

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**TESIS**

**GESTIÓN DE RIESGOS, ANÁLISIS, INTERPRETACIÓN,  
PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DEL SECTOR TANKARCCASA –  
CENTRO POBLADO DE COMPONE – DISTRITO DE ANTA –  
PROVINCIA DE ANTA – DEPARTAMENTO DE CUSCO**

**PRESENTADO POR:**

Br. AUDAX WILSON CASTILLO FERRO

**PARA OPTAR AL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**ASESOR:**

Dr. ING. JOSE FELIPE MARIN LOAYZA

CUSCO – PERU

2024

## INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada: Gestión de Riesgos, Análisis, Interpretación, Prevención y mitigación del sector Tankarcasa-Centro Poblado de Compose-Distrito de Anta-Provincia de Anta-Departamento de Cusco

presentado por: Audax Wilson Castillo Ferrero con DNI Nro.: 23919044

presentado por: ..... con DNI Nro.: .....

para optar el título profesional/grado académico de Ingeniero Civil

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 2 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 5.....%.

### Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

| Porcentaje     | Evaluación y Acciones   | Marque con una (X) |
|----------------|---|--------------------|
| Del 1 al 10%   | No se considera plagio.   | X                  |
| Del 11 al 30 % | Devolver al usuario para las correcciones.  | —                  |
| Mayor a 31%    | El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley. | —                  |

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto** la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 10 de Octubre ..... de 2024.....

.....  
Firma

Post firma: Dr. Ing. Jose Felipe Marin Loayza

Nro. de DNI: 23837555.....

ORCID del Asesor: 0000-0002-0871-5946.....

### Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: Did:27259:390377624

NOMBRE DEL TRABAJO

**TESIS SUSTENTADO para impresion fina  
l.docx 1 (1).pdf**

AUTOR

**Audax Wilson Castillo Ferro**

RECUENTO DE PALABRAS

**13695 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**88228 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**126 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**3.3MB**

FECHA DE ENTREGA

**Oct 9, 2024 1:04 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Oct 9, 2024 1:05 PM GMT-5****● 5% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- 5% Base de datos de trabajos entregados

**● Excluir del Reporte de Similitud**

- Base de datos de Internet
- Material bibliográfico
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)
- Material citado



## **DEDICATORIA**

A mi padre Porfirio Castillo Olarte y mi sobrino Porfirio Castillo Mesco, quienes partieron a la eternidad, en algún momento del tiempo, nos volveremos a encontrarnos, quienes encendieron la llama perpetua de mi destino.

A mi madre Teresa Ferro de Castillo, hermanos (as), sobrinos (as) que inmortalizan la familia.

## **AGRADECIMIENTO**

A mis dignos docentes quienes son los guías y conductores de las generaciones exitosos del conocimiento. Mis sinceros agradecimientos por todo el conocimiento vertido en sus alumnos.

## RESUMEN

La presente investigación para “Gestión de Riesgos, Análisis, Interpretación, Prevención y Mitigación del Sector Tankarccasa – Centro Poblado de Compone – Distrito de Anta – Provincia de Anta - Departamento de Cusco”, identificó el peligro del deslizamiento en condiciones de estabilización con respecto al año 2018 en la que se activó. Los factores desencadenantes aun no cuentan con medidas y mitigación de desastres, pero si, la forestación de eucalipto cubre en su mayoría el cuerpo del deslizamiento generando impermeabilización en la superficie.

Los fenómenos que conllevan peligros de desastres en la zona de investigación actúan de manera moderada según el diagnostico actual. Se presentan fenómenos similares en el Sector de Huamancharpa en el distrito de Santiago y también en Ranraccasa en el distrito de Yaurisque, Provincia de Paruro. Estos fenómenos se pueden controlar tomando medidas y acciones correctas mediante estudios e investigaciones científicas.

Se logra con la gestión del riesgo de desastres, mediante el proceso de identificación y evaluación de los peligros geológicos, hidrometeorológicos y antrópicos; análisis para obtener medidas de alteración de la zona; Interpretación y comprensión del comportamiento geodinámico del sector.

Finalmente, se consigue los planes para prevenir y mitigar con las medidas y acciones respectivas y correctivas, tomando en cuenta, las características geológicas, geomorfológicas, hidrológicas y antrópicas.

**Palabras Claves:** Gestión, Riesgo, Peligro, Vulnerabilidad y Prevención.

## **ABSTRACT**

The present investigation for “Risk Management, Analysis, Interpretation, Prevention and Mitigation of the Tankarccasa Sector – Compone Population Center – Anta District – Anta Province – Department of Cusco”, identified the phenomenon of landslide in stabilization conditions with respect to the year 2018 in which it was activated. The triggering factors do not yet have measures and disaster mitigation, but yes, eucalyptus afforestation mostly covers the body of the landslide, generating waterproofing on the surface.

The phenomena that entail disaster dangers in the research area act moderately according to the current diagnosis. Similar phenomena occur in the Huamancharpa Sector in the district of Santiago and also in Ranraccasa in the district of Yaurisque, Province of Paruro. These phenomena can be controlled by taking correct measures and actions through scientific studies and research.

It is achieved with disaster risk management, through the process of identifying geological, hydrometeorological and anthropic hazards; analysis to obtain measures of alteration of the area; Interpretation and understanding of the geodynamic behavior of the sector.

Finally, plans are achieved to prevent and mitigate with the respective and corrective measures and actions, taking into account the geological, geomorphological, hydrological and anthropic characteristics.

**Keywords:** Management, Risk, Danger, Vulnerability and Prevention.

## TABLA DE CONTENIDO

|  |     |
|--|-----|
| Contenido                                  |     |
| AGRADECIMIENTO .....                       | iii |
| RESUMEN .....                              | iv  |
| ABSTRACT .....                             | v   |
| TABLA DE CONTENIDO .....                   | vi  |
| CAPÍTULO I: MARCO METODOLÓGICO .....       | 9   |
| 1.1 Título del Proyecto .....              | 10  |
| 1.2 Planteamiento del Problema.....        | 10  |
| 1.2.1 Formulación del Problema .....       | 10  |
| 1.4.- Delimitación de objetivos.....       | 11  |
| 1.5 Justificación e importancia .....      | 12  |
| 1.6 Limitaciones de la Investigación.....  | 12  |
| CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL..... | 14  |
| 2.1 Investigaciones relacionadas.....      | 15  |
| 2.2 Bases Teóricas .....                   | 15  |
| 2.2.1 Introducción .....                   | 15  |
| 2.2.2 Estado de la Cuestión .....          | 15  |
| 2.2.3 Cuerpo de Hipótesis .....            | 15  |
| 2.2.4 Metodología .....                    | 15  |
| 2.2.5 Fuentes .....                        | 15  |
| 2.2.6 Bibliografía.....                    | 15  |
| 2.3 Definiciones de términos básicos.....  | 16  |
| 2. 3.1 Peligro.....                        | 16  |
| 2.3.2 Amenazas .....                       | 16  |
| 2.3.3 Riesgos.....                         | 16  |
| 2.3.4 Componentes de Riesgos .....         | 16  |
| 2.3 5 Probabilidad.....                    | 17  |
| 2.3.6 Vulnerabilidad .....                 | 17  |
| 2.3.7 Análisis de Riesgo .....             | 17  |
| 2.3.8 Manejo de Riesgo.....                | 19  |
| 2.3.9 Riesgo aceptable .....               | 19  |

|  |    |
|--|----|
| CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS .....   | 20 |
| 3.1.- Supuestos Básicos .....  | 21 |
| 3.2.- Hipótesis Central .....  | 21 |
| 3.3.- Hipótesis de trabajo .....   | 21 |
| CAPÍTULO IV: IMPORTANCIA DEL ESTUDIO.....  | 22 |
| CAPÍTULO V: ASPECTOS GENERALES.....  | 24 |
| 5.1 Generalidades.....   | 25 |
| 5.2 Diagnósticos de la gestión de Riesgo en el Perú y la Región del Cusco .....  | 25 |
| 5.3 Antecedentes Históricos en el Perú, Cusco y Anta.....                        | 27 |
| 5.4 Antecedentes Históricos Internaciones .....                                  | 29 |
| 5.4.1 La tragedia de Armero (Colombia) .....                                     | 29 |
| 5.4.2 Deslizamiento de suelos en La Paz (Bolivia) .....                          | 30 |
| 5.5 Ubicación del área de investigación.....                                     | 30 |
| 5.6 Características generales del área de investigación.....                     | 33 |
| 5.6.1 Aspectos Físicos.....  | 33 |
| a. Topografía.....   | 33 |
| 5.6.2 Aspectos Biológicos .....  | 34 |
| CAPÍTULO VI: CONDICIONES HIDROLÓGICAS, CLIMÁTICAS Y TOPOGRÁFICAS DE SECTOR ..... | 38 |
| 6.1 Generalidades.....   | 39 |
| 6.2 La cuenca hidrológica .....  | 39 |
| 6.3 Precipitación.....   | 40 |
| 6.4 Escurrimiento .....  | 41 |
| 6.6 Trabajos topográficos.....   | 43 |
| 6.7 Características del terreno .....  | 44 |
| 6.8 Trabajos de gabinete .....   | 45 |
| 6.9 Análisis e interpretación de los fenómenos naturales y provocados .....      | 45 |
| CAPÍTULO VII: GEOLOGÍA REGIONAL Y LOCAL DE LA ZONA.....                          | 47 |
| 7.1 Generalidades.....   | 47 |
| 7.2 Objetivos .....  | 48 |
| 7.3 Geología regional .....  | 48 |
| 7.4 Geología Local .....   | 48 |
| Litología y estructura.....  | 48 |
| 7.5 Mapas geológicos .....   | 49 |

|  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| 7.5 Movimientos de Masa.....   | 50                                   |
| 7.6 Geodinámica externa e interna de la zona .....                                 | 51                                   |
| CAPÍTULO VIII: ESTUDIO GEOTÉCNICO.....   | 59                                   |
| 8.1 Generalidades.....   | 60                                   |
| 8.2 Objetivos del Estudio Geotécnico .....   | 60                                   |
| 8.3 Parámetros Geotécnicos .....   | 60                                   |
| 8.4 Muestreo de Campo.....   | 60                                   |
| 8.5 Ensayos de laboratorio .....   | 62                                   |
| CAPÍTULO IX: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DEL FENÓMENO DE LA ZONA DE TANKARCCASA..... | 73                                   |
| 9.1 Presentación de Resultados .....   | 74                                   |
| 9.1.1 Análisis de los fenómenos naturales de la zona.....                          | 74                                   |
| 9.1.2 Interpretación de los fenómenos naturales de la zona.....                    | 78                                   |
| 9.1.3 Trabajos de prevención del sector .....                                      | 85                                   |
| CAPÍTULO X: EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.....                                  | 92                                   |
| 10.1 Generalidades.....  | 93                                   |
| 10.2 Objetivos .....   | 93                                   |
| 10.3 Estudio del Impacto Ambiental de la Zona .....                                | 93                                   |
| 10.4 Resultados .....  | 94                                   |
| 10.5 Conclusiones y recomendaciones .....  | 98                                   |
| CAPÍTULO XI: PRESUPUESTO .....   | 99                                   |
| 11.1 Presupuesto.....  | 100                                  |
| CAPÍTULO XII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....                                  | 102                                  |
| 12.1 Conclusiones.....   | 103                                  |
| 12.2 Recomendaciones .....   | 105                                  |
| 13.- BIBLIOGRAFIA.....   | 106                                  |
| ANEXOS .....   | 111                                  |
| ANEXO 1: Matriz de Consistencia.....   | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| ANEXO 2: Evidencia de Participación en el Proceso.....                             | 113                                  |
| Anexo 5. Certificado de Laboratorio de Suelos.....                                 | 125                                  |

## **CAPÍTULO I: MARCO METODOLÓGICO**

## **1.1 Título del Proyecto**

“Gestión de Riesgos, Análisis, Interpretación, Prevención y Mitigación del Sector Tankarccasa – Sentro Poblado de Compone – Distrito de Anta – Provincia de Anta - Departamento de Cusco”.

## **1.2 Planteamiento del Problema**

### **1.2.1 Formulación del Problema**

El planeta Tierra tiene características especiales frente a los demás integrantes del sistema solar, conocido también como el Planeta Azul, el planeta vivo.

La tierra desde su formación en el precámbrico (hace 4,500 millones años atrás) hasta la fecha sigue un proceso evolutivo como son los fenómenos geodinámicos permanentes; simultáneamente dichos fenómenos no son homogéneos en todo el globo terráqueo actúan de diversas formas. Este tipo de eventos se conoce como fenómenos naturales y aquellos que alteran en forma negativa motivados por la acción del hombre son conocido como desastres y/o fenómenos antrópicos.

Es importante aclarar que el Perú como territorio pertenece a la cuenca del pacifico o cinturón del fuego del pacifico donde ocurren el 80% de los terremotos, así mismo nuestro territorio está ubicado en tres escenarios, como son: una franja costera, una zona andina, una zona sub andina (La selva alta y baja).

Nuestro país la zona andina y particularmente nuestra región del Cusco está sujeto por el fenómeno de la orogenia por levantamiento de los andes por esfuerzos tangenciales y presenta como consecuencias fenómenos geodinámicos externos, por ejemplo: fallas, desprendimientos de materiales líticos, huaycos (lloqllas en

quechua), reptación de suelos, movimientos de masa así como fenómenos geodinámicos internos originados por la acción de la tectónica de placas. En la fase de la geodinámica externa intervienen factores importantes como son: el sol, el agua, la gravedad, suelo y/o roca.

1.- ¿De qué manera todos estos fenómenos actúan en nuestra zona de estudio ubicado en el Sector de Tankarccasa, centro poblado de Compone, Distrito y Provincia de Anta, región de Cusco?, ¿Donde existe un fenómeno activo que se presenta similar al fenómeno de Huamancharpa en el distrito de Santiago o también en Ranraccasa en el distrito de Yaurisque Provincia de Paruro?, ¿Se puede controlar este fenómeno en nuestro sector? ¿Se puede mitigar este fenómeno? Muchas preguntas podemos realizar, pero tenemos que dar las respuestas tenemos que dar con un nivel de investigación basado solo en el método científico.

#### **1.4.- Delimitación de objetivos**

##### **a. Objetivo General:**

Realizar el análisis, interpretación, prevención y mitigación del deslizamiento de la zona de Tankarccasa – Centro Poblado Compone, distrito Anta, Provincia de Anta – Departamento Cusco.

##### **b. Objetivos Específicos:**

- Analizar en qué medida los fenómenos naturales alteran la zona.
- Interpretar y comprender el comportamiento geodinámico del sector.
- Prevenir y evitar desastres con consecuencias negativas.

- Mitigar empleando medidas correctivas para minimizar el impacto negativo.

### **1.5 Justificación e importancia**

Se podrá identificar los fenómenos naturales y antrópicos que afectan a la zona, todo ello nos permitirá un adecuado manejo en el fenómeno del lugar y nos servirá de base para realizar una profunda investigación y observar de qué manera afectaría a la población en sus actividades cotidianas.

Los resultados de la investigación permitirán tomar las acciones necesarias para dar calidad de vida a la población en armonía hombre=naturaleza.

### **1.6 Limitaciones de la Investigación**

- Es posible que dentro del proceso del trabajo de investigación que se realice en campo se pueda tener dificultades de acceso a la zona de investigación por lo agreste y empinado.
- Por temas socio políticos los pobladores de la zona podrían entorpecer nuestra labor de investigación de campo confundiéndonos con una empresa minera que se dedique a labores de extracción de recursos naturales.
- Existe riesgo de que el trabajo de investigación no tenga el respaldo del centro poblado. Debido a que existe la creencia de credos religiosos mesiánicos de que el fenómeno de la zona es castigo de Dios.
- Debemos de tener la absoluta seguridad de que los datos obtenidos en el campo y laboratorio tengan la fidelidad y veracidad para realizar nuestro trabajo, sin embargo, a veces no se consigue el éxito deseado debido a que los equipos no se encuentran

debidamente operativos por falta de mantenimiento sin ser calibrados y certificados para su empleo.

- Las limitaciones económicas están casi siempre dentro de los trabajos de investigación, debido al alto costo de equipos de última generación y a veces no se encuentran en nuestro mercado.
- No debe de confundirse las limitaciones en la investigación con las limitaciones del investigador. Este último puede tener limitaciones de índole económico por falta de tiempo, más nunca por razones intelectuales.
- Tamaño de la muestra de deslizamientos antiguos y recientes de la zona que no podrá homogenizarse con los datos a obtener.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL**

## **2.1 Investigaciones relacionadas**

El proyecto de estudio informa y se basa en acontecimientos históricos y contemporáneos comparables.

## **2.2 Bases Teóricas**

El estudio se basa en investigación científico como son:

### **2.2.1 Introducción**

Presentación general del área de investigación.

### **2.2.2 Estado de la Cuestión**

se trata de revisar las bibliografías que existen sobre el Tema, y el énfasis en los marcos teóricos.

### **2.2.3 Cuerpo de Hipótesis**

Que se supone cierto, que también estas nos pueden generar interrogantes que tengan respuestas, así como validadas.

### **2.2.4 Metodología**

Son criterios técnicos que se emplearan en el análisis del trabajo.

### **2.2.5 Fuentes**

Se deberá tener cuidado con el material a consultar.

### **2.2.6 Bibliografía**

También debe estar basado correctamente indicando el autor, titulo, Editorial y año y lugar de impresión.

## **2.3 Definiciones de términos básicos**

Los siguientes términos son definidos:

### **2.3.1 Peligro**

Probabilidad de que un fenómeno natural, un acontecimiento físico o una actividad humana puedan causar daños a las personas, los bienes o el medio ambiente (hdl.handle.net).

### **2.3.2 Amenazas**

Una amenaza es un término potencialmente peligroso que se refiere a fenómenos naturales, tecnológicos o antrópicos que pueden suceder ocurrir en un período de tiempo y pueden afectar negativamente al hombre, los bienes y servicios y el ecosistema.

### **2.3.3 Riesgos**

Es la probabilidad de un evento con consecuencias negativas como resultado del producto peligro y vulnerabilidad

### **2.3.4 Componentes de Riesgos**

Esencialmente, los tres componentes de la descripción del riesgo (incertidumbre, evento e impacto) ayudarán a cualquier persona involucrada en la gestión de riesgos a considerar estos tres aspectos importantes del riesgo y tomar medidas para mejorar las oportunidades (doczz.es).

### **2.3.5 Probabilidad**

Es la eventualidad de que un fenómeno o un hecho ocurra en circunstancias determinadas. Se representa en forma de porcentaje.

### **2.3.6 Vulnerabilidad**

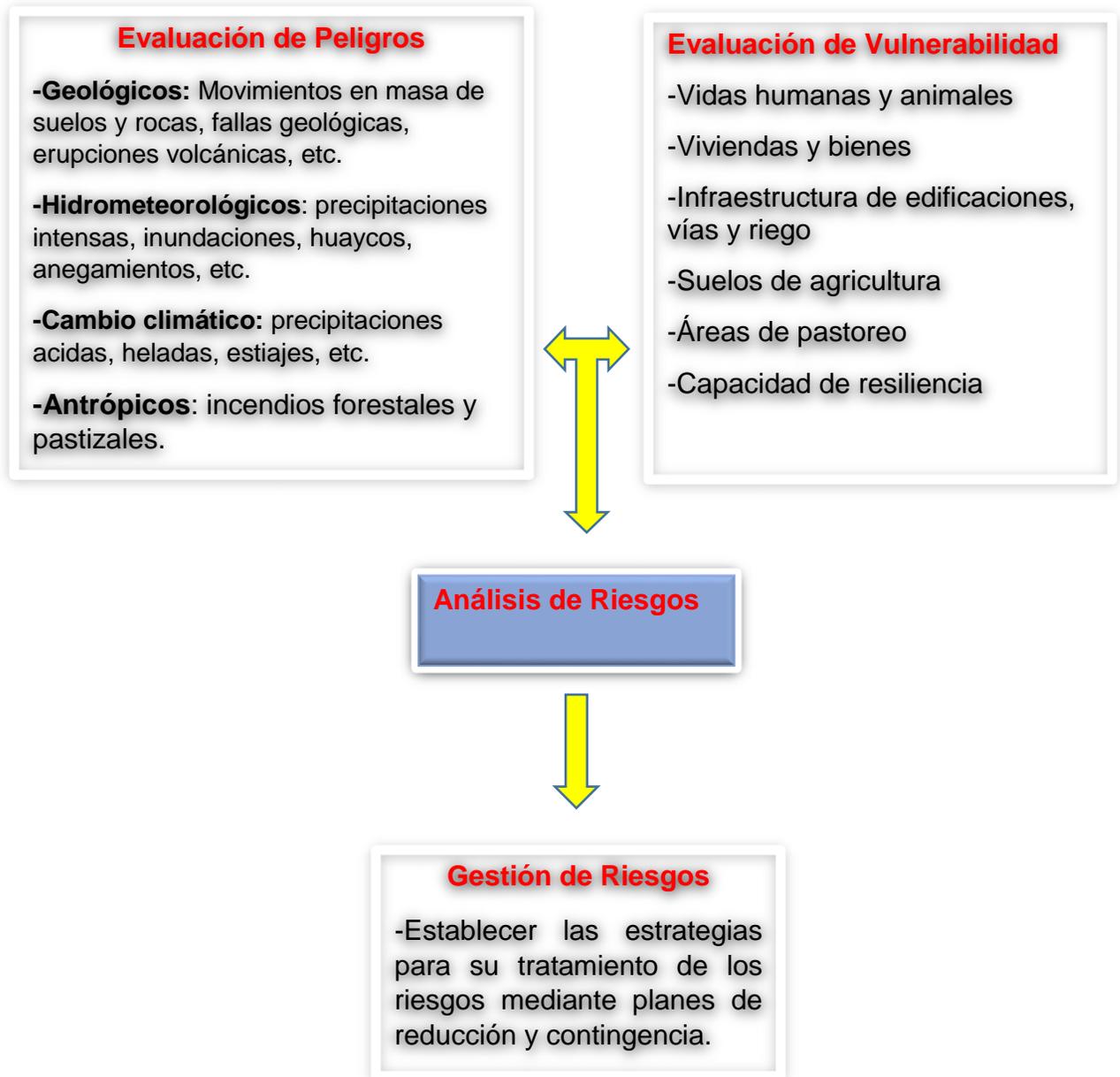
Susceptibilidad ante eventos físicos, sociales, ambientales e institucionales que exponen a la población a impactos o consecuencias adversas ([slideshare.net](https://www.slideshare.net)).

### **2.3.7 Análisis de Riesgo**

Es un proceso sistemático para identificar, evaluar y gestionar riesgos potenciales que puedan afectar instalaciones existentes o proyectos en desarrollo. Esto incluye una investigación exhaustiva de posibles amenazas internas y externas y sus posibles consecuencias ([blog.hubspot.es](https://blog.hubspot.es)).

**Figura 1**

**Estructura del análisis de riesgos**



### **2.3.8 Manejo de Riesgo**

Es controlar los riesgos eliminando o cambiando las condiciones que crean peligro y vulnerabilidad. La humanidad a diario controla los riesgos sin darse cuenta ([cdpr.ca.gov](http://cdpr.ca.gov)).

### **2.3.9 Riesgo aceptable**

Es el nivel de pérdida potencial que una comunidad o sociedad considera aceptable dadas las condiciones sociales, económicas, políticas, culturales, tecnológicas y ambientales existentes ([inee.org](http://inee.org)).

### **2.3.10 Gestión de riesgos**

Es el procedimiento para identificar, evaluar, analizar los daños en un entorno de desastre y las medidas y acciones a tomar para prevenir, reparar y mitigar ([idbinvest.org](http://idbinvest.org)).

## **CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS**

### **3.1.- Supuestos Básicos**

“Los factores de geodinámica externa (factores atmosféricos) y factores de geodinámica interna (tectónica de placas) influyen en la formación del relieve terrestre (geomorfología)”.

### **3.2.- Hipótesis Central**

“Existe una correlación directa entre precipitaciones pluviales del medio sobre la zona materia de investigación”.

### **3.3.- Hipótesis de trabajo**

A mayor grado de intensidad de precipitaciones pluviales sobre la zona de investigación.  
Mayor el nivel de vulnerabilidad de la zona.

A menor grado de intensidad de precipitaciones pluviales sobre la zona de investigación.  
Menor el nivel de vulnerabilidad de la zona.

## **CAPÍTULO IV: IMPORTANCIA DEL ESTUDIO**

Sabiendo que la prevención es importante en muchos ámbitos, sobre todo si estamos creando un centro densamente poblado, debemos considerar factores de riesgo, situaciones que pueden provocar lesiones y daños (tanto al objeto como al entorno en el que trabajamos) y pueden garantizar la continuidad de las actividades laborales, por ejemplo, destrucción de herramientas o máquinas necesarias ([www. Importancia.org](http://www.Importancia.org)).

Los resultados de la investigación permitirán conocer:

- Nuestro medio nos exige mayores conocimientos y soluciones ante los problemas del Medio en que vivimos.
- El comportamiento del área de investigación nos ayudará a mejorar la calidad de vida sin riesgos.
- Conocer nuestra habidad para enfrentar los procesos naturales que ocurren en forma cualitativa y cuantitativa.

## **CAPÍTULO V: ASPECTOS GENERALES**

## **5.1 Generalidades**

A menudo escuchamos o vemos los medios informativos (radio, televisión, periódicos, revistas de tecnología) diversos fenómenos a nivel internacional nacional y local sobre fenómenos naturales y provocados, que afectan nuestro territorio. Así podemos mencionar diversos fenómenos, en el país vecino Bolivia en el cual de produjo grandes deslizamientos de la Ciudad del Alto en la Paz. De manera simultánea también en el Perú ocurren fenómenos similares y sobre todo en los Andes que son de formación reciente del Planeta, así se tiene en la Región Apurímac donde en los distritos de Huancarama (Andahuaylas), Tamburco (Abancay) donde se producen grandes deslizamientos por lo que han sido declarados en emergencia, en la Región tenemos problemas latente como el de Huamancharpa en el Distrito de Santiago, el de Ranraq'asa en Yaurisque Provincia de Paruro, el de Llusco, Qututo en la Provincia de Chumbivilcas, y así tenemos varios ejemplos de esta fenomenología, que siempre ocurrirán para lo cual se deben tomar medidas preventivas.

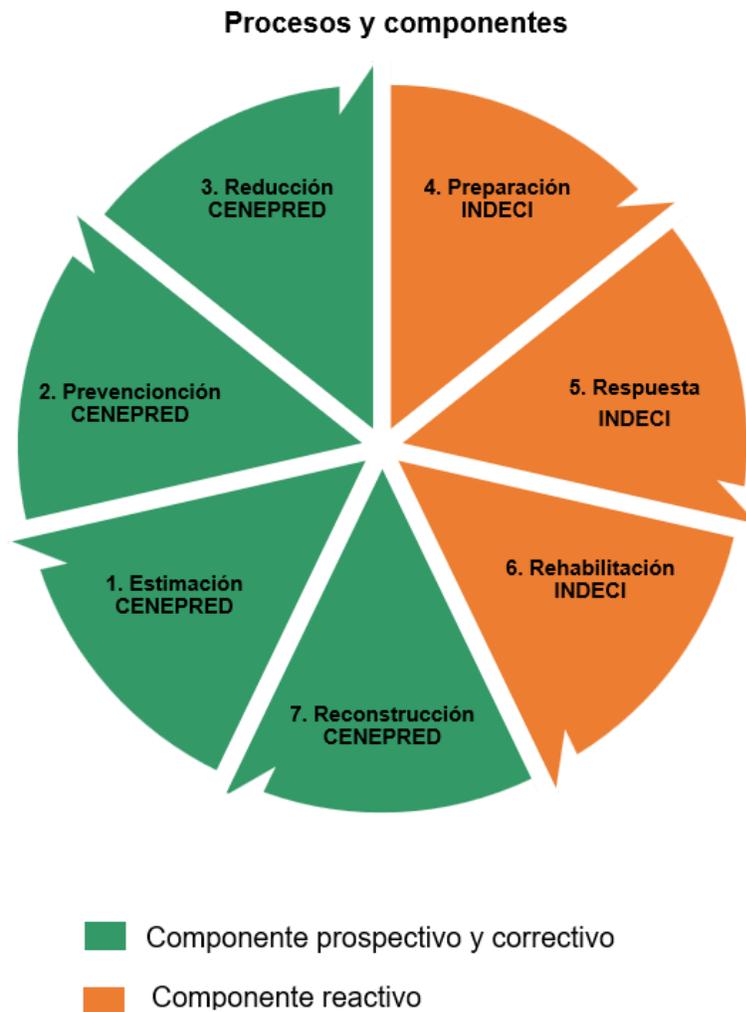
## **5.2 Diagnósticos de la gestión de Riesgo en el Perú y la Región del Cusco**

No está debidamente implementada falta mayor organización a nivel estatal, pese a que un gran sismo nos sacudió en mayo de 1970 en el Callejón de Huaylas, que dejó 30 mil muertos, por entonces creó el Sistema de Defensa Civil, pese a la antigüedad de su creación hasta ahora tiene muchas falencias técnico-financieras. Así mismo, las entidades de los gobiernos municipales sobre todo en el medio rural presta poca importancia a la gestión de riesgo en la Región del Cusco. Las personas mismas no están educadas y no comprenden la importancia de la gestión de riesgos pese a ser vulnerable a estos fenómenos (Nelson Morales-Soto, 2008).

La gestión de riesgos incluye procesos y componentes específicos definidos, buscando un entendimiento común en la sociedad.

**Figura 2**

**Procesos y componentes de gestión de riesgos**



Fuente: Adaptada de repositorio.unjfsc.edu.pe. Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción de Desastres, 2020

### **5.3 Antecedentes Históricos en el Perú, Cusco y Anta**

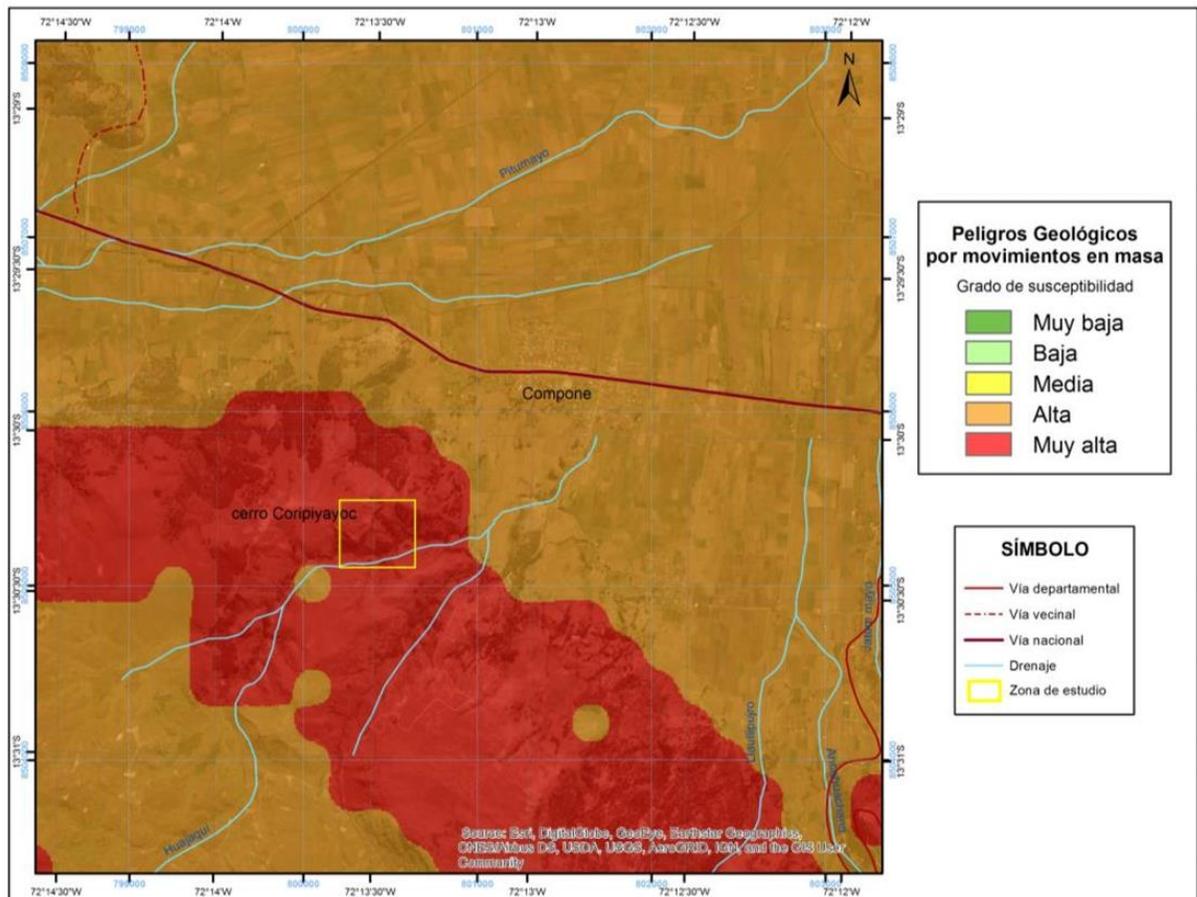
El Perú por siempre ha estado sometido como territorio a los fenómenos naturales por su ubicación en la cuenca del Pacífico, donde ocurren la mayoría de los fenómenos naturales como son: terremotos, tsunamis, Vulcanismo, desprendimientos de grandes masas de suelo Huaycos, reptaciones de suelos etc. Los registros que se tienen registran incompletos y escasamente conocidas y quienes dan a conocer son los religiosos y los notables viajeros. En 1904 el historiador José Toribio Polo analizó todas las fuentes de las que disponía y calculó que hasta se había producido más de 2,500 movimientos sísmicos, desde el momento en que los españoles llegaron hasta el final del siglo XIX (repositorio.ingemmet.gob.pe) .

Se produjeron enormes daños materiales, ya que los edificios carecían gravemente de capacidad para resistir los movimientos del suelo., así también a ello contribuyeron los cambios climáticos como el efecto del fenómeno del niño. El terremoto en la capital del Cusco el terremoto de gran magnitud que ocurrió en los no estabamos años 50 trajo como consecuencia que no estabamos preparado cuya vulnerabilidad fue grande, que dentro lo malo que ocurrió también fue motivo de la gran transformación en el aspecto reconstructivo y sobre todo la solidaridad de la población cusqueña.

El mapa de sensibilidad de movimientos de suelo elaborado por el INGEMMET (repositorio.ingemmet.gob.pe) indica un alto riesgo en las lomadas y montañas al Sur Oeste de Compone.

Figura 3

**Mapa de peligros de movimientos en masa**

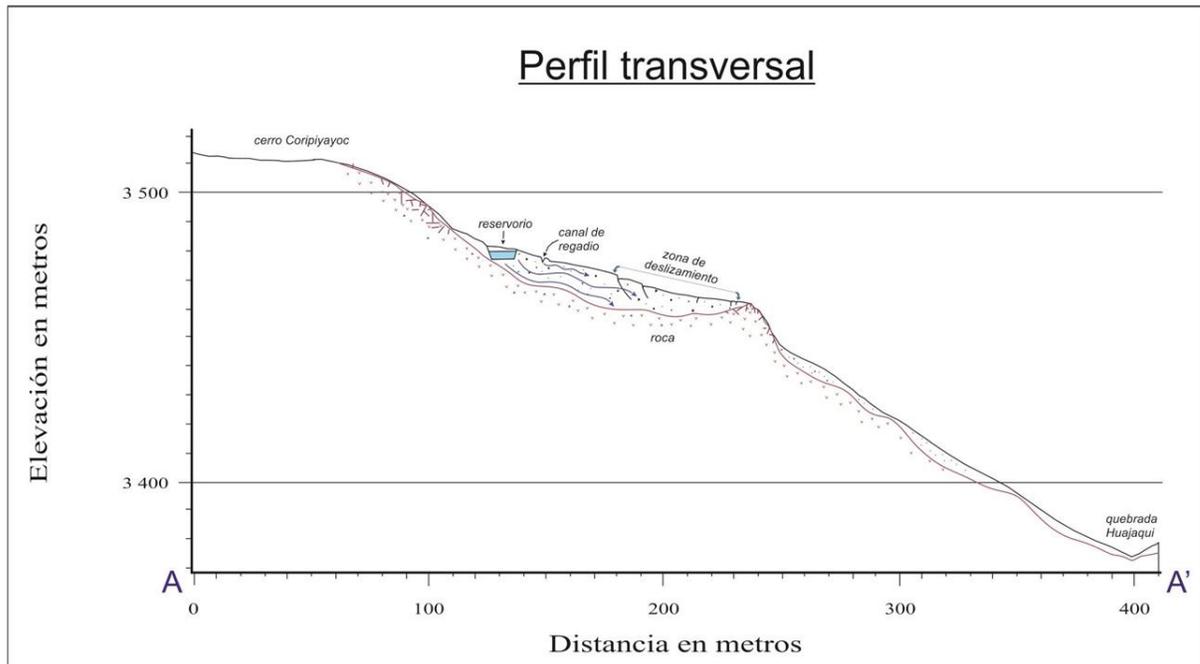


Fuente: Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – Informen Técnico N° A6841

Informe técnico N° A6841, Deslizamiento en el Sector Tankarccasa – Uñuñahui, paraje Compone, Distrito Anta, provincia Anta – Cusco (Sigrid.cenepred.gob.pe). Este informe concluyó que el área evaluada se encuentra afectada por deslizamientos rotativos activos, los cuales representan un alto riesgo para la población, declarando el área de alto riesgo (repositorio.ingemmet.gob.pe).

**Figura 4**

**Perfil transversal del deslizamiento**



Fuente: Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – Informen Técnico N° A6841

**5.4 Antecedentes Históricos Internaciones**

**5.4.1 La tragedia de Armero (Colombia)**

“El 13 de noviembre de 1985, el fenómeno natural del volcán Nevado del Ruiz en Colombia”, afectó a Caldas y Tolima (Muñoz F.C.1987). El volcán erupcionó y los flujos piroclásticos afecto alrededor del 10% de los glaciares de la montaña, creando cuatro lahares de barro, tierra y escombros volcánicos. La ciudad de Armero fue alcanzada por las lahares, matando a más de 20.000 de los 29.000 habitantes. Las víctimas en otros ciudades elevaron la cifra de muertos a 23.000 (vlex.com.co).

#### 5.4.2 Deslizamiento de suelos en La Paz (Bolivia)

Un deslizamiento de tierra mató a 380 personas en el centro de La Paz, Bolivia. Dicho fenómeno se produjo el día primero de abril del dos mil diecinueve. Los servicios de emergencia tuvieron que evacuar a las viviendas de la parte alta, lo que evitó que la tragedia se agravara. Las casas se construyen sobre vertederos. No hubo muertos, heridos graves ni desaparecidos. Las fuertes lluvias que cayeron el martes a la hora del almuerzo en la ciudad andina causaron estragos en un ruinoso conjunto habitacional que durante el fin de semana presentaba grietas en sus muros y carecía de drenaje adecuado al estar construido sin cédula de urbanización ([www.lavanguardia.com](http://www.lavanguardia.com)).

### 5.5 Ubicación del área de investigación

#### a. Localización

Esta ubicado hacia el noroeste de la capital del Cusco. Su localización política y geográfica se detalla en la siguiente tabla:

**Tabla 1**

**Localización Política**

| Sector      | Centro         | Distrito | Provincia | Departamento |
|-------------|----------------|----------|-----------|--------------|
|             | <b>Poblado</b> |          |           |              |
| Tankarccasa | Compone        | Anta     | Anta      | Cusco        |

**Tabla 2**

**Localización Geográfica**

| <b>Puntos</b> | <b>Sectores</b> | <b>Norte</b> | <b>Este</b> | <b>Altitud m.s.n.m.</b> |
|---------------|-----------------|--------------|-------------|-------------------------|
| <b>1</b>      | Tankarccasa     | 8 505477.65  | 800557.48   | 3523                    |
| <b>2</b>      | Tankarccasa     | 8505526.47   | 800253.99   | 3429                    |
| <b>3</b>      | Tankarccasa     | 8505419.15   | 800250.70   | 3428                    |
| <b>4</b>      | Tankarccasa     | 8505348.76   | 800524.44   | 2482                    |



## **5.6 Características generales del área de investigación**

Dentro del carácter general del área podemos mencionar que se halla en la Cordillera Oriental, con una topografía agreste, donde el afloramiento del material lítico son las areniscas predominantemente. Con escasa agricultura y con flora silvestre.

### **5. 6.1 Aspectos Físicos**

#### **a. Topografía**

El área de investigación tiene una topografía accidentada que incide en la formación del suelo, pendientes de 18 a 24% fuertemente ondulado, fallas por movimientos de masas por gravedad en los taludes, la intensidad de los fenómenos de meteorización e intemperismo, el comportamiento dinámico del agua por infiltración y saturación modifica de alguna manera el relieve terrestre.

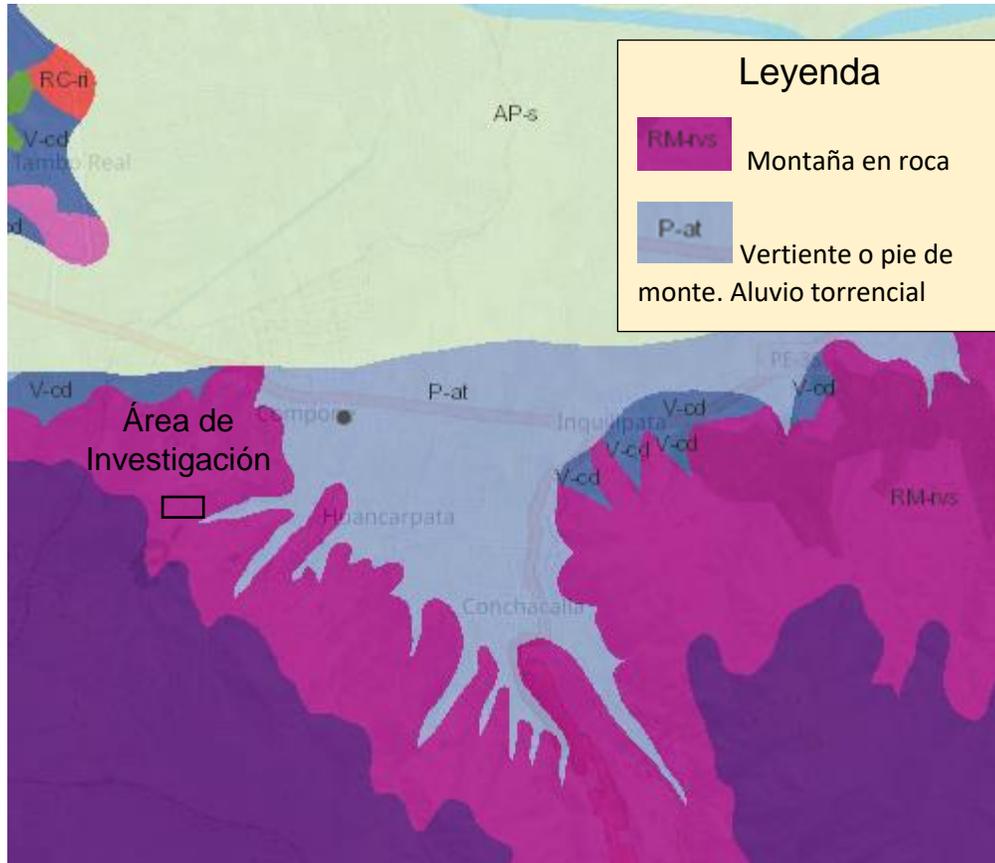
#### **b. Geomorfología**

El área de investigación se encuentra en la unidad montañoso según la geomorfología regional que consiste en una montaña en roca vulcano-sedimentario y vertiente o pie de monte aluvio – torrencial.

Localmente se define como vertientes de montaña empinada. Precisando, está ubicado en las lomadas de Unuqñahuin en la vertiente de la montaña Qoripiyayoc y en el flanco izquierdo de pendiente moderadamente empinada de la quebrada Huajaqui.

**Figura 6**

**Mapa geomorfológico regional**



Fuente: Sistema de Información Geológico y Catastral Minero, 2023

### 5.6.2 Aspectos Biológicos

Mediante la evaluación biológica y ecológica de la región de Cusco, Se identificaron áreas con objetivos de conservación biológica y ecológica a partir de información sobre vegetación, fauna y variables del terreno. Considerando como zonas de muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo valor bioecología.

La zona de investigación debido a su escasa importancia ecológica y a su solapamiento con zonas pobladas, la zona de investigación ha perdido la mayor parte de sus características naturales.

### **5.6.3 Aspectos Agricultura**

#### **Problemática Ambiental Urbana - Rural**

Esto incluye el deterioro del suelo, la polución del agua y del aire, la subutilización agrícola, disminución de especies y poblaciones empobrecidas. También la aplicación de tecnologías apropiadas y la creación de un marco legal eficaz y eficiente para utilizar y desarrollar racionalmente los recursos naturales desde una "perspectiva de desarrollo sostenible" (vsip.info).

### **5.6.4 Aspectos de cobertura vegetal**

El campo de estudio está relacionado con la intervención humana en la formación de las plantas.

#### **a. Áreas con intervención antrópicas**

Estas áreas son el resultado de la intervención humana que paulatinamente ha alterado y modificado la vegetación natural y animales silvestres.

Las áreas de actividad humana incluyen áreas de cultivo claro para agricultura y silvicultura, cultivos perennes, áreas no pastoriles y áreas de pastoreo y extensión (pdfcookie.com).

## **b. Presión antrópica**

Todos los días se realizan varias actividades, tal como se menciona:

- Sobre pastoreo de ganados, vacuno y ovino en terrenos adyacentes a la investigación.
- Mal uso de terrenos agrícolas con empleo de tractor y como ingreso a otras zonas.
- Construcción artesanal de canales de riego y reservorio con alteración del comportamiento de aguas superficiales y subterráneas.
- Tala de eucaliptos y pinos que ocasionan sucesiva pérdida de biodiversidad, alteración de los ciclos de agua, movimientos en masa de suelos y roca por debilitamiento de la superficie como resultado del impacto y la erosión.

### **5.6.4 Aspectos en servicio social**

El sistema Educativo consiste de tres niveles inicial, primaria y secundaria, el cual, es administrado por la Unidad Educativa Ejecutora 315 de Anta y cuenta con todos los servicios básicos como servicios de luz, agua y desagüe y suficiente número de aulas,

En el sistema de servicios de salud, cuentan con puesto de salud de propiedad de Ministerio de Salud, para la atención de los pobladores del Centro Poblado de Compone. Cuenta con luz, agua y desagüe, carece de equipamiento insuficiente.

La atención es de 8:00 a.m. a 4:00 p.m. los medicamentos proveen un técnico en enfermería (Puesto de salud, 2023).

#### **5.6.5 Aspecto económico**

En el aspecto económico el Centro Poblado de Compone se sustenta principalmente en la agricultura con la producción de variedad de papa que se siembra entre los meses de junio a agosto para cosechar en mes de febrero y otra siembra en el mes de octubre para cosechar en el mes de abril a mayo; crianza de animales como ganado vacuno, ovino, equino, aves y cuyes; y cuenta con recursos forestales de eucalipto en varias hectáreas que explotan para rollizo, construcciones de vivienda y en algunas obras de artesanía de forma periódica. Como resultado, obtienen recursos financieros para mantener la economía familiar (Comunidad Campesina de Compone, 2023).

**CAPÍTULO VI: CONDICIONES HIDROLÓGICAS, CLIMÁTICAS Y TOPOGRÁFICAS  
DE SECTOR**

## **6.1 Generalidades**

Las condiciones hidrológicas y climáticas se definen por la geografía obedecen específicamente a la variación topográfica entre montañas, valles, quebradas, altiplanicies, etc.

## **6.2 La cuenca hidrológica**

Se encuentra en la cuenca del Vilcanota (Urubamba), dentro de la subcuenca de Anta en el flanco izquierdo de la quebrada Hajaqui tributario “del río Huarcocondo y este, a su vez, es afluente del río Vilcanota en el sector de Pachar - Ollantaytambo” ([repositorio.unsaac.edu.pe](http://repositorio.unsaac.edu.pe)).



Los factores que inciden generalmente son la temperatura, presión y humedad atmosférica.

- La temperatura representa la energía térmica necesaria para que la evaporación cause precipitación.
- La evaporación determina la humedad atmosférica, que se deposita en el agua líquida como resultado de la condensación.
- La temperatura y la presión atmosférica afectan el estilo, dibujando y concentrando las nubes en determinados lugares.

El 80% de los 955,82 mm de precipitaciones que caen sobre la provincia de Anta cada año lo hacen durante la estación lluviosa, que va de noviembre a marzo (CESAL CONSULTORES S.A.C.).

#### **6.4 Escurrimiento**

Se entiende por escurrimiento que no es otra cosa que el acto mismo de empapar y como consecuencia de escurrir.

Las características del escurrimiento:

- Depende del tipo de suelo, pendiente y temperatura; que son elementos o factores que participan en este fenómeno.
- Se produce por el nivel de precipitaciones menos la infiltración y retención superficial en las laderas.

- Comienza cuando se agota la capacidad de almacenamiento de la superficie y la capacidad recolectora de la flora. La película de agua resultante fluye sobre la superficie y erosiona el suelo a medida que fluye hacia el nivel freático inferior del arroyo (dspace.utb.edu.ec).

## **6.5 Condiciones climáticas**

El ámbito de investigación, está emplazado en una región climática semiseca, templada con invierno seco; lluvioso, frío con invierno seco; toda esta área climática corresponde a las altiplanicies del Cusco, específicamente la depresión y montañas circundantes de Anta.

Entre las características de las condiciones climáticas tenemos:

- Determinado por dos periodos: un periodo húmedo de diciembre a abril y un periodo seco de mayo a noviembre (livrosdeamor.com.br).
- La temperatura media anual es de 12 °C, y la precipitación media es de 700 mm (dspace.esPOCH.edu.ec).
- veranos lluviosos e inviernos secos y helados. Por estas características, la región es ideal para el desarrollo de la ganadería (vsip.info).
- Los peligros climáticos adversos son las heladas y las sequías.

Según la clasificación de Pulgar Vidal (1987), el área y entorno de investigación se dividen en las siguientes regiones:

#### **a. La región Quechua (2300 y 3500 m.s.n.m.)**

“Tiene un clima característico templado, con una gran variación entre el día y la noche con respecto a la temperatura. La temperatura media anual” en invierno (mayo a agosto) está entre 11 y 16°C, la temperatura máxima oscilan entre 22 y 29°C y la mínima entre 7 y -4°C. En verano, de diciembre a marzo, llueve con frecuencia (repositorio.unsaac.edu.pe).

#### **b. La región Suni (3500 y 4000 m.s.n.m.)**

Tiene un clima característico seco y frío. La temperatura más alta supera los 20°C y la más baja en invierno (meses de estiaje) oscilan entre -1°C y -6°C. en conclusión, presenta temperatura promedio anual está entre 7°C y 10°C y precipitación media anual es de 800 mm. (hdl.handle.net).

#### **c. La región Puna (4000 y 4800 m.s.n.m.)**

Tiene un clima característico frío. Temperatura media anual entre 0 °C e inferior a 7 °C (pdfcoffe.com). Las precipitaciones anuales oscilan entre 400 y 100 mm.

### **6.6 Trabajos topográficos**

Es una colección de trabajos de campo y de oficina diseñada para proporcionar datos de altimetría y/o medición de área registrados en planos a una escala apropiada para el tamaño del papel, como se describe a continuación. Todos los levantamientos deben considerar los siguientes factores (docplayer.es):

- Características físicas del terreno como canales, bosques, estructuras y elementos estructurales.

- Diferencias de altura del relieve como vertientes, colinas, drenajes, quebradas, etc.

Se elaboró los mapas e imágenes desde Earth Google, Sistema de Información Geológico y Catastral Minero y Desastres y Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres.

## **6.7 Características del terreno**

El suelo es donde las plantas crecen, obtienen agua y alimento. Los terrenos tienen características específicas determinadas por la humedad, acidez, textura y estructura.

### **Tipos de suelos del sector**

Según la zonificación ecológica del Departamento del Cusco, 2005:

**A2sec.** - Agricultura pura con calidad agrícola media pero limitada por el suelo, la erosión y el clima (CESEL S A. "Actualización e Integración del PMA del EIA de las Canter").

**A3sec – P2sec.**- Agricultura pura con baja calidad agrícola "limitada por el suelo, la erosión y el clima" (inercos consultoria peru s.a.c.).

**(Xse – P3sec.**- "Protección del suelo y la erosión asociada a pastos de baja calidad agrícola, limitada por el suelo, la erosión y el clima" (inercos consultoria peru s.a.c.).

## **Figura 8**

### **Mapa de tipos de suelos**



En esta microcuenca, la Formación Anta es el acuífero principal, ya que consiste en una sucesión litoestratigráfica volcánica-sedimentaria altamente fracturadas y foliadas. Los estratos tienen una dirección de buzamiento sur-suroeste hacia el talud, concentrando en la escorrentía subterránea de la parte inferior de la microcuenca. Los acuíferos son, por tanto, factores que favorecen el gradiente y desarrollo del fenómeno (repositorio.unsaac.edu.pe).

## **CAPÍTULO VII: GEOLOGÍA REGIONAL Y LOCAL DE LA ZONA**

### **7.1 Generalidades**

Geología estudia la composición física, dinámica y estructura endógena y exógena de la Tierra, así como su desarrollo a lo largo del tiempo geológico. Hoy en día, la geología es

fundamental por sus recursos minerales y energéticos naturales dentro de la composición de su estructura rocosa y a sus procesos geodinámicos externos (cbiblioteca.upla.edu.pe).

## 7.2 Objetivos

Proporcionar aplicaciones fundamentales, específicas y reponsables en geotécnia, la ingeniería civil y en la prevención y mitigación de fenómenos terrestres (www.coursehero.com).

Dentro de este objetivo para la investigación:

Identificar y evaluar su constitución litoestratigráfica y comportamiento geodinámico del área de investigación.

## 7.3 Geología regional

Regionalmente la geología del área de investigación se denomina formación Anta, correspondiente a la era Cenozoica y sistema Neogeno la Formación San Sebastián que se encuentra en la parte baja corresponde al sistema cuaternario.

## 7.4 Geología Local

### Litología y estructura

En el área de investigación aflora ampliamente la formación Anta y en su entorno esta la formación San Sebastián.

**Formación Anta**, constituida por afloramientos rocosos de conglomerados con clastos volcánicos de hasta 40 cm de diámetro denominados rocas volcano-sedimentarios hacia la capa superior y hacia la base se identifica estratos de areniscas feldespáticas. Se

encuentra muy meteorizados, intemperados y alto grado de fracturación. Esta formación geológica posee una susceptibilidad específica a movimientos en masa. Los taludes están formados por varios tipos de rocas y sus propiedades geotécnicas generales difieren de las propiedades de cada material por separado.

**Formación San Sebastián**, constituida litológicamente por areniscas fluviales, lutitas lacustres y diatomitas. Es característico de la depresión de Anta. Las terrazas conformadas por esta litología por ser muy fracturadas son inestables.

**Tabla 4**

**Columna estratigráfica**

| <b>Era</b>             | <b>Sistema</b> | <b>Unidades</b>         | <b>Simbología</b> | <b>Litología</b>  |
|------------------------|----------------|-------------------------|-------------------|---|
| <b>Estratigráficas</b> |                |                         |                   |   |
| <b>Cenozoica</b>       | Cuaternario    | Formación San Sebastián | Q - sa            | Areniscas fluviales, lutitas lac y diatomeas  |
|                        | Neogeno        | Formación Anta          | Nm-an             | Conglomerados con clastos volcánicos de hasta 40 cm denominados rocas vulcano-sedimentarios |

Fuente: Instituto geológico minero y metalúrgico hoja 28s, 2011

**7.5 Mapas geológicos**

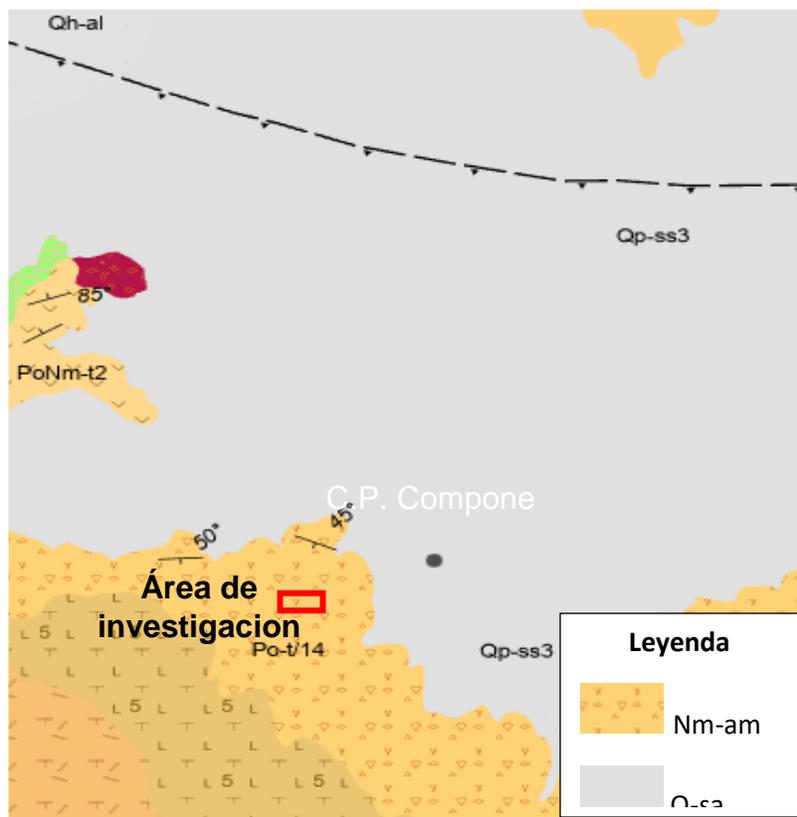
En un plano topográfico, representa las características geológicas de la superficie terrestre. Las formaciones geológicas constituidos por macizos rocosos de tipo sedimentario, metamórfico e ígneo, con “rumbo y buzamiento de los estratos, fallas” y

sus edades están representadas por patrones de color y símbolos que las identifican (www.coursehero.com).

El área de investigación está conformado por las formaciones geológicas de la era Cenozoico en el sistema Neogeno con la Formación Anta y en el Cuaternario con la Formación San Sebastián.

**Figura 9**

**Mapa geológico**



Fuente: Sistema de Información Geológico y Catastral Minero, 2023

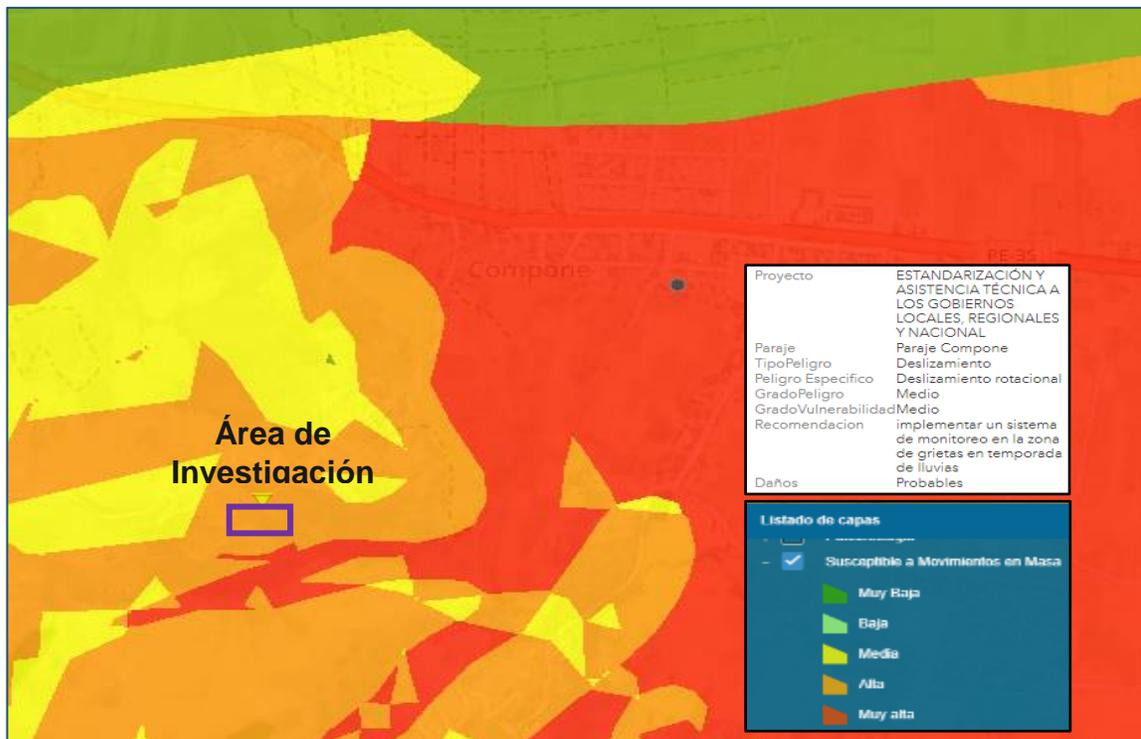
**7.5 Movimientos de Masa**

Es un mecanismo topográfico donde el material suelo y roca se trasladan pendiente abajo por la influencia del agua y la gravedad.

En el área de investigación, el peligro geológico es el fenómeno de movimientos en masa dentro del cual, el deslizamiento es del tipo rotacional con erosiones en laderas y reptación de suelos. Los factores desencadenantes de esta geodinámica es la topografía, hidrología, litología y antrópicos. La acción de los procesos geodinámicos desgasta y modelan la superficie.

**Figura 10**

**Mapa de Susceptibilidad a Movimiento en Masa**



Fuente: Sistema de Información Geológico y Catastral Minero, 2023

## 7.6 Geodinámica externa e interna de la zona

La geodinámica estudia la alteración interna y externa de la tierra por fenómenos que participan en su origen y desarrollo mediante procesos de formación y degradación.

Se divide en:

Geodinámica interna denominados también como procesos endógenos de la tierra como manifestación de la energía interna dando origen a los sismos, erupciones volcánicas y fenómenos tectónicos.

Geodinámica externa denominados también como procesos exógenos se trata de la acción de agentes y factores meteorológicos, hidroclimáticos y antrópicos que interactúan alterando el relieve terrestre.

### **7.6.1 Geodinámica Externa**

En el área de investigación como fenómeno de geodinámica externa tenemos de origen geológico, hidrometeorológico y antrópico.

El fenómeno principal en el área de investigación, es el deslizamiento tipo rotacional y otros fenómenos de menor impacto son los siguientes:

- **Deslizamiento de suelos (rotacional).** - son procesos de remoción en masa. Según el contexto, geológico, geomorfológico e hidrológico, en cuyo cuerpo y escarpa se generan otros movimientos como derrumbes, cárcavas, etc.
- **Derrumbes.** - Movimiento violento de bloques de roca pendiente abajo.
- **Cárcavas.** - Erosión de las partículas del suelo durante y después de precipitación pluviales en materiales blandos de arcilla y/o areniscas o suelo no compacto.
- **Caída de rocas.** - Es la separación de una masa o fragmento de roca de un afloramiento rocoso y el desplazamiento es a través de una caída libre.

- **Erosión de suelos.** - Es el proceso de degradación de la cobertura del suelo y afloramientos rocosas por efectos geológicos e hidrológicos (Vargas Aviles Luis Hernan, 2021).
- **Infiltración.** - “Es el proceso de penetración del agua hacia el interior el suelo” y roca formando humedales, recargando acuíferos y recargando el caudal de los ríos en épocas de estiaje (livrosdeamor.com.br).
- **Sismos.** - “Es el movimiento brusco de la corteza terrestre por la liberación repentina de energía” almacenada debido all rompimiento de las rocas en el interior, propagandose en ondas desde el punto del epicentro (repositorio.upn.edu.pe) .
- **Precipitaciones pluviales.** - Es agua de lluvia en forma líquida y sólida que cae de la atmósfera a la superficie (Horizonte Consultores S.R.L.).
- **Heladas.** - Es un fenómenos meteorológico donde la temperatura del aire desciende a un valor igual o menor a 0°C, originando la congelación del agua o vapor de agua en superficie (gob.mx).
- **Sequias.** - Consiste en escasas de agua por falta de precipitación pluvial para la disponibilidad en un determinado lugar.
- **Mal uso del suelo.** - Consiste en el mal manejo de las capas de suelo por práctica de forestación, pastores y cultivos.
- **Mal uso del agua.** - Consiste en el mal manejo de canales de riego y no controlar la infiltración del suelo.

**a. Factores condicionantes y detonantes para la ocurrencia del deslizamiento**

Son factores condicionantes que dependen de las características geofísicas de las laderas y los factores detonantes que dependen de las condiciones climáticas extremas, grado de impacto ocasionado por las actividades del hombre.

**Los factores condicionantes:**

- Carencia de cobertura vegetal.
- Pendiente fuerte (30 a 35°) de ladera.
- Mala calidad geotécnico del afloramiento rocoso por el alto grado de fracturación, exfoliación y meteorización en las superficies y el interior.
- Mala calidad geotécnica del suelo, constituido por grava arenosa con matriz areno limosa poco consolidado.
- Alto nivel de infiltración y saturación.
- Cambio climático y sobre explotación del manto acuífero.

**Factores detonantes:**

- Deforestación y sobre pastoreo.
- Precipitaciones pluviales intensas.

- Captación y represamiento inadecuado de aguas superficiales.
- Construcción de un reservorio y canal de riego artesanal en la cabecera del deslizamiento.

## b. Geodinámica Interna

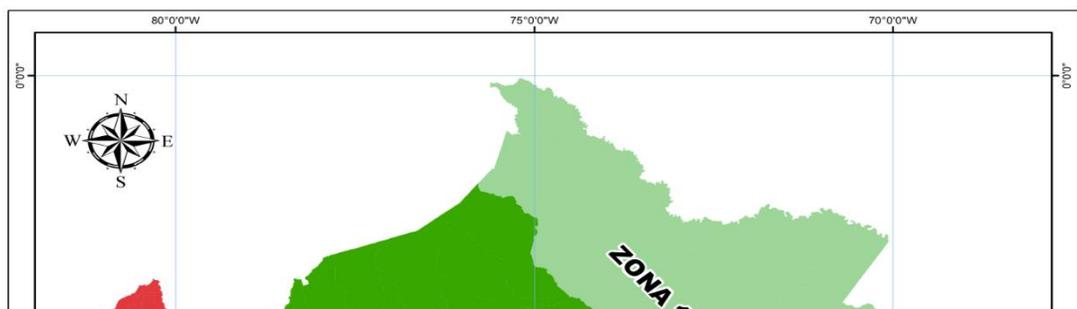
Son manifestaciones de la energía de la Tierra que pueden crear nuevas estructuras y provocar terremotos, fenómenos magmáticos y tectónicos.

El Departamento del Cusco constituyéndose en un área geográfica con peligro potencial de desastre por efecto sísmico. Su frecuencia sísmica es muy baja. Dos sismos importantes anteriores como el de 1950 y 1986, se registraron con magnitudes de 6 y 5,2 (escala de magnitud 1 a 10), respectivamente, lo que indica que los sismos no fueron grandes, pero las características de la superficie de estos sismos los hicieron bastante peligrosos. (documentop.com).

Por consiguiente, el área de investigación se encuentra expuesto a peligros sísmicos en la zona 2 dentro del mapa de zonificación espacial sísmica según la Norma Técnica E-30 “Diseño Sismoresistente” del Reglamento Nacional de Edificación (hdl.handle.net).

**Figura 11**

**Mapa de zonificación sísmica**



Fuente: GEO GPS PERU, 2016

### **Fenómeno sísmico - Método determinístico**

Dentro “del sistema de fallas regional activo, la falla de Zurite contribuye directamente a movimiento teluricos locales y regionales. Se utilizó el método de aceleración” determinista para calcular el daño potencial a la infraestructura de las principales ciudades del

microhidroesqueleto: Ancahuasi, Zurite, Huarcocondo, Anta, Pucyura y Cachimayo. Las construcciones comienzan a sufrir daños (repositorio.unsaac.edu.pe).

- **Falla Zurite:** ubicada en la parte noroeste de la microcuenca de Cachimayo, antes esta falla se comportaba como una falla inversa normal, pero en la zona del Cuaternario era una extensión normal norte-sur con pocos sedimentos, tras el terremoto del 2 de julio de 2009. es un error reciente Características de rendimiento. Se encuentra a 40 kilómetros de la ciudad del Cusco (repositorio.unsaac.edu.pe).

### **Historia Sísmica Local**

Los datos sísmicos son considerados como sigue:

- “1650 marzo 31, a 14 horas. Terremoto en el Cusco que derribo todos los templos y la mayor parte de las edificaciones generalizándose los estragos en Abancay, Andahuaylas y otros pueblos” (repositorio.ingemmet.gob.pe).
- “1941 setiembre 18, a las 08:15 horas. Un fuerte movimiento sísmico en el Cusco, daño varias iglesias, edificios públicos y viviendas. Grado VI-VII MM. El movimiento se sintió en Abancay y en los pueblos de Pararca y Caravelí” (repositorio.ingemmet.gob.pe) .
- Sismo del 18 de septiembre de 1941 A las 08:15 horas. Fuerte temblor en el Cusco. Hubo daños en edificios y viviendas. “El movimiento se sintió en Abancay y en los pueblos” del entorno emplazados sobre la Cordillera Occidental. Las intensidades registradas: Cusco VII MMI; Abancay VI MMI y Caravelí IV MMI (repositorio.ingemmet.gob.pe).

### **Figura 12**

#### **Mapa de fallas geológicas**



Fuente: Instituto Nacional de Geología, Minería y Metalurgia, 2017

## **CAPÍTULO VIII: ESTUDIO GEOTÉCNICO**

Un estudio geotécnico es el conjunto de actividades que consiste en trabajos de campo, gabinete y laboratorio que permiten obtener la información geotécnica del suelo, necesaria para averiguar sobre las propiedades “físicas y mecánicas del suelo” ([hdl.handle.net](http://hdl.handle.net)).

## **8.1 Generalidades**

La mecánica de suelos depende del tipo y tamaño del proyecto que se quiera emprender. Los resultados de la investigación determinan el tipo de cimentación y capacidad de carga.

### **Marco Normativo**

“Los ensayos de mecánica de suelos se han realizado mediante El Reglamento Nacional de Edificaciones Norma Técnica E. 050 Suelos y Cimentaciones, Manual de ensayos de materiales EM 2000 PERT-MTC, Normas de distintas entidades como ASTM, AASTHO y Manual para el Desarrollo de las Ciudades Sostenibles, Ed. PNUD 2020” (repositorio.unsaac.edu.pe).

## **8.2 Objetivos del Estudio Geotécnico**

La investigación geotécnica tiene como finalidad estudiar y analizar los aspectos geológicos, hidrogeológicos y principalmente del terreno. Esta información se utilizará para desarrollar problemas y soluciones.

## **8.3 Parámetros Geotécnicos**

Los parámetros se consideran datos necesarios e indicativos para valorar o evaluar la situación.

## **8.4 Muestreo de Campo**

Realizamos la zonificación geotécnica de la superficie del suelo e iniciamos la apertura de 03 calicatas.

El pozo se cavó a la profundidad requerida como medida de seguridad para prevenir deslizamientos y fugas de material suelto. Utilice herramientas manuales al excavar.

#### **a. Muestreo, transporte y tipo de muestra**

El material de suelo se consiguió de la forma siguiente:

- Se registro las profundidades, espesores y colores
- Se identifico los diferentes estratos su rumbo y buzamiento
- Fue determinado el Material de fundación
- Se determino el nivel freático
- Se tomaron muestras de suelo alterados para determinar las características de los suelos en bosas.

#### **b. Ensayos geotécnicos de campo**

Se determino características y parámetros geomecánicas del suelo con ensayos in-situ:

- Densidad Natural – Cono de arena:
- Toma de muestras alteradas en bolsa
- Perfiles estratigráficos de las calicatas
- Registro Fotográfico

#### **Trabajos de campo para capacidad portante**

El reconocimiento del área de investigación fue con el objeto de precisar el lugar donde se ubico las calicatas para capacidad de carga que fueron en número de tres con una profundidad promedio de 1.50 m. y se realizo la descripción del perfil estratigráfico, la recolección de muestras para hallar la humedad natural, los límites de consistencia y su respectiva interpretación.

### **8.5 Ensayos de laboratorio**

Mediante los ensayos en el laboratorio se obtendrá resultados más próximos al real. Para tal fin, se procederá con los ensayos siguientes:

- “Cuarteo de muestras representativas (NTP 339.089), contenido de humedad Natural (MTC E108-2000), análisis granulométrico (MTC E107), límites de consistencia y perfil estratigráfico” ([sigrid.cenepred.gob.pe](http://sigrid.cenepred.gob.pe)).

### **8.6. Resultados de los Ensayos de Laboratorio**

## CALICATA "A"

COTA 3,500 m.s.n.m

$$Q_u = 1.3 cN_c + qN_q + 0.4\gamma B N_\gamma$$

Donde:

$$C = 0.0000 \text{ Kg/cm}^2$$

$$N_q = 8.66 \quad N_\gamma = 8.20 \quad N_c = 18.05 \quad B = 1.00 \quad D = 1.00 \quad D_f = 1.50 \quad Y = 1.86 \text{ gr/cm}^2$$

$$q = \gamma D_f$$

$$Q_u = 3.0262 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_s = 2.50$$

$$\underline{Q_a = 1.21 \text{ Kg/cm}^2}$$

DONDE: C = Cohesión  
Ø = Angulo de Fricción  
Nq , Ny, Nc = Factores de carga según al Angulo de Fricción  
B = Ancho de la Zapata  
D = Altura de la Zapata  
Df = Desplante  
Y = Densidad Natural  
Qu = Determinación de la Carga Ultima ( Terzaghi - Berkemeyer)  
Fs = Factor de Seguridad  
Qa = Capacidad de Carga

Calicata "A"

## Cota 3,500 m.s.n.m

### Características

Las características de la calicata "A" están definidas como: El primer estrato está conformado por material orgánico, en una cobertura de 0.00 a 0.50 m. el segundo estrato está conformado por material arenas Limosas, mezcla de arena y limos pertenecientes al grupo SM(A-2-4) en una cobertura de 0.50 a 1.50 m. y se describen a continuación:

**Tabla 5**

### **Características físicas y mecánicas de la calicata A**

| <b>Características</b> | <b>Valores</b>  |
|------------------------|-----------------|
| • Angulo de Fricción   | • 23°           |
| • Asentamiento         | • 0.553m.m.     |
| • Cohesión             | • 0.0000 Kr/cm2 |
| • Densidad Natural     | • 1.86 gr/ cm3  |
| • Densidad Máxima      | • .1.96.tn/m3   |
| • Densidad Mínima      | • 1.794 gr/ cm3 |
| • Clasificación        | • SM(A-2-4)     |
| • % Pasa Malla N.º 200 | • 4.19 %        |
| • Humedad natural      | • 7.78 %        |
| • Limite liquido       | • 18.55%        |
| • Limite plástico      | • NP%           |
| • Índice plástico      | • NP %          |
| • Carga Admisible      | • 1.21 Kg/cm2   |



**TESIS :** GESTIÓN DE RIESGOS, ANÁLISIS, INTERPRETACIÓN, PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DEL SECTOR TANKARCCASA - CENTRO POBLADO DE COMPONE

**UBICACIÓN:** DISTRITO ANTA, PROVINCIA ANTA  
DEPARTAMENTO CUSCO.

**SOLICITA:** BACHILLER. AUDAX WILSON CASTILLO FERRO

**FECHA :** CUSCO, 30 DE MAYO DEL 2024.

**PERFIL ESTRATIGRAFICO  
CALICATA "A"  
COTA 3,500 m.s.n.m.**

| PROF. (m) | ESC. | SUCS Y AASHTO  |
|-----------|------|--|
|           | 0.10 | MATERIAL ORGANICO  |
|           | 0.20 |  |
|           | 0.30 |  |
|           | 0.40 |  |
|           | 0.50 |  |
|           | 0.60 | SM<br>MATERIAL ARENAS<br>UMOSAS, MEZCLA DE<br>ARENA Y<br>LIMAO |
|           | 0.70 |  |
|           | 0.80 |  |
|           | 0.90 |  |
|           | 1.00 |  |
|           | 1.10 |  |
|           | 1.20 |  |
|           | 1.30 |  |
|           | 1.40 |  |
|           | 1.50 |  |

  
ING. Facilio Loboguz Salazar  
CIP 20554

  
PRACITICAS CONTRA RIESGOS  
GENERALES S.C.R.L.  
Julio Mario Pacheco C.  
Ingeniero Geotecnico de Tesis.

## CALICATA "B"

COTA 3,300 m.s.n.m

$$Q_u = 1.3 c N_c + q N_q + 0.4 \gamma B N_\gamma$$

Donde:

$$C = 0.0000 \text{ Kg/cm}^2$$

$$N_q = 8.66 \quad N_\gamma = 8.20 \quad N_c = 18.05 \quad B = 1.00 \quad D = 1.00 \quad D_f = 1.00 \quad \gamma = 1.84 \text{ gr/cm}^2$$

$$q = \gamma D_f$$

$$Q_u = 2.9937 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_s = 2.50$$

$$\underline{Q_a = 1.20 \text{ Kg/cm}^2}$$

DONDE: C = Cohesión  
Ø = Angulo de Fricción  
Nq , Ny, Nc = Factores de carga según al Angulo de Fricción  
B = Ancho de la Zapata  
D = Altura de la Zapata  
Df = Desplante  
Y = Densidad Natural  
Qu = Determinación de la Carga Ultima (Terzaghi - Berkemeyer)  
Fs = Factor de Seguridad  
Qa = Capacidad de Carga

## Calicata "B"

**Cota 3,300 m.s.n.m**

### **Características**

Las características de la calicata "B" están definidas como: El primer estrato está conformado por material orgánico, en una cobertura de 0.00 a 0.40 m. el segundo estrato está conformado por material arenas Limosas, mezcla de arena y limo pertenecientes al grupo SM(A-2-4) de 0.40 a 1.50 m. de color marrón claro y se describen a continuación:

**Tabla 6**

### **Características físicas y mecánicas de la calicata B**

| <b>Características</b> | <b>Valores</b>  |
|------------------------|-----------------|
| • Angulo de Fricción   | • 23°           |
| • Asentamiento         | • 0.547m.m.     |
| • Cohesión             | • 0.0000 Kr/cm2 |
| • Densidad Natural     | • 1.84 gr/ cm3  |
| • Densidad Máxima      | • .2.00.tn/m3   |
| • Densidad Mínima      | • 1.802 gr/ cm3 |
| • Clasificación        | • SM(A-2-4)     |
| • % Pasa Malla N.º 200 | • 4.19 %        |
| • Humedad natural      | • 8.08 %        |
| • Limite liquido       | • 18.92%        |
| • Limite plástico      | • NP%           |
| • Índice plástico      | • NP %          |
| • Carga Admisible      | • 1.20 Kg/cm2   |



**TESIS :** GESTIÓN DE RIESGOS. ANÁLISIS, INTERPRETACIÓN, PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DEL SECTOR TANKAROCABA - CENTRO POBLADO DE COMPONE

**UBICACIÓN:** DISTRITO ANTA, PROVINCIA ANTA  
DEPARTAMENTO CUSCO.

**SOLICITA:** BACHILLER. ALDAX WILSON CASTILLO FERRO

**FECHA :** CUSCO, 30 DE MAYO DEL 2024.

**PERFIL ESTRATIGRAFICO**  
**CALICATA "B"**  
**COTA 3,300 m.s.n.m.**

| PROF. (m) | ESC. | SUCS Y AASHTO   |
|-----------|------|---|
|           | 0.10 | MATERIAL ORGANICO                                     |
|           | 0.20 |   |
|           | 0.30 |   |
|           | 0.40 |   |
|           | 0.50 |   |
|           | 0.60 | SM<br>MATERIAL ARENAS LIMOSAS, MEZCLA DE ARENA Y LIMO |
|           | 0.70 |   |
|           | 0.80 |   |
|           | 0.90 |   |
|           | 1.00 |   |
|           | 1.10 |   |
|           | 1.20 |   |
|           | 1.30 |   |
|           | 1.40 |   |
|           | 1.50 |   |

  
Rosali Leigangy Salazar  
CIP - 00000

  
FACULTAD CONTRATISTA  
GENERALES S.C.A.L.  
Jairo Nerio Pacheco C.  
Calle 10 de Mayo 1000 Cusco.

## CALICATA "C"

COTA 3,290 m.s.n.m

$$Q_u = 1.3 cN_c + qN_q + 0.4\gamma B N_\gamma$$

Donde:

$$C = 0.0000 \text{ Kg/cm}^2$$

$$N_q = 8.66 \quad N_\gamma = 8.20 \quad N_c = 18.05 \quad B = 1.00 \quad D = 1.00 \quad D_f = 1.50 \quad \gamma = 1.90 \text{ gr/cm}^2$$

$$q = \gamma D_f$$

$$Q_u = 3.0913 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_s = 2.50$$

$$\underline{Q_a = 1.24 \text{ Kg/cm}^2}$$

DONDE: C = Cohesión  
Ø = Angulo de Fricción  
Nq , Ny, Nc = Factores de carga según al Angulo de Fricción  
B = Ancho de la Zapata  
D = Altura de la Zapata  
Df = Desplante  
Y = Densidad Natural  
Qu = Determinación de la Carga Ultima ( Terzaghi - Berkemeyer)  
Fs = Factor de Seguridad  
Qa = Capacidad de Carga

## Calicata “C”

Cota 3,290 m.s.n.m

### Características

Las características de la calicata “C” están definidas como: El primer estrato está conformado por material orgánico, en una cobertura de 0.00 a 0.40 m. el segundo estrato está conformado por material arenas arcillosas y “limo inorgánicos, polvo de roca, limo arenosos o arcillosos ligeramente plásticos” (repositorio.unsaac.edu.pe) pertenecientes al grupo mixto de los SC/ML(A-2-6/A-4) de 0.40 a 1.30 m. y se describe a continuación:

**Tabla 7**

### **Características físicas y mecánicas de la calicata C**

| <b>Características</b> | <b>Valores</b>              |
|------------------------|-----------------------------|
| • Angulo de Fricción   | • 23°                       |
| • Asentamiento         | • 0.565m.m.                 |
| • Cohesión             | • 0.0000 Kr/cm <sup>2</sup> |
| • Densidad Natural     | • 1.90 gr/ cm <sup>3</sup>  |
| • Densidad Máxima      | • .2.02.tn/m <sup>3</sup>   |
| • Densidad Mínima      | • 1.824 gr/ cm <sup>3</sup> |
| • Clasificación        | • SC/ML(A-2-6/A-4)          |
| • % Pasa Malla N.º 200 | • 10.01 %                   |
| • Humedad natural      | • 6.88 %                    |
| • Limite liquido       | • 20.69%                    |
| • Limite plástico      | • NP%                       |
| • Índice plástico      | • NP %                      |
| • Carga Admisible      | • 1.24 Kg/cm <sup>2</sup>   |



**TITULO :** GESTION DE RIESGOS ANALISIS INTERPRETACION PREVENCIÓN Y MITIGACION DEL SECTOR TAWAKUCABA - CENTRO POBLADO DE COMPODE  
**UBICACIÓN:** DISTRITO ANTA, PROVINCIA ANTA, DEPARTAMENTO CUSCO  
**SOLICITA:** BACHILLER ALDAMARACASTILLO FERRO  
**FECHA :** CUSCO, 30 DE MAYO DEL 2023

**PERFIL ESTRATIGRAFICO  
 CALICATA "C"  
 COTA 3.290. m.s.n.m**



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES  
 CUSCO, PERU

REVISADO Y APROBADO  
 CUSCO, PERU  
 Ing. Wally Pacheco C.  
 RESPONSABLE TECNICO DE LABORATORIO

**Figura 13**

**Apertura de calicata**



**CAPÍTULO IX: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DEL FENÓMENO DE LA ZONA DE  
TANKARCCASA**

## **9.1 Presentación de Resultados**

Responderá a los interrogantes siguientes: ¿qué fenómeno se investigó y por qué?, ¿Cómo se investigó?, ¿Cuáles fueron los resultados? ¿Y qué significan esos logros? (prezi.com).

### **9.1.1 Análisis de los fenómenos naturales de la zona**

Nuestra región se encuentra en riesgo de sufrir fenómenos naturales como sismos, inundaciones y movimientos en masa debido a su ubicación geográfica. Es importante abordar la gestión del riesgo no solo desde una perspectiva técnica, sino también considerando las percepciones e imaginarios de la población vulnerable.

#### **a. Identificación, análisis e interpretación de peligros**

Los peligros geológicos, hidrometeorológicos y antrópicos, están en el formato o tabla de identificación de peligros del área de investigación; donde se describe los aspectos generales sobre su ocurrencia y las características específicas.

**Tabla 8**

**Identificación de peligros en el área de investigación**

| <b>PARTE A: ASPECTOS GENERALES SOBRE LA OCURRENCIA DE PELIGROS EN EL AREA</b>   |           |           |   |           |           |
|---|-----------|-----------|---|-----------|-----------|
| <b>1. “¿Existen antecedentes de peligros en la zona en la cual se pretende realizar la investigación?” ( pt.scribd.com)</b>   |           |           |   |           |           |
| <b>Peligro</b>  | <b>Si</b> | <b>No</b> | <b>Comentarios</b>  |           |           |
| Deslizamiento de suelos   | X         |           | Si fueron Evaluados por INGEMMET, 2018                                      |           |           |
| Derrumbes   | X         |           |   |           |           |
| Cárcavas  | X         |           |   |           |           |
| Caída de rocas  | X         |           |   |           |           |
| Erosión de suelos   | X         |           |   |           |           |
| Infiltración  | X         |           |   |           |           |
| Sismos  |           | X         | Probabilidad de ocurrencia  |           |           |
| Precipitaciones pluviales extremas  | X         |           | Si fueron Evaluados por INGEMMET, 2018                                      |           |           |
| Heladas   | X         | X         | Apreciable en el área de investigación                                      |           |           |
| Sequias   | X         | X         | Apreciable en el área de investigación                                      |           |           |
| Mal uso del suelo   | X         |           | Si fueron Evaluados por INGEMMET, 2018                                      |           |           |
| Mal uso del agua  | X         |           |   |           |           |
| <b>2. “¿Existen estudios que pronostican la probable ocurrencia de peligros en el área bajo análisis?¿Qué tipo de peligros?” (pdfcoffe.com)</b>   |           |           |   |           |           |
| <b>Peligro</b>  | <b>Si</b> | <b>No</b> | <b>Comentarios</b>  |           |           |
| Deslizamiento de suelos   | X         |           | Informe técnico, deslizamiento en el sector Tankarccasa – Uñucñahuin, 2018. |           |           |
| Derrumbes   | X         |           |   |           |           |
| Cárcavas  | X         |           | Deslizamiento: Peligro Alto<br>Otros: peligro medio                         |           |           |
| Caída de rocas  | X         |           |   |           |           |
| Erosión de suelos   | X         |           |   |           |           |
| Infiltraciones  | X         |           |   |           |           |
| Sismos  | X         |           | Se identifico como peligro Medio  |           |           |
| Precipitaciones pluviales extremas  | X         |           | Se identifico como peligro medio  |           |           |
| Heladas   | X         |           | Se identifico como Peligro Medio  |           |           |
| Sequias   | X         |           | Se identifico como Peligro Medio  |           |           |
| Mal uso del suelo   | X         |           | Informe técnico, deslizamiento en el sector Tankarccasa – Uñucñahuin, 2018. |           |           |
| Mal uso del agua  | X         |           |   |           |           |
| <b>3. “¿La información existente sobre la ocurrencia de peligros naturales y antrópicos en el área es suficiente para análisis y evaluación de el área de investigación?” (www.cousehero.com)</b> |           |           |   | <b>Si</b> | <b>No</b> |
|   |           |           |   | X         |           |

## PARTE B: CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DE LOS PELIGROS

### Instrucciones:

“a) Para definir el grado de peligro se requiere utilizar los siguientes conceptos:

- **Frecuencia:** se define de acuerdo con el período de recurrencia de cada uno de los peligros identificados, lo cual se puede realizar sobre la base de información histórica o en estudios de prospección.
- **Severidad:** se define como el grado de impacto de un peligro específico (intensidad, área de impacto).

b) Para definir el grado de Frecuencia (a) y Severidad (b), utilizar la siguiente escala:

- **B** = Bajo: 1; **M**= Medio: 2; **A** = Alto: 3; **S.I.** = Sin Información: 4”

| Peligros                           | Si | No | Frecuencia (a) |   |   |     | Severidad (b) |   |   |     | Resultado (c) |
|------------------------------------|----|----|----------------|---|---|-----|---------------|---|---|-----|---------------|
|                                    |    |    | B              | M | A | S.I | B             | M | A | S.I | (c) = (a)*(b) |
| Deslizamiento de suelos            | X  |    |                | 2 |   |     |               | 2 |   |     | 4             |
| Derrumbes                          | X  |    | 1              |   |   |     | 1             |   |   |     | 1             |
| Cárcavas                           | X  |    | 1              |   |   |     | 1             |   |   |     | 1             |
| Caída de rocas                     | X  |    | 1              |   |   |     | 1             |   |   |     | 1             |
| Erosión de suelos                  | X  |    |                | 2 |   |     |               | 2 |   |     | 4             |
| Erosión de corrientes              | X  |    | 1              |   |   |     |               | 2 |   |     | 2             |
| Infiltraciones                     | X  |    |                | 2 |   |     |               | 2 |   |     | 4             |
| Sismos                             | X  |    | 1              |   |   |     | 1             |   |   |     | 1             |
| Precipitaciones pluviales extremas | X  |    | 1              |   |   |     |               | 2 |   |     | 2             |
| Heladas                            | X  |    | 1              |   |   |     |               | 2 |   |     | 2             |
| Sequias                            | X  |    | 1              |   |   |     |               | 2 |   |     | 2             |
| Mal uso del suelo                  | X  |    | 1              |   |   |     |               | 2 |   |     | 2             |
| Mal uso del agua                   | X  |    |                | 2 |   |     |               | 2 |   |     | 4             |

Fuente: kipdf.com

## **LINEAMIENTOS DE INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA TABLA 8**

### **DE LA PARTE A:**

De acuerdo a los resultados, el Análisis de Riesgos debe continuar en la investigación.

### **DE LA PARTE B:**

“Resultado = 1 Peligro Bajo

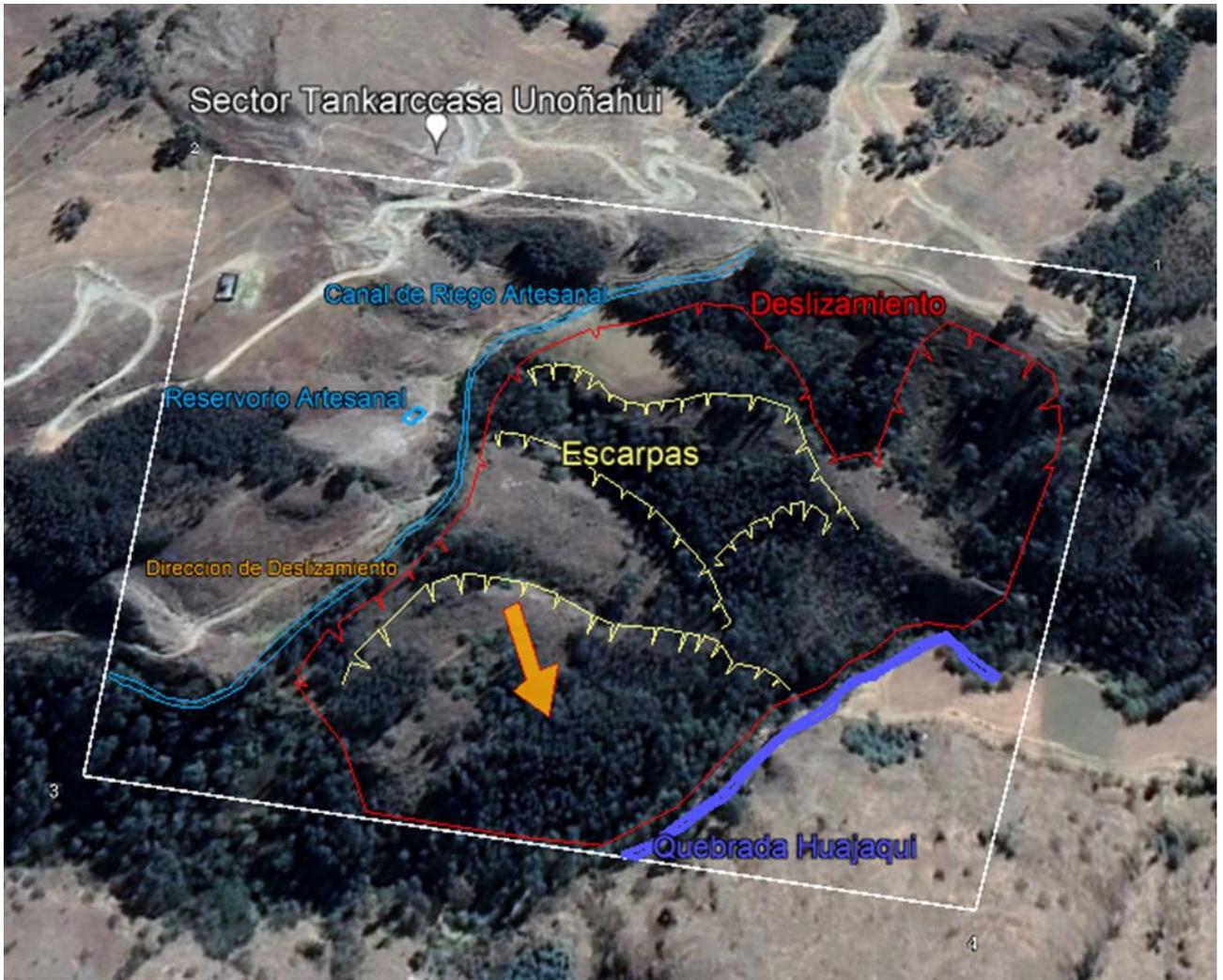
Resultado = 2 Peligro Medio

Resultado  $\geq$  3 Peligro Alto” (dokumen.site).

Por consiguiente, los peligros en general que pueden afectar al área bajo análisis, son de **PELIGRO MEDIO**.

**Figura14**

**Mapa de peligros**



Fuente: Google Maps, 2023

### **9.1.2 Interpretación de los fenómenos naturales de la zona**

El primer paso para prevenir los desastres provocados por fenómenos naturales violentos es evaluar los factores que los definen. Cualquier política de prevención y actuación depende de una comprensión de la exposición y la vulnerabilidad.

**a. “Determinación de las condiciones de vulnerabilidad por exposición, fragilidad y resiliencia”**

El área de investigación se encuentra vulnerable, debido a su alto grado de exposición, áreas de cultivos, pastoreo, los bosques de eucaliptos y viviendas expuestas directamente a los peligros geológicos, meteorológicos y antrópicos, alta fragilidad (masa de suelo y bloques, rocas inestables con pérdida de resistencia) y baja o nula capacidad de recuperación (www.comunidadandina.org). Ver Tabla 12.

**Tabla 9**

**“Lista de Verificación sobre la generación de vulnerabilidades por Exposición, Fragilidad o Resiliencia en el área de investigación”**

| <b>GENERACIÓN DE VULNERABILIDADES POR EXPOSICIÓN, FRAGILIDAD O RESILIENCIA</b>   |           |           |   |
|--|-----------|-----------|---|
| <b>PREGUNTAS</b>   | <b>SI</b> | <b>NO</b> | <b>COMENTARIOS</b>  |
| <b>A. Análisis de Vulnerabilidades por Exposición (localización)</b> (www.slideshare.net)  |           |           |   |
| 1. ¿La localización y/o ubicación para investigación evita su exposición a peligros?   |           | X         | El área de investigación, está expuesto directamente a los peligros                                       |
| 2. “Si la localización prevista para la investigación lo expone a situaciones de peligro, ¿es posible, técnicamente, reubicar a una zona menos expuesta?”(www.scribd.com)  |           | X         | No es posible reubicar la zona de investigación porque se trata de controlar y mitigar el peligro in situ |
| <b>B. Análisis de Vulnerabilidades por Fragilidad (tamaño, tecnología)</b>   |           |           |   |
| 1. “¿La construcción de la infraestructura sigue la normativa vigente, de acuerdo con el tipo de infraestructura de que se trate?” (fdocuments.net).   |           | X         | La zona de investigación no presenta infraestructura  |
| 2. “¿Los materiales de construcción consideran las características geográficas y físicas de la zona de ejecución de la investigación? Si se va a utilizar roca tierra en el proyecto, ¿se ha considerado el uso de |           | X         | No existe materiales de construcción  |

|  |  |   |   |
|--|--|---|---|
| preservantes y selladores para evitar el daño por humedad o lluvias intensas?" (hdl.handle.net)  |  |   |   |
| 3. "¿El diseño toma en cuenta las características geográficas y físicas de la zona de ejecución de la investigación?, ¿El diseño de la estructura ha tomado en cuenta el grado de peligro cuando ocurre un fenómeno geodinámico, considerando sus distintos grados de intensidad?" (repositorio.urp.edu.pe)  |  | X | No se tomo en cuenta de ninguna característica geográfica ni fenómenos geodinámicos   |
| 4. "¿La decisión de tamaño del proyecto considera las características geográficas y físicas de la zona de ejecución de la investigación?, ¿La infraestructura ha sido diseñado considerando que hay épocas de abundantes lluvias y por ende de grandes volúmenes de agua?" (documents.mx)  |  | X | No se tomó en cuenta ningún criterio  |
| 5. "¿La tecnología propuesta para el proyecto considera las características geográficas y físicas de la zona de ejecución de la investigación?, ¿La tecnología de construcción propuesta considera que la zona es propensa a movimientos telúricos?" (hdl.handle.net)  |  | X | No existe ninguna propuesta de tratamiento  |
| 6. "¿Las decisiones de fecha de inicio y de ejecución del proyecto toman en cuenta las características geográficas, climáticas y físicas de la zona de ejecución de la investigación?<br>¿Se ha tomado en cuenta que en la época de lluvias es mucho más difícil realizar trabajos en el ámbito de intervención, porque se dificulta la operación de los trabajos?" (ofi.mef.gob.pe) |  | X | Se propone la intervención para el control, tratamiento y monitoreo en época de sequias y lluvias con trabajos más puntuales  |
| <b>C. Análisis de Vulnerabilidades por Resiliencia</b>   |  |   |   |
| 1. En la zona de ejecución de la investigación, ¿existen mecanismos técnicos (sistemas alternativos para la provisión del servicio) para hacer frente a la ocurrencia de desastres?  |  | X | No existe un plan de contingencia para la prevención y mitigación de desastres  |
| 2. En la zona de ejecución de la investigación, ¿existen mecanismos financieros (fondos para atención de emergencias) para hacer frente a los daños ocasionados por la ocurrencia de desastres?  |  | X | No existe Plan de Gestión de Riesgo de Desastres ni financiamiento para atención ante desastres contra el Patrimonio inmueble |
| 3. En la zona de ejecución de la investigación, ¿existen mecanismos organizativos (planes de contingencia), para hacer frente a los daños ocasionados por la ocurrencia de desastres?  |  | X | No existen planes de contingencia ante desastres naturales  |
| 4. ¿El proyecto incluye mecanismos técnicos, financieros y/o organizativos para hacer frente a los daños ocasionados por la ocurrencia de desastres?   |  | X | No se cuenta con planes técnicos, financieros y   |

|  |   |  |   |
|--|---|--|---|
|  |   |  | organizativos para afrontar desastres.  |
| 5. ¿La población beneficiaria de la investigación conoce los potenciales daños que se generarían si el proyecto se ve afectado por una situación de peligro? | X |  | Existe un conocimiento mínimo de la población acerca de los daños que ocasionarían los desastres a la zona de intervención. |

---

## LINEAMIENTOS DE INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE TABLA 12

---

### EXPOSICIÓN:

Las estrategias de mitigación de riesgos deben incluirse en los proyectos para una evaluación económica (consorcio oriental consultants-cesel-gea).

---

### FRAGILIDAD:

Se deben incluir métodos de intervención basados en códigos de construcción vigentes, materiales de construcción, análisis de estructuras de intervención, etc. y se debe desarrollar un horizonte de evaluación teniendo en cuenta estas características.

---

### RESILIENCIA:

Se recomiendan medidas de mitigación de riesgos antes, durante y después de las actividades del proyecto para mantenerlo en funcionamiento.

---

Fuente: pt.scribd.com

**Tabla 10**

**Identificación del Grado de Vulnerabilidad por factores de exposición, fragilidad y resiliencia**

| <b>GRADO DE VULNERABILIDAD POR FACTORES DE EXPOSICIÓN, FRAGILIDAD Y RESILIENCIA</b> |  |                                |              |             |
|---|--|--------------------------------|--------------|-------------|
| <b>Factor de Vulnerabilidad</b>   | <b>Variable</b>  | <b>Grado de Vulnerabilidad</b> |              |             |
|   |  | <b>Bajo</b>                    | <b>Medio</b> | <b>Alto</b> |
| <b>Exposición</b>   | (A) Localización de la zona respecto de la condición de peligro          |                                | X            |             |
|   | (B) Características del terreno  |                                | X            |             |
| <b>Fragilidad</b>   | (C) Tipo de construcción   | X                              |              |             |
|   | (D) Aplicación de normas de construcción                                 | X                              |              |             |
| <b>Resiliencia</b>  | (E) Actividad económica de la zona                                       |                                | X            |             |
|   | (F) Situación de pobreza de la zona                                      |                                | X            |             |
|   | (G) Integración institucional de la zona                                 |                                | X            |             |
|   | (H) Nivel de organización de la población                                | X                              |              |             |
|   | (I) Conocimiento sobre ocurrencia de desastres por parte de la población |                                | X            |             |
|   | (J) Actitud de la población frente a la ocurrencia de desastres          | X                              |              |             |
|   | (K) Existencia de recursos financieros para respuesta ante desastres.    | X                              |              |             |

Fuente: Adaptado de “issu.com”

**LINEAMIENTOS DE INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA TABLA 10**

**El grado de vulnerabilidad** es determinado mediante una valoración de sus condiciones de exposición, fragilidad y resiliencia, como sigue:

“La variable de exposición, presenta Vulnerabilidad Media

La variable de fragilidad, presenta Vulnerabilidad Bajo

La variable de resiliencia, presenta Vulnerabilidad Media” (idoc.pub)

Entonces, el área de investigación confronta una **VULNERABILIDAD MEDIA**.

### **b. Análisis del riesgo para la identificación de medidas de reducción**

La determinación del grado de riesgo de posible impacto negativo en el área estudiada y su entorno natural durante la exposición (pt.scribd.com), se determina de la siguiente manera:

$$\text{RIESGO} = \text{PELIGRO} \times \text{VULNERABILIDAD}$$

**Tabla 11**

#### **Resultados del riesgo**

| <b>ESCALA DE NIVEL DE RIESGO, CONSIDERANDO EL NIVEL DE PELIGROS Y VULNERABILIDAD</b> |       |                                |              |              |
|--|-------|--------------------------------|--------------|--------------|
| <b>Definición de Peligros/Vulnerabilidad</b>   |       | <b>Grado de Vulnerabilidad</b> |              |              |
|  |       | Bajo                           | Medio        | Alto         |
| <b>Grado de Peligros</b>   | Bajo  | <b>Bajo</b>                    | <b>Bajo</b>  | <b>Medio</b> |
|  | Medio | <b>Bajo</b>                    | <b>Medio</b> | <b>Alto</b>  |
|  | Alto  | <b>Medio</b>                   | <b>Alto</b>  | <b>Alto</b>  |
| <b>Definición de Riesgo</b>  |       | <b>Grado de Riesgo</b>         |              |              |

Fuente: Adaptada de “ipacc.pe”

Finalmente, el área de investigación, confronta un **RIESGO MEDIO**.

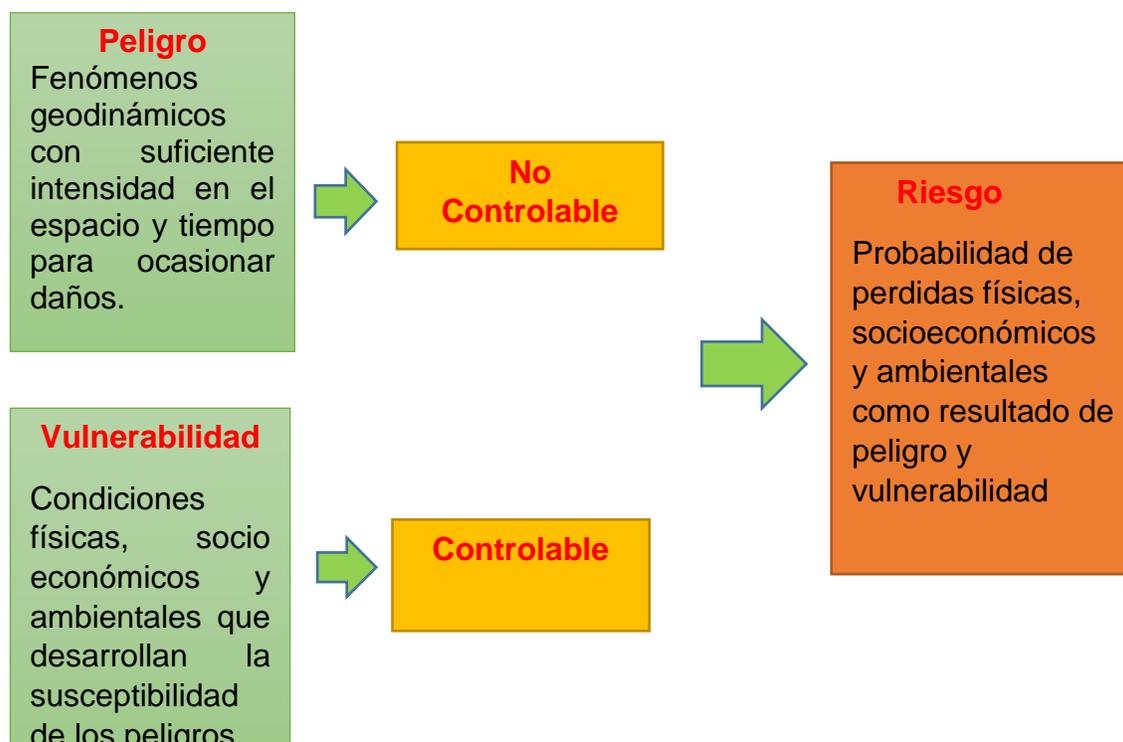
**Tabla 12**

**Matriz de zonificación de riesgos**

| Zona                  | Peligro  | Vulnerabilidad  | Riesgo   |
|-----------------------|--|---|--|
| Área de investigación | <b>Peligro Medio</b>   | <b>Vulnerabilidad Media</b>                                 | <b>Riesgo Medio</b>  |
|                       | Deslizamiento de suelo<br>Derrumbes<br>Cárcavas<br>Caída de rocas<br>Erosión de suelos<br>Infiltración<br>Sismos<br>Precipitaciones pluviales<br>Heladas<br>Sequias<br>Mal uso del suelo<br>Mal uso del agua | Áreas de cultivo, pastoreo, bosque de eucalipto y viviendas | Perdida de áreas de cultivo y pastoreo, bosque y funcionalidad de viviendas. |

**Figura 14**

**Peligro, vulnerabilidad y riesgo**



### **9.1.3 Trabajos de prevención del sector**

La prevención de riesgos en la zona de investigación busca promover la seguridad identificando y controlando peligro y vulnerabilidad, y desarrollando medidas necesarias para mitigarlos.

#### **Medidas de prevención:**

- Revestir canal de riego con concreto, mampostería o geomembranas para disminuir y/o evitar la infiltración y saturación del suelo y afloramiento rocoso.
- Proteger la cobertura vegetal evitando el sobre pastoreo y tala de bosque desarrollando un sistema de pastoreo rotativo.
- Evitar incendios forestal y pajonales.

#### ***Figura 15***

#### ***Ubicación de medidas de prevención***



Fuente: Earth Google, 2024

### **Caja de captación**

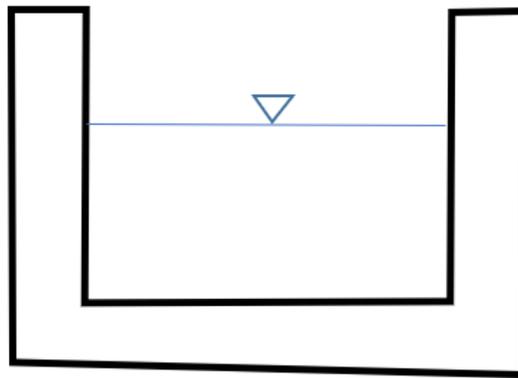
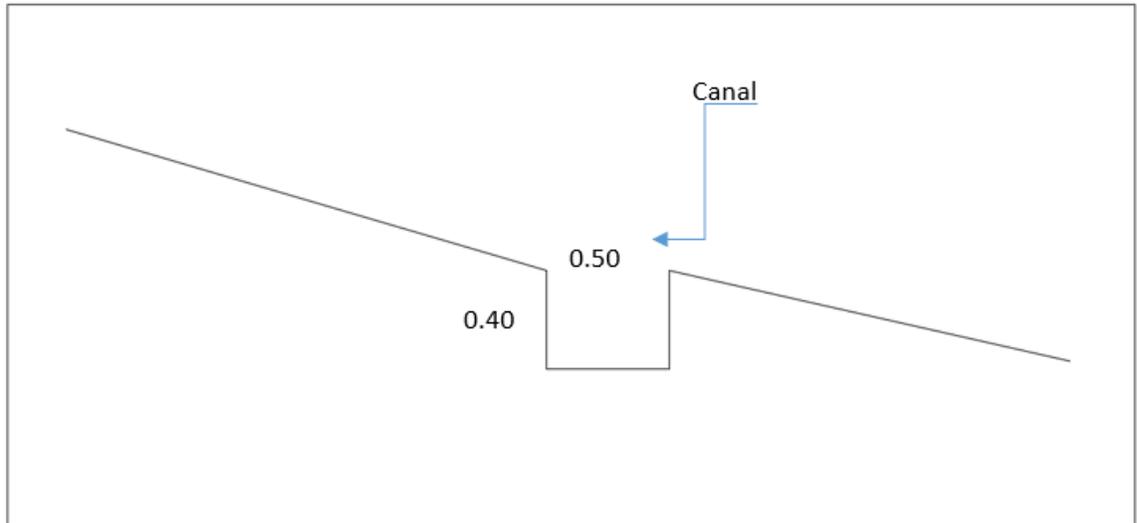
Se recomienda realizar con revestimiento de concreto, considerando las dimensiones de 1.00 m. de largo, 0.80cm. de Ancho y 0.6 m. de profundidad.

### **Canal para revestimiento**

Se debe hacer el revestimiento con concreto, considerando las dimensiones de 670 m. en una longitud, 0.50 m. ancho y altura de 0.40 m.

**Figura 16**

## ***Modelo de canal de revestimiento***



Concreto  $f'c=175$  kg/cm

### **9.1.4 Mitigación del área del sector**

Identificar los tipos de riesgos naturales, el grado de riesgo, las áreas afectadas, y establecer medidas de controlar. Identificar las áreas que se pueden urbanizar sin poner en peligro. Comprensión del riesgo asociado con los fenómenos naturales.

Acciones de mitigación:

- Revestimiento del canal de riego

- Sellado del reservorio artesanal existente
- Control de tala masiva del bosque de eucalipto (obtención de madera)

### **Descripción de las medidas de control en el deslizamiento**

Consistirá en describir las técnicas para reducir las fuerzas actuantes que desestabilizan el movimiento de las masas del talud.

Si el peligro fuera de riesgo alto se necesitaría “un análisis de estabilidad de talud y factor de seguridad” con datos de laboratorio de suelos para evaluar la viabilidad de las acciones de mitigación (es.scribd.com).

Entre las medidas de control tenemos los siguientes:

#### **a. Revestimiento del canal de riego**

Los material y equipo que se empleara, serán los de construcción civil:

cemento, hormigón, confitillo, aceros, madera, clavos, equipo de topografía, volquete y compactadores manuales y herramientas manuales: carretillas, pisones, picos, patas, etc.

#### **Proceso constructivo**

1. Se desvía el agua del canal artesanal para su intervención.
2. Se realizó el replanteo y perfilado del canal manualmente.
3. Se evitará al colocar el revestimiento las erosiones del suelo.
4. Se colocará la capa base en superficie limpia, húmeda y compacta.

5. Se colocará de encofrado y concreto cuyas juntas deberán tener de 15 a 25mm. debidamente rellenasas.
6. Curado y acabado del canal. El acabado del concreto será de forma lisa. El tiempo de duración del encofrado será de 24 horas o dependerá del fraguado suficiente.

**Figura 17**

**Procesos constructivos**



**. Sellado y compactación de material en la cabecera**

Esta técnica en la parte de la cabecera del deslizamiento puede resultar para equilibrar fuerzas y mejorar la estabilidad del movimiento del talud.

Esta técnica es aplicada con frecuencia en las fallas activas, y para el caso de deslizamientos rotacionales es muy efectivo. Entonces, el área a intervenir depende del tamaño y características del movimiento incluido la geotecnia de zona.

**Material y equipo**

Entre los que sera necesario son equipo de topografía, volquete, cargador, compactadores y herramientas manuales (carretillas, pisonos, picos, patas, etc).

### **Procedimiento**

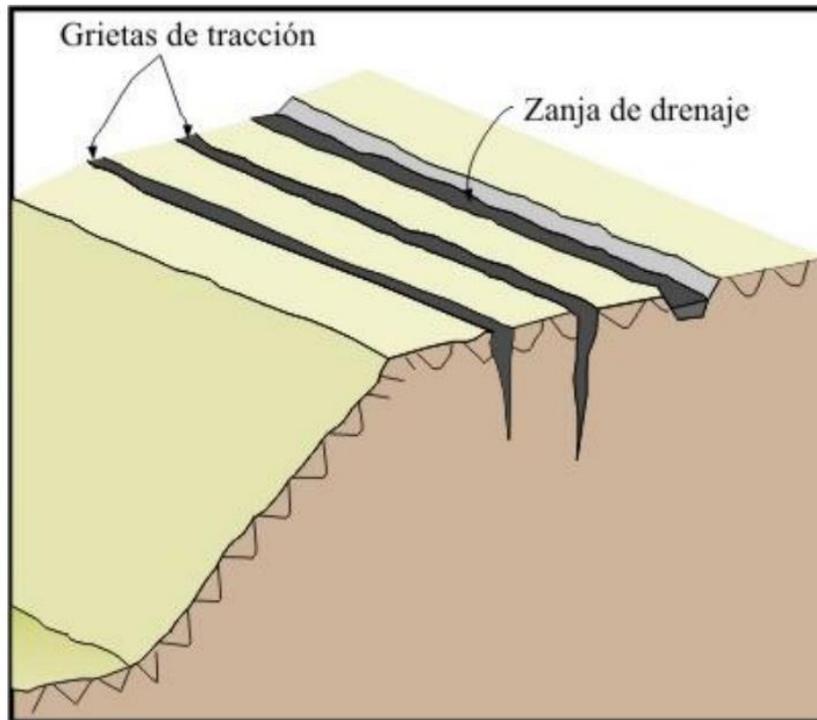
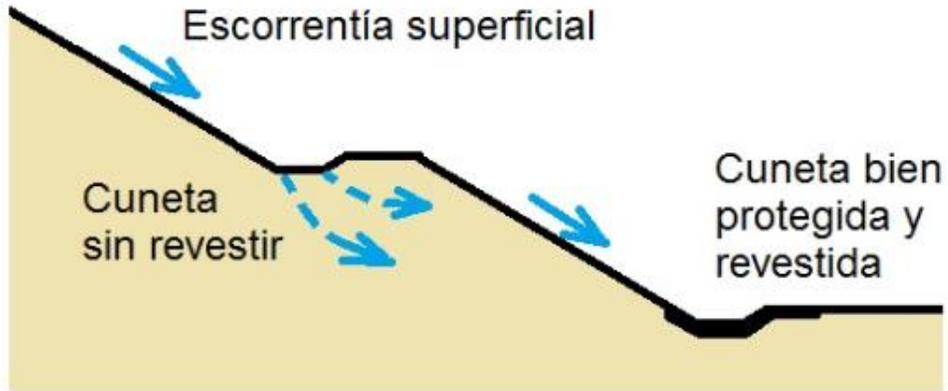
1. Se establece in situ las dimensiones del compactado y sellado a realizar en los escarpes y agrietamientos del talud.
2. Se procede al relleno de las grietas, dando uso al material de relleno trasladando en carretillas.
3. Se realiza el proceso de compactación y perfilado.

### ***Figura 18***

***Cunetas sin revestir o protegidas y revestidas***

### ***Figura 19***

**Sellado de grietas de tracción y canal revestido**



## **CAPÍTULO X: EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL**

## **10.1 Generalidades**

Instrumento de la política ambiental, la evaluación de impacto ambiental tiene por objeto prevenir, mitigar y restaurar los daños ambientales, al tiempo que regula las obras o actividades para minimizar o eliminar sus efectos adversos sobre el medio ambiente (gob.mx). Por lo tanto, identifica y evalúa los efectos ambientales de un proyecto para su aprobación.

## **10.2 Objetivos**

- El objetivo es identificar las oportunidades y peligros medioambientales, integrar los factores sociales, económicos y políticos en la planificación política y fomentar un entorno que favorezca el crecimiento futuro (bisa ingeniería de proyectos s.a.).

## **10.3 Estudio del Impacto Ambiental de la Zona**

Se define típicamente como la que soporta los efectos ambientales del mal uso del agua y tala masiva del bosque.

### **Definiciones existentes**

La mayoría de los escritores que hablan sobre la técnica de evaluación ambiental, incluyendo aquellos que realizan estudios que enfatizan los efectos indirectos, no especifican las áreas ambientales. La mayoría de los estudios se limitan a citar los

efectos que creen probables para cada una de las áreas. Impactos acumulativos, residuales y mitigables, a corto y largo plazo, reversibles e irreversibles.

### **Metodología de evaluación de impactos**

La mayoría de los escritores que hablan sobre la técnica de evaluación ambiental, incluyendo aquellos que realizan estudios que enfatizan los efectos indirectos, no especifican las áreas ambientales. La mayoría de los estudios se limitan a citar los efectos que creen probables para cada una de las áreas. Impactos acumulativos, residuales y mitigables, a corto y largo plazo, reversibles e irreversibles.

### **10.4 Resultados**

El resultado es el efecto o cosa que resulta de cierta acción, operación, proceso o suceso estudiado en la evaluación de impacto ambiental.

Para la identificación de los efectos e impactos ambientales, en un principio se determinaron los aspectos ambientales a partir de las principales actividades del proyecto.

Los impactos ambientales fueron evaluados de acuerdo con su naturaleza, directo e indirecto de a zona.

En la preferencia de actividades se optó por aquellos de mayor relevancia ambiental.

**Tabla 13**

**Evaluación de impacto ambiental**

| <b>Componente ambiental</b> | <b>Indicadores de impacto</b>  | <b>Medidas de impacto</b>  |
|-----------------------------|--|--|
| <b>Medio físico</b>         |  |  |
| <b>Aire</b>                 |  |  |
| <b>Calidad</b>              | Partículas suspendidas (polvo) causados por las operaciones durante el movimiento de equipos y vehículos.    | Bióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )<br>Óxido de nitrógeno menos a cantidades permisibles |
| <b>Ruido</b>                | Se debe considerar también el tráfico vehicular por las vías de acceso y en los alrededores de la plataforma | Menor a 85 Db  |
| <b>Suelo</b>                |  |  |
| Estabilidad                 | Procesos de deslizamientos   | Superficie denudada de cobertura vegetal   |
| Control de la erosión       | Escorrentía superficial  | Evacuación al canal revestido  |
| Calidad del suelo           | Degradación de estructura, compactación y pérdida de permeabilidad   | Compactación, sellado y reforestación  |
| <b>Agua</b>                 |  |  |
| Calidad física              | Contaminación de agua  | Controlar sólidos en suspensión  |
| Ecosistemas                 | Contaminación de agua  | Minimizar las características de los cuerpos de agua                                       |
| Erosión                     | Alteración debido a la saturación y escorrentía  | mitigar con zanjas de coronación transversales   |
| <b>Medio biótico</b>        |  |  |
| <b>Flora</b>                |  |  |
| Flora terrestre             | Escasa cobertura vegetal   | Evitar roce de la vegetación e incendios   |
| <b>Fauna</b>                |  |  |

|                              |  |  |
|------------------------------|--|--|
| Fauna terrestre              | Reducción de hábitats por falta de vegetación y alimentación   | No dañar vegetación, cultivos y agua.                    |
| <b>Medio Socio económico</b> |  |  |
| <b>Uso de suelo</b>          |  |  |
| Cambios de uso Humanos       | Cambio ocupacional   | Suelo forestal afectado                                  |
| Asistencia comunitaria       | Generación de vulnerabilidad físico, económico-social a la comunidad afectada directamente e indirectamente. | Compensaciones económicas sociales                       |
| <b>Cultural y estético</b>   |  |  |
| Estético                     | Cambios en la forma del paisaje  | Generación de modificaciones por deslizamiento del talud |

#### 10.4.1 Programas a implementar

Programas de conservación ambiental involucran a la comunidad y requieren colaboración de varias instituciones en su ejecución para ser efectivos.

Entre los programas que se considero, tenemos:

##### a. Programas de medidas preventivas y/o correctivas

- En la etapa de planificación de la investigación, se informara constantemente a la comunidad y autoridades locales del área de influencia sobre el desarrollo de las diferentes actividades (DESSAU S&Z S.A.).
- Posibilidad de presentarse conflictos con el uso del agua, para tal caso solicitar autorización a la Autoridad Local de Agua para su captación.

- Expectativa de generación de empleo, que deberá ser cubierta, prioritariamente por el centro poblado de Compone, las que se encuentran adyacentes a la zona del deslizamiento.
- Para los trabajos de colocación, humedecimiento, conformación y compactación de materiales adecuados para el relleno y permeabilización de las escarpas de falla en el deslizamiento se recomienda evitar emisiones de material en su traslado y humedecer y cubrir con lona.
- La maquinaria de excavación y carguío no se debe movilizar fuera del área de trabajo para evitar daños al entorno.
- Deberá colocarse avisos y señales de acuerdo al reglamento, tales como: señales verticales, horizontales, preventivas y ambientales.

**b. Programa de educación ambiental y comunicación social**

- El contenido se refiere a corregir los impactos derivados de la intervención para prevenir y mitigar el deslizamiento del talud, como la incertidumbre de la población. También se menciona la importancia de prevenir malos hábitos en el personal trabajador.
- Se requiere programar campañas de educación ambiental para el personal de obra, incluyendo normas de higiene, seguridad y comportamiento ambiental. Estas charlas se llevarán a cabo durante y fuera de los horarios de obra, y se utilizarán diferentes medios de comunicación para informar a los trabajadores.

### **c. Programa de contingencias**

- Principalmente enfocado en seguridad laboral y riesgos para los empleados.
- Los ejecutores de la obra deben tener un botiquín y equipo de primeros auxilios, con un responsable en contacto con el Centro de Salud local.

### **d. Programa de abandono**

- Su finalidad es controlar la erosión y estabilización de suelos con reforestación y revegetación en las áreas impactadas de las coronas del talud y bordes inferiores de las zanjas de coronación de existir.
- Los costos incluyen actividades necesarias para establecer cobertura vegetal, mano de obra, transporte y mantenimiento.

## **10.5 Conclusiones y recomendaciones**

### **Conclusiones**

- Se determinó que las probabilidades de afectación negativa del medio ambiente no tienen características críticas. La mayor parte de los impactos, han sido catalogados como de riesgo moderado y temporal en el área de investigación.

### **Recomendaciones**

- Durante intervención en zona del deslizamiento, priorizar los programas para prevenir y reducir impacto ambiental con metodología de evaluación.

}

## **CAPÍTULO XI: PRESUPUESTO**

## 11.1 Presupuesto

**Tabla 14**

### **Presupuesto**

| <b>PRESUPUESTO DE LA ESTUDIO</b>      |                 |                        |                   |
|---------------------------------------|-----------------|------------------------|-------------------|
| <b>TRANSPORTE: Movilidad propia</b>   |                 |                        |                   |
| <b>Trabajos</b>                       |                 |                        |                   |
| <b>Actividad</b>                      | <b>Cantidad</b> | <b>Precio unitario</b> | <b>Total</b>      |
| Trabajo de campo                      | 05              | S/. 70.00              | S/. 350.00        |
| Tramites en el municipio              | 03              | S/. 30.00              | S/. 90.00         |
| Trabajo de laboratorio                | 01              | s/. 450.00             | s/. 450.00        |
| <b>SUBTOTAL</b>                       | <b>09</b>       | <b>S/. 550.00</b>      | <b>S/. 890.00</b> |
| <b>MATERIALES</b>                     |                 |                        |                   |
| <b>Articulo</b>                       | <b>Cantidad</b> | <b>Precio unitario</b> | <b>Total</b>      |
| Mascarilla                            | 1Pq             | S/. 8.00               | S/. 8.00          |
| Guantes                               | 2pr             | S/. 8.00               | S/. 16.00         |
| Wincha de 50 mt.                      | 1und            | S/. 60.00              | S/. 60.00         |
| <b>SUBTOTAL</b>                       |                 | <b>S/. 76.00</b>       | <b>S/.84.00</b>   |
| <b>COSTOS FIJOS</b>                   |                 |                        |                   |
| <b>MATERIALES DE GABINETE Y OTROS</b> |                 |                        |                   |
| <b>Item</b>                           | <b>Cantidad</b> | <b>Precio unitario</b> | <b>Total</b>      |

|                             |      |              |                     |
|-----------------------------|------|--------------|---------------------|
| <b>Laptop</b>               | 1und | S/. 5 200.00 | S/. 5 200.00        |
| <b>Libreta de campo</b>     | 1und | S/. 4.00     | S/. 4.00            |
| <b>Papel bon A4</b>         | 1paq | S/. 20.00    | S/. 20.00           |
| <b>Alquiler de GPS</b>      | 3und | S/. 40.00    | S/. 120.00          |
| <b>Picota</b>               |      |              |                     |
| <b>Lupa 10x</b>             |      |              |                     |
| <b>Brujula tipo Brumton</b> |      |              |                     |
| <b>SUBTOTAL</b>             |      | S/. 4548.00  | <b>S/. 5 344.00</b> |
| <b>TOTAL</b>                |      |              | <b>S/. 6 318.00</b> |

Fuente: Elaboración propia, 2023

## **CAPÍTULO XII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 12.1 Conclusiones

- Los fenómenos geodinámicos en la zona de investigación actúan bajo diferentes modalidades y mecanismos en la superficie terrestre, participando en la evolución del modelado del relieve o la geofoma debido a los factores y agentes geodinámicos dando origen a los fenómenos de remoción en masa como el deslizamiento tipo rotación.
- Para el control y mitigación del deslizamiento se determinó mediante la investigación, los factores que influyen en la desestabilización y características geomecánicas de la ladera.
- Se realizó la identificación, evaluación, prevención y mitigación del deslizamiento in situ y gabinete para luego, tomar decisiones para determinar las causas, para detener el proceso de desarrollo y mitigar.
- Se analizó en qué medida los fenómenos naturales alteran la zona, obteniendo una respuesta como zona de peligro alto, vulnerabilidad media y riesgo medio.
- El comportamiento geodinámico del talud deslizado se debe principalmente a los factores topográficos, lito estratigráficos, climatológicos, hidrológicos y antrópicos.
- Para prevenir y evitar desastres con consecuencias negativas del deslizamiento, se plantea tomar acciones tales que, se debe proceder primero, revestimiento del

reservorio y canal de riego artesanal; segundo, relleno, compactación y sellado de las escarpas del deslizamiento.

- La geología de la zona corresponde a la formación Anta constituida por rocas vulcano sedimentarias altamente exfoliadas y fracturadas y la formación San Sebastián constituido de areniscas y lutitas.
- El estudio geotécnico, determino que el suelo es seco a la profundidad de 1.50 m. con litología arenas arcillosas, limo inorgánico, limos arenosos ligeramente plásticas, es suelo no cohesivo.

## 12.2 Recomendaciones

- Se requiere estudio detallado para prevenir deslizamientos y monitoreo sísmico en áreas vulnerables.
- El deslizamiento, formado a partir de la saturación de agua por filtración del canal y reservorio artesanal, sera con planificación operativa, para evitar deslizamiento y represamiento en la quebrada Huajaqui.
- Evitar la filtración de agua en las zonas inestables del deslizamiento y no realizar zanjas de infiltración en el cuerpo estabilizado ni en el entorno.
- Para disminuir las vulnerabilidades, es crucial aplicar medidas de prevención y mitigación de riesgos antes de la temporada de lluvias.

## **13.- BIBLIOGRAFIA**

Alberti Arroyo, José Roberto (2006). Técnicas de Mitigación para el Control de Deslizamientos en Taludes y su Aplicación a un Caso Específico.

Cusi Bravo, David (2012). Tesis para optar el Grado de Master en Gestión y Auditorías Ambientales. Estudio de Impacto Ambiental de la Carretera Pumamarca - Abra San Martín del Distrito de San Sebastián – Región Cusco.

Cuenca Sanchez, Jorge Henry (1991). Investigación de la Actividad Sísmica en la Región Inka.

Hapgood h. Charles (1960). La Corteza Terrestre se Desplaza.

INGEMMET 2018, Evaluación Geológica – Geodinámica al Deslizamiento de Campanayocpata, Poblado Lluto, distrito Lusco, provincia Chumbivilcas – Cusco.

Kuroiwa Horiuchi, Julio (2016). Prevención de Desastres.

Kuroiwa Horiuchi, Julio (2017). Reducción de Desastres.

Narvaez Lizardo (2009). La Gestión del Riesgo de Desastre un Enfoque Basado en Procesos

Medina juvenal R. (1991). Fenómenos Geodinámicos. Estudio y Medidas de tratamiento.

PLANAGER (2022). Plan Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres 2022 – 2030.

Sanchez Carlessi, Hugo (2018), Metodología y Diseños en la Investigación Científica.

Rivera Mantilla, Hugo (1996). Geología General.

## Índice de Figuras

|  |     |
|--|-----|
| Figura 1: Estructura del análisis de riesgos .....   | 18  |
| Figura 2: Procesos y componentes de gestión de riesgos.....  | 26  |
| Figura 3: Mapa de peligros de movimientos en masa .....  | 28  |
| Figura 4: Perfil transversal del deslizamiento .....   | 29  |
| Figura 5: Mapa de Ubicación.....   | 32  |
| Figura 6: Mapa geomorfológico regional .....   | 34  |
| Figura 7: Mapa de red hidrográfica.....  | 40  |
| Figura 8: Mapa de tipos de suelos.....   | 44  |
| Figura 9: Mapa geológico .....   | 50  |
| Figura 10: Mapa de Susceptibilidad a Movimiento en Masa .....                                      | 51  |
| Figura 11: Mapa de zonificación sísmica .....  | 55  |
| Figura 12: Mapa de fallas geológicas.....  | 57  |
| Figura 13: Apertura de calicata .....  | 72  |
| Figura 14: Mapa de peligros.....   | 78  |
| Figura 14: Peligro, vulnerabilidad y riesgo .....  | 84  |
| Figura 15: Ubicación de medidas de prevención .....  | 85  |
| Figura 16: Modelo de canal de revestimiento.....   | 87  |
| Figura 17: Procesos constructivos .....  | 89  |
| Figura 18: Cunetas sin revestir o protegidas y revestidas.....                                     | 90  |
| Figura 19: Sellado de grietas de tracción y canal revestido .....                                  | 91  |
| Figura 21: Geomorfología de zona de investigación.....   | 114 |
| Figura 20: Cerro Unuñahuin. Al fondo se visualiza el Centro Poblado de Compone.....                | 114 |
| Figura 22: Existencia de canal de riego por la parte superior del bosque de eucalipto .....        | 115 |
| Figura 23: Escarpa de deslizamiento en afloramiento rocoso altamente fracturado e intemperizado .. | 115 |
| Figura 24: Escarpa de deslizamiento en el bosque de eucalipto .....                                | 116 |
| Figura 25: Escarpe de deslizamiento en pendiente fuerte.....                                       | 116 |
| Figura 26: Afloramiento rocoso de la Formación Anta – rocas vulcanosedimentarias .....             | 117 |
| Figuras 27: Escarpe de deslizamiento antiguo en pendiente suave .....                              | 118 |
| Figura 28: Canal de riego artesanal que pasa por la parte superior del deslizamiento.....          | 118 |

|  |     |
|--|-----|
| Figura 29: Canal artesanal en corte de rocas muy meteorizadas e intemperizadas.....  | 119 |
| Figura 30: Ensayo de densidad natural del suelo.....   | 119 |
| Figura 31: Evaluacion de la lilitologia en el escarpe del deslizamiento.....   | 120 |
| Figura 32: Afloramiento rocoso muy alterado de la Formacion Anta – rocas vulcano sedimentarios,<br>Conglomerado de rocas ..... | 120 |
| Figura 33: canal de riego seco, bordeando el bosque de eucalipto y el cuerpo del deslizamiento.....                            | 121 |
| Figura 34: Parte de la geomorfologia y vegetacion de la zona .....   | 121 |
| Figura 35: Escarpa de deslizamiento antiguo en el bosque de pino con suelo denudado. ....                                      | 122 |
| Figura 36: Vegetacion seco en epoca de estiaje .....   | 122 |
| Figura 37: Quebradas pequeñas dentro del cuerpo de deslizamiento susceptibles a la erosion. ....                               | 123 |
| Figura 38: Canal artesanal en el que produce infiltracion y saturacion de talud para su activacion del<br>deslizamiento .....  | 123 |

## Índice de Tablas

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 1: Localización Política .....   | 30  |
| Tabla 2: Localización Geográfica .....   | 31  |
| Tabla 3: Rutas de Acceso .....   | 32  |
| Tabla 4: Columna estratigráfica .....  | 49  |
| Tabla 8: Características de la calicata A.....   | 64  |
| Tabla 9: 67Características de la calicata B.....   | 67  |
| Tabla 10: Características de la calicata C.....  | 70  |
| Tabla 11: Identificación de peligros en la zona de investigación .....   | 75  |
| Tabla 12: Lista de Verificación sobre la generación de vulnerabilidades por Exposición, Fragilidad o Resiliencia en el proyecto..... | 79  |
| Tabla 13: Identificación del Grado de Vulnerabilidad por factores de exposición, fragilidad y resiliencia                            | 82  |
| Tabla 16: Evaluación de impacto ambiental .....  | 95  |
| Tabla 17: Presupuesto .....  | 100 |

## **ANEXOS**

### ANEXO 1: Matriz de Consistencia

| "GESTION DE RIESGOS, ANALISIS, INTERPRETACIÓN, PREVENCIÓN   | FORMULACIÓN DEL PROBLEMA  | OBJETIVOS  | VARIABLES Y=F(X)   | DIMENSIONES  | INDICADORES  |
|---|---|--|--|--|--|
| Y MITIGACIÓN DEL SECTOR TANKARCCASA – CENTRO POBLADO DE COMPONE – DISTRITO DE ANTA – PROVINCIA DE ANTA - DEPARTAMENTO DE CUSCO" | <b>Problema general:</b><br>¿De qué manera todos estos fenómenos actúan en nuestra zona de estudio ubicado en el Sector de Tankarccasa, centro poblado de Compone, Distrito y Provincia de Ana, región de Cusco?  | <b>Objetivo general:</b><br>Realizar el análisis, interpretación, prevención y mitigación del deslizamiento de la zona de Tankarccasa – Centro Poblado Compone, distrito Anta, Provincia de Anta – Departamento Cusco.   | <b>Variable independiente (X):</b><br><br>Educación en prevención y mitigación de riesgos geológicos y ambiental | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Autoridad</li> <li>• Organización</li> <li>• Evaluación de desempeño</li> </ul>   | Política de gestión de riesgos<br>Compromiso con madurez<br>Aspectos de desastres geológicos y ambientales<br>Medidas, acciones de riesgos y programas ambientales<br>Monitoreo del peligro y riesgo<br>Control continuo |
|   | <b>Problema específico:</b><br>¿Dónde existe un fenómeno activo que se presenta similar al fenómeno de Huamancharpa en el distrito de Santiago o también en Ranraccasa en el distrito de Yaurisque Provincia de Paruro?<br>¿se puede controlar este fenómeno en nuestro sector?<br>¿Se puede mitigar este fenómeno? | <b>Objetivos específicos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Analizar en qué medida los fenómenos naturales alteran la zona.</li> <li>▪ Interpretar y comprender el comportamiento geodinámico del sector.</li> <li>▪ Prevenir y evitar desastres con consecuencias negativas.</li> <li>▪ Mitigar empleando medidas correctivas para minimizar el impacto negativo.</li> </ul> | <b>Variable dependiente (Y):</b><br><br>Prevención y mitigación de riesgos en actividad                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Topografía</li> <li>• Hidrología</li> <li>• Geología</li> <li>• Geotecnia</li> <li>• Geodinámica</li> <li>• Vegetación</li> </ul> | Pendiente regular<br>Infiltración y saturación<br>Desviar la escorrentía superficial<br>Fracturación y meteorización<br>Inestabilidad<br>Cohesivo<br>Movimiento en masa<br>Escasa  |

## **ANEXO 2: Evidencia de Participación en el Proceso**

**Figura 20: Cerro Unuqñahuin. Al fondo se visualiza el Centro Poblado de Compone**



**Figura 21: Geomorfología de zona de investigación.**



***Figura 22: Existencia de canal de riego por la parte superior del bosque de eucalipto***



***Figura 23: Escarpa de deslizamiento en afloramiento rocoso altamente fracturado e intemperizado***



***Figura 24: escarpa de deslizamiento en el bosq  
de eucalipto***



***Figura 25: Escarpe de deslizamiento en pendiente fuerte***



***Figura 26: Afloramiento rocoso de la Formacion Anta – roca vulcanosedimentarios***



***Figuras 27: Escarpe de deslizamiento antiguo en pendiente suave***



***Figura 28: Canal de riego artesanal que pasa por la parte superior del deslizamiento***



***Figura 29: Canal artesanal en corte de rocas muy meteorizadas e intemperizadas.***



***Figura 30: Ensayo de densidad natural del suelo***



**Figura 31: Evaluación de la litología en el escarpe del deslizamiento**



**Figura 32: Afloramiento rocoso muy alterado de la Formación Anta – rocas vulcano sedimentarios, Conglomerado de rocas**



**Figura 33: canal de riego seco, bordeando el bosque de eucalipto y el cuerpo del deslizamiento**



**Figura 34: Parte de la geomorfología y vegetación de la zona.**



***Figura 35: Escarpa de deslizamiento antiguo en el bosque de pino con suelo denudado.***



***Figura 36: Vegetación seco en época de estiaje***



***Figura 37: Quebradas pequeñas dentro del cuerpo de deslizamiento susceptibles a la erosión.***



***Figura 38: Canal artesanal en el que produce infiltración y saturación de talud para su activación del deslizamiento***



## **Anexo 5. Certificado de Laboratorio de Suelos**



## CERTIFICADO

El que suscribe JULIO NERIO PACHECO CONCHA. Identificado con D.N.I. 23813032, Gerente General de la Empresa PACHATUSAN CONTRATISTAS GENERALES S-R-L CUSCO AREA : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES,

**CERTIFICA:** Que, el señor Don Audax Wilson Castillo Ferro identificado con D.N.I. 23919044 y código de matrícula Nro. 822812. Egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Escuela Profesional de Ingeniería Civil. De la UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO. Ha realizado los Ensayos de Laboratorio de Mecánicas de Suelos en el laboratorio de "PACHATUSAN CONTRATISTAS GENERALES S-R-L CUSCO AREA: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES".

Para la Tesis "GESTION DE RIESGOS, ANALISIS, INTERPRETACION, PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DEL SECTOR TANKARCCASA – CENTRO POBLADO DE COMPONE – DISTRITO DE ANTA – PROVINCIA DE ANTA - DEPARTAMENTO DE CUSCO ". Para optar al título profesional de Ingeniero Civil.

Se expide el presente certificado para sus trámites respectivos.

Cusco, Junio del 2024

PACHATUSAN CONTRATISTAS  
GENERALES S R L  
Julio Nerio Pacheco Concha  
GERENTE GENERAL