risk assessment in practice. En: CRUDEN, David y FELL, Robin. Landslide Risk Assessment, 2017. pp. 15-23. ISBN: 9780203749524
- OLIVA, Aldo y GALLARDO, Romel. Evaluación del riesgo por deslizamiento de una ladera en la ciudad de Tijuana, México. *Tecnura* [en línea]. Enero – marzo 2018, vol. 22, no. 55, pp. 34-50. [Fecha de consulta: 26 de abril de 2022].
Disponible en: <https://doi.org/10.14483/22487638.12063>
ISSN: 2248-7638
- OLIVA, Alex [et al]. Landslide risk assessment in slopes and hillsides. Methodology and application in a real case. *DYNA* [en línea]. Enero – marzo 2019, vol. 86, no. 208, pp. 143-152. [Fecha de consulta: 26 de abril de 2022].
Disponible en: <https://doi.org/10.15446/dyna.v86n208.72341>

ISSN: 0012-7353

- OTZEN, Tamara y MANTEROLA, Carlos. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology* [en línea]. Marzo 2017, vol. 35, no.1, pp. 227-232.

Disponible en: <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>

ISSN: 0717-9502

- PAITÁN, Victor y VENTURA, Edman. Análisis y predicción de riesgo por desprendimiento de rocas en el distrito de Ascensión – Huancavelica. Tesis (Ingeniero civil). Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica, 2019, 153pp.

Disponible en: <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/2977>

- 017-CE020. (2012). COMPONENTES ESTRUCTURALES. Estabilización de suelos y taludes. Perú: RNE
- REYES, Yeffer. Análisis de estabilidad de taludes aplicando diferentes técnicas de revegetalización. Tesis (Magíster en Geotecnia). Tunja: Universidad pedagógica y tecnológica de Colombia, 2019. 143 pp.

Disponible

en:

https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/3454/1/Analisis_de_estabilidad_de_taludes.pdf

- SANCA, Miler. Tipos de investigación científica. *Revista de actualización clínica* [en línea]. 2011, vol. 9, pp. 621-624.

Disponible en: <https://es.scribd.com/document/398282201/Tipos-de-investigacion-cientifica-pdf>

- SÁNCHEZ, Arturo. Evaluación del peligro, vulnerabilidad y riesgo por inestabilidad de taludes en la colonia Gabriel Mancera, Gustavo A. Madero, Ciudad de México. Tesis (Magíster en Geociencias y Administración de Recursos Naturales). Ciudad de México: Instituto Politécnico Nacional, 2017. 105 pp.

Disponible en: <http://tesis.ipn.mx/handle/123456789/24130>

- SHIYIN, Liu [et. al.]. Slope stability analysis using elastic finite element stress fields. *Engineering Geology* [en línea]. Agosto 2020, vol. 273 [Fecha de consulta: 26 de abril de 2022].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2020.105673>

- SUÁREZ, Jaime, 2012. Deslizamientos: Análisis Geotécnico. *Erosión.com.co*. [en línea]. [Fecha de consulta: 25 de diciembre de 2021].
Disponible en: <https://www.erosion.com.co/deslizamientos-tomo-i-analisis-geotecnico/>
- TAFUR, Carlos. Estudio para la estabilización del talud del tramo km-318+000 hasta km-318+300 de la carretera Cajamarca – Chachapoyas. *Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería* [en línea]. Diciembre 2017, vol. 2, no. 3, pp. 55-62.
Disponible en: <http://repositorio.untrm.edu.pe/handle/UNTRM/1263>
ISSN: 2414-8822
- TAHIR, Younes [et al]. Benchmark study of rock slope stability through generalized Hoek-Brown criterion: a case study of an open pit in Sudan. *International Journal of Mining and Geo-Engineering* [en línea]. Diciembre 2022, vol. 56, no. 1, pp. 11-18.
Disponible en: <http://dx.doi.org/10.22059/IJMGE.2021.305854.594855>
- TARDEO, César y ZANABRIA, Ever. Análisis dinámico de estabilidad de taludes por elementos finitos en la zona de Huayllapampa del distrito de Cuenca-Huancavelica. Tesis (Ingeniero civil). Lircay: Universidad nacional de Huancavelica, 2016. 164pp.
Disponible en: <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1935>
- URDINAVIA, Hilker. Relación entre el tipo de suelo (SUCS y AASHTO) y el asentamiento de suelos para determinar asentamientos diferenciales en cimientos de concreto armado. Tesis (Ingeniero civil). Cerro de Pasco: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, 2019. 104 pp.
- URTEAGA, César. Estabilización de talud con sistema Erdox en taludes de carreteras. Tesis (Ingeniero civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2017. 66 pp.
Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/8294>
- VALIENTE, Ricardo, SOBRECASES, Salvador y DÍAZ, Aníbal. Estabilidad de Taludes: Conceptos Básicos, Parámetros de Diseño y Métodos de Cálculo. *Revista CIVILIZATE*. 2016, vol. 7, pp. 50-54.
Disponible en: <http://hdl.handle.net/10251/76781>

ANEXOS

ANEXO 1: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Título: Modelamiento de taludes para reducir el riesgo por deslizamiento en la comunidad de Huascata – Chaclacayo 2022					
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	NIVEL DE MEDICIÓN
VI: Análisis de estabilidad de taludes	Se puede definir al análisis de estabilidad de taludes como el proceso en el que se busca determinar las propiedades del talud debido a efectos como una pronunciada inclinación, material del suelo del talud o una saturación excesiva del suelo mediante el factor de seguridad. (Tafur, 2019)	La presente investigación se centrará en el análisis de la estabilidad de los taludes a través de la evaluación del riesgo por los métodos de equilibrio límite, teniendo en cuenta las consideraciones mínimas estipuladas por la norma CE.020 de estabilización de suelos y taludes.	Propiedades del suelo del talud	I1: Cohesión (kPa) I2: Ángulo de fricción (°) I3: Peso específico (kN/m ³)	De razón
			Métodos de equilibrio límite	I1: Bishop I2: Spencer I3: Morgenstern - Price	Nominal
			Factor de seguridad	I1: Estático I2: Pseudo estático	De intervalo
VD: Riesgo por deslizamiento	Es la interrelación entre la amenaza/peligro y la vulnerabilidad física siendo en conjunto la probabilidad de un posible deslizamiento de masa de terreno inestable, pudiendo ser medida a través de métodos determinísticos y probabilísticos (Oliva y Gallardo, 2018)	Se relacionará el análisis de estabilidad de taludes para evaluar el riesgo de deslizamiento obedeciendo a los parámetros y fórmulas pertenecientes a la norma CE.020 de estabilización de suelos y taludes.	Peligro por deslizamiento	I1: Rango de frecuencia (1/año) I2: factor de seguridad	De razón
			Vulnerabilidad	I1: Identificación de los elementos expuestos I2: Vulnerabilidad física	De razón

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 2: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: Análisis de estabilidad de taludes para evaluar el riesgo por deslizamiento en la comunidad de Huascata – Chaclacayo 2022.					
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables e Indicadores		Diseño Metodológico
¿De qué manera el análisis de estabilidad de taludes puede evaluar el riesgo por deslizamiento en la comunidad de Huascata– Chaclacayo?	Analizar la estabilidad del talud para evaluar el riesgo por deslizamiento en la comunidad de Huascata – Chaclacayo	Las investigaciones descriptivas al enfocarse en la recopilación de datos no requieren de formulación de hipótesis	Variable independiente		<p>Tipo Aplicado</p> <p>Enfoque Cuantitativo</p> <p>Nivel de investigación Descriptivo</p> <p>Diseño No experimental</p> <p>Población: Los taludes observados como inestables y con problemas de deslizamiento en la comunidad de Huascata</p> <p>Muestra: Ladera ubicado en la calle 10 de la comunidad de Huascata</p>
			Análisis de estabilidad de taludes		
Problemas específicos	Objetivos específicos		Dimensiones	Indicadores	
PE1: ¿Cómo se puede obtener el factor de seguridad del talud utilizando los métodos de equilibrio límite?	OE1: Determinar el factor de seguridad utilizando los métodos de equilibrio límite		Propiedades del suelo del talud	I1: Cohesión (kPa) I2: Ángulo de fricción (°) I3: Peso específico (kN/m3)	
			Métodos de equilibrio límite	I1: Bishop I2: Spencer I3: Morgenstern - Price	
PE2: ¿Cuál es el nivel de peligro por deslizamiento del talud de la calle 10 de Huascata?	OE2: Evaluar el nivel de peligro por deslizamiento del talud de la calle 10 de Huascata		Factor de seguridad	I1: Estático I2: Pseudo estático	
			Variable dependiente		
			Riesgo por deslizamiento		
PE3: ¿Cómo se puede determinar el nivel de vulnerabilidad de las viviendas de la zona estudiada?	OE3: Determinar el nivel de vulnerabilidad de las viviendas de la zona trabajada		Dimensiones	Indicadores	
			Peligro por deslizamiento	I1: Rango de frecuencia (%) I2: factor de seguridad	
			Vulnerabilidad	I1: Identificación de elementos expuestos I2: Vulnerabilidad física	

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 3: VALIDEZ DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS						
PROYECTO:	Estabilización de taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite, carretera Taquebamba - San Mateo, Aymaraes, Apurímac 2020					
AUTOR:	Br. Leonor Eugenia Medina Núñez					EXPERTO
						A
INFORMACIÓN GENERAL:						
UBICACIÓN:						
I.-	DISTRITO:	Tintay	ALTITUD:	2769 m.s.n.m.		1
	PROVINCIA:	Aymaraes	LATITUD:	13° 57' 34"		
	REGIÓN:	Apurímac	LONGITUD:	73° 11' 2"		
BISHOP SIMPLIFICADO						
II.-	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Cohesión	kg/cm ²	Ángulo de fricción	°	Peso específico	gr/cm ³
SPENCER						
III.-	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Cohesión	kg/cm ²	Ángulo de fricción	°	Peso específico	gr/cm ³
MORGENSTERN - PRICE						
IV.-	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Cohesión	kg/cm ²	Ángulo de fricción	°	Peso específico	gr/cm ³
GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN						
V.-	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Altura	m	Pendiente	%	Ángulo del talud	°
TIPO DE FALLA						
VI.-	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Falla rotacional	Adimensional	Falla traslacional	Adimensional	Falla compuesta	Adimensional
FACTOR DE SEGURIDAD						
VII.-	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Estático	Adimensional	Pseudo estático	Adimensional		
APELLIDOS Y NOMBRES	Silva Noriega Fanny					7
PROFESION:	Ingeniero Civil					7
REGISTRO CIP N.º	205042					1
EMAIL	fannsn@gmail.com					
TELEFONO	983712120					

Rangos y magnitud de validez

Rango	Magnitud
0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Valida
0.66 a 0.71	Muy valida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1.0	Validez perfecta

Herrera (1998)



Fanny Silva Noriega
Fanny Silva Noriega
 INGENIERA CIVIL
 CIP. 205042

FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS						
PROYECTO:	Estabilización de taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite, carretera Taquebamba - San Mateo, Aymparaes, Apurímac 2020					
AUTOR:	Br. Leonor Eugenia Medina Núñez					EXPERTO
						B
I.-	INFORMACIÓN GENERAL:					
	UBICACIÓN:					
	DISTRITO:	Tintay	ALTITUD:	2769 m.s.n.m.		
	PROVINCIA:	Aymaraes	LATITUD:	13° 57' 34"		
	REGIÓN:	Apurímac	LONGITUD:	73° 11' 2"		
II.-	BISHOP SIMPLIFICADO					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Cohesión	kg/cm ²	Ángulo de fricción	°	Peso específico	gr/cm ³
III.-	SPENCER					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Cohesión	kg/cm ²	Ángulo de fricción	°	Peso específico	gr/cm ³
IV.-	MORGENSTERN - PRICE					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Cohesión	kg/cm ²	Ángulo de fricción	°	Peso específico	gr/cm ³
V.-	GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Altura	m	Pendiente	%	Ángulo del talud	°
VI.-	TIPO DE FALLA					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Falla rotacional	Adimensional	Falla traslacional	Adimensional	Falla compuesta	Adimensional
VII.-	FACTOR DE SEGURIDAD					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Estático	Adimensional	Pseudo estático	Adimensional		
APELLIDOS Y NOMBRES	Saavedra Ore Danilo					7
PROFESION:	Ingeniero Civil					7
REGISTRO CIP N.º	208622					1
EMAIL	dso.ms.19@gmail.com					
TELEFONO	988989852					

Rangos y magnitud de validez

Rango	Magnitud
0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Valida
0.66 a 0.71	Muy valida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1.0	Validez perfecta

Herrera (1998)


Daniilo Saavedra Ore
 ING. CIVIL
 CIP. 208622

FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS							
PROYECTO:	Estabilización de taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite, carretera Taquebamba - San Mateo, Aymaraes, Apurímac 2020						
AUTOR:	Br. Leonor Eugenia Medina Núñez					EXPERTO	
						C	
INFORMACIÓN GENERAL:							
UBICACIÓN:							
I.-	DISTRITO:	Tintay	ALTITUD:	2769 m.s.n.m.			0
	PROVINCIA:	Aymaraes	LATITUD:	13° 57' 34"			
	REGIÓN:	Apurímac	LONGITUD:	73° 11' 2"			
BISHOP SIMPLIFICADO							
II.-	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	1
	Cohesión	kg/cm ²	Ángulo de fricción	°	Peso específico	gr/cm ³	
SPENCER							
III.-	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	1
	Cohesión	kg/cm ²	Ángulo de fricción	°	Peso específico	gr/cm ³	
MORGENSTERN - PRICE							
IV.-	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	1
	Cohesión	kg/cm ²	Ángulo de fricción	°	Peso específico	gr/cm ³	
GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN							
V.-	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	1
	Altura	m	Pendiente	%	Ángulo del talud	°	
TIPO DE FALLA							
VI.-	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	1
	Falla rotacional	Adimensional	Falla traslacional	Adimensional	Falla compuesta	Adimensional	
FACTOR DE SEGURIDAD							
VII.-	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	1
	Estático	Adimensional	Pseudo estático	Adimensional			
APELLIDOS Y NOMBRES	HUAMANI GAMARRA KENNY					6	
PROFESION:	ING. CIVIL					7	
REGISTRO CIP N.°	130033					0.86	
EMAIL	hkconstructora@hotmail.com						
TELEFONO	993668383						

Rangos y magnitud de validez

Rango	Magnitud
0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Valida
0.66 a 0.71	Muy valida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1.0	Validez perfecta

Herrera (1998)



 Ing. Kenny Huamani Gamarra
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 130033

FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS						
PROYECTO:	Estabilización de taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite, carretera Taquebamba - San Mateo, Aymaraes, Apurímac 2020					
AUTOR:	Br. Leonor Eugenia Medina Núñez					
I.-	INFORMACIÓN GENERAL:					
	UBICACIÓN:					
	DISTRITO:	Tintay	ALTITUD:	2769 m.s.n.m.		
	PROVINCIA:	Aymaraes	LATITUD:	13° 57' 34"		
	REGIÓN:	Apurímac	LONGITUD:	73° 11' 2"		
II.-	BISHOP SIMPLIFICADO					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Cohesión	kg/cm ²	Ángulo de fricción	*	Peso específico	gr/cm ³
III.-	SPENCER					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Cohesión	kg/cm ²	Ángulo de fricción	*	Peso específico	gr/cm ³
IV.-	MORGENSTERN - PRICE					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Cohesión	kg/cm ²	Ángulo de fricción	*	Peso específico	gr/cm ³
V.-	GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Altura	m	Pendiente	%	Ángulo del talud	*
VI.-	TIPO DE FALLA					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Falla rotacional	Adimensional	Falla traslacional	Adimensional	Falla compuesta	Adimensional
VII.-	FACTOR DE SEGURIDAD					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Estático	Adimensional	Pseudo estático	Adimensional		
APELLIDOS Y NOMBRES	Silva Noriega, Fanny		Saavedra Ore, Danilo		Huamani Gamarra, Kenny	
PROFESION:	Ingeniero Civil		Ingeniero Civil		Ingeniero Civil	
REGISTRO CIP N.º	205042		208622		130033	
PUNTAJE INDIVIDUAL	1.00		1.00		0.86	
PUNTAJE GENERAL	0.95					

Rangos y magnitud de validez

Rango	Magnitud
0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Valida
0.66 a 0.71	Muy valida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1.0	Validez perfecta

Herrera (1998)

ANEXO 4: AUTORIZACIÓN FIRMADA PARA LA REALIZACIÓN DEL ESTUDIO DE LAS AUTORIDADES DE LA COMUNIDAD DE HUASCATA

Anexo 4-a: Autorización firmada por el Dirigente de la comunidad de Huascata



Carta de solicitud para la realización de la tesis "Análisis de estabilidad de taludes para evaluar el riesgo por deslizamiento" en la zona de Huascata

Domingo, 1 de mayo de 2022

Estimado Sr. Dirigente del A. H. Huascata, hoy me dirijo a Ud. con el fin de solicitar el permiso por investigación académica:

Yo, Ceasani Condori Anthony Alex, estudiante de la Universidad César Vallejo con número de DNI 73021528 y con código de estudiante 7001127513 referente a la investigación de título "Análisis de estabilidad de taludes para evaluar el riesgo por deslizamiento en la comunidad de Huascata – Chaelacayo 2022", solicito el permiso para realizar los ensayos de mecánica de suelos a través de la excavación de una calicata a 2.00m metros en la ladera ubicada en la mz. G de Huascata con el objetivo de analizar la estabilidad de los taludes que rodean la zona, evaluar el peligro que representa para la población y evaluar la vulnerabilidad de las viviendas circundantes.

La utilización de los datos será de utilidad puramente académica y no tratará de perjudicar a la población encuestada y estudiada. Las laderas estudiadas serán debidamente limpiadas y dejadas tal cual estaban al comienzo de la investigación.

Todos los datos que fueron vertidos a través del estudio tendrán mi consentimiento para ser usados únicamente a partir de la fecha de la emisión de la presente carta y con una vigencia de 4 meses (cuatro meses).

Reciba un cordial saludo.

Atte. Anthony, Ceasani.

Est. Ceasani Condori, Anthony Alex
DNI N°73021528 - Teléf. 984764542

Sr. Vicente Barillo, Sr.

Se autoriza el estudio con
civís después de terminado el
informe de los resultados.
08/05/2022

Anexo 4-b: Autorización firmada por la delegada de la manzana G de la comunidad de Huascata



Carta de solicitud para la realización de la tesis "Análisis de estabilidad de taludes para evaluar el riesgo por deslizamiento" en la zona de Huascata

Domingo, 1 de mayo de 2022

Estimado Sr. Dirigente del A. H. Huascata, hoy me dirijo a Ud. con el fin de solicitar el permiso por investigación académica:

Yo, Ceasani Condori Anthony Alex, estudiante de la Universidad César Vallejo con número de DNI 73021528 y con código de estudiante 7001127513 referente a la investigación de título "Análisis de estabilidad de taludes para evaluar el riesgo por deslizamiento en la comunidad de Huascata - Chaclecayo 2022", solicito el permiso para realizar los ensayos de mecánica de suelos a través de la excavación de una calicata a 2.00m metros en la ladera ubicada en la mz. G de Huascata con el objetivo de analizar la estabilidad de los taludes que rodean la zona, evaluar el peligro que representa para la población y evaluar la vulnerabilidad de las viviendas circundantes.

La utilización de los datos será de utilidad puramente académica y no tratará de perjudicar a la población encuestada y estudiada. Las laderas estudiadas serán debidamente limpiadas y dejadas tal cual estaban al comienzo de la investigación.

Todos los datos que fueron vertidos a través del estudio tendrán mi consentimiento para ser usados únicamente a partir de la fecha de la emisión de la presente carta y con una vigencia de 4 meses (cuatro meses).

Reciba un cordial saludo.


Atte. Anthony, Ceasani.

Est. Ceasani Condori, Anthony Alex
DNI N°73021528 - Teléf. 984764542

Sr. Carrion, Sr. Muleron, Sr. Carrion

ANEXO 5: CERTIFICADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATIO DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS DE LA UNI

Anexo 5-a: Certificado de calibración de los instrumentos de laboratorio



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 626 - 2021

Página : 1 de 8

Expediente : 183-2021
Fecha de Emisión : 2021-11-25

1. Solicitante : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Dirección : AV. TUPAC AMARU NRO. 210 - RIMAC - LIMA

2. Descripción del Equipo : ANILLO DE CARGA DE EQUIPO CORTE DIRECTO 2

Marca de Prensa : ELE INTERNATIONAL
Modelo de Prensa : 26-2112/01
Serie de Prensa : 1627-8-1391
Código de Identificación : CD-2

Marca de Anillo : NO INDICA
Modelo de Anillo : NO INDICA
Serie de Anillo : NO INDICA
Capacidad del Anillo : 4,5 kN
Código de Identificación : AC-3

Marca del Dial : ELE INTERNATIONAL
Modelo del Dial : NO INDICA
Serie del Dial : I1485
Procedencia : NO INDICA
Código de Identificación : DF-19

3. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
25 - NOVIEMBRE - 2021

4. Método de Calibración
La calibración se realizó por el método de comparación del dial del anillo y la lectura de celda patrón.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	MAVIN	CCP - 0994 - 001 - 2021	SISTEMA INTERNACIONAL
INDICADOR	MCC		

6. Condiciones Ambientales


	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,6	21,6
Humedad %	65	65

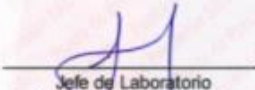
7. Observaciones
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.


El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

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




 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631



Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106
 www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Anexo 5-b: Ensayo de contenido de humedad

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA Nº 027137
	Facultad de Ingeniería Civil
	Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos
INFORME Nº S22 - 207-2	
SOLICITANTE	: ANTHONY ALEX CCASANI CONDORI
PROYECTO	: ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES PARA EVALUAR EL RIESGO DE DESLIZAMIENTO EN HUASCATA- CHACLACAYO 2022
UBICACIÓN	: ASENTAMIENTO HUMANO HUASCATA-CHACLACAYO
FECHA	: 13 DE MAYO 2022

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata	:	CA-1
Prof. (m.)	:	2.00

ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD - REFERENCIA ASTM D2216-19
Procedimiento Interno: AT-PR.1

Contenido de Humedad (%)	:	0.3
Método "B"		

Note:
Los resultados de los ensayos corresponden a la muestra proporcionada por el cliente.
Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron indicados por el cliente.

Ejecución	:	Téc. J. Huambo Ch.
Aprobación	:	Ing. H. Espinoza C.



ING. HECTOR ESPINOZA COENTE
JEFE IN LABORATORIO Nº 02 MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS UN-PI

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Apartado 1301 - Perú Teléfono: (511) 381-3842, Central Telefónica: 481-1070 Anexo 4019 www.lms.uni.edu.pe, e-mail: lms_fic@uni.edu.pe, lms.servicios@uni.edu.pe	 <p>Carerra de Ingeniería Civil Acreditada por ABET Engineering Technology Accreditation Commission</p>
---	---

Anexo 5-c: Ensayo de densidad máxima y mínima

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA N° 027133
Facultad de Ingeniería Civil	
Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos	
INFORME N° S22 - 207-3	
SOLICITANTE :	ANTHONY ALEX CCASANI CONDORI
PROYECTO :	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES PARA EVALUAR EL RIESGO DE DESLIZAMIENTO EN HUASCATA- CHACLACAYO 2022
UBICACIÓN :	ASENTAMIENTO HUMANO HUASCATA-CHAACLACAYO
FECHA :	13 DE MAYO 2022

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata	:	CA-1
Prof. (m.)	:	2.00

MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 4

DENSIDAD MAXIMA NLT-205	
Densidad máxima (g/cm ³)	: 1.938
DENSIDAD MINIMA NLT-204	
Densidad mínima (g/cm ³)	: 1.405

Nota
Los resultados de los ensayos corresponden a la muestra proporcionada por el cliente.
Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron indicados por el cliente.

Ejecución	:	Téc. J. Huamán Ch.
Aprobación	:	Ing. H. Espinoza C.



ING. HECTOR ESPINOZA CCENTE
JEFE DEL LABORATORIO N° 02 MECÁNICA DE SUELOS Y MOVIMIENTOS UNI-FIC

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Apartado 1301 - Perú Teléfono: (511) 381-3842, Central Telefónica: 481-1070 Anexo 4019 www.lms.uni.edu.pe, e-mail: lms_fic@uni.edu.pe, lms.servicios@uni.edu.pe	<p>Centro de Ingeniería Civil Acreditada por</p>  <p>Engineering Technology Accreditation Commission</p>
---	---

Anexo 5-d: Ensayo de clasificación de suelos



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA N° 027136
Facultad de Ingeniería Civil
Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME N° S22 - 207-1

SOLICITANTE : ANTHONY ALEX CCASANI CONDORI
PROYECTO : ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES PARA EVALUAR EL RIESGO DE DESLIZAMIENTO EN HUASCATA- CHACLACAYO 2022
UBICACIÓN : ASENTAMIENTO HUMANO HUASCATA-CHAACLACAYO
FECHA : 13 DE MAYO 2022

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : CA-1
 Prof. (m.) : 2.00

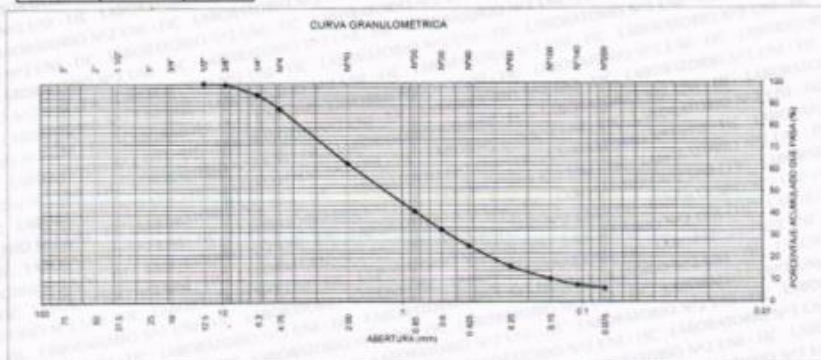
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - REFERENCIA ASTM D6913 / D6913M
 Procedimiento interno AT-PR.4 - Método "B"

Tamiz	Abertura (mm)	Parcial Retenido (%)	(% Acumulado)	
			Retenido	Pass
3"	75.000	-	-	-
2"	50.000	-	-	-
1 1/2"	37.500	-	-	-
1"	25.000	-	-	-
3/4"	19.000	-	-	-
1/2"	12.500	-	-	100.0
3/8"	9.500	0.4	0.4	99.6
1/4"	6.300	4.8	5.3	94.7
N°4	4.750	6.5	11.7	88.3
N°10	2.000	25.0	36.7	63.3
N°20	0.850	21.5	58.6	41.4
N°30	0.600	8.5	67.2	32.8
N°40	0.425	7.3	74.5	25.5
N°60	0.250	9.5	84.0	16.0
N°100	0.150	5.6	89.6	10.4
N°140	0.106	2.7	92.3	7.7
N°200	0.075	1.6	94.0	6.0
FONDO		6.0		

% Grava	11.7
% Arena	82.2
% Finos	6.0

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
Procedimiento Interno AT-PR.5	
Limite Líquido	NP
Limite Plástico	NP
Índice Plástico	NP

Clasificación SUCS ASTM D2487 : SW-SM



Nota:
 Los resultados de los ensayos corresponden a la muestra proporcionada por el cliente.
 Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron indicados por el cliente.

Ejecución : Téc. J. Huambo Ch.
 Aprobación : Ing. H. Espinoza C.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 Jefe del Laboratorio N°2 Mecánica de Suelos
ING. HECTOR ESPINOZA CCENTE
 JEFE DEL LABORATORIO N°2 MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS UNI-FC

Camara de Ingeniería Civil Acreditada por
ABET Engineering Technology Accreditation Commission

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Apartado 1301 - Perú
 Teléfono: (511) 381-3842, Central Telefónica: 481-1070 Anexo 4019
 www.lms.uni.edu.pe, e-mail: lms_fc@uni.edu.pe, lms.servicios@uni.edu.pe

Anexo 5-e: Ensayo de corte directo

 **UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA** N° 027135
Facultad de Ingeniería Civil
Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME N° S22 - 207-1

SOLICITANTE : ANTHONY ALEX CCASANI CONDORI
PROYECTO : ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES PARA EVALUAR EL RIESGO DE DESLIZAMIENTO EN HUASCATA- CHACLACAYO 2022
UBICACIÓN : ASENTAMIENTO HUMANO HUASCATA-CHACLACAYO
FECHA : 13 DE MAYO 2022

ENSAYO DE CORTE DIRECTO - REFERENCIA ASTM D3080
Procedimiento interno AT-PR.9

Estado : Remoldeado (material < Tamiz N° 4)
Calicata : CA-1
Prof. (m.) : 2.00

Especimen N°	I	II	III
Diametro del anillo (cm)	6.36	6.36	6.36
Altura inicial de la muestra (cm)	2.64	2.64	2.64
Densidad húmeda inicial (g/cm ³)	1.687	1.687	1.687
Densidad seca inicial (g/cm ³)	1.680	1.680	1.680
Cont. de humedad inicial (%)	0.4	0.4	0.4
Altura de la muestra antes de aplicar el esfuerzo de corte (cm)	2.60	2.59	2.57
Altura final de la muestra (cm)	2.59	2.56	2.53
Densidad húmeda final (g/cm ³)	2.020	2.026	2.037
Densidad seca final (g/cm ³)	1.714	1.731	1.751
Cont. de humedad final (%)	17.8	17.0	16.4
Esfuerzo normal (kg/cm ²)	0.5	1.0	1.5
Esfuerzo de corte máximo (kg/cm ²)	0.313	0.642	0.940

Angulo de fricción interna : 32.1 °
Cohesión (kg/cm²) : 0.01

Nota
Los especímenes se remoldearon con la densidad seca promedio de las densidades máxima - mínima y la humedad natural de la muestra.
Los resultados de los ensayos corresponden a la muestra que fueron proporcionadas por el cliente.
Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron indicados por el cliente.

Ejecución : Téc. J. Huambo Ch.
Aprobación : Ing. H. Espinoza C.

 **ING. HECTOR ESPINOZA CCENTE**
JEFE DEL LABORATORIO N°2 DE MECÁNICA DE SUELOS Y FUNDACIONES UNI-FIC

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Apartado 1301 - Perú
Teléfono: (511) 381-3842, Central Telefónica: 481-1070 Anexo 4019
www.lms.uni.edu.pe, e-mail: lms_fic@uni.edu.pe, lms.servicios@uni.edu.pe

Camara de Ingeniería Civil Acreditada por
 **ABET** Engineering Technology Accreditation Commission



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Nº 027134

Facultad de Ingeniería Civil
Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME N° S22 - 207-1

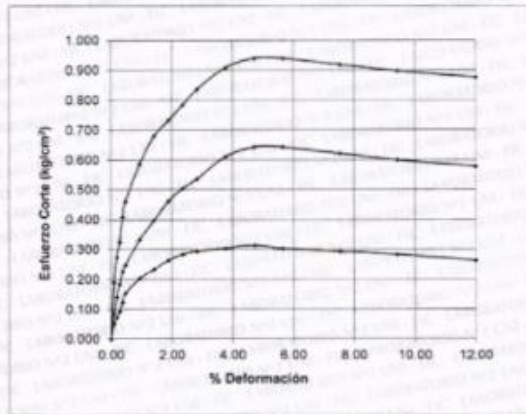
SOLICITANTE : ANTHONY ALEX CCASANI CONDORI
PROYECTO : ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES PARA EVALUAR
EL RIESGO DE DESLIZAMIENTO EN HUASCATA- CHACLACAYO 2022
UBICACIÓN : ASENTAMIENTO HUMANO HUASCATA-CHAACLACAYO
FECHA : 13 DE MAYO 2022

ENSAYO DE CORTE DIRECTO - REFERENCIA ASTM D3080

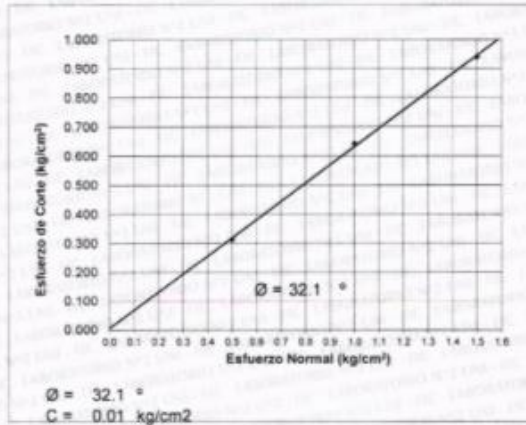
Procedimiento interno AT-PR.9

Estado : Remoideado (material < Tamiz N° 4)
Calicata : CA-1
Prof. (m.) : 2.00

% DEFORMACIÓN TANGENCIAL vs. ESFUERZO DE CORTE



ESFUERZO NORMAL vs. ESFUERZO DE CORTE



[Signature]
ING. HECTOR ESPINOZA CENTE
JEFE IN LABORATORIO N° 02 MECANICA
DE SUELOS Y PAVIMENTOS UNI - FC

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Apartado 1301 - Perú
Teléfono: (511) 381-3842, Central Telefónica: 481-1070 Anexo 4019
www.lms.uni.edu.pe, e-mail: lms_fic@uni.edu.pe, lms.servicios@uni.edu.pe

Carerra de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering
Technology
Accreditation
Commission

ANEXO 6: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS POR DIRECCIONES DE MOVIMIENTO ESTIMADAS

Anexo 6-a: Ficha según la dirección de movimiento 1:

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS						
PROYECTO:	Análisis de estabilidad de taludes para evaluar el riesgo por deslizamiento en la comunidad de Huascata, Chaclacayo					
AUTOR:	Es. Ccasani Condori, Anthony					
I.-	INFORMACIÓN GENERAL: Dirección de movimiento 1					
	UBICACIÓN: Mz.G y G ampliación del asentamiento humano Huascata					
	DISTRITO:	Chaclacayo	ALTITUD:	622 m.s.n.m		
	PROVINCIA:	Lima	LATITUD:	11° 59' 51" S		
	REGIÓN:	Lima	LONGITUD:	76° 59' 13" W		
II.-	BISHOP SIMPLIFICADO					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Cohesión:	0.981 kPa	Ángulo de fricción	32,1 °	Peso específico	16,54 kN/m3
III.-	SPENCER					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Cohesión:	0.981 kPa	Ángulo de fricción	32,1 °	Peso específico	16,54 kN/m3
IV.-	MORGENSTERN - PRICE					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Cohesión:	0.981 kPa	Ángulo de fricción	32,1 °	Peso específico	16,54 kN/m3
V.-	GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Altura:	46,3 m	Pendiente:	73,46%	Ángulo de talud:	40°
VI.-	FACTOR DE SEGURIDAD					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Estático:	0,79	Pseudo estático:	0,55		

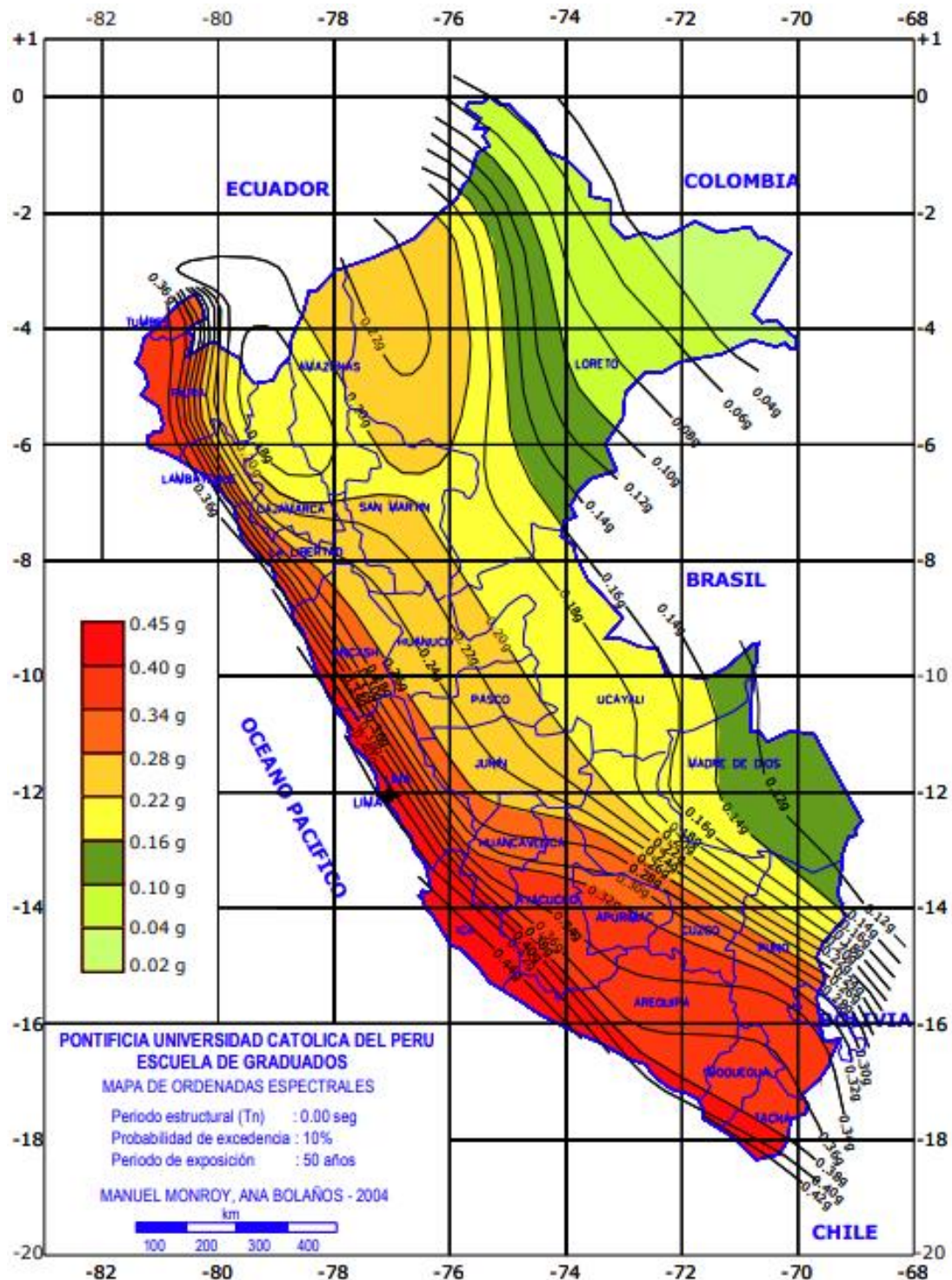
Anexo 6-b: Ficha según la dirección de movimiento 2:

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS						
PROYECTO:	Análisis de estabilidad de taludes para evaluar el riesgo por deslizamiento en la comunidad de Huascata, Chaclacayo					
AUTOR:	Es. Ccasani Condori, Anthony					
I.-	INFORMACIÓN GENERAL: Dirección de movimiento 2					
	UBICACIÓN: Mz.G y G ampliación del asentamiento humano Huascata					
	DISTRITO:	Chaclacayo	ALTITUD:	622 m.s.n.m		
	PROVINCIA:	Lima	LATITUD:	11° 59' 51" S		
	REGIÓN:	Lima	LONGITUD:	76° 59' 13" W		
II.-	BISHOP SIMPLIFICADO					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Cohesión:	0.981 kPa	Ángulo de fricción	32,1 °	Peso específico	16,54 kN/m3
III.-	SPENCER					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Cohesión:	0.981 kPa	Ángulo de fricción	32,1 °	Peso específico	16,54 kN/m3
IV.-	MORGENSTERN - PRICE					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Cohesión:	0.981 kPa	Ángulo de fricción	32,1 °	Peso específico	16,54 kN/m3
V.-	GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Altura:	20,93 m	Pendiente:	54,15%	Ángulo de talud:	30°
VI.-	FACTOR DE SEGURIDAD					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Estático:	1,14	Pseudo estático:	0,78		

Anexo 6-c: Ficha según la dirección de movimiento 3:

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS						
PROYECTO:		Análisis de estabilidad de taludes para evaluar el riesgo por deslizamiento en la comunidad de Huascata, Chaclacayo				
AUTOR:		Es. Ccasani Condori, Anthony				
I.-	INFORMACIÓN GENERAL: Dirección de movimiento 3					
	UBICACIÓN: Mz.G y G ampliación del asentamiento humano Huascata					
	DISTRITO:	Chaclacayo			ALTITUD:	622 m.s.n.m
	PROVINCIA:	Lima			LATITUD:	11° 59' 51" S
	REGIÓN:	Lima			LONGITUD:	76° 59' 13" W
II.-	BISHOP SIMPLIFICADO					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Cohesión:	0.981 kPa	Ángulo de fricción	32,1 °	Peso específico	16,54 kN/m3
III.-	SPENCER					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Cohesión:	0.981 kPa	Ángulo de fricción	32,1 °	Peso específico	16,54 kN/m3
IV.-	MORGENSTERN - PRICE					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Cohesión:	0.981 kPa	Ángulo de fricción	32,1 °	Peso específico	16,54 kN/m3
V.-	GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Altura:	22,67 m	Pendiente:	57,52%	Ángulo de talud:	31°
VI.-	FACTOR DE SEGURIDAD					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Estático:	1,07	Pseudo estático:	0,74		

ANEXO 7: DISTRIBUCIÓN DE ACELERACIONES PARA EL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD PSEUDO ESTÁTICO



La zona de Chaclacayo presenta una aceleración de 0.38g y el uso sugerido de un coeficiente sísmico es del 50%, por lo tanto, se usará. 0.19 para la zona del proyecto.

ANEXO 8: ANÁLISIS DE ESTABILIDAD PARA LA DIRECCIÓN DE DESLIZAMIENTO 1

Anexo 8-a: Inserción de cotas para representar el talud en la dirección de deslizamiento 1

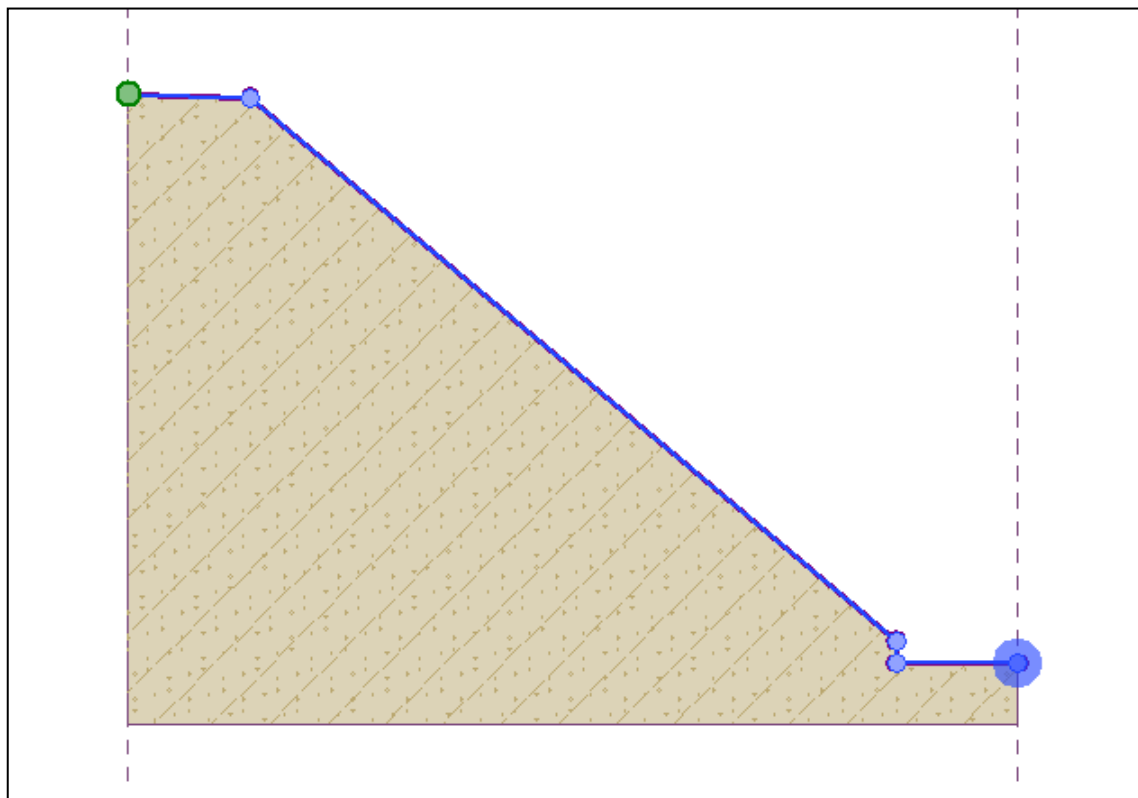
☕ Add points textually Edit point No. 1 Remove point No. 1

— Edited interface points —

No. ^	x [m]	z [m]
1	0,00	46,60
2	10,00	46,30
3	63,03	1,80
4	63,03	0,00
5	73,03	0,00

OK Edit interface

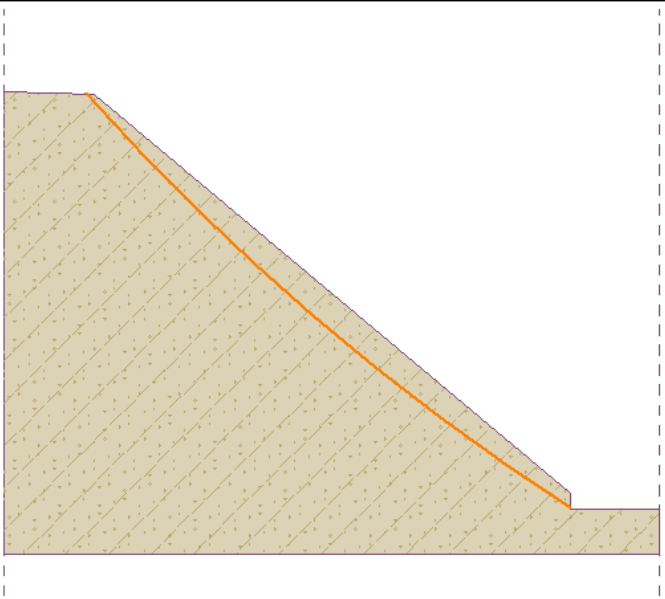
Cancel



Anexo 8-b: Datos geotécnicos del suelo que conforma el talud

No.	Soil name	
1	Arena Limosa bien gradada (SW-SM)	<p>Arena Limosa bien gradada (SW-SM)</p> <p>Unit weight : $\gamma = 16,54 \text{ kN/m}^3$</p> <p>Stress-state : effective</p> <p>Angle of internal friction : $\phi_{ef} = 32,10^\circ$</p> <p>Cohesion of soil : $c_{ef} = 0,98 \text{ kPa}$</p> <p>Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 19,81 \text{ kN/m}^3$</p>

Anexo 8-c: Cálculo por Bishop optimizado de la superficie de falla probable



Slip surface : circular

Method : Bishop

Analysis type : Optimization

Restrictions : is not input

Center : $x = 209,99 \text{ [m]}$ $z = 226,16 \text{ [m]}$

Radius : $R = 269,65 \text{ [m]}$

Angles : $\alpha_1 = -48,17 [^\circ]$ $\alpha_2 = -33,02 [^\circ]$

Slope stability verification (Bishop)

Sum of active forces : $F_a = 1886,40 \text{ kN/m}$

Sum of passive forces : $F_p = 1489,89 \text{ kN/m}$

Sliding moment : $M_a = 508668,74 \text{ kNm/m}$

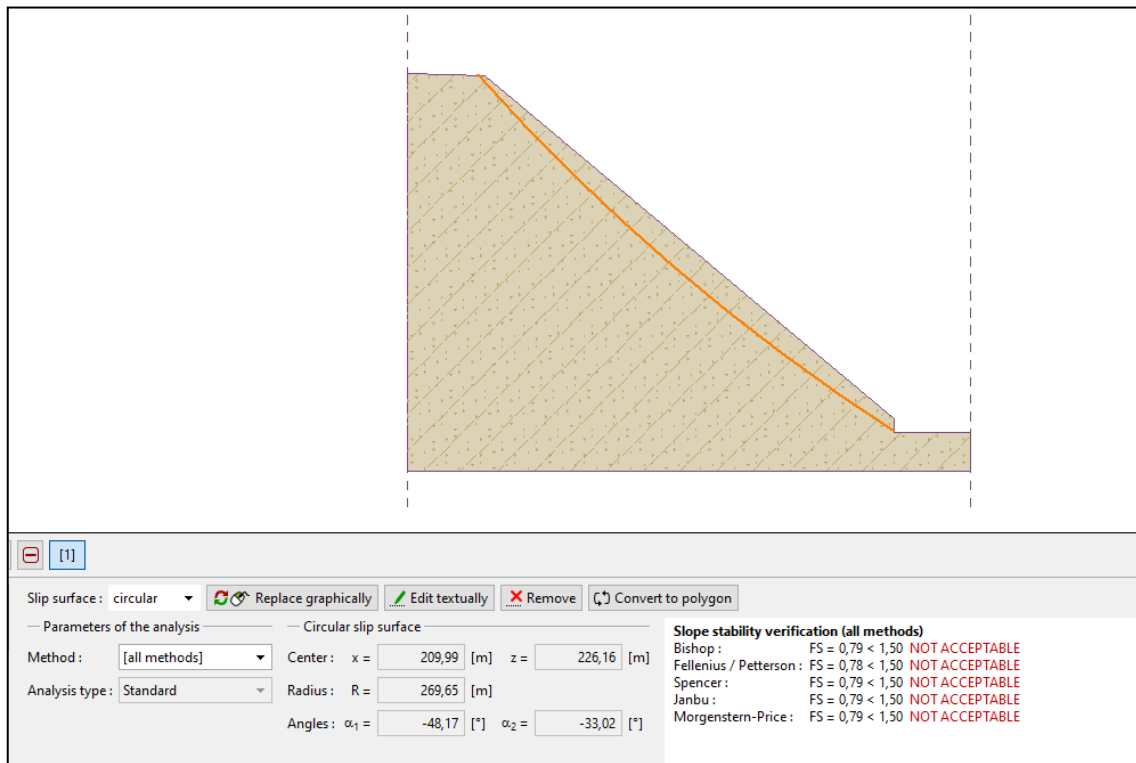
Resisting moment : $M_p = 401748,83 \text{ kNm/m}$

Factor of safety = $0,79 < 1,50$

Slope stability NOT ACCEPTABLE

El programa Geo5 calcula la superficie de falla probable y el factor de seguridad en una simulación bajo diferentes superficies para obtener el factor de seguridad más bajo.

Anexo 8-d: Cálculo de los factores de seguridad por los métodos de equilibrio límite.



Con los datos del cálculo de Bishop optimizado y bajo la superficie de falla probable ya calculada, se calculan los demás métodos para obtener los factores de seguridad.

Anexo 8-e: Coeficiente sísmico K horizontal de 0.19g

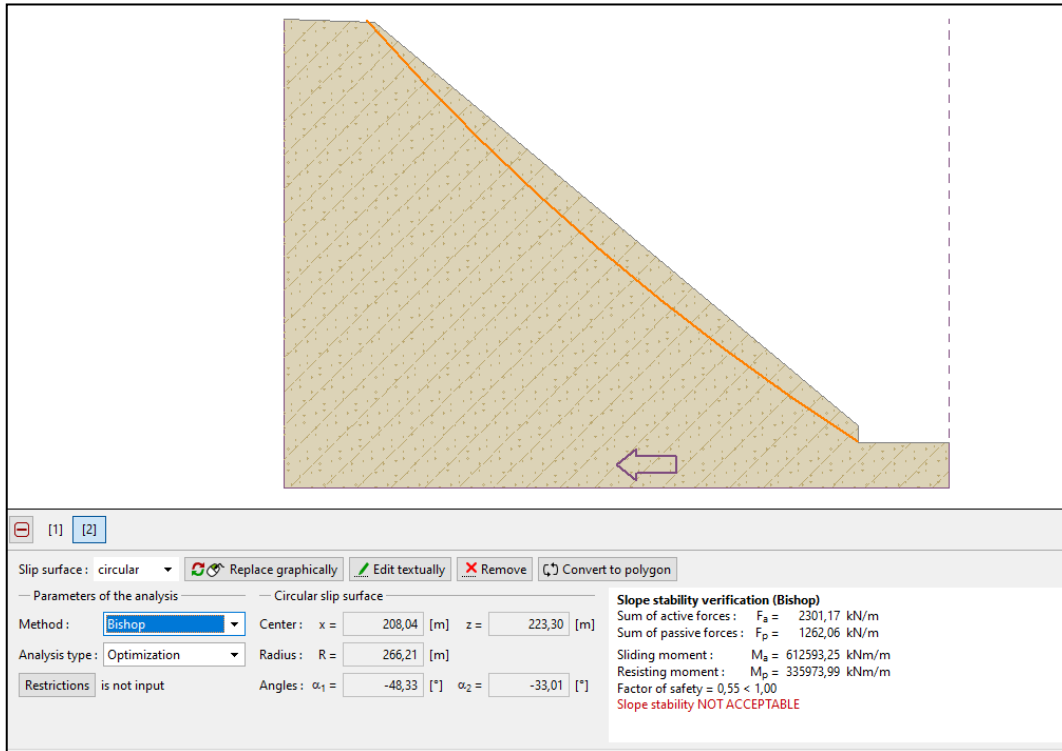
Analyze earthquake

Horizontal seismic coefficient : $K_h = 0,1900$ [-]

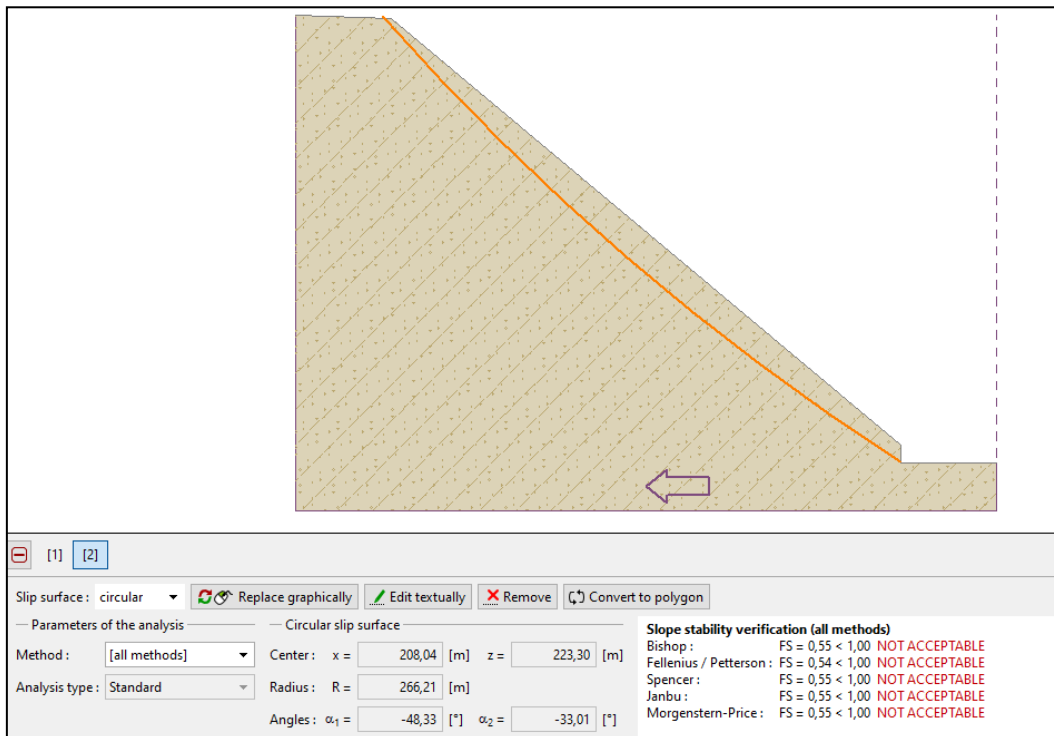
Vertical seismic coefficient : $K_v = 0,0000$ [-]

Como se indicó en el anexo 7 se trabajó con una fuerza horizontal de 0.19g para el análisis pseudo estático. Siguiendo los mismos pasos que en el análisis estático.

Anexo 8-f: Cálculo por Bishop optimizado de la superficie de falla probable con el factor sísmico incluido.



Anexo 8-g: Cálculo de los factores de seguridad por los métodos de equilibrio límite incorporando el factor sísmico.



ANEXO 9: ANÁLISIS DE ESTABILIDAD PARA LA DIRECCIÓN DE DESLIZAMIENTO 2

Se repitieron los mismos procesos realizados para el análisis de estabilidad en el movimiento 1

Anexo 9-a: Inserción de cotas para representar el talud en la dirección de deslizamiento 2

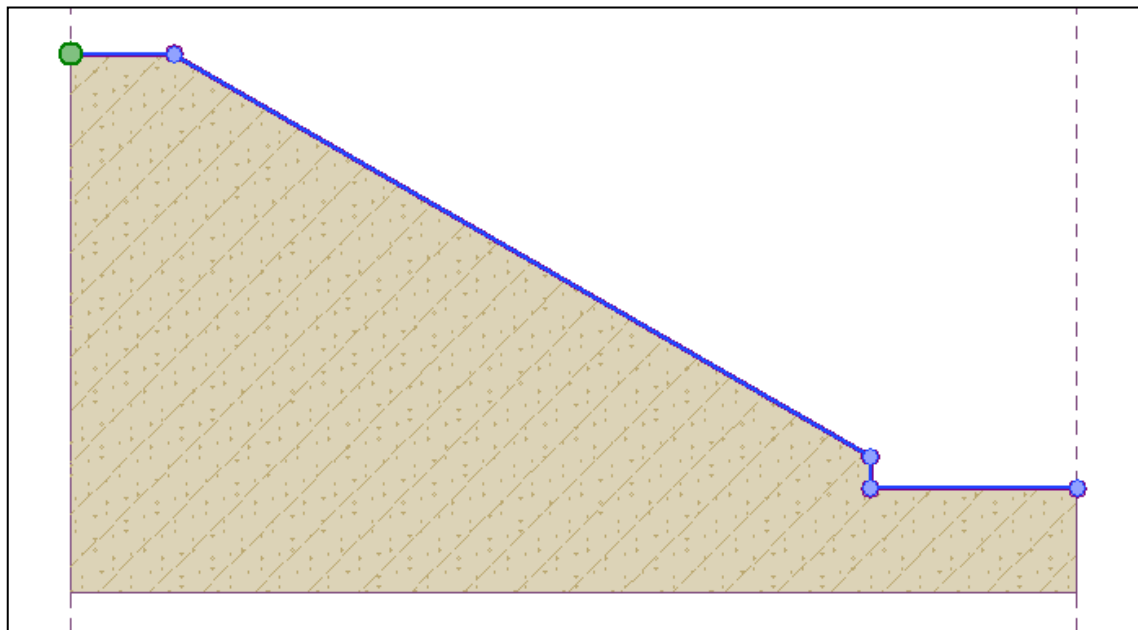
Software interface for editing interface points. The interface includes a table of points and control buttons.

Buttons:

Edited interface points


No. ^	x [m]	z [m]
1	0,00	20,93
2	5,00	20,93
3	38,65	1,50
4	38,65	0,00
5	48,65	0,00

Buttons:

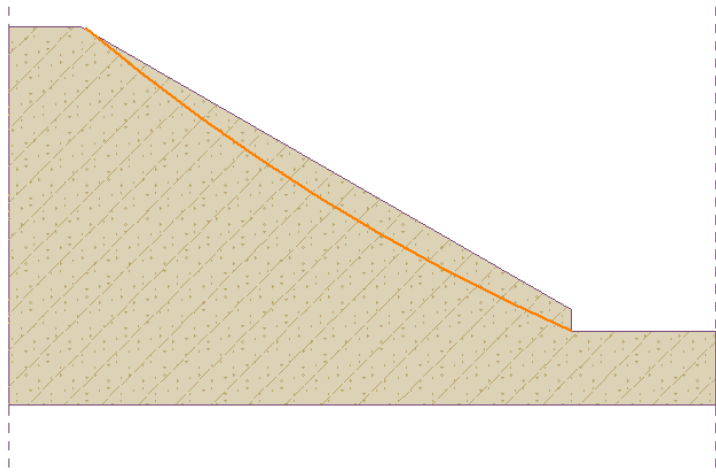


Anexo 9-b: Datos geotécnicos del suelo que conforma el talud

No.	Soil name	
1	Arena Limosa bien gradada (SM-SW)	Arena Limosa bien gradada (SM-SW) Unit weight : $\gamma = 16,54 \text{ kN/m}^3$ Stress-state : effective Angle of internal friction : $\varphi_{ef} = 32,10^\circ$ Cohesion of soil : $c_{ef} = 0,98 \text{ kPa}$ Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 19,81 \text{ kN/m}^3$



Anexo 9-c: Cálculo por Bishop optimizado de la superficie de falla probable



Slip surface: circular

Parameters of the analysis

Method: Bishop

Analysis type: Optimization

Restrictions: is not input

Circular slip surface

Center: $x = 96,87 \text{ [m]}$ $z = 130,76 \text{ [m]}$

Radius: $R = 143,12 \text{ [m]}$

Angles: $\alpha_1 = -39,76 \text{ [}^\circ\text{]}$ $\alpha_2 = -24,00 \text{ [}^\circ\text{]}$

Slope stability verification (Bishop)

Sum of active forces : $F_a = 503,68 \text{ kN/m}$

Sum of passive forces : $F_p = 574,90 \text{ kN/m}$

Sliding moment : $M_a = 72086,00 \text{ kNm/m}$

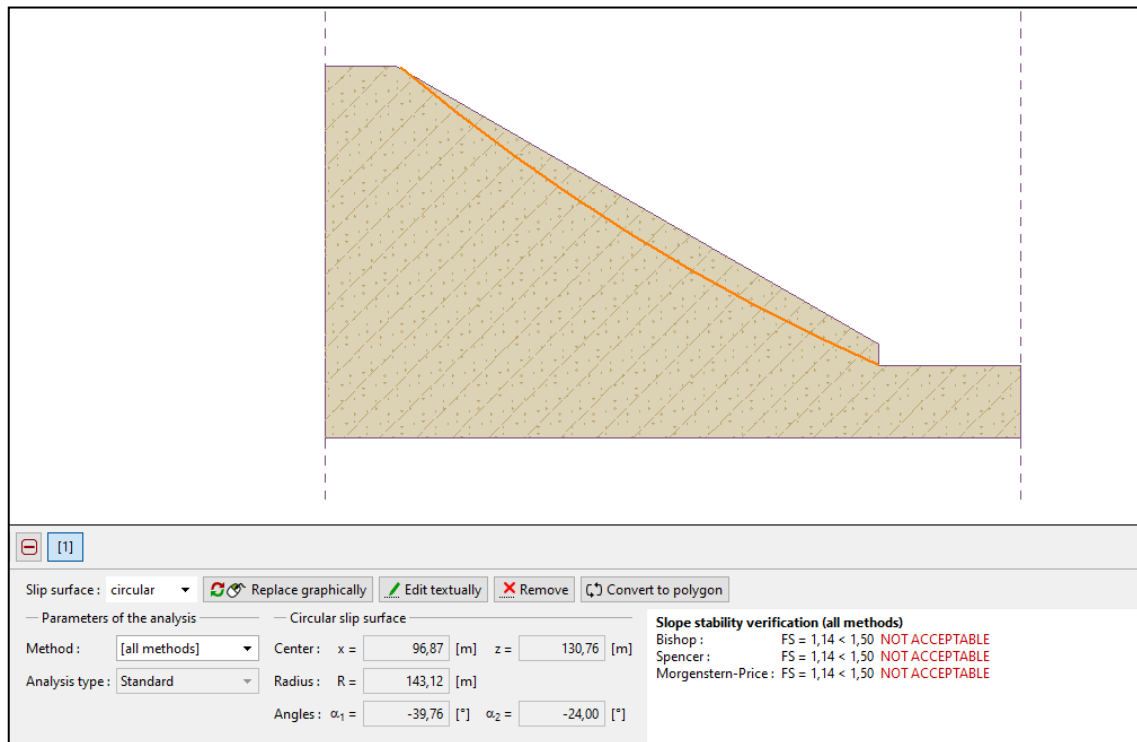
Resisting moment : $M_p = 82279,85 \text{ kNm/m}$

Factor of safety = $1,14 < 1,50$

Slope stability NOT ACCEPTABLE

El programa Geo5 calcula la superficie de falla probable y el factor de seguridad en una simulación bajo diferentes superficies para obtener el factor de seguridad más bajo.

Anexo 9-d: Cálculo de los factores de seguridad por los métodos de equilibrio límite.



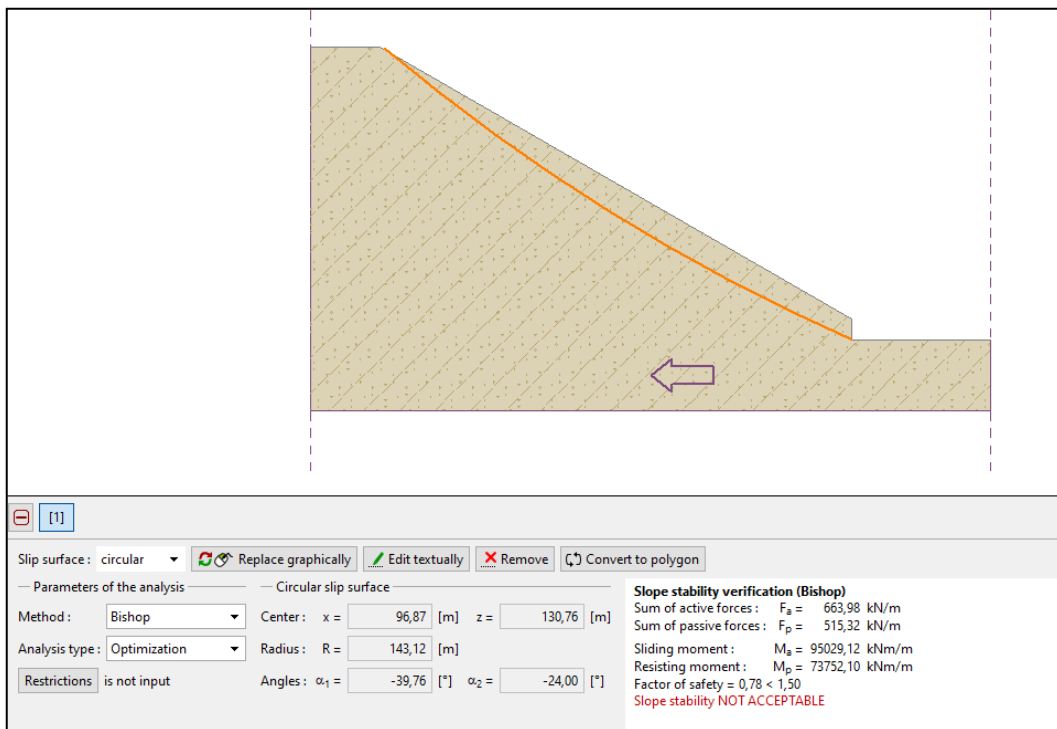
Anexo 9-e: Coeficiente sísmico K horizontal de 0.19g

Analyze earthquake

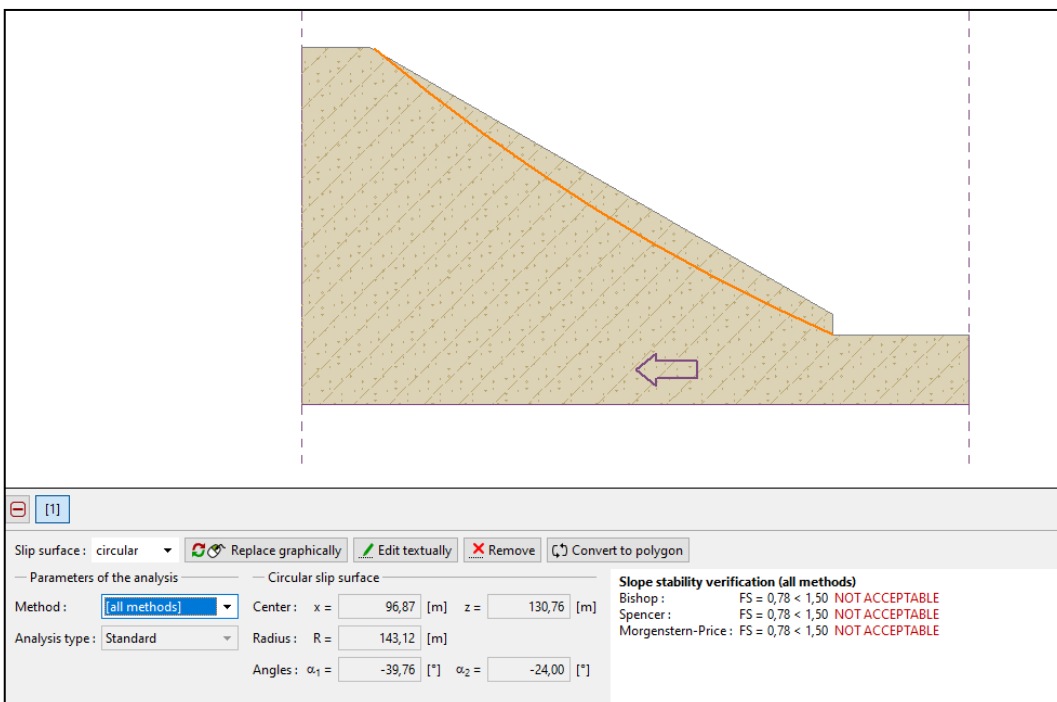
Horizontal seismic coefficient : $K_h =$ [-]

Vertical seismic coefficient : $K_v =$ [-]

Anexo 9-f: Cálculo por Bishop optimizado de la superficie de falla probable con el factor sísmico incluido.



Anexo 9-g: Cálculo de los factores de seguridad por los métodos de equilibrio límite incorporando el factor sísmico



ANEXO 10: ANÁLISIS DE ESTABILIDAD PARA LA DIRECCIÓN DE DESLIZAMIENTO 3

Se repitieron los mismos procesos realizados para el análisis de estabilidad en el movimiento 1

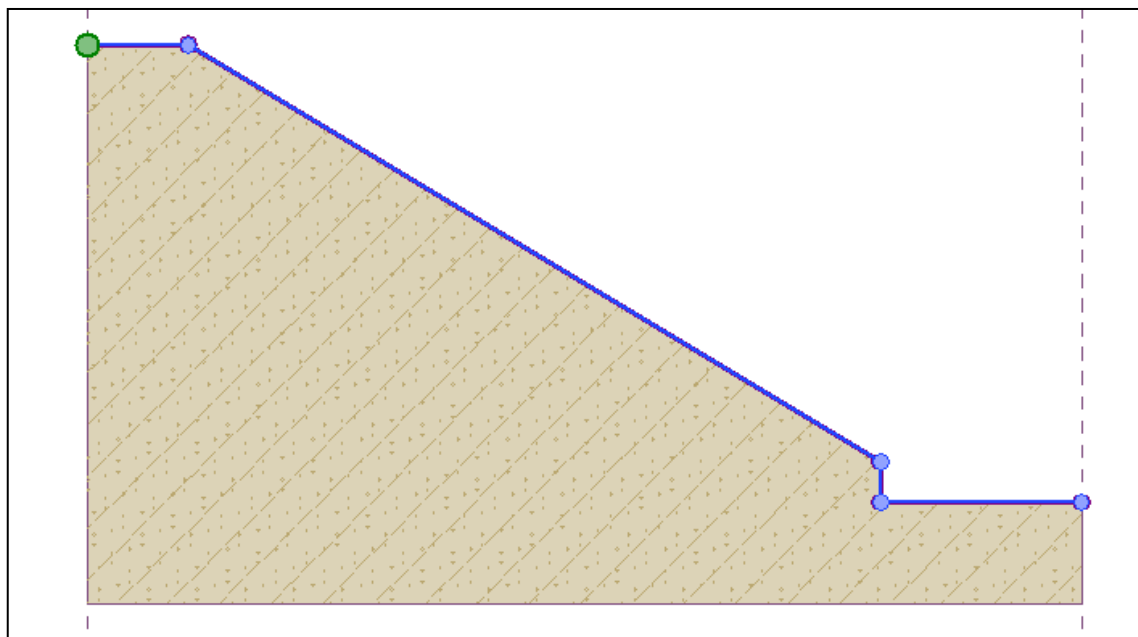
Anexo 10-a: Inserción de cotas para representar el talud en la dirección de deslizamiento 3.

Software interface for editing interface points. The window contains the following elements:

- Buttons: **Add points textually**, **Edit point No. 1**, **Remove point No. 1**
- Section: **Edited interface points**
- Table of points:


No. ^	x [m]	z [m]
1	0,00	22,67
2	5,00	22,67
3	39,41	2,00
4	39,41	0,00
5	49,41	0,00

Buttons: **OK Edit interface**, **Cancel**

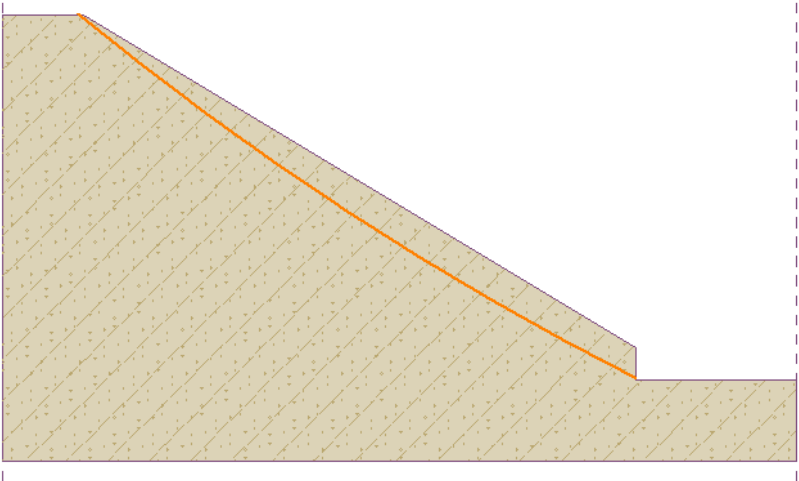


Anexo 10-b: Datos geotécnicos del suelo que conforma el talud

No.	Soil name	
1	Arena Limosa bien gradada (SM-SW)	<p>Arena Limosa bien gradada (SM-SW)</p> <p>Unit weight : $\gamma = 16,54 \text{ kN/m}^3$</p> <p>Stress-state : effective</p> <p>Angle of internal friction : $\phi_{ef} = 32,10^\circ$</p> <p>Cohesion of soil : $c_{ef} = 0,98 \text{ kPa}$</p> <p>Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 19,81 \text{ kN/m}^3$</p>



Anexo 10-c: Cálculo por Bishop optimizado de la superficie de falla probable



[1]

Slip surface: circular Replace graphically Edit textually Remove Convert to polygon

Parameters of the analysis

Method: Bishop

Analysis type: Optimization

Restrictions: is not input

Circular slip surface

Center: $x = 128,90 \text{ [m]}$ $z = 175,41 \text{ [m]}$

Radius: $R = 196,86 \text{ [m]}$

Angles: $\alpha_1 = -39,11 \text{ [}^\circ\text{]}$ $\alpha_2 = -27,04 \text{ [}^\circ\text{]}$

Slope stability verification (Bishop)

Sum of active forces: $F_a = 584,15 \text{ kN/m}$

Sum of passive forces: $F_p = 627,88 \text{ kN/m}$

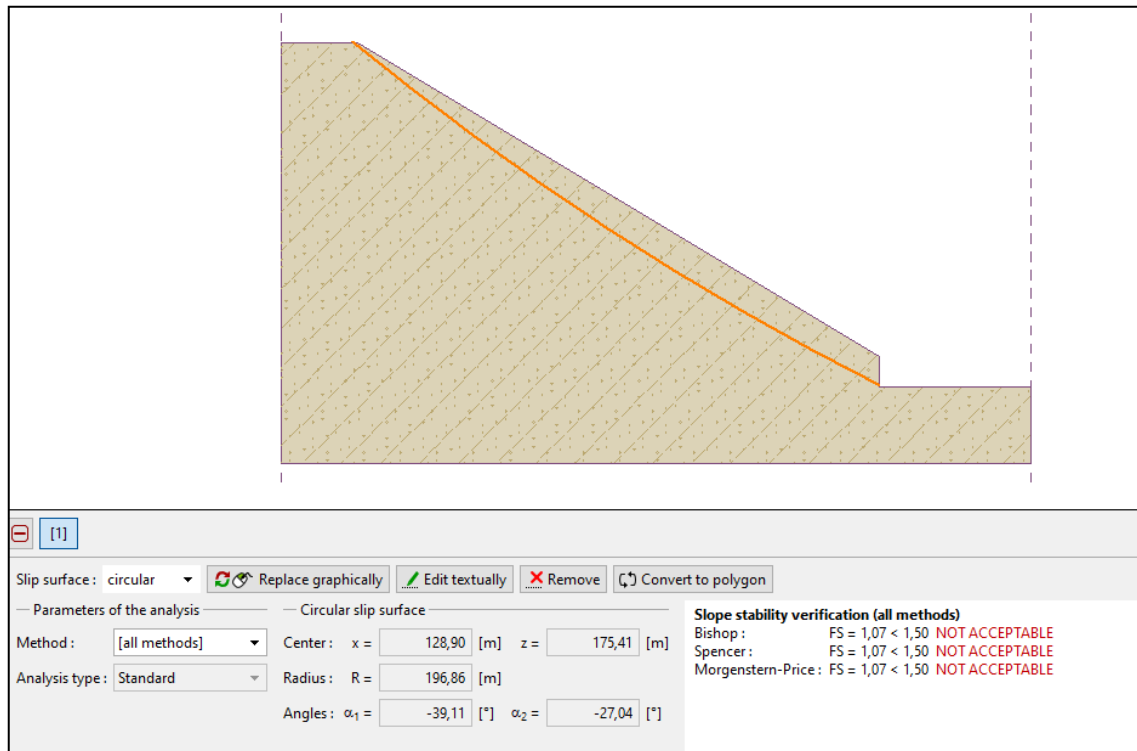
Sliding moment: $M_a = 114996,51 \text{ kNm/m}$

Resisting moment: $M_p = 123603,86 \text{ kNm/m}$

Factor of safety = $1,07 < 1,50$

Slope stability NOT ACCEPTABLE

Anexo 10-d: Cálculo de los factores de seguridad por los métodos de equilibrio límite.



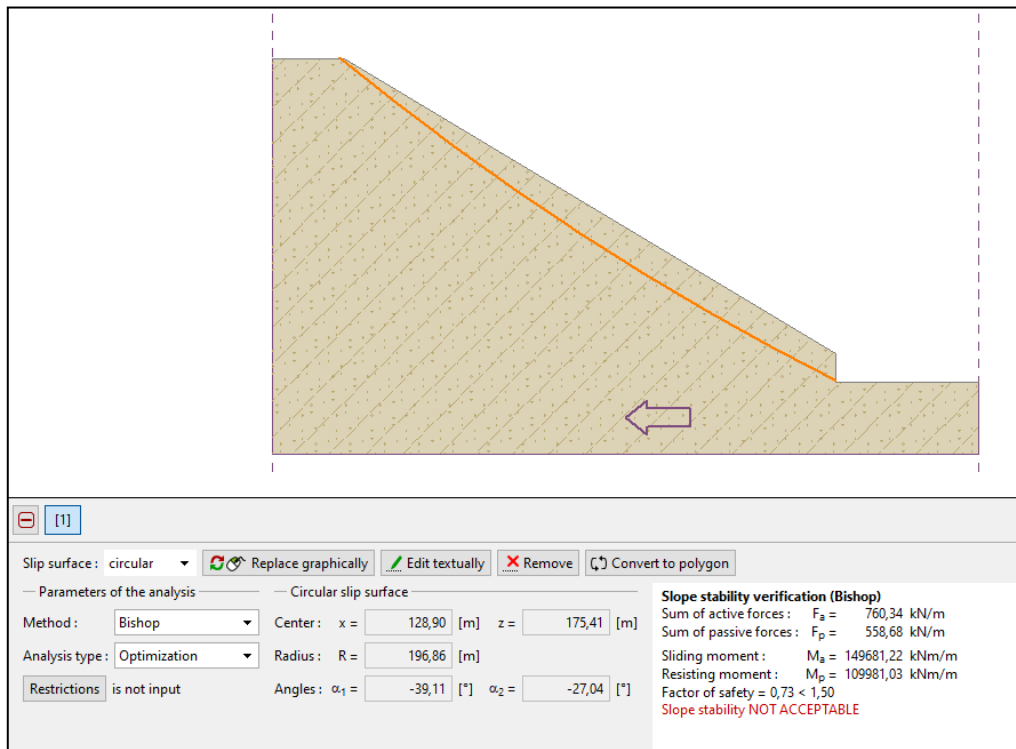
Anexo 10-e: Coeficiente sísmico K horizontal de 0.19g

Analyze earthquake

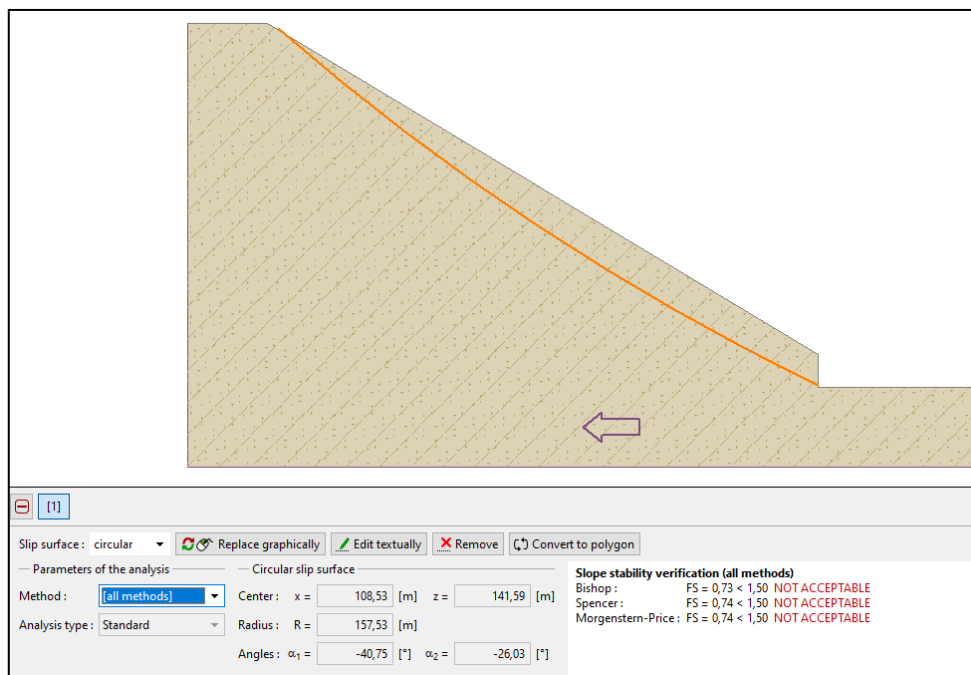
Horizontal seismic coefficient: $K_h =$ [-]

Vertical seismic coefficient: $K_v =$ [-]

Anexo 10-f: Cálculo por Bishop optimizado de la superficie de falla probable con el factor sísmico incluido.



Anexo 10-g: Cálculo de los factores de seguridad por los métodos de equilibrio límite incorporando el factor sísmico



ANEXO 11: RECOLECCIÓN DE MUESTRAS DE SUELO PARA ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS

Inicio de la excavación de área 1.5m x 1.5m



Profundidad final de la calicata:



Toma de muestras alteradas para los ensayos de laboratorio



Toma de muestras envueltas inalteradas



ANEXO 12: LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO EN CADA DIRECCIÓN DE MOVIMIENTO ESTIMADO

Dirección de movimiento 1





13 may. 2022 10:14:46
Principal
A.h Huascata
Chaclacayo
Provincia de Lima
Altitud:613.6m



13 may. 2022 10:08:00 a. m.

Principal
A.h Huascata
Chaclacayo
Provincia de Lima
Altitud:618.6m
Velocidad:0.0km/h



13 may 2022 10:08:03 a. m.

Principal
A.h Huascata
Chaclacayo
Provincia de Lima
Altitud:622.2m
Velocidad:0.0km/h



13 may. 2022 10:33:01 a. m.

Principal
A.h Huascata
Chaclacayo
Provincia de Lima
Altitud:622.9m
Velocidad:0.0km/h

Dirección de movimiento 2



13 may. 2022 11:04:50

Principal

A.h Huascata

Chaclacayo

Provincia de Lima

Altitud:656.4m



13 may. 2022 11:08:45

Principal
A.h Huascata
Chaclacayo
Provincia de Lima
Altitud: 650.8m



13 may. 2022 11:09:01

Principal

A.h Huascata

Chaclacayo

Provincia de Lima

Altitud:649.0m



13 may. 2022 11:09:05

Principal

A.h Huascata

Chaclacayo

Provincia de Lima

Altitud:648.4m

Dirección de movimiento 3





13 may. 2022 11:33:33

Principal

A.h Huascata

Chaclacayo

Provincia de Lima

Altitud:613.6m





13 may. 2022 11:46:22
Principal
A.h Huascata
Chaclacayo
Provincia de Lima
Altitud:620.8m



13 may. 2022 11:53:03 a. m.

Principal

A.h Huascata

Chaclacayo

Provincia de Lima

Altitud:666.7m

Velocidad:0.7km/h

ANEXO 13: RECOLECCIÓN DE DATOS DE LAS VIVIENDAS PARA VALORAR LA VULNERABILIDAD FÍSICA

La vista satelital de los elementos expuestos se puede visualizar en la figura 15.

Elemento expuesto I



Indicadores	Grado de vulnerabilidad
Lv: Muy cercana 0.2 - 0 KM	1
Cv: Estructura de concreto. acero o madera, sin adecuada técnica constructiva	0.25
Cg: Zona ligeramente fracturada, suelos de mediana capacidad portante	0.4
Cn: Con normativa vigente medianamente cumplidas	0.25

Elemento expuesto II



27 abr. 2022 16:58:00
Principal
A.h Huascata
Chaclacayo
Provincia de Lima
Altitud:619.4m

Indicadores	Grado de vulnerabilidad
Lv: Muy cercana 0.2 - 0 KM	1
Cv: Estructura de concreto. acero o madera, sin adecuada técnica constructiva	0.25
Cg: Zona ligeramente fracturada, suelos de mediana capacidad portante	0.4
Cn: Con normativa vigente medianamente cumplidas	0.25

Elemento expuesto III



Indicadores	Grado de vulnerabilidad
Lv: Muy cercana 0.2 - 0 KM	1
Cv: Estructura de concreto. acero o madera, sin adecuada técnica constructiva	0.4
Cg: Zona ligeramente fracturada, suelos de mediana capacidad portante	0.4
Cn: Con normativa vigente medianamente cumplidas	0.4

Elemento expuesto IV



Indicadores	Grado de vulnerabilidad
Lv: Muy cercana 0.2 - 0 KM	1
Cv: Estructura de concreto. acero o madera, sin adecuada técnica constructiva	0.4
Cg: Zona ligeramente fracturada, suelos de mediana capacidad portante	0.4
Cn: Con normativa vigente medianamente cumplidas	0.3

Elemento expuesto V



Indicadores	Grado de vulnerabilidad
Lv: Muy cercana 0.2 - 0 KM	1
Cv: Estructuras de adobe, piedra o madera, sin refuerzos estructurales	0.7
Cg: Zona medianamente fracturada, suelos con baja capacidad portante	0.5
Cn: Con normativa vigente sin cumplimiento	0.6

Elemento expuesto VI



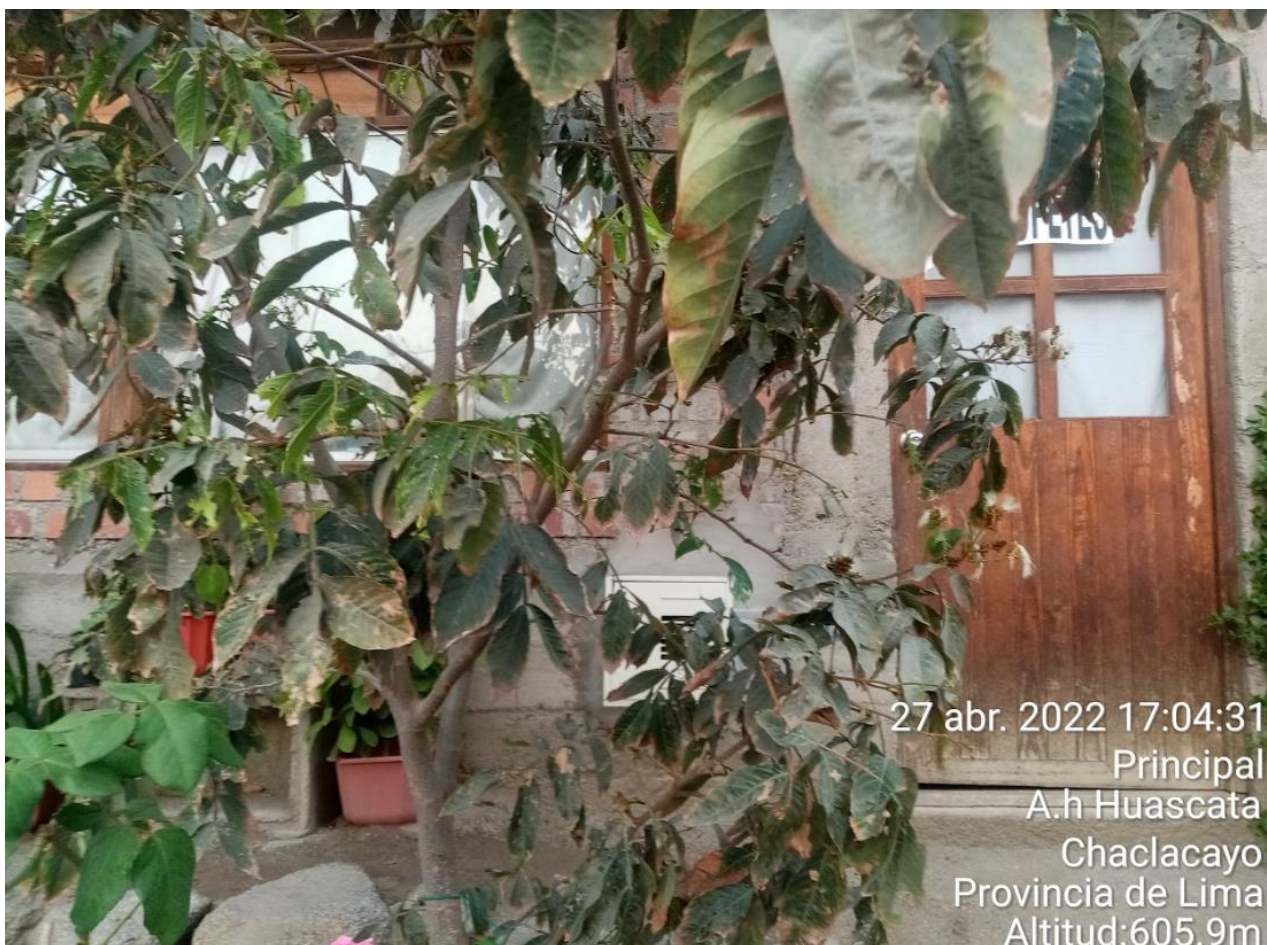
Indicadores	Grado de vulnerabilidad
Lv: Muy cercana 0.2 - 0 KM	1
Cv: Estructuras de adobe, caña y otros de menor resistencia, en estado precario	0,7
Cg: Zona ligeramente fracturada, suelos de mediana capacidad portante	0,4
Cn: Con normativa vigente sin cumplimiento	0,6

Elemento expuesto VII



Indicadores	Grado de vulnerabilidad
Lv: Muy cercana 0.2 - 0 KM	1
Cv: Estructura de concreto. acero o madera, sin adecuada técnica constructiva	0,4
Cg: Zona medianamente fracturada, suelos con baja capacidad portante	0,65
Cn: Con normativa vigente medianamente cumplidas	0,45

Elemento expuesto VIII



Indicadores	Grado de vulnerabilidad
Lv: Muy cercana 0.2 - 0 KM	1
Cv: Estructuras de adobe, caña y otros de menor resistencia, en estado precario	0,6
Cg: Zona medianamente fracturada, suelos con baja capacidad portante	0,45
Cn: Desconocimiento e incumplimiento de la normativa vigente	0,75

Elemento expuesto IX



Indicadores	Grado de vulnerabilidad
Lv: Muy cercana 0.2 - 0 KM	1
Cv: Estructuras de adobe, caña y otros de menor resistencia, en estado precario	0,65
Cg: Zona medianamente fracturada, suelos con baja capacidad portante	0,65
Cn: Desconocimiento e incumplimiento de la normativa vigente	0,75

Elemento expuesto XI



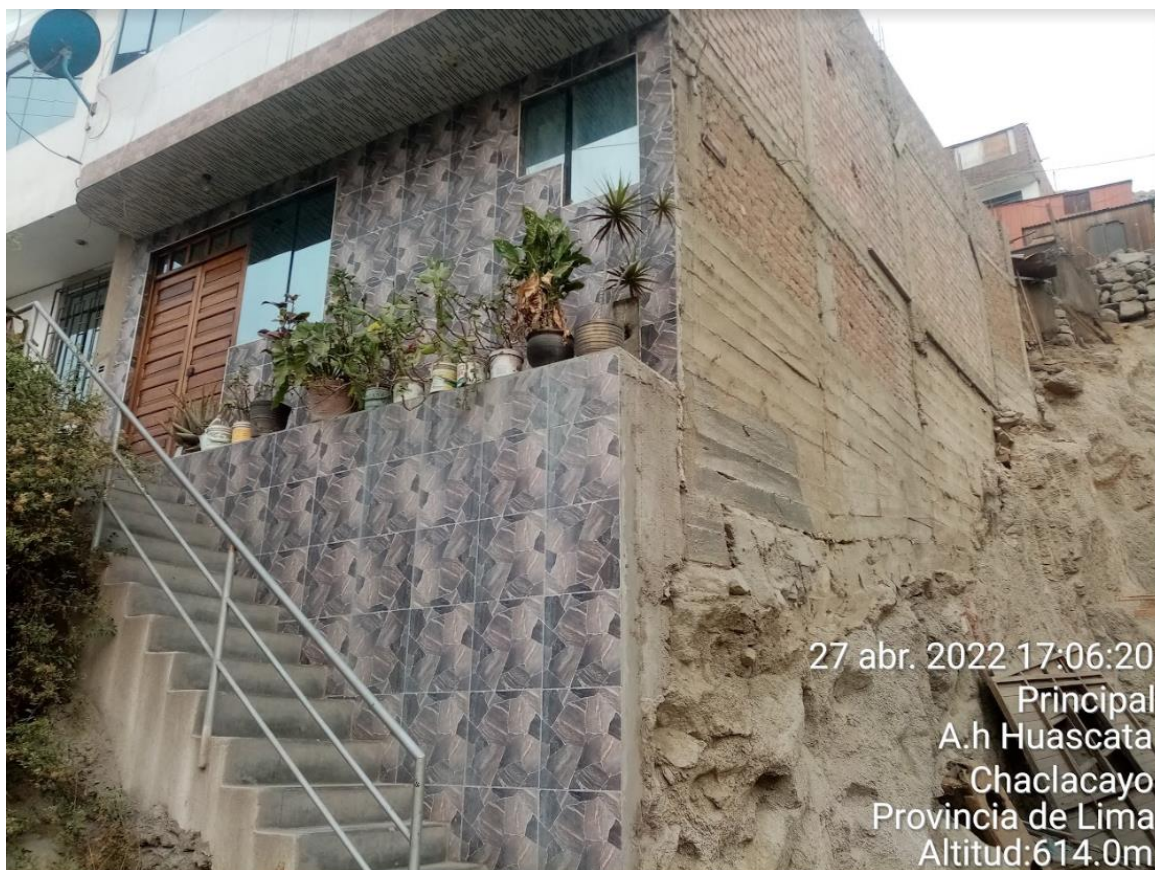
Indicadores	Grado de vulnerabilidad
Lv: Muy cercana 0.2 - 0 KM	1
Cv: Estructuras de adobe, caña y otros de menor resistencia, en estado precario	1
Cg: Zona medianamente fracturada, suelos con baja capacidad portante	0,65
Cn: Desconocimiento e incumplimiento de la normativa vigente	0,75

Elemento expuesto XII



Indicadores	Grado de vulnerabilidad
Lv: Muy cercana 0.2 - 0 KM	1
Cv: Estructuras de adobe, piedra o madera, sin refuerzos estructurales	0,7
Cg: Zona muy fracturada, fallada, suelos colapsables (relleno, mapa freática alta con turba, material inorgánico, etc.)	0,8
Cn: Desconocimiento e incumplimiento de la normativa vigente	0,75

Elemento expuesto XIII



Indicadores	Grado de vulnerabilidad
Lv: Muy cercana 0.2 - 0 KM	1
Cv: Estructura de concreto. acero o madera, sin adecuada técnica constructiva	0.25
Cg: Zona medianamente fracturada, suelos con baja capacidad portante	0,65
Cn: Con normativa vigente medianamente cumplidas	0,45

Elemento expuesto XIV



Indicadores	Grado de vulnerabilidad
Lv: Muy cercana 0.2 - 0 KM	1
Cv: Estructuras de adobe, caña y otros de menor resistencia, en estado precario	0,75
Cg: Zona muy fracturada, fallada, suelos colapsables (relleno, mapa freática alta con turba, material inorgánico, etc.)	0,85
Cn: Con normativa vigente sin cumplimiento	0,7

Elemento expuesto XV



Indicadores	Grado de vulnerabilidad
Lv: Muy cercana 0.2 - 0 KM	1
Cv: Estructura de concreto. acero o madera, sin adecuada técnica constructiva	0,4
Cg: Zona ligeramente fracturada, suelos de mediana capacidad portante	0,4
Cn: Con normativa vigente medianamente cumplidas	0,25

Elemento expuesto XVI



Indicadores	Grado de vulnerabilidad
Lv: Muy cercana 0.2 - 0 KM	1
Cv: Estructura de concreto. acero o madera, sin adecuada técnica constructiva	0,4
Cg: Zona ligeramente fracturada, suelos de mediana capacidad portante	0,4
Cn: Con normativa vigente medianamente cumplidas	0,25

Elemento expuesto XVII



Indicadores	Grado de vulnerabilidad
Lv: Muy cercana 0.2 - 0 KM	0.8
Cv: Estructura de concreto. acero o madera, sin adecuada técnica constructiva	0,3
Cg: Zona ligeramente fracturada, suelos de mediana capacidad portante	0,25
Cn: Con normativa vigente medianamente cumplidas	0,25

Elemento expuesto XVIII



27 abr. 2022 17:14:03
Principal
A.h Huascata
Chaclacayo
Provincia de Lima
Altitud:625.6m

Indicadores	Grado de vulnerabilidad
Lv: Muy cercana 0.2 - 0 KM	0.8
Cv: Estructura de concreto. acero o madera, sin adecuada técnica constructiva	0,3
Cg: Zona ligeramente fracturada, suelos de mediana capacidad portante	0,25
Cn: Con normativa vigente medianamente cumplidas	0,25

Elemento expuesto XIX



Indicadores	Grado de vulnerabilidad
Lv: Muy cercana 0.2 - 0 KM	0,8
Cv: Estructura de concreto. acero o madera, sin adecuada técnica constructiva	0,3
Cg: Zona ligeramente fracturada, suelos de mediana capacidad portante	0,35
Cn: Con normativa vigente medianamente cumplidas	0,4

Elemento expuesto XX



Indicadores	Grado de vulnerabilidad
Lv: Muy cercana 0.2 - 0 KM	0.8
Cv: Estructura de concreto. acero o madera, sin adecuada técnica constructiva	0,25
Cg: Zona ligeramente fracturada, suelos de mediana capacidad portante	0,25
Cn: Con normativa vigente medianamente cumplidas	0,25

Elemento expuesto XXI



Indicadores	Grado de vulnerabilidad
Lv: Muy cercana 0.2 - 0 KM	0.8
Cv: Estructura de concreto. acero o madera, sin adecuada técnica constructiva	0,4
Cg: Zona ligeramente fracturada, suelos de mediana capacidad portante	0,35
Cn: Con normativa vigente medianamente cumplidas	0,3

Elemento expuesto XXII



Indicadores	Grado de vulnerabilidad
Lv: Muy cercana 0.2 - 0 KM	0.8
Cv: Estructura de concreto. acero o madera, sin adecuada técnica constructiva	0,4
Cg: Zonas sin fallas ni fracturas, suelos con buenas características geotécnicas	0,2
Cn: Con normativa vigente medianamente cumplidas	0,3

Elemento expuesto XXIII



Indicadores	Grado de vulnerabilidad
Lv: Muy cercana 0.2 - 0 KM	0.8
Cv: Estructura de concreto. acero o madera, sin adecuada técnica constructiva	0,4
Cg: Zonas sin fallas ni fracturas, suelos con buenas características geotécnicas	0,2
Cn: Con normativa vigente medianamente cumplidas	0,3

Elemento expuesto XXIV



Indicadores	Grado de vulnerabilidad
Lv: Muy cercana 0.2 - 0 KM	0.8
Cv: Estructura de concreto. acero o madera, sin adecuada técnica constructiva	0,4
Cg: Zona ligeramente fracturada, suelos de mediana capacidad portante	0,35
Cn: Con normativa vigente medianamente cumplidas	0,4

Elemento expuesto XXV



Indicadores	Grado de vulnerabilidad
Lv: Muy cercana 0.2 - 0 KM	0,8
Cv: Estructura de concreto. acero o madera, sin adecuada técnica constructiva	0,45
Cg: Zona ligeramente fracturada, suelos de mediana capacidad portante	0,3
Cn: Con normativa vigente medianamente cumplidas	0,4

Elemento expuesto XXVI



Indicadores	Grado de vulnerabilidad
Lv: Muy cercana 0.2 - 0 KM	0,8
Cv: Estructura de concreto. acero o madera, sin adecuada técnica constructiva	0,45
Cg: Zona medianamente fracturada, suelos con baja capacidad portante	0,65
Cn: Con normativa vigente medianamente cumplidas	0,45

Elemento expuesto XXVII



Indicadores	Grado de vulnerabilidad
Lv: Cercana 0.2 - 1 km	0.7
Cv: Estructura de concreto. acero o madera, sin adecuada técnica constructiva	0.25
Cg: Zonas sin fallas ni fracturas, suelos con buenas características geotécnicas	0.15
Cn: Con normativa vigente medianamente cumplidas	0.25

Elemento expuesto XXVIII



Indicadores	Grado de vulnerabilidad
Lv: Cercana 0.2 - 1 km	0.7
Cv: Estructura de concreto. acero o madera, sin adecuada técnica constructiva	0.25
Cg: Zonas sin fallas ni fracturas, suelos con buenas características geotécnicas	0.2
Cn: Con normativa vigente medianamente cumplidas	0.25

Elemento expuesto XXIX



Indicadores	Grado de vulnerabilidad
Lv: Cercana 0.2 - 1 km	0.7
Cv: Estructura de concreto. acero o madera, sin adecuada técnica constructiva	0.25
Cg: Zonas sin fallas ni fracturas, suelos con buenas características geotécnicas	0.2
Cn: Con normativa vigente medianamente cumplidas	0.25

Elemento expuesto XXX



Indicadores	Grado de vulnerabilidad
Lv: Cercana 0.2 - 1 km	0.7
Cv: Estructura de concreto. acero o madera, sin adecuada técnica constructiva	0.25
Cg: Zonas sin fallas ni fracturas, suelos con buenas características geotécnicas	0.2
Cn: Con normativa vigente medianamente cumplidas	0.25

Elemento expuesto XXXI



Indicadores	Grado de vulnerabilidad
Lv: Muy cercana 0.2 - 0 KM	0.9
Cv: Estructura sismorresistente con adecuada técnica constructiva (de concreto o acero)	0.1
Cg: Zonas sin fallas ni fracturas, suelos con buenas características geotécnicas	0.1
Cn: Con normativa vigente estrictamente cumplidas	0.1

Elemento expuesto XXXII



27 abr. 2022 17:21:30
Principal
A.h Huascata
Chaclacayo
Provincia de Lima
Altitud:604.3m

Indicadores	Grado de vulnerabilidad
Lv: Muy cercana 0.2 - 0 KM	0.9
Cv: Estructuras de adobe, piedra o madera, sin refuerzos estructurales	0.7
Cg: Zona ligeramente fracturada, suelos de mediana capacidad portante	0.4
Cn: Con normativa vigente sin cumplimiento	0.65

Elemento expuesto XXXIII



Indicadores	Grado de vulnerabilidad
Lv: Muy cercana 0.2 - 0 KM	0.9
Cv: Estructura de concreto. acero o madera, sin adecuada técnica constructiva	0.45
Cg: Zona ligeramente fracturada, suelos de mediana capacidad portante	0.3
Cn: Con normativa vigente medianamente cumplidas	0.45

Elemento expuesto XXXIV



Indicadores	Grado de vulnerabilidad
Lv: Muy cercana 0.2 - 0 KM	0.85
Cv: Estructura de concreto. acero o madera, sin adecuada técnica constructiva	0.25
Cg: Zona ligeramente fracturada, suelos de mediana capacidad portante	0.3
Cn: Con normativa vigente medianamente cumplidas	0.25

Elemento expuesto XXXV



Indicadores	Grado de vulnerabilidad
Lv: Cercana 0.2 - 1 km	0.7
Cv: Estructura de concreto. acero o madera, sin adecuada técnica constructiva	0.25
Cg: Zona ligeramente fracturada, suelos de mediana capacidad portante	0.3
Cn: Con normativa vigente medianamente cumplidas	0.25

Elemento expuesto XXXVI



Indicadores	Grado de vulnerabilidad
Muy cercana 0.2 - 0 KM	0.75
Cv: Estructura de concreto. acero o madera, sin adecuada técnica constructiva	0.35
Cg: Zona ligeramente fracturada, suelos de mediana capacidad portante	0.3
Cn: Con normativa vigente medianamente cumplidas	0.25

Elemento expuesto XXXVII



Indicadores	Grado de vulnerabilidad
Lv: Muy cercana 0.2 - 0 KM	0.75
Cv: Estructura de concreto. acero o madera, sin adecuada técnica constructiva	0.35
Cg: Zona ligeramente fracturada, suelos de mediana capacidad portante	0.3
Cn: Con normativa vigente medianamente cumplidas	0.25

Elemento expuesto XXXVIII



Indicadores	Grado de vulnerabilidad
Lv: Muy cercana 0.2 - 0 KM	0.8
Cv: Estructura de concreto. acero o madera, sin adecuada técnica constructiva	0.35
Cg: Zonas sin fallas ni fracturas, suelos con buenas características geotécnicas	0.2
Cn: Con normativa vigente medianamente cumplidas	0.25

Elemento expuesto XXXIX



Indicadores	Grado de vulnerabilidad
Lv: Muy cercana 0.2 - 0 KM	0.85
Cv: Estructura de concreto. acero o madera, sin adecuada técnica constructiva	0.35
Cg: Zona ligeramente fracturada, suelos de mediana capacidad portante	0.3
Cn: Con normativa vigente medianamente cumplidas	0.35

Elemento expuesto XL



Indicadores	Grado de vulnerabilidad
Lv: Muy cercana 0.2 - 0 KM	0.9
Cv: Estructuras de adobe, caña y otros de menor resistencia, en estado precario	0.8
Cg: Zona ligeramente fracturada, suelos de mediana capacidad portante	0.4
Cn: Desconocimiento e incumplimiento de la normativa vigente	0.8

ANEXO 14: PARÁMETROS PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD FÍSICA DE LAS VIVIENDAS UTILIZANDO EL MANUAL DE ESTIMACIÓN DE RIESGO ANTE MOVIMIENTOS DE MASA DE LADERAS

Variable: Localización de viviendas.

INDICADORES	RANGO	GRADO DE VULNERABILIDAD
Muy cercana 0.2 - 0 KM	$0,75 \leq R \leq 1$	Muy Alta
Cercana 0.2 - 1 km	$0,50 \leq R < 0,75$	Alta
Medianamente cerca 1 - 5 Km	$0,25 \leq R < 0,50$	Media
Muy alejada > 5 km	$0 < R < 0,25$	Baja

Fuente: Manual de Estimación del Riesgo ante movimientos de masa de laderas, INDECI, 2011.

Variable: Material de Construcción utilizada en viviendas.

INDICADORES	RANGO	GRADO DE VULNERABILIDAD
Estructuras de adobe, caña y otros de menor resistencia, en estado precario	$0,75 \leq R \leq 1$	Muy Alta
Estructuras de adobe, piedra o madera, sin refuerzos estructurales	$0,50 \leq R < 0,75$	Alta
Estructura de concreto. acero o madera, sin adecuada técnica constructiva	$0,25 \leq R < 0,50$	Media
Estructura sismorresistente con adecuada técnica constructiva (de concreto o acero)	$0 < R < 0,25$	Baja

Fuente: Manual de Estimación del Riesgo ante movimientos de masa de laderas, INDECI, 2011.

Indicador: Características geológicas, calidad y tipo de suelo.

INDICADORES	RANGO	GRADO DE VULNERABILIDAD
Zona muy fracturada, fallada, suelos colapsables (relleno, mapa freática alta con turba, material inorgánico, etc.)	$0,75 \leq R \leq 1$	Muy Alta
Zona medianamente fracturada, suelos con baja capacidad portante	$0,50 \leq R < 0,75$	Alta
Zona ligeramente fracturada, suelos de mediana capacidad portante	$0,25 \leq R < 0,50$	Media
Zonas sin fallas ni fracturas, suelos con buenas características geotécnicas	$0 < R < 0,25$	Baja

Fuente: Manual de Estimación del Riesgo ante movimientos de masa de laderas, INDECI, 2011.

Variable: Cumplimiento de la normativa técnica vigente de los procedimientos constructivos.

INDICADORES	RANGO	GRADO DE VULNERABILIDAD
Desconocimiento e incumplimiento de la normativa vigente	$0,75 \leq R \leq 1$	Muy Alta
Con normativa vigente sin cumplimiento	$0,50 \leq R < 0,75$	Alta
Con normativa vigente medianamente cumplidas	$0,25 \leq R < 0,50$	Media
Con normativa vigente estrictamente cumplidas	$0 < R < 0,25$	Baja

Fuente: Manual de Estimación del Riesgo ante movimientos de masa de laderas, INDECI, 2011.