

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LOS TALUDES  
DE CORTE DEL SISTEMA DE RIEGO DEL  
CANAL YANAMA TRAMO 1+980-2+290, CENTRO  
POBLADO DE HUANDUNGA**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL:  
NUEVAS TECNOLOGÍAS Y PROCESOS**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

**BACHILLER: CARLOS QUISPE FRANCIS JOEL**

**HUANCAYO – PERÚ  
2021**

**ASESOR:**  
**INGENIERO: CARLOS GERARDO FLORES ESPINOZA**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo se lo dedico a mis padres y mi familia que siempre estubieorn a mi lado durante toda mi vida hasta este momento.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradesco a la UPLA mi alma mater y a toda la plana docente de la facultad de ingeniería así como sus ambientes y laboratorios que me permitieron terminar este trabajo.

**HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS**

---

**DR. TAPIA SILGUERA RUBEN DARIO  
PRESIDENTE**

---

**MG. HERRERA MONTES JEANNELLE SOFÍA  
JURADO**

---

**ING. MALLAUPOMA REYES CHRISTIAN  
JURADO**

---

**ING. GONZALES ROJAS CARLOS ALBERTO  
JURADO**

---

**MG. UNTIVEROS PEÑALOZA LEONEL  
SECRETARIO DE DOCENTE**

## ÍNDICE GENERAL

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>iv</b>
<b>HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS.....</b>	<b>v</b>
<b>ÍNDICE GENERAL .....</b>	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>x</b>
<b>ÍNDICE DE TABLA .....</b>	<b>xi</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>xii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xiii</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>xiv</b>
<b>CAPÍTULO I: .....</b>	<b>16</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO .....</b>	<b>16</b>
1.1. Planteamiento del problema de investigación .....	16
1.2. Formulación y sistematización del problema .....	17
1.2.1. Problema general .....	17
1.2.2. Problemas específicos.....	17
1.3. Delimitación.....	17
1.3.1. Delimitación espacial.....	17
1.3.2. Delimitación temporal .....	17
1.3.3. Delimitación económica .....	17
1.4. Justificación .....	18
1.4.1. Social .....	18
1.4.2. Científica.....	18
1.4.3. Metodología.....	18
1.5. Objetivos.....	18
1.5.1. Objetivo general.....	18
1.5.2. Objetivos específicos .....	18

<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>19</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>19</b>
2.1.1. Antecedentes.....	19
2.1.2. Antecedentes internacionales.....	19
2.1.3. Antecedentes nacionales.....	22
2.2. Marco conceptual.....	26
2.2.1. Análisis de vulnerabilidad.....	26
2.2.2. Vulnerabilidad.....	27
2.2.3. Cuantificación de vulnerabilidad.....	27
2.2.4. Evaluación del riesgo sísmico.....	28
2.2.5. Taludes de corte:.....	30
2.3. Definición de términos.....	31
2.4. Hipótesis.....	35
2.4.1. Hipótesis general:.....	35
2.4.2. Hipótesis específicas:.....	36
2.5. Variables:.....	36
2.5.1. Definición conceptual de la variable:.....	36
2.5.2. Operacionalización de la variable (y):.....	37
<b>CAPÍTULO III</b> .....	<b>37</b>
<b>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>37</b>
3.1. Método de investigación.....	37
3.2. Tipo de investigación.....	38
3.3. Nivel de investigación.....	38
3.4. Diseño de Investigación.....	38
3.5. Población y muestra.....	38
3.5.1. Población.....	38
3.5.2. Muestra.....	39
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	39
3.7. Procesamiento de la información:.....	39
3.8. Técnicas y análisis de datos:.....	39
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	<b>40</b>

<b>RESULTADOS .....</b>	<b>40</b>
4.1. Descripción de la zona de estudio: .....	40
4.1.1. Ubicación política: .....	40
4.1.2. Ubicación geográfica: .....	40
4.1.3. Situación actual:.....	40
4.2. Toma de datos:.....	40
4.2.1. Estudio de mecánica de suelos: .....	41
4.2.2. Estudio topográfico:.....	43
4.2.3. Descripción del proceso constructivo:.....	45
4.2.4. Descripción de los daños encontrados: .....	46
4.3. Determinación de la vulnerabilidad sísmica de los taludes de corte: .....	47
4.3.1. Vulnerabilidad sísmica en el Sector 1 tramo 1+980 – 2+030:.....	48
4.3.2. Vulnerabilidad sísmica en el Sector 2 tramo 2+030 – 2+100:.....	51
4.3.3. Vulnerabilidad sísmica en el Sector 3 tramo 2+100 – 2+160:.....	53
4.3.4. Vulnerabilidad sísmica en el Sector 4 tramo 2+160 – 2+230:.....	55
4.3.5. Vulnerabilidad sísmica en el Sector 5 tramo 2+230 – 2+290:.....	57
4.4. Determinación del peligro sísmico de los taludes de corte:.....	60
4.4.1. Peligro sísmico en el Sector 1 tramo 1+980 – 2+030:.....	62
4.4.2. Peligro sísmico en el Sector 2 tramo 2+030 – 2+100:.....	64
4.4.3. Peligro sísmico en el Sector 3 tramo 2+100 – 2+160:.....	64
4.4.4. Peligro sísmico en el Sector 4 tramo 2+160 – 2+230:.....	65
4.4.5. Peligro sísmico en el Sector 5 tramo 2+230 – 2+290:.....	66
4.5. Determinación del riesgo sísmico de los taludes de corte: .....	67
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>70</b>
<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>70</b>
5.1. Vulnerabilidad sísmica: .....	70
5.2. Peligro Sísmico:.....	70
5.3. Riesgo sísmico:.....	71
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>73</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>74</b>
<b>BILIOGRAFIA .....</b>	<b>75</b>



<b>ANEXOS.....</b>	<b>78</b>
<b>Anexos 1: Matriz de Consistencia .....</b>	<b>79</b>
<b>Anexos 2: Matriz de operacionalización de variables .....</b>	<b>81</b>
<b>Anexos 3: Panel Fotográfico .....</b>	<b>82</b>
<b>Anexos 4: Planos .....</b>	<b>92</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Calicata n° 1 de la investigación .....	42
Figura 2 Calicata n° 2 de la investigación .....	42
Figura 3 Calicata n° 3 de la investigación .....	43
Figura 4 Levantamiento topográfico de la corona de los taludes de corte .....	44
Figura 5 Levantamiento topográfico del canal Yanama tramo 1+980 – 2+290 .....	44
Figura 6 Levantamiento topográfico de los taludes de corte .....	45
Figura 7 Modelamiento del sector 1 tramo 1+980 – 2+030 .....	49
Figura 8 Definición del material del sector 1 tramo 1+980 – 2+030.....	50
Figura 9 Factor de seguridad del sector 1 tramo 1+980 – 2+030 .....	50
Figura 10 Modelamiento del sector 2 tramo 2+030 – 2+100 .....	52
Figura 11 Definición del material del sector 2 tramo 2+030 – 2+100.....	52
Figura 12 Factor de seguridad del sector 2 tramo 2+030 – 2+100 .....	53
Figura 13 Modelamiento del sector 3 tramo 2+100 – 2+160 .....	54
Figura 14 Definición del material del sector 3 tramo 2+100 – 2+160.....	54
Figura 15 Factor de seguridad del sector 3 tramo 2+100 – 2+160 .....	55
Figura 16 Modelamiento del sector 4 tramo 2+160 – 2+230 .....	56
Figura 17 Definición del material del sector 4 tramo 2+160 – 2+230.....	56
Figura 18 Factor de seguridad del sector 4 tramo 2+160 – 2+230 .....	57
Figura 19 Modelamiento del sector 5 tramo 2+230 – 2+290 .....	58
Figura 20 Definición del material del sector 5 tramo 2+230 – 2+290.....	59
Figura 21 Factor de seguridad del sector 5 tramo 2+230 – 2+290” .....	59
Figura 22 Zonificación sísmica del proyecto” .....	62
Figura 23 Clasificación de los perfiles de suelo .....	63

## ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1 Operacionalización de la variable independiente. ....	37
Tabla 2 Sectores de los taludes de corte del sistema de riego del canal Yanama.....	41
Tabla 3 Resumen del estudio de mecánica de suelos .....	41
Tabla 4 Resumen del estudio topográfico.....	43
Tabla 5 Factores para la vulnerabilidad sísmica de taludes de corte .....	47
Tabla 6 Vulnerabilidad sísmica de taludes de corte .....	48
Tabla 7 Resumen de la vulnerabilidad sísmica de los taludes de corte .....	60
Tabla 8 Peligro sísmico en taludes de corte.....	60
Tabla 9 Peligro sísmico en taludes de corte.....	61
Tabla 10 Intervención de la topografía según la inclinación del talud .....	63
Tabla 11 Resumen del peligro sísmico de los taludes de corte .....	67
Tabla 12 Clasificación de riesgo sísmico en taludes de corte.....	67
Tabla 13 Resumen del riesgo sísmico de los taludes de corte .....	68
Tabla 14 Nivel de daño de los taludes de corte .....	70
Tabla 15 Probabilidad de ocurrencia de movimiento sísmico en los taludes de corte .....	71
Tabla 16 Riesgo sísmico en los taludes de corte .....	71

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como problema general: ¿Cómo identificar un posible peligro sísmico en los taludes de corte del sistema de riego del canal Yanama tramo 1+980-2+290, centro poblado de Huandunga?, de donde se definió el objetivo general: Determinar el peligro sísmico en los taludes de corte del sistema de riego del canal Yanama tramo 1+980-2+290, centro poblado de Huandunga, la misma que nos iso plantear la hipótesis general: Existe un peligro sísmico en los taludes de corte del sistema de riego del canal Yanama tramo 1+980-2+290, centro poblado de Huandunga.

Método de investigación fue el método científico, el tipo de investigación, la investigación fue de tipo aplicada, el nivel de fue investigación descriptiva-explicativa, el diseño de Investigación y el diseño corresponde el diseño no experimental, para esto la poblacion del proyecto investigacion estuvo conformada por el sistema de riego del canal Yanama del centro poblado Huandunga y para la muestra se tomó como muestra el tramo Km 1+980 – Km 2+290 del sistema de riego del canal Yanama del centro poblado Huandunga. Con todo eso llegamos a la conclusion principal:

Se determino el peligro sísmico en los taludes de corte del sistema de riego del canal Yanama tramo 1+980-2+290, centro poblado de Huandunga dividido en cinco sectores, de los cuales el sector 1 tramo 1+980 – 2+030 cuenta con un riesgo sísmico alto el cual puede llegar a colapsar durante un evento sísmico debido a su inadecuado proceso constructivo y daños encontrados actualmente, los sectores 2 tramo 2+030 – 2+100, 3 tramo 2+100 – 2+160 y 4 tramo 2+160 – 2+230 cuentan con un riesgo sísmico medio los cuales sufrirán daños menores como desprendimiento de material y flujo de escombros debido a que tienen un aceptable proceso constructivo y se encuentra sobre un suelo intermedio y el sector 5 tramo 2+230 – 2+290 cuenta con una riesgo sísmico bajo el cual solo podrían sufrir algunos desprendimientos de material debido a que tiene un adecuado proceso constructivo, no cuenta con daños actuales y está construido en suelo rígido.

**Palabras clave:** vulnerabilidad sismica, taludes en canales de riego

## ABSTRACT

The present investigation had as a general problem: How to identify a possible seismic hazard in the cut slopes of the irrigation system of the Yanama canal section 1 + 980-2 + 290, Huandunga populated center ?, from which the general objective was defined: Determine the seismic danger in the cut slopes of the irrigation system of the Yanama canal section 1 + 980-2 + 290, Huandunga town center, the same one that we also pose the general hypothesis: There is a seismic danger in the cut slopes of the Yanama canal irrigation system, section 1 + 980-2 + 290, town of Huandunga.

Research method of the scientific method, the type of research, the research was of an applied type, the level of was descriptive-explanatory research, the Research design and the design corresponds to the non-experimental design, for this the population of the research project was made up of the irrigation system of the Yanama canal of the Huandunga populated center and for the sample the stretch Km 1 + 980 - Km 2 + 290 of the irrigation system of the Yanama canal of the Huandunga populated center was taken as a sample. With all that we come to the main conclusion:

The seismic hazard was determined in the cutting slopes of the irrigation system of the Yanama canal section 1 + 980-2 + 290, Huandunga town center divided into five sectors, of which sector 1 section 1 + 980 - 2 + 030 counts with a high seismic risk which can collapse during a seismic event due to its inadequate construction process and currently found damage, sectors 2 section 2 + 030 - 2 + 100, 3 section 2 + 100 - 2 + 160 and 4 section 2 + 160 - 2 + 230 have a medium seismic risk which will suffer minor damage such as material detachment and debris flow due to the fact that they have an acceptable construction process and it is located on intermediate ground and sector 5 section 2 + 230 - 2 + 290 has a seismic risk under which only some material detachments could suffer because it has an adequate construction process, does not have current damages and is built on rigid soil.

**Keywords:** seismic vulnerability, slopes in irrigation canals

## INTRODUCCIÓN

Los riesgos y efectos sísmicos eternamente han sido y serán tema de investigación ya que provocan daños económicos y pérdidas de vidas humanas. Los sismos son ocasionados por la descarga de energía almacenada en la parte consistente de la tierra (la corteza terrestre). Los taludes son una superficie o terreno inclinado con respecto a la horizontal de la tierra y tienen comúnmente un problema de nivelación plástica, es decir, cuando ocurre un sismo, el movimiento de las fallas crean ondas sísmicas de distintos tipos y de enorme dominio, los cuales se desplazan a través de las rocas ocasionando deslizamientos de suelos, de tierra o la unión de las mismas, la presente investigación muestra la “vulnerabilidad sísmica en los taludes de corte del sistema de riego del canal yanama tramo 1+980-2+290, centro poblado de Huandunga”, teniendo las premisas ya definidas y para una mejor comprensión esta investigación se divide en cinco capítulos, los mismos que están desarrollados de la siguiente manera:

- **En el Capítulo I:** En este capítulo se desarrollará el planteamiento del problema; donde se plantea el problema general y los problemas específicos, los objetivos tanto el general como los específicos, la justificación práctica y metodológica y, por último, la delimitación espacial y temporal.
- **En el Capítulo II:** en este capítulo se desarrollará el marco teórico donde se mostrarán los estudios previos entre los que están los nacionales e internacionales y la teoría básica para el planteamiento del marco teórico, así como unas definiciones puntuales de los conceptos, para posteriormente llegar a plantearnos las hipótesis, para posterior se mostrarán la operacionalización de las variables a estudiar.
- **En el Capítulo III:** En este capítulo se desarrolla toda la metodología donde se plantea la estructura medular de una investigación con el tipo de investigación, nivel de investigación, diseño de investigación, así como la definición de la población y

muestra en la que nos basaremos para el estudio de investigación posteriormente se utilizó las técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos, así como la definición de la población y la muestra.

- **En el Capítulo IV:** En este capítulo se desarrolla los procedimientos que nos llevan a la obtención de los resultados desde el modelamiento de las estructuras con los 2 tipos de loza a estudiar, según la norma E060, los mismos que servirán para la investigación.
- **En el Capítulo V:** En este capítulo se pondrá la discusión; en este capítulo se muestra la discusión de resultado con otras investigaciones previas para encontrar la diferencia o la similitud de las conclusiones para enriquecer el método científico.

**El Autor (a)**

## **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO**

### **1.1. Planteamiento del problema de investigación**

El Perú integra el “Cinturón de fuego del Pacífico”, debido a que la placa Oceánica (Nazca) se introduce bajo la placa Continental (Sudamérica) hasta 200 km de fondo en el territorio sur. Entretanto, en el norte y centro de nuestro territorio, la placa oceánica se origina a partir de los 100 km de fondo.

Los efectos de un sismo sobre un talud ocasionan que la onda sísmica induzca un proceso de esfuerzos por la actividad fuerte de las ondas (ciclos): generan distorsiones por actuación de los esfuerzos, además logra reducir resistencia de los suelos o rocas; y por labor de estos efectos puede originarse deslizamientos. El instante sísmico en taludes es el resultado de la superficie de rotura por el desplazamiento de la falla y la resistencia al corte de la roca.

Tomando en consideración lo expuesto, el punto de partida del presente proyecto de investigación es determinar la vulnerabilidad sísmica en los taludes de corte del sistema de riego del canal Yanama tramo Km 1+980 – Km 2+290, del centro poblado de Huandunga, con notable ocurrencia sísmica, así como los daños que podría ocasionar a la localidad.

Un sismo de enorme proporción puede generar catástrofes a los habitantes del centro poblado Huandunga, provincia de Tarma, debido a fragilidad de materiales de taludes y de alta pendiente. Para la presencia de deslizamientos se requieren sismos de magnitud superior a seis, en ese sentido, el presente proyecto de investigación atribuiría a ser una descripción práctica para la preparación, análisis, formación y estudio de taludes con el realce en las cuestiones de deslizamientos de rocas, suelos, tierra. La estabilidad de taludes es un conocimiento que requerirá una gran cuota de destreza para poder entregar una estadística técnica sobre la materia. Determinaremos el grado de vulnerabilidad sísmico en los taludes del sistema de riego del canal Yanama tramo Km 1+980 – Km 2+290, del centro poblado de Huandunga basado en el diseño y su lugar geográfico.



## **1.2. Formulación y sistematización del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cómo identificar un posible peligro sísmico en los taludes de corte del sistema de riego del canal Yanama tramo 1+980-2+290, centro poblado de Huandunga?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- a) ¿Cómo identificar la vulnerabilidad sísmica en los taludes de corte del sistema de riego del canal Yanama tramo 1+980-2+290, centro poblado de Huandunga?
- b) ¿Cómo identificar el riesgo sísmico en los taludes de corte del sistema de riego del canal Yanama tramo 1+980-2+290, centro poblado de Huandunga.

## **1.3. Delimitación**

### **1.3.1. Delimitación espacial**

La presente investigación se propone la siguiente delimitación de esta de investigación:

- Departamento: Junín.
- Provincia: Tarma.
- Distrito: Palca.
- Lugar: Huandunga.

### **1.3.2. Delimitación temporal**

La presente investigación se realizará entre el mes de mayo de 2021 y octubre de 2021.

### **1.3.3. Delimitación económica**

La presente investigación se realizó con los gastos propios del investigador, que asciende a s/. 7700.00 soles.

## **1.4. Justificación**

### **1.4.1. Social**

Según la norma E.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones, la provincia de Tarma se encuentra ubicada en la zona 3 del territorio nacional, la cual esta considerada como una zona de alta intensidad sísmica. En esta investigación se determinará la vulnerabilidad sísmica del sistema de riego del canal Yanama tramo Km 1+980 – Km 2+290 del centro poblado Huandunga con la finalidad de prevenir el colapso de la estructura, pérdida económica y mala calidad de vida de los habitantes de la zona.

### **1.4.2. Científica**

Los datos compilados y procesados servirán de sustento para esta y otras investigaciones similares, ya que engrandecen el marco teórico y/o cuerpo de conocimientos que existe sobre el tema en mención.

### **1.4.3. Metodología**

Tiene su justificación metodológica es que implementaran tabulaciones propias de acuerdo a las especificaciones propias de la normatividad acutal del Peru.

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo general**

Determinar el peligro sísmico en los taludes de corte del sistema de riego del canal Yanama tramo 1+980-2+290, centro poblado de Huandunga.

### **1.5.2. Objetivos específicos**

- a) Determinar la vulnerabilidad sísmica en los taludes de corte del sistema de riego del canal Yanama tramo 1+980-2+290, centro poblado de Huandunga.
- b) Determinar el riesgo sísmico en los taludes de corte del sistema de riego del canal Yanama tramo 1+980-2+290, centro poblado de Huandunga.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1.1. Antecedentes

#### 2.1.2. Antecedentes internacionales

- a) **Acuña & Camilo & Forero, (2019)** con su tesis "EVALUACIÓN DEL RIESGO POR DESLIZAMIENTO EN EL TALUD UBICADO EN EL BARRIO LOS TÚNELES, BOQUERÓN EN EL MUNICIPIO DE IBAGUÉTOLIMA" de la Universidad Cooperativa de Colombia facultad de ingenierías programa de ingeniería civil Ibagué – Tolima, Trabajo presentado para optar al título de Ingeniero Civil Este trabajo se refiere al estudio de un talud en la zona conocida como los túneles de Boquerón, haciendo referencia al tipo de suelo que se encuentra en la zona y el comportamiento del mismo de acuerdo a sus características, con el fin de conocer la amenaza que este tiene sobre sus alrededores y el nivel de vulnerabilidad en que se encuentra la comunidad que lo habita. En el trabajo se presentan los resultados que se obtuvieron de los estudios realizados al suelo del respectivo talud y la evaluación realizada de forma tanto cualitativa como cuantitativa de la zona de estudio, lo que conlleva a la protección de la zona y que la comunidad no tenga la vulnerabilidad y el riesgo frente a estos temas.
  
- b) **Viltres & Pintón& Guardado , (2015)** Instituto Superior Minero Metalúrgico, Las Coloradas s/n, Moa, Holguín, Cuba, con su ensayo “EVALUACIÓN DE RIESGOS POR DESLIZAMIENTO EN TALUDES Y LADERAS DEL SECTOR ESTE DEL MUNICIPIO MOA”, del Instituto Superior Minero Metalúrgico, Las Coloradas s/n, Moa, Holguín, Cuba donde describen que las existencias de deslizamientos en el Municipio Moa, generan situaciones de riesgo a las industrias, comunidades, las actividades socio-económicas y al medio ambiente. El presente trabajo “Evaluación de riesgos por deslizamiento en taludes y laderas del sector Este del Municipio Moa”, tiene como objetivo evaluar los niveles de riesgos por deslizamientos del territorio, diagnosticar los diferentes tipos de deslizamientos, determinando los factores causales y condicionantes, aplicar la metodología cubana de cartografiado de los

riesgos por deslizamientos empleando los Sistemas de Información Geográfica (S.I.G.), confeccionar el mapa de riesgos por deslizamiento, y determinar y evaluar los riesgos por deslizamiento del sector Este del municipio Moa. La metodología se dividió en cuatro fases: 1 Inventario de los deslizamientos en las laderas y taludes. 2, Evaluación la peligrosidad, 3, la vulnerabilidad y 4, riesgos por deslizamiento. Los Autores determinaron los factores causales y detonantes. Toda la información se procesó en formato digital; plataforma para la implementación de un Sistema de Información Geográfica. Como resultado se confeccionaron varios mapas temáticos que permitieron la obtención de la cartografía de peligrosidad la cual se realizó a partir del método criterios de expertos, y de vulnerabilidad por deslizamientos, hasta obtener el mapa de riesgos por deslizamiento del sector de estudio. Con estos resultados el Centro de Gestión para la Reducción del Riesgo en el municipio Moa cuenta con una herramienta clave, la que se incorporará a los planes de reducción de desastres para aquellas zonas y objetivos económicos que presenten el mayor riesgo, en los diferentes consejos populares.

- c) **Valladares, (2015)** realizó la investigación “ESTABILIDAD DE TALUDES CON ANCLAS” en la UNIVERSIDAD DE CHILE, con la finalidad de optar el título profesional de ingeniero civil. La investigación tiene como objetivo general resolver un problema con una metodología alternativa para la estabilidad de taludes utilizando un sistema de anclaje, con el propósito de validar el procedimiento y que este sirva como base en la toma de decisiones. La metodología propuesta proporciona un instrumento para la toma de decisiones, es aplicable únicamente para estabilizar taludes mediante anclas, lo cual abre una línea de investigación futura que pueden implicar elaborar nuevos procedimientos para estabilizar taludes con otros métodos tratados en la literatura. Los resultados fueron que el uso de anclas no es un método económico para estabilizar un talud y tampoco el más eficiente, el uso del método dependerá primordialmente del presupuesto y de las condiciones geotécnicas. Concluyó que, en la actualidad, no existe una metodología general para analizar la estabilidad de taludes con anclas que valga como apoyo para la toma de decisiones. La gran mayoría de la literatura nos proporciona herramientas, más no un

procedimiento a seguir para poder resolver este problema tan común y frecuente que se presenta en las distintas obras de infraestructura civil. Una parte importante para estabilizar un talud con anclas es realizar un análisis para calcular el factor de seguridad utilizando cualquier método convencional, todos los métodos son válidos, pero no eficientes para el cálculo, la elección del método dependerá de las condiciones particulares del problema.

- d) **Hernández, (2016)** realizó la investigación “EVALUACIÓN DEL RIESGO ASOCIADO A VULNERABILIDAD FÍSICA POR TALUDES Y LADERAS INESTABLES EN LA MICRO - CUENCA CAY, IBAGUÉ, TOLIMA - COLOMBIA”, en la UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, con la finalidad de optar el título profesional de ingeniero civil. La investigación tiene por objetivo localizar la vulnerabilidad física afiliado con taludes inestables sobre el principio de esta investigación; y prever e inspeccionar los daños ocasionados por las inestabilidades sobre la infraestructura óptica de la micro - cuenca de la quebrada Cay. Su metodología describe que en el desarrollo de la investigación fueron identificados 26 sitios (taludes y laderas inestables) activos en la micro - cuenca. Los resultados ejecutados en campo, con base a los formularios de fiscalización geotécnica desarrollados para esta indagación, se dispuso que las causas detonantes de desplazamiento de remoción en masa más notables en la micro - cuenca son: precipitación sísmica, geología, acción antrópica, uso del suelo, pendiente y flujo. Sus conclusiones son la evaluación del riesgo afiliado a la vulnerabilidad física es un plus, es decir, un aporte clave, desde un aprendizaje de caso, a la estimación del riesgo, visto desde la perspectiva de la vulnerabilidad óptica y el estudio elaborado en este trabajo pone en evidencia la obligación de ejecutar estudios más minuciosos de la vulnerabilidad de los centros poblados presentes en el sector Cay parte baja y La Cascada, que apunten a preparar a la sociedad de estos centros poblados frente a esta advertencia oculta.
- e) **Severino, (2015)** realizó la investigación “RIESGO DE TALUDES Y TERRAPLENES EN OBRAS LINEALES DE LA REPÚBLICA DOMINICANA”

en la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SANTO DOMINGO, con la finalidad de optar el título profesional de ingeniero civil. La investigación tiene por objetivo dar a conocer la importancia para las empresas aseguradoras, aquellas que financian los riesgos de los daños producidos por eventos de la naturaleza o tecnológicos en obras lineales, al igual que a los proyectistas de obras lineales, de conocer los riesgos de dichas obras para prevenir sus daños y reducir los peligros. La metodología para la realización de este trabajo se han implementado tres técnicas de identificación de riesgos revisión de documentación, tormenta de ideas y método delphi, derivadas del “Método LOGRO”, basada en la definición de una lista de riesgos con sustentación en el método científico. Los resultados fueron, el desarrollo de la gestión del riesgo considera un ciclo de factores o periodos que los autores deben considerar en su utilización para lograr reducir el riesgo, esto se resume a la acción de identificar las soluciones de deducción de riesgo y de las circunstancias que actúan en oposición de ser deducción. Dando como conclusiones el conocimiento y la prevención minimizan los riesgos y nos hacen mucho menos vulnerables. Lugares en donde ocurren más daños y en donde hay un mayor número de víctimas, es por lo general un lugar mal preparado. Donde se podría nombrar a la República Dominicana como uno de estos lugares.

### **2.1.3. Antecedentes nacionales**

- a) **Torres, (2016)** con su tesis “Valoración Del Riesgo En Deslizamientos”, TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL de la UNIVERSIDAD RICARDO PALMA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL, manifiesta que en nuestro país uno de los problemas que se debe de empezar a manejar es el control de deslizamientos en los taludes ubicados en las diferentes zonas del Perú. El Perú debido a su ubicación geográfica, presenta una geomorfología muy accidentada, donde en combinación con aspectos geológicos, hidrológicos y sísmicos de las diferentes zonas del Perú hacen que este tipo de eventos se presenten constantemente, poniendo en riesgo muchas zonas vulnerables a este tipo de desastre natural. La presente investigación desarrolla aspectos básicos para el manejo del riesgo ante eventos de deslizamientos en taludes en suelos y rocas. Con

la finalidad de comprender de manera sencilla algo tan complejo como el manejo de deslizamientos, se ha desarrollado capítulo por capítulo conceptos y metodologías básicas que pueden ser llevadas a cabo si se cuenta con la debida información, El presente trabajo de investigación consiste en la evaluación y aplicación de nuevos conceptos y metodologías para la valoración del riesgo de deslizamientos en taludes naturales en suelos y rocas. La valoración del riesgo de deslizamientos en taludes no es un tema nuevo, en varios países desarrollados a nivel mundial es práctica común cuantificarlo, de esta manera se puede estimar el grado de daño y pérdidas asociadas a estos eventos repentinos.

- b) **Gomez, (2018)** con su tesis POSGRADO “ANÁLISIS DE RIESGOS POR INESTABILIDAD DE TALUDES EN LA SUBCUENCA RÍO CANIPACO, TRAMO DISTRITO DE COLCA PROVINCIA DE HUANCAYO DEPARTAMENTO DE JUNÍN”, tesis para optar el grado académico de maestro en Gestión Ambiental, de la escuela universitaria de posgrado de la universidad nacional federico villareal, donde manifiesta lo siguiente la investigación se enmarca caracterizando el análisis de riesgos por inestabilidad de taludes y laderas cuyo alcance está orientado en la subcuenca río Canipaco, distrito de Colca, Provincia de Huancayo, Departamento de Junín. Como objetivo de la investigación se plantea: Identificar zonas vulnerables para prevenir los daños materiales y agrícolas que ocasionan los taludes y laderas inestables en la subcuenca Canipaco tramo distrito de Colca. Se emplea el método deductivo en el marco teórico, inductivo en los resultados, analítico en el análisis de resultados y comparativo para comparar los comportamientos de los taludes y deslizamientos, bajo condiciones de afectación (antes) y con diseños de protección y mecanismos de prevención (después) para prevenir y mitigar el paso de un fenómeno natural, aplicando los procedimientos, métodos y diseños de investigación científica. El tipo de investigación de acuerdo a la orientación es aplicada y según la técnica de contrastación es explicativa. Como población y muestra se consideró nueve taludes y laderas inestables de la subcuenca del río Canipaco distrito de Colca perteneciente a la provincia de Huancayo, departamento de Junín., para lo cual se ha determinado el estudio análisis y

evaluación de los factores de riesgo desde el punto de vista de la amenaza y la vulnerabilidad física. La técnica de recolección de datos fue la observación analizando fuentes de primera mano y recopilando información mediante el inventario de taludes, instrumento adaptado y preparado para el presente estudio a fin de recopilar y anotar la información que sirvieron como datos de entrada para procesamiento y tratamiento, permitiéndonos el análisis y evaluación de los taludes en estudio. Como resultado se arribó a la siguiente conclusión: Determinando las zonas vulnerables por la situación de los taludes y laderas inestables en la subcuenca Canipaco se podría prevenir los daños materiales y agrícolas que ocasionan los fenómenos naturales en la zona, debido a que la prueba estadística t de Student está en el rango de aceptación de la hipótesis alternativa ( $t_{calculada} > t_{tabla}(gl:8, \alpha:0.05)$ ) es decir  $t_c > t_t$  ( $15,558 > 1,860$ ), con lo que se cumple el objetivo principal y se corrobora la hipótesis principal.

- c) **Cuya, (2017)** realizó la investigación “ESCENARIOS DE RIESGO SÍSMICO Y LLUVIAS INTENSAS EN EL ÁREA URBANA DE CHOSICA” en la UNIVERSIDAD DE LIMA, con la finalidad de optar el título profesional de ingeniero civil. La investigación tiene como objetivo general es generar escenarios de riesgo sísmico y por lluvias intensas, identificando el peligro y evaluando la vulnerabilidad del área urbana de Chosica, a fin de proponer medidas de prevención y mitigación para reducir su vulnerabilidad. La metodología es modelización, valorización, priorización y síntesis y análisis de sensibilidad. Se obtuvo como resultado que un 10% de las edificaciones presentan un riesgo sísmico bajo (edificaciones más seguras), un 83% con riesgo sísmico medio (edificaciones tendrían daños considerables sin llegar al colapso) y un 7% con riesgo sísmico alto (edificaciones tendrían graves daños o colapsos parciales). Las conclusiones fue que el escenario sísmico para el área urbana de Chosica, es que de los 10934 lotes evaluados, 1119 se encuentran con un riesgo sísmico bajo; es decir, no sufrirían daños o serían mínimos, y no habría pérdidas humanas debido a que no existe riesgo de colapso, 9030 se encuentran con un nivel de riesgo sísmico medio; es decir, sufrirían daños que comprometen a la estructura pero sin riesgo de colapso y la reparación



tendría un costo considerable, las personas ubicadas dentro de las edificaciones pueden presentar lesiones debido a caídas de objetos o tropiezos, y por ultimo 785 se encuentran con un nivel de riesgo sísmico alto; es decir, podrían presentar colapsos parciales o daños severos en la construcción, lo cual su costo de reparación sería muy alto, y podría haber perdidas humanas o lesiones serias.

- d) **Hoyos, (2016)** realizo la investigación “ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD Y RIESGO DE LAS EDIFICACIONES EN EL SECTOR MORRO SOLAR BAJO, CIUDAD DE JAÉN – CAJAMARCA” en la UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, con la finalidad de optar el título profesional de ingeniero civil. La investigación tiene por objetivo determinar la vulnerabilidad 18 en las viviendas debido a fenómenos naturales ocurridos considerando la mala ubicación de la edificación, el riesgo que se produciría de acuerdo a la vulnerabilidad en las edificaciones del sector de Morro Solar Bajo, así como identificar los tipos de materiales con las que se encuentran construidas las edificaciones en el sector de Morro Solar, Ciudad de Jaén, Cajamarca. En cuanto a la estimación de la vulnerabilidad, en general, todos los esfuerzos sugieren metodologías sintetizadas, fundamentalmente en índices de vulnerabilidad o en la organización de los sistemas en grupos predeterminados. Los resultados que aportar con información a la Municipalidad Provincial de Jaén, ante la posibilidad de que ocurra un desastre natural; ahora quedara por parte de la municipalidad realizar estrategias de prevención, e informar a la población para que permitan combatir la ocurrencia de peligros futuros; y realizar la elaboración de un mapa de riesgos y peligros, no solo del sector en estudio, también de toda la ciudad de Jaén. Sus conclusiones fueron: De las viviendas encuestadas tenemos que el 73% presentan un nivel de peligro alto y el 27% un nivel de peligro medio. Para la vulnerabilidad se obtuvo que el 7% tengan un nivel de vulnerabilidad muy alto, 67% alto y el 27% moderado. El 80% de las viviendas del Sector de Morro Solar Bajo, se encuentran en un nivel de Riesgo Alto. Se han encontrado viviendas predominantes del material de concreto armado en un 80%, ya que algunas de estas son antiguas y por consecuencia son más vulnerables antes los principales peligros que se pueden presentar en el Sector Morro Solar Bajo.

- e) **De la Cruz y Orosco, (2013)** realizaron la investigación “SISTEMAS DE ESTABILIZACIÓN AL DESLIZAMIENTO DE TALUDES EN LA CARRETERA COCHAS – SAN AGUSTÍN DE CAJAS – INGENIO, TRAMO KM 19+610 AL KM 20+424, HUANCAYO”, en la UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ, con la finalidad de optar el título profesional de ingeniero civil. La investigación tiene como objetivo principal es identificar los factores que originan los deslizamientos de los taludes de corte en la carretera Cochás – San Agustín de Cajas – Ingenio tramo Km 19+610 al Km 20+424, Huancayo y proponer sistemas de estabilización aplicables. La metodología de la investigación tuvo tres componentes: inspección de información real, topografía y advertencia de terreno; elaborando un objetivo de investigación como estructuras sedimentarias, superficies de falla, aguas profundas y averiguación geotécnica. Los resultados en deslizamiento de taludes deben de realizarse primero un estudio de los posibles factores que generaron el deslizamiento para luego poder plantear los sistemas óptimos de estabilización y no solo utilizar directamente estudios solo por comparaciones de referencia, mas no soluciones definitivas, puesto que cada problema de inestabilidad de taludes es único y debe ser estudiado como tal. Concluye que en su estudio se ha comprobado la inestabilidad del talud, ocasionado por factores naturales y antrópicos que originan el deslizamiento en el talud. Los factores naturales que han ocasionado el deslizamiento son: el factor hidrológico, el geotécnico, el geológico-geomorfológico; el factor sísmico es un agente que influye para el deslizamiento.

## **2.2. Marco conceptual**

### **2.2.1. Análisis de vulnerabilidad.**

(Jordán G., 2016, pag.122). Los peligros naturales y las condiciones locales deben tener en cuenta al planificar proyectos de infraestructura; ya que estos se presentan generalmente porque no se consideran durante la concepción, diseño, construcción y operación del sistema El análisis de vulnerabilidad cumple cinco objetivos básicos:

- a. Identificación y cuantificación de peligros que puedan afectar el sistema.

- b. Estimación de susceptibilidad al daño de componentes esenciales para proporcionar agua en caso de desastre.
- c. Definición de medidas que se incluirán en el plan de mitigación, tales como: proyectos de modernización, mejora de cuencas hidrográficas y evaluación de fundaciones y estructuras.
- d. Identificación de medidas y procedimientos para desarrollar un plan de emergencia.
- e. Evaluación de la efectividad de los planes de mitigación y emergencia, e implementación de actividades de capacitación.

### **2.2.2. Vulnerabilidad.**

(Rasulo, 2017, pag. 72). La vulnerabilidad se define generalmente como una medida de la susceptibilidad de un elemento o combinación de elementos a fallar una vez que están expuestos a fenómenos naturales potencialmente dañinos. Esta definición es lo suficientemente amplia como para aplicarse a los aspectos físicos, operativos y administrativos de un sistema (Kanta, 2006). Esto generalmente se expresa como:  $P(H_i)$ , o la probabilidad (P) de que ocurra ese evento ( $H_i$ ).

(Jordán G., 2016, pag.36). La caracterización del fenómeno y la naturaleza del problema deben ser determinadas por el analista. Por ejemplo, los factores pueden ser la aceleración del suelo, la velocidad del viento, el volumen del río, la profundidad de las cenizas volcánicas, etc. El análisis de las estadísticas sobre los peligros y sus consecuencias conduce a una clara distinción entre dos grupos de problemas: (a) el peligro y la intensidad de los eventos esperados; y (b) la capacidad de las obras hechas por el hombre para resistir tales eventos, con un nivel tolerable de daño.

### **2.2.3. Cuantificación de vulnerabilidad.**

(Rasulo, 2017, pag. 89). La vulnerabilidad de un mecanismo o sistema específico se expresa como la probabilidad condicional de que ocurra un cierto nivel de daño ( $E_j$ ), dado que se produce un peligro ( $H_i$ ), (PAHO, 1998). Esto se denota como:  $P(E_j / H_i)$ . Los siguientes cuatro niveles de daño se usan con frecuencia para describir  $E_j$  cuando se refieren al daño y al rendimiento del equipo:

E1 = Sin daños.

E2 = Daño leve; el equipo está operativo.

E3 = Daño reparable; el equipo está fuera de servicio.

E4 = Daño severo o pérdida total; el equipo está fuera de servicio.

Una vez que ha ocurrido un fenómeno natural (por ejemplo, terremoto, huracán, inundación, etc.), el mecanismo o sistema debe describirse en términos de una, y solo una, de las cuatro condiciones enumeradas anteriormente.

#### **2.2.4. Evaluación del riesgo sísmico.**

(Jordán G., 2016, pag.69). El riesgo sísmico se puede medir utilizando cualquier categoría de pérdida potencial, como económica, social, ecológica o ambiental. La evaluación de las pérdidas económicas de un conjunto de edificios requiere información sobre (1) las propiedades del temblor del suelo (peligro), (2) el inventario de edificios expuestos al temblor del suelo (exposición) y (3) la vulnerabilidad de las infraestructuras expuestas para el temblor de tierra esperado.

##### **2.2.4.1. Características:**

La información de varios niveles de complejidad está disponible para riesgos sísmicos, dependiendo del tipo de estudio necesario.

Los datos más comunes incluyen:

- **Evaluación del peligro sísmico:** (De Matteis, 2003, pág. 18), se basa en la sismicidad de la región, la sismógena, fuentes, la correlación de la atenuación y su varianza, y el uso de algoritmos ad hoc de cálculo.
- **Mapas de zonificación de riesgo sísmico:** (De Matteis, 2003, pág. 36), muchos países han desarrollado mapas de zonificación sísmica de acuerdo con los requisitos específicos de la aplicación, como el diseño del edificio, verificación de equipos de alto voltaje, diseño de puentes, pólizas de seguro o reaseguro, y otros. Estos incorporan efectos conocidos de eventos históricos. Es aconsejable complementar esta información con mapas que resalten fallas activas o

potencialmente activas y la calidad y tipos de suelos; estos también se conocen como "mapas neotécnicos".

- **Temblor del suelo:** (De Matteis, 2003, pág. 38), las características predominantes del suelo, el tiempo medio de retorno de un evento sísmico, y otros factores importantes se utilizarán para los estándares de diseño y construcción. Si esta información no está disponible, que puede ser el caso en países sin estándares de construcción para un diseño sismorresistente, se deben tener probabilidades de exceso suficientemente pequeñas elegidas para la selección de los desplazamientos máximos de tierra, o la intensidad del terremoto.
- **Áreas potencialmente inestables:** (De Matteis, 2003, pág. 40), no es probable que esta información esté disponible en zonificación o mapas de microzonificación. Sin embargo, es importante contar con información confiable sobre áreas del sistema que se encuentra en (i) áreas donde puede ocurrir licuefacción, como depósitos saturados, generalmente encontrados cerca de ríos, viejos deltas de ríos y lagos o playas costeras; (ii) rellenos sanitarios o movimientos de tierra susceptibles de expansión lateral; o (iii) pendientes naturales o artificiales, que son potencialmente inestables bajo actividad sísmica.
- **Longitud de ruptura y desplazamiento permanente de fallas activas:** (De Matteis, 2003, pág. 43), la escala de Richter describe la energía total de las ondas sísmicas que se irradian hacia afuera del terremoto, según lo registrado por la amplitud de las huellas del movimiento del suelo en los sismógrafos. Esta escala de magnitud es directamente relacionada con la longitud de ruptura o el área de superficie de la falla, los desplazamientos máximos y la pérdida de capacidad de carga. Los desplazamientos permanentes asociados con terremotos, son particularmente problemático cuando interceptan túneles, tuberías enterradas o cimientos de edificios.

#### 2.2.4.2. **Medición de los sismos.**

(De Matteis, 2003, pág. 53), En cuanto a la medición de sismos, una de las escalas más utilizadas para describir los efectos de los terremotos es la Escala de Intensidad de Mercalli Modificada (MMI), que mide los efectos que las personas sienten y observan en las estructuras, y la superficie de la tierra. La magnitud de un sismo (M) generalmente se expresa utilizando la escala de Richter, que es una medida de la amplitud de la onda sísmica, la magnitud del momento o la medición de la cantidad de energía liberada. Se estima a partir de grabaciones sismográficas. Otros tipos de escalas incorporan información sobre la estabilidad de las pendientes, la calidad de los edificios e instalaciones y la altura de las mareas.

#### 2.2.5. **Taludes de corte:**

(De Matteis, 2003, pág. 3), “El Talud es un área inclinada con relación al plano de la estructura del suelo; en los deslizamientos de tierra, suelo o rocas, el desplazamiento de la masa es el producto de una falla de corte de diferentes áreas”.

En el distrito de Palca, provincia de Tarma, los materiales de los taludes son muy endebles y de alta pendiente. Para la salida de deslizamientos de gran tamaño, en ese sentido, el presente proyecto de investigación atribuiría a ser un texto guía para el estudio y la práctica de Ingeniería y Geotecnia, para su respectivo análisis y localización de taludes con énfasis en los problemas de deslizamientos de tierra.

##### **a. Características de taludes de corte:**

###### **➤ Topografía:**

Según (Buckner, 1983, Pág. 1), “La topografía es la ciencia y la habilidad de elaborar los cálculos indispensables para describir la ubicación relativa de cotas referente a la superficie geológica, como también la ubicación de cotas en una posición precisa”.

###### **➤ Inclinación:**

Según (Rivera, 2009, Pág. 11), “las inclinaciones de taludes están compuesto por altura, pie del talud, cabeza o escarpe y pendiente”.

La principal medida es determinar principios de estabilidad de taludes y definir cuál es la pendiente adecuada en un corte.

➤ **Tipo de suelo:**

(Eddy, 2011, Pág. 01). “El suelo es un material no fortalecido constituido por una gran diversidad de partículas minerales, con líquidos y gases incluidos. Sumado a esto, el suelo puede también abarcar materias orgánicas que dañan sus cualidades físicas”.

Los tipos y propiedades de un suelo permiten reconocerlo y organizarlo dentro una amplia gama de posibilidades que existen en la naturaleza. Además de la ubicación geográfica del suelo, la profundidad y el espesor.

### 2.3. Definición de términos

- **Agua Potable:** (SUNASS, 2004). también llamada agua apta para consumo humano, es aquella que llega al consumidor a través de redes o tuberías, de forma segura y apta para beber, cocinar y realizar la higiene personal (pag. 98).
- **Análisis de vulnerabilidad:** (Stone, 2017). Es la herramienta básica para reducir, prevenir o mitigar los desastres o eventos naturales. Permite identificar los peligros específicos de una zona en particular, el análisis de vulnerabilidad ayuda a determinar: (a) las deficiencias físicas de los componentes del sistema; (b) debilidades en la organización y el apoyo brindado por la empresa de servicios de agua; y (c) limitaciones en términos de cantidad, continuidad y calidad de servicio. (pag. 78).
- **Canal:** (Stone, 2017). Una vía artificial de agua que habitualmente conecta lagos, ríos u océanos, o bien a una vía natural que se forma por la distribución de las diferentes islas en los archipiélagos u otras formaciones geográficas en el agua (pag 96).

- **Calidad de vida:** (Stone, 2017). Hace alusión a varios niveles de generalización pasando por sociedad, comunidad, hasta el aspecto físico y mental; por lo tanto, el significado de calidad de vida es complejo, ya que cuenta con definiciones que van desde la psicología y sociología a las ciencias políticas, medicina, estudios del desarrollo, etc. Las condiciones de la vida de las personas y de las sociedades en conjunto varían con el tiempo (pag 101).
- **Escenario (sísmico):** (Encarnación V., 2017). Se refiere a un solo evento sísmico. Se puede presentar en términos de la ubicación del evento, la magnitud, el estilo de falla, etc., o en términos de la distribución correspondiente de la intensidad local (por ejemplo, un "mapa de sacudidas") o, finalmente, en términos del evento (por ejemplo, un mapa de daños). (pag 150).
- **Estado límite (o estado de daño o nivel de rendimiento):** (Lopez D. & Aguilar M., 2014). El estado cuando una cantidad de demanda alcanza un umbral / capacidad correspondiente. No se limita a estados extremos (como el colapso de una estructura o elemento estructural), sino que se puede formular para cualquier estado intermedio de rendimiento / daño, p. continua funcionalidad / operatividad, daño estructural y no estructural leve, medio o severo. Se puede expresar en términos de diferentes medidas de rendimiento, tales como cantidades físicas, estructurales (deriva, cizallamiento), o socioeconómicos (número de víctimas, valor económico de la pérdida, tiempo de inactividad, número de usuarios no alimentados en una red, etc.). (pag 63).
- **Fragilidad:** (Didier, Esposito, Broccardo, & Stojadinovic, 2018). Una función que representa la probabilidad condicional de un componente o sistema (fragilidad del componente, fragilidad del sistema) que excede un estado límite predefinido en función de un parámetro. Este último es más comúnmente una medida escalar (o vectorial) de intensidad sísmica, pero también puede ser un parámetro de respuesta



estructural (como la aceleración del piso o la deriva entre niveles), p. Ej. para la fragilidad de componentes no estructurales. (pag 109).

- **Mapa de peligro:** (Cano Z., 2006), Un mapa de valores de intensidad de peligro uniforme (a menudo, pero no exclusivamente, la aceleración máxima del terreno o una ordenada espectral) sobre una región. Utilizado con fines de diseño, no puede emplearse en estudios sistémicos ya que la intensidad de los valores no es simultánea. (pag 89).
- **Peligro (sísmico):** (Solano V., 2012). Un modelo probabilístico que describe la ocurrencia (en el espacio / tiempo) de terremotos, y / o la intensidad correspondiente en un sitio. Cuando se trata de un solo sitio, el peligro a menudo está representado por el resultado final de un análisis de riesgo sísmico probabilístico, PSHA, (donde el modelo anterior es la entrada), es decir, una curva (o superficie) de riesgo sísmico. Este último produce la tasa anual de superación de un escalar (o vector) medida de intensidad local por encima (fuera) de cualquier umbral dado. Cuando se trata de un sistema distribuido donde la intensidad simultánea en varios sitios es de interés (conceptualmente un vector de valores de intensidad aleatorios y estadísticamente dependientes), se utiliza el modelo completo (es decir, caracterización de fuentes sísmicas en términos de geometría y actividad, más leyes de atenuación y un modelo de correlación espacial entre medidas de intensidad en diferentes sitios). (pag 105).
- **Pendiente:** (Solano V., 2012). Es la medida de la inclinación de la superficie del talud o ladera. Puede medirse en grados, en porcentaje o en relación m:1, en la cual m es la distancia horizontal que corresponde a una unidad de distancia vertical. (pag 95).
- **Pérdida (directa):** (Rodríguez V., 2012). Pérdida incurrida como consecuencia directa del daño físico a los componentes de los sistemas. Esta categoría incluye el

valor económico de los componentes estructurales y no estructurales dañados (arquitectura, contenido, equipo, etc.), el valor monetario equivalente de vidas perdidas. (pag 77).

- **Pérdida (indirecta):** Pérdida incurrida como consecuencia indirecta del daño físico y relacionado con la interrupción funcional en los sistemas. Esta categoría incluye el valor monetario del aumento de los tiempos de viaje para personas y mercancías en el sistema de transporte dañado, el equivalente económico de la interrupción del negocio y la producción industrial, hasta la interrupción completa de todo un sector económico en la región afectada, el valor económico de la disrupción social (Rodríguez V., 2012).
- **Red:** (Stone, 2017). En Matemáticas, un gráfico dirigido ponderado (dígrafo) formado por vértices (nodos) conectados por aristas (arcos, enlaces). Los pesos pueden representar la capacidad de los enlaces para acomodar flujos entre vértices. Los flujos entrantes y salientes en vértices generalmente suman cero, a menos que el vértice sea una fuente o un sumidero. Una red es un sistema y cualquier sistema puede representarse como una red. (pag. 201).
- **Riesgo:** (Didier, Esposito, Broccardo, & Stojadinovic, 2018). Una medida probabilística de la consecuencia de un evento peligroso definido probabilísticamente. A menudo es la probabilidad incondicional o la frecuencia media anual (medida probabilística) de un componente o sistema que excede un estado límite predefinido (consecuencia). El riesgo también se utiliza para indicar el valor esperado, y posiblemente la variación (dentro del marco de tiempo de referencia) de: Valor económico del daño físico; bajas / fatalidades; Falta del tiempo; Pérdida económica: directa (daño físico / vidas) + indirecta (tiempo de inactividad, etc. (pag 106)

- **Sistema de riego:** Conjunto de estructuras, que hace posible que una determinada área pueda ser cultivada con la aplicación del agua necesaria a las plantas. El sistema de riego consta de una serie de componentes, aunque no necesariamente el sistema de riego debe constar de todas ellas, ya que el conjunto de componentes dependerá de si se trata de riego superficial (principalmente en su variante de riego por inundación), por aspersión, o por goteo.
- **Taludes de corte:** (Jordán G., 2016). Cuando los taludes son hechos por el hombre se denominan cortes o taludes artificiales, según sea la génesis de su formación; en el corte, se realiza una excavación en una formación térrea natural (desmontes), en tanto que los taludes artificiales son los lados inclinados de los terraplenes. (pag. 88)
- **Tipo de suelo:** (Jordán G., 2016). El tamaño de las partículas minerales que forman el suelo determina sus propiedades físicas textura, estructura, porosidad y el color. Según su textura podemos distinguir tres tipos de suelos: arena, arcilla y limo. (pag. 99)
- **Vulnerabilidad:** (Jordán G., 2016). se define generalmente como una medida de la susceptibilidad de un elemento o combinación de elementos a fallar una vez que están expuestos a fenómenos naturales potencialmente dañinos. Esta definición es lo suficientemente amplia como para aplicarse a los aspectos físicos, operativos y administrativos de un sistema. (pag. 110)

## 2.4. Hipótesis

### 2.4.1. Hipótesis general:

Existe un peligro sísmico en los taludes de corte del sistema de riego del canal Yanama tramo 1+980-2+290, centro poblado de Huandunga.

#### 2.4.2. Hipótesis específicas:

- a) Existe una determinada vulnerabilidad sísmica en los taludes de corte del sistema de riego del canal Yanama tramo 1+980-2+290, centro poblado de Huandunga.
  
- b) Existe un riesgo sísmico en los taludes de corte del sistema de riego del canal Yanama tramo 1+980-2+290, centro poblado de Huandunga.

#### 2.5. Variables:

##### 2.5.1. Definición conceptual de la variable:

###### **Variable: Estabilidad de taludes**

Se define como estabilidad de taludes a una masa de suelo con una superficie externa inclinada con respecto a la horizontalidad. Cuando el talud se forma de manera natural, si la intervención del hombre, se denomina ladera natural o ladera. Cuando la inclinación en la masa del suelo es generada por la intervención de la actividad humana, excavaciones o rellenos, se denomina talud. La falla de un talud se presenta tanto en taludes naturales como en los construidos por el hombre. (Montoya,2009)

###### **Operacionalización:**

El riesgo = vulnerabilidad x peligro sísmico; donde el primero depende de la debilidad del talud o vivienda a ser dañada por un evento sísmico y el segundo depende de la probabilidad de ocurrencia de un sismo, intensidad e magnitud.

###### **Variable: Riesgo sísmico en canales**

El riesgo sísmico es la evaluación de los daños de los bienes materiales, pérdidas de vidas, a la propiedad y económica, durante un evento sísmico. Kuroiwa, J. (2016) Es el producto de la probabilidad de ocurrencia de un cierto nivel de movimiento del terreno por la vulnerabilidad de un grupo de elementos expuestos, y extendido a todos los posibles niveles de movimiento del terreno Oliveira.C. (2006)

###### **Operacionalización:**

estabilidad de Taludes: Son procesos de análisis donde se aplican métodos para determinar el estado Estático, Pseudo-Estático y los métodos que se emplearán para la estabilización del talud.

### 2.5.2. Operacionalización de la variable (y):

Tabla 1

Operacionalización de la variable independiente.

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
<b>Variable independiente</b>  Estabilidad de taludes	Vulnerabilidad	Identificación de Taludes críticos
		Evaluación de Vulnerabilidad
		Vulnerabilidad Global
	Peligro sísmico	Magnitud sísmica
		Intensidad Sísmica
		Evaluación de Peligrosidad sísmica
<b>Variable dependiente</b>  Riesgo sísmico en canales	Análisis Estático	Método equilibrio Limite-Bishop
	Análisis Pseudo-Estático	Coefficientes sísmico para el análisis pseudo-estático
	Método de estabilización del talud	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muro de Gravedad</li> <li>• Muro de Voladizo</li> <li>• Estabilidad con Banquetas</li> </ul>

Fuente propia

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. Método de investigación

(Vásquez, 2010, pág. 1). El método científico es quizás uno de los más útiles o adecuados, capaz de proporcionarnos respuestas a nuestras interrogantes. Esto significa que el método científico llega a nosotros como un proceso, no como un acto donde se pasa de inmediato de la ignorancia a la verdad. El presente proyecto de investigación se basará en el **método científico**, ya que detecto la existencia del problema.

### 3.2. Tipo de investigación

(Marín, 2008, pág. 1), “La investigación de tipo aplicada se caracteriza porque hace la búsqueda de la aplicación y utiliza los conocimientos que se logran”. Puesto en mención, considero que la investigación es de tipo aplicada, ya que se propone a explicar en que influye la vulnerabilidad sísmica en los taludes de corte del sistema de riego del canal Yanama tramo Km 1+980 – Km 2+290 del centro poblado Huandunga.

### 3.3. Nivel de investigación

(Arias, 2012, pág. 1). “La investigación descriptiva-explicativa se encarga de registrar el porqué de los acontecimientos mediante el establecimiento de vínculos causa - efecto”.

El nivel del presente proyecto de investigación será explicativo, ya que daremos entender y explicar el tema acerca de la vulnerabilidad sísmica en los taludes de corte del sistema de riego del canal Yanama tramo Km 1+980 – Km 2+290 del centro poblado Huandunga.

### 3.4. Diseño de Investigación

Al informe le corresponde el diseño no experimental, siendo el diagrama el siguiente:

M1 ----- O1

M2 ----- O2

Donde:

M1, M2 = Representa cada una de las muestras.

O1, O2 = Representa la información sobre el análisis del diseño estructural normativo de Albañilería confinada y concreto armado.

### 3.5. Población y muestra

#### 3.5.1. Población

(Barrera, 2008, pág. 141). “Define la población como un grupo de seres que tienen la particularidad o hecho a formarse y que se marcan en los métodos de inclusión”.

La población en el presente proyecto está conformada por el sistema de riego del canal Yanama del centro poblado Huandunga.

### **3.5.2. Muestra**

(Balestrini, 2006, pág. 141). “La muestra es una fracción característica de una población, cuyas propiedades deben fabricarse en ella, lo más fielmente factible”.

Se tomó como muestra el tramo Km 1+980 – Km 2+290 del sistema de riego del canal Yanama del centro poblado Huandunga.

### **3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

La recolección de datos será tomada directamente del campo, para lo cual se realizará un levantamiento topográfico aplicando el equipo necesario con la finalidad de determinar la intervención topográfica en los taludes de corte, también se realizará un estudio de mecánica de suelos para determinar su tipo e intervención sísmica y por último se determinará la inclinación de los taludes mediante un eclímetro.

### **3.7. Procesamiento de la información:**

Los datos obtenidos en el campo serán evaluados mediante ecuaciones matemáticas para determinar la intervención de la topografía, suelo e inclinación de taludes de corte en la vulnerabilidad sísmica del sistema de riego del canal Yanama tramo 1+980-2+290, centro poblado de Huandunga, el riesgo sísmico en taludes de corte.

### **3.8. Técnicas y análisis de datos:**

Con los resultados determinados en el procesamiento de la información, determinaremos el tipo de vulnerabilidad sísmica del sistema de riego del canal Yanama tramo 1+980-2+290, centro poblado de Huandunga, para esto se aplicarán las tablas establecidas por diferentes autores aprobados para determinar el riesgo sísmico en taludes de corte.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS**

#### **4.1. Descripción de la zona de estudio:**

##### **4.1.1. Ubicación política:**

El sistema de riego del canal Yanama tramo 1+980-2+290 se encuentra ubicado en la siguiente descripción:

- **Departamento:** Junín.
- **Provincia:** Tarma.
- **Distrito:** Palca.
- **Lugar:** Huandunga.

##### **4.1.2. Ubicación geográfica:**

La altura del levantamiento del Sector de Huandunga fluctúa entre 3345.00-3242.00 msnm. Las coordenadas UTM se mencionan a continuación:

- **Norte:** 8,746,000
- **Este:** 435,600

##### **4.1.3. Situación actual:**

Los taludes de corte de sistema de riego del canal Yanama se encuentran ubicados en el tramo 1+980 – 2+290, teniendo una longitud total de 310m. Actualmente se puede observar algunas deficiencias en algunos sectores como deslizamiento de escombros entre pedazos de suelo y rocas, presencia de agua acumulada en la corona, perfilado de forma irregular, etc. Según la información de algunos pobladores de la zona, estas fallas se vienen observando hace 2 años atrás, incluso el desprendimiento de rocas a bloqueado el canal de riego causando el desborde de agua, inundaciones en las viviendas cercanas y sequía en los cultivos.

#### **4.2. Toma de datos:**

Para determinar el riesgo sísmico de los taludes de corte del sistema de riego del canal Yanama tramo 1+980 – 2+290, se dividió en cinco sectores debido a que presentan diferentes pendientes, perfilados y alturas en toda su longitud.



Tabla 2  
Sectores de los taludes de corte del sistema de riego del canal Yanama

<b>NOMBRE</b>	<b>TRAMO</b>
Sector 1	1+980 – 2+030
Sector 2	2+030 – 2+100
Sector 3	2+100 – 2+160
Sector 4	2+160 – 2+230
Sector 5	2+230 – 2+290

**Fuente:** Elaboración propia.

#### 4.2.1. Estudio de mecánica de suelos:

El estudio de mecánica de suelos tiene como finalidad obtener la cohesión, ángulo de fricción interna, peso unitario y capacidad portante del terreno en el que actualmente están construidos los taludes de corte del sistema de riego del canal Yanama tramo 1+980 – 2+290, para esta investigación se excavaron 3 calicatas a una profundidad de 3m, Las muestras obtenidas fueron enviadas a un laboratorio para realizar los ensayos respectivos, de los cuales se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 3  
Resumen del estudio de mecánica de suelos

<b>N° DE CALICATA</b>	<b>COHESIÓN (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>ANGULO DE FRICCIÓN (°)</b>	<b>PESO UNITARIO (Gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>CAPACIDAD PORTANTE (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
Calicata n° 1	0.050	25.90	1.71	0.99
Calicata n° 2	0.043	26.70	1.68	0.94
Calicata n° 3	0.063	26.40	1.75	1.13

**Fuente:** Elaboración propia.



Figura 1 Calicata n° 1 de la investigación  
Fuente: Elaboración propia.



Figura 2 Calicata n° 2 de la investigación  
Fuente: Elaboración propia.



Figura 3 Calicata n° 3 de la investigación  
Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2.2. Estudio topográfico:

La topografía es uno de los factores que influyen en la determinación del peligro sísmico en taludes de corte, por este motivo, se realizó un levantamiento topográfico con una estación total del sistema de riego del canal Yanama tramo 1+980 – 2+290, con la finalidad de determinar las pendientes y alturas de los cinco sectores ya mencionados anteriormente, los planos topográficos vienen adjuntos en los anexos de esta investigación. A continuación, se presentan los datos obtenidos:

Tabla 4  
Resumen del estudio topográfico

NOMBRE	TRAMO	PENDIENTE (°)	ALTURA (m)
Sector 1	1+980 – 2+030	43.50	5.50
Sector 2	2+030 – 2+100	40.00	5.00
Sector 3	2+100 – 2+160	38.50	6.50
Sector 4	2+160 – 2+230	42.50	5.00
Sector 5	2+230 – 2+290	42.00	6.50

**Fuente:** Elaboración propia.



Figura 4 Levantamiento topográfico de la corona de los taludes de corte  
Fuente: Elaboración propia.



Figura 5 Levantamiento topográfico del canal Yanama tramo 1+980 – 2+290  
Fuente: Elaboración propia.



Figura 6 Levantamiento topográfico de los taludes de corte  
Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2.3. Descripción del proceso constructivo:

##### A. Sector 1 tramo 1+980 – 2+030:

Este sector no tuvo un proceso constructivo adecuado ya que se puede observar que el perfilado presenta irregularidades, también se puede observar el empozamiento de aguas de lluvia en la corona la cual se va infiltrando a la parte interior del talud de corte y ocasiona que el suelo tenga una humedad distinta en diversas partes del sector.

##### B. Sector 2 tramo 2+030 – 2+100:

Cuenta con un perfilado adecuado ya que no se observa la presencia de surcos o irregularidades, cuenta con una corona redondeada que controla la velocidad de las aguas de lluvia, su pendiente es de  $40.00^\circ$  la cual mejora su estabilidad y la vegetación se encuentra establecida.

##### C. Sector 3 tramo 2+100 – 2+160:

Cuenta con una pendiente de  $38.50^\circ$ , se observa una presencia mínima de surcos o irregularidades, la corona se encuentra redondeada adecuadamente ya que no presenta de aguas de lluvia y la vegetación se encuentra en buenas condiciones.

**D. Sector 4 tramo 2+160 – 2+230:**

Se observa agua empozado en la corona la cual se va infiltrando a la parte interior del talud de corte, el perfilado no cuenta con surcos o irregularidades, su pendiente es de  $42.50^\circ$  y la vegetación ha crecido libremente.

**E. Sector 5 tramo 2+230 – 2+290:**

Cuenta con un perfilado adecuado que no permite observar la presencia de surcos o irregularidades, no se observa la presencia de agua de lluvia en la corona, su pendiente es de  $42.00^\circ$  y la vegetación crece de forma adecuada.

**4.2.4. Descripción de los daños encontrados:**

**A. Sector 1 tramo 1+980 – 2+030:**

Se observa el deslizamiento de escombros compuestos por pedazos de suelos y rocas que llegan a los pies del talud de corte bloqueando el agua del sistema de riego del canal Yanama, también se puede apreciar el flujo de escombros que transporta un fluido viscoso que baja por la pendiente causando erosión.

**B. Sector 2 tramo 2+030 – 2+100:**

En este sector no se aprecia ningún tipo de fallas o daño grave, solo presenta un fluido viscoso que baja por la pendiente a una velocidad de  $0.10\text{m/s}$ , la cual no causa erosión.

**C. Sector 3 tramo 2+100 – 2+160:**

Se observa un fluido viscoso el cual causo algunos desprendimientos de material que conforman la pendiente, no presenta algún tipo de falla o daño grave.

**D. Sector 4 tramo 2+160 – 2+230:**

Presenta el flujo de escombros en forma de pedazos de suelo y rocas que es causado por los empozamientos de agua en la corona.

**E. Sector 5 tramo 2+230 – 2+290:**

Este sector no presenta ningún tipo de falla o daño, se encuentra en buenas condiciones.

**4.3. Determinación de la vulnerabilidad sísmica de los taludes de corte:**

La vulnerabilidad sísmica de los taludes de corte fue determinada en base a los niveles de vulnerabilidad de viviendas del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), aplicando los procesos constructivos, daños encontrados y comportamiento estructural, esto se considera como una propuesta de análisis para esta investigación.

Tabla 5  
Factores para la vulnerabilidad sísmica de taludes de corte

<b>VULNERABILIDAD SÍSMICA DE TALUDES DE CORTE</b>					
<b>PROCESOS CONSTRUCTIVOS (20%)</b>		<b>DAÑOS ENCONTRADOS (40%)</b>		<b>COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL (40%)</b>	
Bueno	1	Bajo	1	Estable	1
Regular	2	Regular	2		
Malo	3	Alto	3	Inestable	3

**Fuente:** Elaboración propia.

Se consideró un 20% de los procesos constructivos debido a que la evaluación es visual y depende del criterio del encuestador, 40% de daños encontrados por que hubo deslizamiento de escombros según la información de los pobladores y 40% del

comportamiento estructural por que los factores de seguridad son escasamente mayores a 1.00.

El factor de la vulnerabilidad sísmica se determinará aplicando la siguiente ecuación:

$$V_s = 0.20 * P_c + 0.40 * D_e + 0.40 * C_e \dots (1)$$

**Donde:**

Vs: Vulnerabilidad sísmica.

Pc: Procesos constructivos.

De: Daños encontrados.

Ce: Comportamiento estructural.

La vulnerabilidad sísmica se determina aplicando la siguiente tabla:

Tabla 6  
Vulnerabilidad sísmica de taludes de corte

VULNERABILIDAD SÍSMICA	RANGO
Baja	1.00 – 1.40
Media	1.50 – 2.10
Alta	2.20 – 3.00

**Fuente:** Mosqueira Moreno y Tarque Ruiz (2005).

#### 4.3.1. Vulnerabilidad sísmica en el Sector 1 tramo 1+980 – 2+030:

##### A. Procesos constructivos:

El sector 1 tramo 1+980 – 2+030 presenta un perfilado irregular a lo largo del talud de corte, la humedad del suelo es irregular y se observa agua en escorrentía en la corona. Debido a que presenta tres observaciones en el proceso constructivo, se le clasifica como PROCESO CONSTRUCTIVO MALO y su factor “Pc” es igual a 3.00.

##### B. Daños encontrados:

Deslizamiento de escombros (suelo y pedazos de roca) y flujo de escombros (suelo o roca moviéndose como un fluido viscoso. Debido a que presenta



dos daños a lo largo del talud de corte, se le clasifica como DAÑOS ENCONTRADOS ALTO y su factor “De” es igual a 3.00.

### C. Comportamiento estructural:

El comportamiento estructural del talud de corte será determinado a través del factor de seguridad para la cual se aplicará el SOFTWARE SLIDE.

- El modelamiento del sector 1 tramo 1+980 – 2+030 se realizó respetando sus dimensiones y pendiente como se muestra en la siguiente figura:

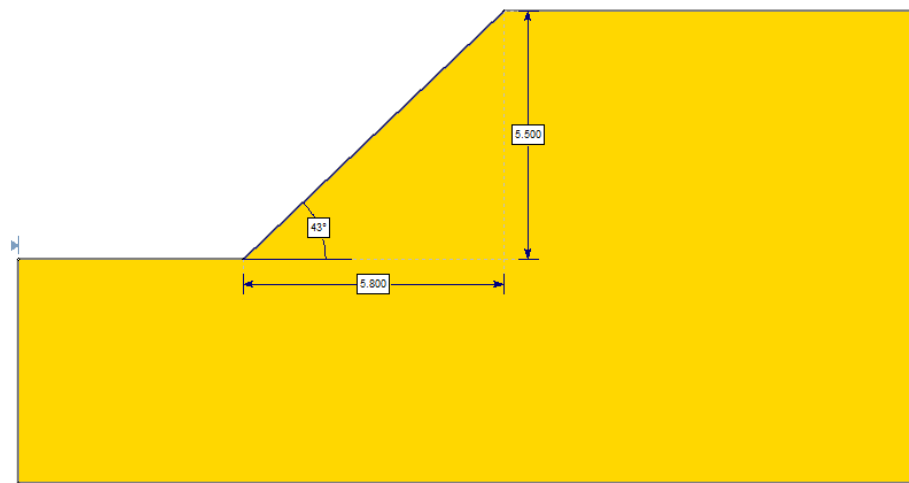


Figura 7 Modelamiento del sector 1 tramo 1+980 – 2+030

Fuente: Elaboración propia.

- Se definió el material ingresando las características determinadas en el estudio de mecánica de suelo como el peso específico, la cohesión y el ángulo de fricción en las unidades de medida que el software lo requiere.
- Para determinar el factor de seguridad de los taludes de corte se aplicaron los métodos de Mohr – Coulomb y Janbu, de los cuales utilizaremos el más crítico.

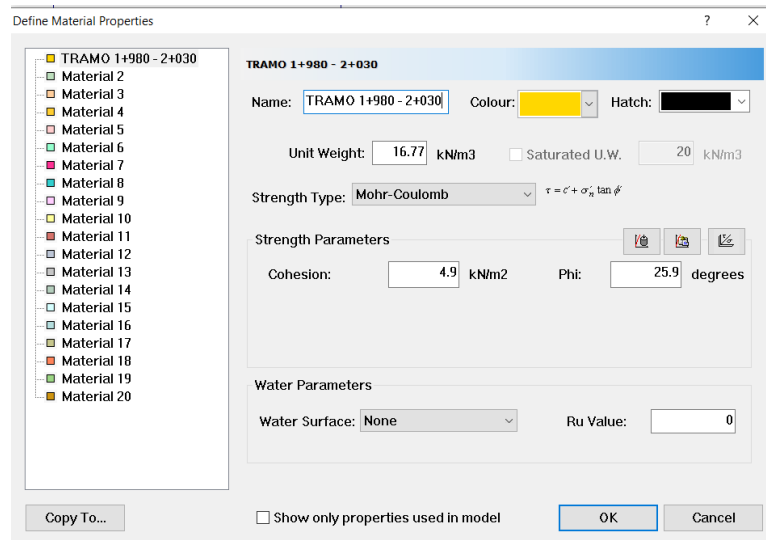


Figura 8 Definición del material del sector 1 tramo 1+980 – 2+030  
Fuente: Elaboración propia.

- Se define el número de intervalos en las dos direcciones de análisis y corremos el software para obtener el factor de seguridad del talud de corte.

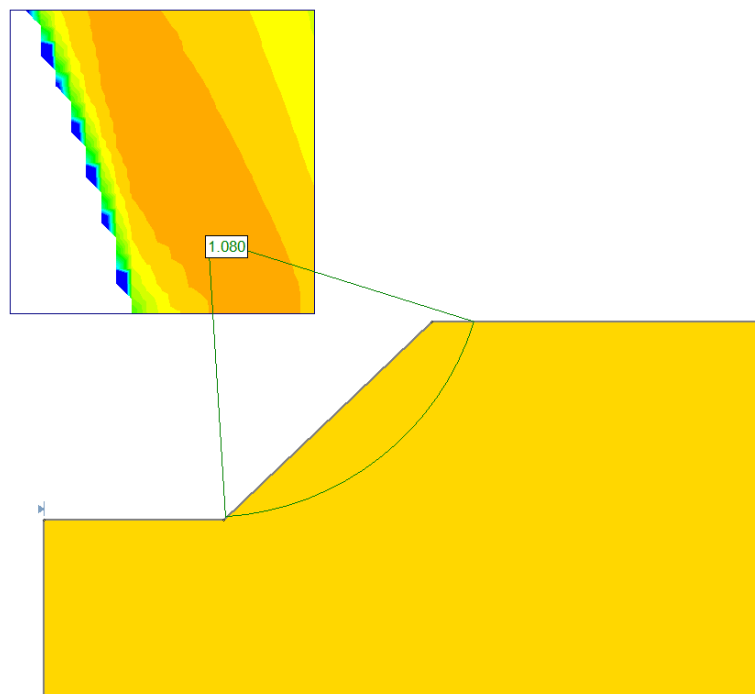


Figura 9 Factor de seguridad del sector 1 tramo 1+980 – 2+030  
Fuente: Elaboración propia.

Como podemos observar en la figura anterior, el factor de seguridad del talud del sector 1 tramo 1+980 – 2+030 es igual a 1.08, este valor es mayor a 1.00, por lo tanto, se clasifica como ESTRUCTURA ESTABLE y su factor “Ce” es igual a 1.00.

**D. Vulnerabilidad sísmica:**

Reemplazando los factores de procesos constructivos, daños encontrados y comportamiento estructural en la ecuación n° 1 determinamos un factor de vulnerabilidad sísmica igual a 2.20. aplicando la table n° ... obtenemos que el sector 1 tramo 1+980 – 2+030 cuenta con una VULNERABILIDAD SÍSMICA ALTA.

**4.3.2. Vulnerabilidad sísmica en el Sector 2 tramo 2+030 – 2+100:**

**A. Procesos constructivos:**

Según los datos recolectados, el sector 2 tramo 2+030 – 2+100 no presenta deficiencias en su proceso constructivo, por lo tanto, se le clasifica como PROCESO CONSTRUCTIVO BUENO y su factor “Pc” es igual a 1.00.

**B. Daños encontrados:**

Este sector cuenta con un flujo viscoso que baja por la pendiente a una velocidad de 0.10m/s el cual no causa erosión, por lo tanto, se le clasifica como DAÑOS ENCONTRADOS REGULAR y su factor “De” es igual a 2.00.

**C. Comportamiento estructural:**

Aplicando el SOFTWARE SLIDE se determinó el factor de seguridad del Sector 2 tramo 2+030 – 2+100 el cual es igual a 1.195 clasificado como ESTRUCTURA ESTABLE y su factor “Ce” es igual a 1.00.

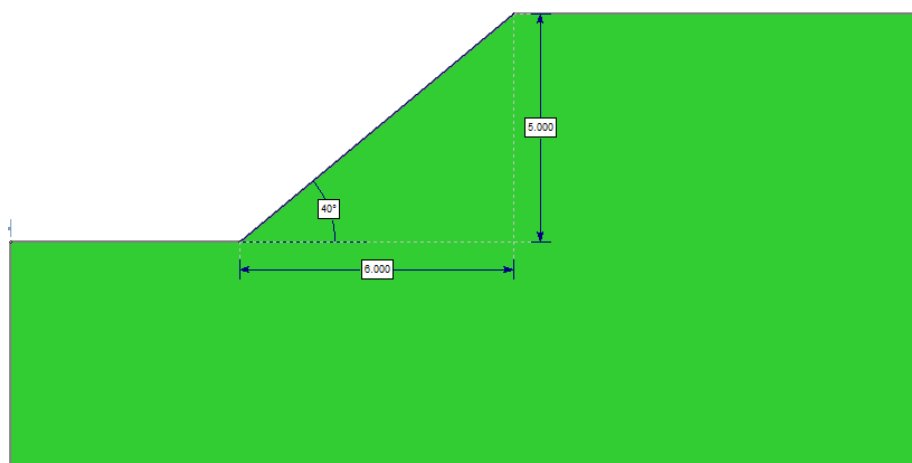


Figura 10 Modelamiento del sector 2 tramo 2+030 – 2+100  
Fuente: Elaboración propia.

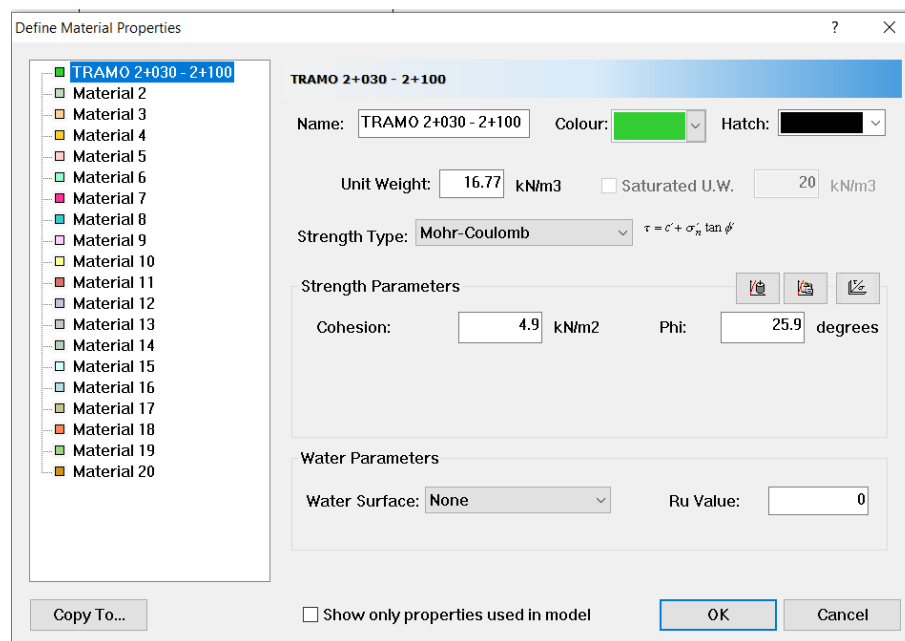


Figura 11 Definición del material del sector 2 tramo 2+030 – 2+100  
Fuente: Elaboración propia.

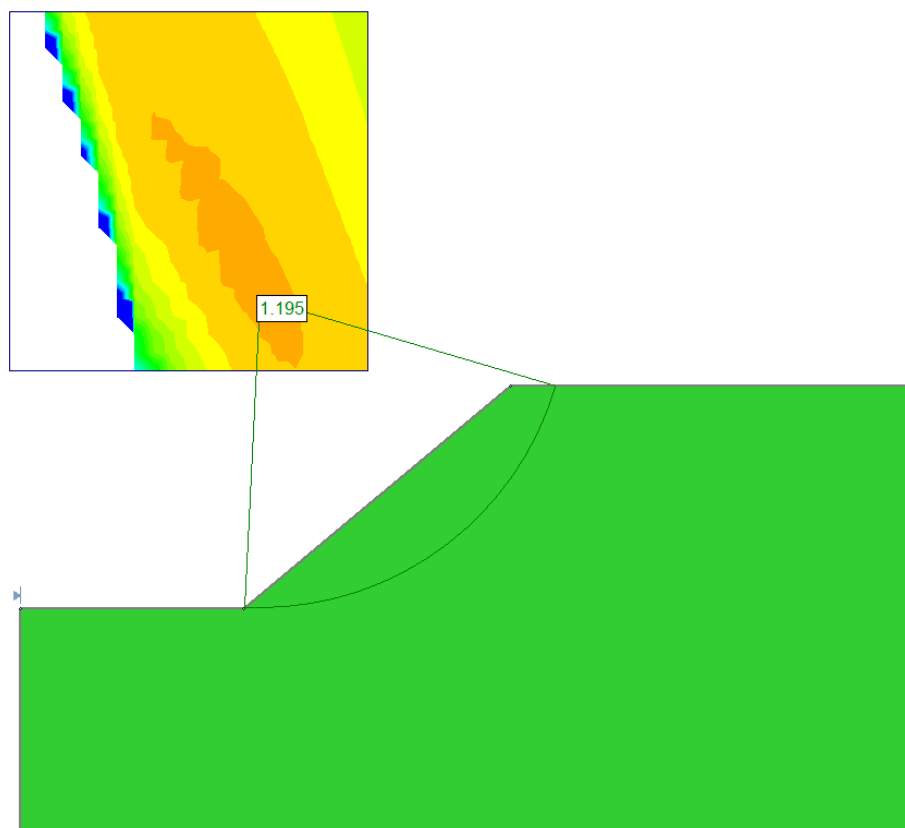


Figura 12 Factor de seguridad del sector 2 tramo 2+030 – 2+100  
Fuente: Elaboración propia.

#### D. Vulnerabilidad sísmica:

Reemplazando los factores de procesos constructivos, daños encontrados y comportamiento estructural en la ecuación n° 1 determinamos un factor de vulnerabilidad sísmica igual a 1.40. aplicando la table n° ... obtenemos que el sector 2 tramo 2+030 – 2+100 cuenta con una VULNERABILIDAD SÍSMICA BAJA.

#### 4.3.3. Vulnerabilidad sísmica en el Sector 3 tramo 2+100 – 2+160:

##### A. Procesos constructivos:

El sector 3 tramo 2+100 – 2+160 presenta surcos o irregularidades mínimas a lo largo de la pendiente, por lo tanto, se le clasifica como PROCESO CONSTRUCTIVO REGULAR y su factor “Pc” es igual a 2.00.

### B. Daños encontrados:

Se puede observar un fluido viscoso que causo algunos desprendimientos del material, por lo tanto, se le clasifica como DAÑOS ENCONTRADOS REGULAR y su factor “De” es igual a 2.00.

### C. Comportamiento estructural:

Aplicando el SOFTWARE SLIDE se determinó el factor de seguridad del Sector 3 tramo 2+100 – 2+160 el cual es igual a 1.101 clasificado como ESTRUCTURA ESTABLE y su factor “Ce” es igual a 1.00.

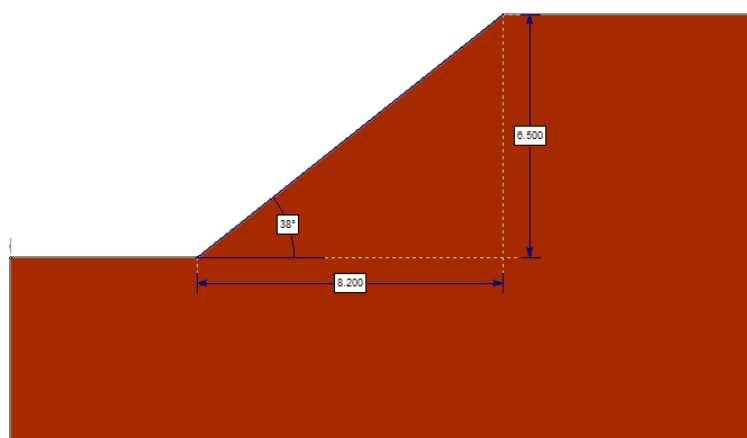


Figura 13 Modelamiento del sector 3 tramo 2+100 – 2+160

Fuente: Elaboración propia.

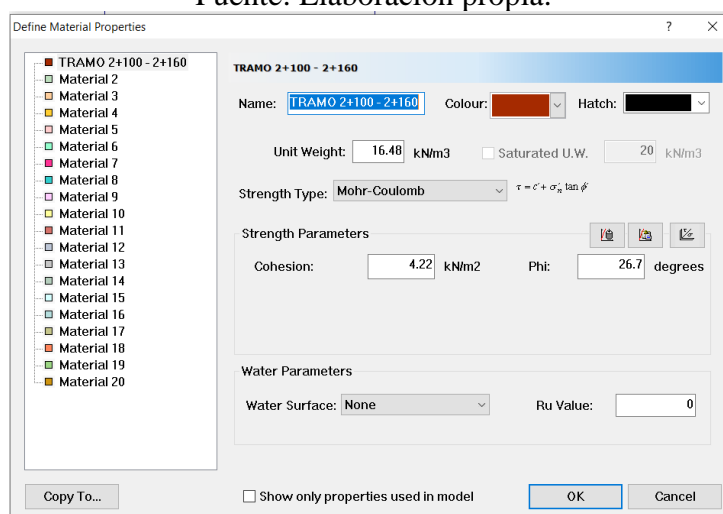


Figura 14 Definición del material del sector 3 tramo 2+100 – 2+160

Fuente: Elaboración propia.

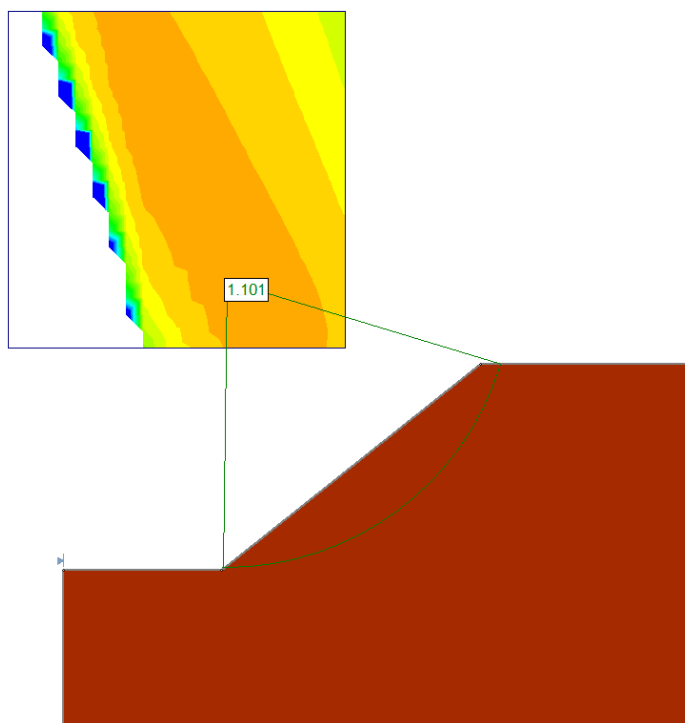


Figura 15 Factor de seguridad del sector 3 tramo 2+100 – 2+160  
Fuente: Elaboración propia.

#### **D. Vulnerabilidad sísmica:**

Reemplazando los factores de procesos constructivos, daños encontrados y comportamiento estructural en la ecuación n° 1 determinamos un factor de vulnerabilidad sísmica igual a 1.60. aplicando la table n° ... obtenemos que el sector 3 tramo 2+100 – 2+160 cuenta con una VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIA.

#### **4.3.4. Vulnerabilidad sísmica en el Sector 4 tramo 2+160 – 2+230:**

##### **A. Procesos constructivos:**

El sector 4 tramo 2+160 – 2+230 presenta agua de lluvia empozado en la corona del talud de corte, el cual se va infiltrando a la parte interna, por lo tanto, se le clasifica como PROCESO CONSTRUCTIVO REGULAR y su factor “Pc” es igual a 2.00.

##### **B. Daños encontrados:**

La infiltración interna causado por el agua empozado en la corona del talud provoco el flujo de escombros el cual se presenta como partes de suelo y roca que se desplazan como un fluido viscoso, por lo tanto, se le clasifica como DAÑOS ENCONTRADOS REGULAR y su factor “De” es igual a 2.00.

### C. Comportamiento estructural:

Aplicando el SOFTWARE SLIDE se determinó el factor de seguridad del Sector 4 tramo 2+160 – 2+230 el cual es igual a 1.26 clasificado como ESTRUCTURA ESTABLE y su factor “Ce” es igual a 1.00.

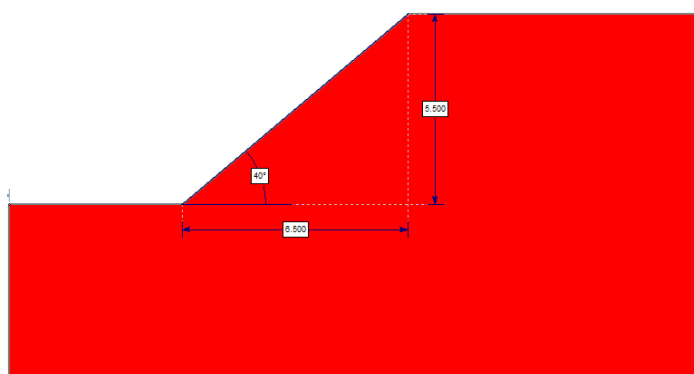


Figura 16 Modelamiento del sector 4 tramo 2+160 – 2+230  
Fuente: Elaboración propia.

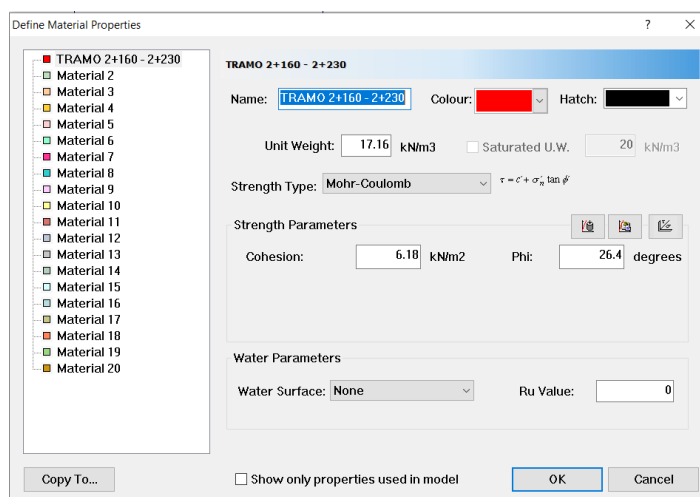


Figura 17 Definición del material del sector 4 tramo 2+160 – 2+230



Fuente: Elaboración propia.

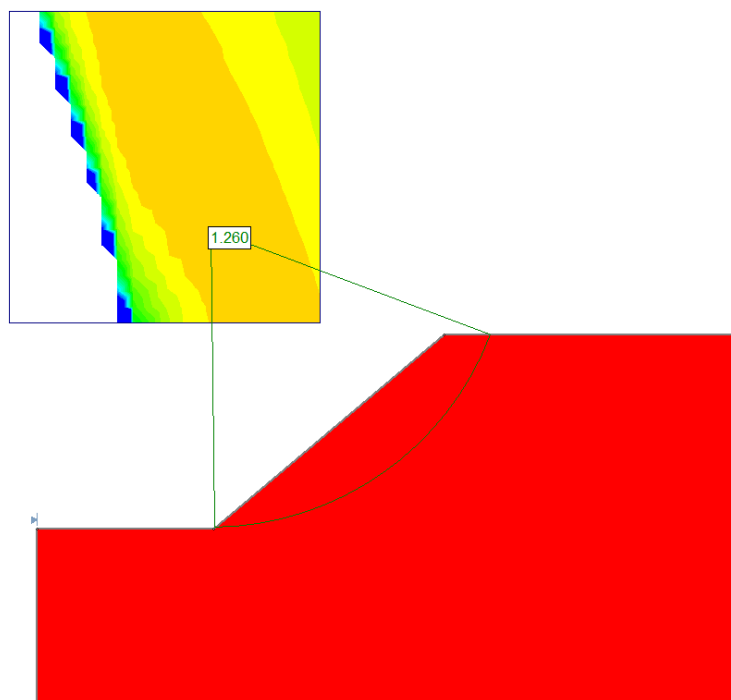


Figura 18 Factor de seguridad del sector 4 tramo 2+160 – 2+230

Fuente: Elaboración propia.

#### **D. Vulnerabilidad sísmica:**

Reemplazando los factores de procesos constructivos, daños encontrados y comportamiento estructural en la ecuación n° 1 determinamos un factor de vulnerabilidad sísmica igual a 1.60. aplicando la table n° ... obtenemos que el sector 4 tramo 2+160 – 2+230 cuenta con una VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIA.

#### **4.3.5. Vulnerabilidad sísmica en el Sector 5 tramo 2+230 – 2+290:**

##### **A. Procesos constructivos:**

El sector 5 tramo 2+230 – 2+290 no presenta deficiencias en su proceso constructivo según la toma de datos que se realizó, por lo tanto, se le clasifica como PROCESO CONSTRUCTIVO BUENO y su factor “Pc” es igual a 1.00.

**B. Daños encontrados:**

Según la toma de datos, el sector 5 tramo 2+230 – 2+290 no presenta ningún tipo de daño o falla, por lo tanto, se le clasifica como DAÑOS ENCONTRADOS BAJO y su factor “De” es igual a 1.00.

**C. Comportamiento estructural:**

Aplicando el SOFTWARE SLIDE se determinó el factor de seguridad del Sector 5 tramo 2+230 – 2+290 el cual es igual a 1.143 clasificado como ESTRUCTURA ESTABLE y su factor “Ce” es igual a 1.00.

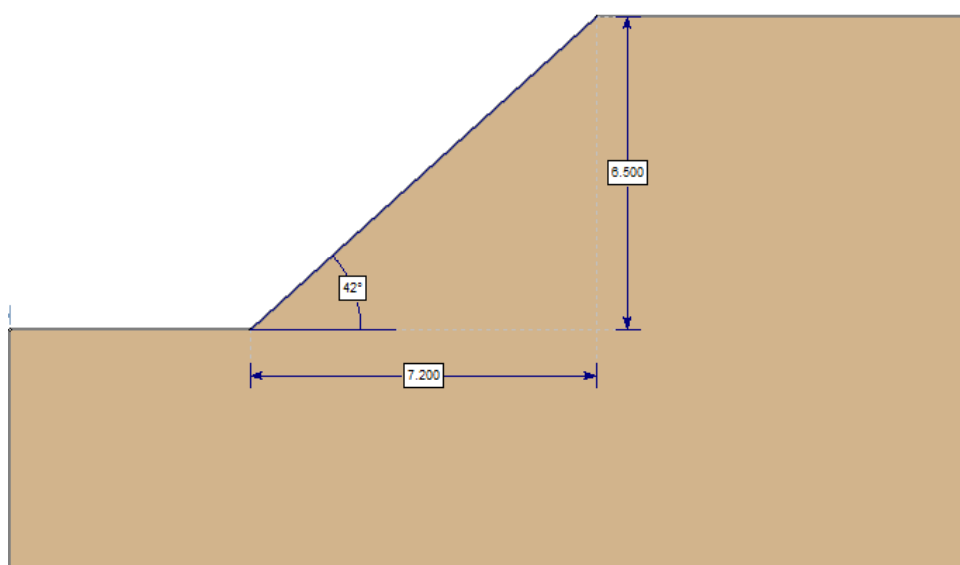


Figura 19 Modelamiento del sector 5 tramo 2+230 – 2+290  
Fuente: Elaboración propia.

The image shows a software dialog box titled "Define Material Properties" for a material named "TRAMO 2+230 - 2+290". On the left is a list of materials from "TRAMO 2+230 - 2+290" to "Material 20". The main panel contains the following settings:

- Name: TRAMO 2+230 - 2+290
- Colour: [Brown]
- Hatch: [Black]
- Unit Weight: 17.16 kN/m<sup>3</sup> (Saturated U.W. is 20 kN/m<sup>3</sup>)
- Strength Type: Mohr-Coulomb ( $\tau = c' + \sigma'_v \tan \phi'$ )
- Strength Parameters: Cohesion: 6.18 kN/m<sup>2</sup>, Phi: 26.4 degrees
- Water Parameters: Water Surface: None, Ru Value: 0

Buttons at the bottom include "Copy To...", "Show only properties used in model" (unchecked), "OK", and "Cancel".

Figura 20 Definición del material del sector 5 tramo 2+230 – 2+290  
Fuente: Elaboración propia.

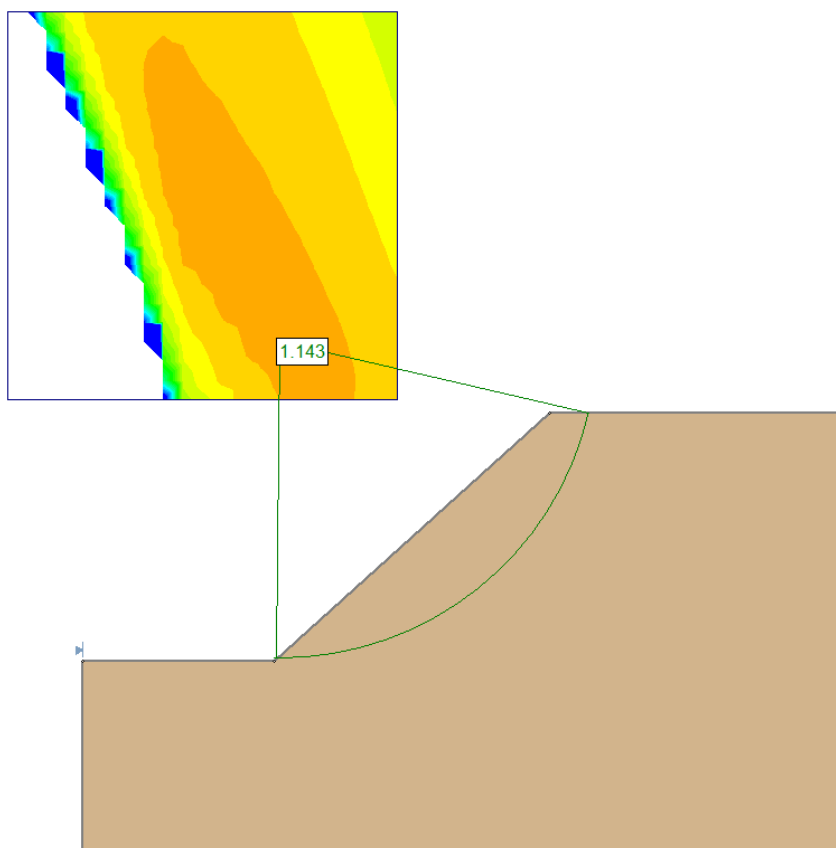


Figura 21 Factor de seguridad del sector 5 tramo 2+230 – 2+290”  
Fuente: Elaboración propia.

#### D. Vulnerabilidad sísmica:

Reemplazando los factores de procesos constructivos, daños encontrados y comportamiento estructural en la ecuación n° 1 determinamos un factor de vulnerabilidad sísmica igual a 1.00. aplicando la table n° ... obtenemos que el sector 5 tramo 2+230 – 2+290 cuenta con una VULNERABILIDAD SÍSMICA BAJA.

Tabla 7  
Resumen de la vulnerabilidad sísmica de los taludes de corte

N° DE SECTOR	FACTOR "Pc"	FACTOR "De"	FACTOR "Ce"	FACTOR DE VULNERABILIDAD	VULNERABILIDAD SÍSMICA
Sector 1	3.00	3.00	1.00	2.20	ALTA
Sector 2	1.00	2.00	1.00	1.40	BAJA
Sector 3	2.00	2.00	1.00	1.60	MEDIA
Sector 4	2.00	2.00	1.00	1.60	MEDIA
Sector 5	1.00	1.00	1.00	1.00	BAJA

**Fuente:** Elaboración propia.

#### 4.4. Determinación del peligro sísmico de los taludes de corte:

El peligro sísmico se estima en función de la sismicidad, tipo de suelo, topografía y pendiente de la zona de estudio.

Tabla 8  
Peligro sísmico en taludes de corte

PELIGRO SÍSMICO EN TALUDES DE CORTE					
SISMICIDAD (40%)		SUELO (40%)		TOPOGRAFÍA Y PENDIENTE (20%)	
Baja	1	Rígido	1	Plana	1
Media	2	Intermedio	2	Media	2
Alta	3	Flexible	3	Pronunciada	3

**Fuente:** Mosqueira Moreno y Tarque Ruiz (2005).

Se ha considerado 40% de participación tanto para la sismicidad como para el tipo de suelo, ya que estos parámetros se relacionan directamente con el cálculo de la fuerza sísmica establecida en la norma E.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones, también se consideró 20% de la pendiente debido a que fue determinada con un eclímetro el cual no considera los minutos y segundos de la inclinación.

El factor del peligro sísmico se determinará aplicando la siguiente ecuación:

$$Ps = 0.40 * Si + 0.40 * Su + 0.40 * Tp.....(2)$$

**Donde:**

Ps: Peligro sísmico.

Si: Sismicidad de la zona.

Su: Perfil de suelo.

Tp: Topografía y pendiente.

El peligro sísmico se determina aplicando la siguiente tabla:

Tabla 9  
Peligro sísmico en taludes de corte

SISMICIDAD	PELIGRO SÍSMICO	RANGO
Alta	Bajo	1.80
	Medio	2.00 - 2.40
	Alto	2.60 - 3.00
Media	Bajo	1.40 - 1.60
	Medio	1.80 - 2.40
	Alto	2.60
Bajo	Bajo	1.00 - 1.60
	Medio	1.80 - 2.00
	Alto	2.20

**Fuente:** Mosqueira Moreno y Tarque Ruiz (2005).

#### 4.4.1. Peligro sísmico en el Sector 1 tramo 1+980 – 2+030:

##### A. Sismicidad:

La norma E.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones divide el territorio peruano en cuatro zonas sísmicas, para determinar la sismicidad del talud de corte del sector 1 tramo 1+980 – 2+030 debemos aplicar la ubicación del proyecto descrito en el ítem 4.1.1.

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SÍSMICA	ÁMBITO
JUNÍN	CHANCHAMAYO	CHANCHAMAYO	2	TODOS LOS DISTRITOS
		PERENÉ		
		PICHANAQUI		
		SAN LUIS DE SHUARO		
		SAN RAMON		
	VITOC	SATIPO	2	TODOS LOS DISTRITOS
	COVIRIALI			
	LLAYLLA			
	MAZAMARI			
	PAMPA HERMOSA			
	PANGOA			
	RÍO NEGRO			
	RÍO TAMBO	TARMA	2	SEIS DISTRITOS
	SATIPO			
	ACOBAMBA			
	HUASAHUASI			
	PALCA			
PALCAMAYO				
SAN PEDRO DE CAJAS	TARMA	3	TRES DISTRITOS	
TAPO				
HUARICOLCA				
LA UNIÓN				
TARMA				

Figura 22 Zonificación sísmica del proyecto”

Fuente: Norma E.030 del RNE.

Como podemos observar, el sistema de riego del canal Yanama tramo 1+980-2+290 se encuentra ubicado en la zona 2 del territorio nacional al le corresponde una SISMICIDAD MEDIA con un factor “Si” igual a 2.00

##### B. Suelo:

Para determinar el perfil del suelo aplicamos la capacidad portante del terreno determinado con el estudio de mecánica de suelos y la siguiente figura:

Tabla N° 2 CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO			
Perfil	$\bar{V}_s$	$\bar{N}_{60}$	$\bar{s}_u$
S <sub>0</sub>	> 1500 m/s	-	-
S <sub>1</sub>	500 m/s a 1500 m/s	> 50	>100 kPa
S <sub>2</sub>	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S <sub>3</sub>	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
S <sub>4</sub>	Clasificación basada en el EMS		

Figura 23 Clasificación de los perfiles de suelo

Fuente: Norma E.030 del RNE.

El perfil de suelo para una capacidad portante igual a 0.99Kg/cm<sup>2</sup> es igual a S<sub>2</sub> correspondiente a SUELO INTERMEDIO con un factor “Su” igual la 2.00.

### C. Topografía y pendiente:

Para determinar la topografía del Sector 1 tramo 1+980 – 2+030 debemos aplicar la siguiente tabla:

Tabla 10

Intervención de la topografía según la inclinación del talud

TOPOGRAFÍA	PENDIENTE (°)
Plana	P < 15°
Media	15° < P < 50°
Pronunciada	P > 50°

**Fuente:** Jorge Mendoza Dueñas, Topografía y Geodesia.

Para una pendiente igual a 43.50°, la TOPOGRAFÍA ES MEDIA con un factor “Tp” igual a 2.00.

### D. Peligro sísmico:

Reemplazando los factores de sismicidad, suelo y topografía en la ecuación n° 2 determinamos el factor de peligro sísmico del sector 1 tramo 1+980 – 2+030 es igual a 2.00.

Aplicando la tabla n° 10 obtenemos que el sector 1 tramo 1+980 – 2+030 cuenta con un PELIGRO SÍSMICO MEDIO.

#### **4.4.2. Peligro sísmico en el Sector 2 tramo 2+030 – 2+100:**

##### **A. Sismicidad:**

La sismicidad del talud de corte del sector 2 tramo 2+030 – 2+100 es igual al del sector 1 tramo 1+980 – 2030 debido a que ambos pertenecen a la misma zona, por lo tanto, se clasifica como SISMICIDAD MEDIA y su factor “Si” es igual a 2.00.

##### **B. Suelo:**

El perfil de suelo del talud de corte del sector 2 tramo 2+030 – 2+100 es igual al del sector 1 tramo 1+980 – 2030 debido a que la calicata n° 1 fue excavada en la intersección de ambos taludes, por lo tanto, se clasifica como SUELO INTERMEDIO y su factor “Su” es igual a 2.00.

##### **C. Topografía y pendiente:**

Para determinar la topografía del Sector 2 tramo 2+030 – 2+100 aplicamos la tabla n° 10

Para una pendiente igual a 40.00°, la TOPOGRAFÍA ES MEDIA con un factor “Tp” igual a 2.00.

##### **D. Peligro sísmico:**

Reemplazando los factores de sismicidad, suelo y topografía en la ecuación n° 2 determinamos el factor de peligro sísmico para el sector 2 tramo 2+030 – 2+100 es igual a 2.00.

Aplicando la tabla n° 10 obtenemos que el sector 2 tramo 2+030 – 2+100 cuenta con un PELIGRO SÍSMICO MEDIO.

#### **4.4.3. Peligro sísmico en el Sector 3 tramo 2+100 – 2+160:**

##### **A. Sismicidad:**



La sismicidad del talud de corte del sector 3 tramo 2+100 – 2+160 es igual al del sector 1 tramo 1+980 – 2030 debido a que ambos pertenecen a la misma zona, por lo tanto, se clasifica como SISMICIDAD MEDIA y su factor “Si” es igual a 2.00.

**B. Suelo:**

El perfil de suelo del talud de corte del sector 3 tramo 2+100 – 2+160 se determina aplicando la figura n° 10 Para una capacidad portante de 0.94Kg/cm<sup>2</sup>, el perfil de suelo es S2, por lo tanto, se clasifica como un SUELO INTERMEDIO y su factor “Su” es igual a 2.00.

**C. Topografía y pendiente:**

Para determinar la topografía del Sector 3 tramo 2+100 – 2+160 aplicamos la tabla n° 10 Para una pendiente igual a 38.50°, la TOPOGRAFÍA ES MEDIA con un factor “Tp” igual a 2.00.

**D. Peligro sísmico:**

Reemplazando los factores de sismicidad, suelo y topografía en la ecuación n° 2 determinamos el factor de peligro sísmico para el sector 3 tramo 2+100 – 2+160 es igual a 2.00.

Aplicando la tabla n° 10 obtenemos que el sector 3 tramo 2+100 – 2+160 cuenta con un PELIGRO SÍSMICO MEDIO.

**4.4.4. Peligro sísmico en el Sector 4 tramo 2+160 – 2+230:**

**A. Sismicidad:**

La sismicidad del talud de corte del sector 4 tramo 2+160 – 2+230 es igual al del sector 1 tramo 1+980 – 2030 debido a que ambos pertenecen a la misma zona, por lo tanto, se clasifica como SISMICIDAD MEDIA y su factor “Si” es igual a 2.00.

**B. Suelo:**

El perfil de suelo del talud de corte del sector 4 tramo 2+160 – 2+230 se determina aplicando la figura n° 10 Para una capacidad portante de 1.13Kg/cm<sup>2</sup>, el perfil de suelo es S1, por lo tanto, se clasifica como un SUELO RÍGIDO y su factor “Su” es igual a 1.00.

**C. Topografía y pendiente:**

Para determinar la topografía del Sector 4 tramo 2+160 – 2+230 aplicamos la tabla n° 10 Para una pendiente igual a 42.50°, la TOPOGRAFÍA ES MEDIA con un factor “Tp” igual a 2.00.

**D. Peligro sísmico:**

Reemplazando los factores de sismicidad, suelo y topografía en la ecuación n° 2 determinamos el factor de peligro sísmico para el sector 4 tramo 2+160 – 2+230 es igual a 1.60.

Aplicando la tabla n° 10 obtenemos que el sector 4 tramo 2+160 – 2+230 cuenta con un PELIGRO SÍSMICO BAJO.

**4.4.5. Peligro sísmico en el Sector 5 tramo 2+230 – 2+290:****A. Sismicidad:**

La sismicidad del talud de corte del sector 5 tramo 2+230 – 2+290 es igual al del sector 1 tramo 1+980 – 2030 debido a que ambos pertenecen a la misma zona, por lo tanto, se clasifica como SISMICIDAD MEDIA y su factor “Si” es igual a 2.00.

**B. Suelo:**

El perfil de suelo del talud de corte del sector 5 tramo 2+230 – 2+290 es igual al del sector 4 tramo 2+160 – 2+230 debido a que la calicata n° 3 fue excavada en la intersección de ambos taludes, por lo tanto, se clasifica como SUELO RÍGIDO y su factor “Su” es igual a 1.00.

### C. Topografía y pendiente:

Para determinar la topografía del Sector 5 tramo 2+230 – 2+290 aplicamos la tabla n° 10 Para una pendiente igual a 42.00°, la TOPOGRAFÍA ES MEDIA con un factor “Tp” igual a 2.00.

### D. Peligro sísmico:

Reemplazando los factores de sismicidad, suelo y topografía en la ecuación n° 2 determinamos el factor de peligro sísmico para el sector 5 tramo 2+230 – 2+290 es igual a 1.60.

Aplicando la tabla n° 10 obtenemos que el sector 5 tramo 2+230 – 2+290 cuenta con un PELIGRO SÍSMICO BAJO.

Tabla 11  
Resumen del peligro sísmico de los taludes de corte

N° DE SECTOR	FACTOR “SI”	FACTOR “SU”	FACTOR “TP”	FACTOR DE PELIGRO	PELIGRO SÍSMICO
Sector 1	2.00	2.00	2.00	2.00	MEDIA
Sector 2	2.00	2.00	2.00	2.00	MEDIA
Sector 3	2.00	2.00	2.00	2.00	MEDIA
Sector 4	2.00	1.00	2.00	1.60	BAJO
Sector 5	2.00	1.00	2.00	1.60	BAJO

**Fuente:** Elaboración propia.

#### 4.5. Determinación del riesgo sísmico de los taludes de corte:

Después de establecer la clasificación de la vulnerabilidad sísmicas y el peligro sísmico de los 5 sectores, evaluamos el riesgo sísmico de los taludes de corte aplicando la siguiente tabla:

Tabla 12  
Clasificación de riesgo sísmico en taludes de corte

<b>RIESGO SISMICO</b>			
<b>VULNERABILIDAD</b> <b>PELIGRO</b>	<b>BAJA</b>	<b>MEDIA</b>	<b>ALTA</b>
<b>BAJA</b>	BAJO	MEDIA	MEDIA
<b>MEDIA</b>	MEDIA	MEDIA	ALTA
<b>ALTO</b>	MEDIA	ALTA	ALTA

**Fuente:** Mosqueira Moreno y Tarque Ruiz (2005).

Por ejemplo, para el sector 1 tramo 1+980 – 2+030 que cuenta con una vulnerabilidad sísmica media y un peligro sísmico alta, el RIESGO SÍSMICO ES ALTA.

La vulnerabilidad sísmica, el peligro sísmico y el riesgo sísmico fueron determinados en una hoja de cálculo en el software Microsoft Excel en cual viene adjunto en los anexos de esta investigación, a continuación, se muestra el riesgo sísmico de los 5 sectores de forma resumida:

Tabla 13  
Resumen del riesgo sísmico de los taludes de corte

<b>N° DE SECTOR</b>	<b>VULNERABILIDAD SÍSMICA</b>	<b>PELIGRO SÍSMICO</b>	<b>RIESGO SÍSMICO</b>
Sector 1	ALTA	MEDIO	ALTO
Sector 2	BAJA	MEDIO	MEDIO
Sector 3	MEDIA	MEDIO	MEDIO
Sector 4	MEDIA	BAJO	MEDIO
Sector 5	BAJA	BAJO	BAJO

**Fuente:** Elaboración propia.

Como podemos observar en la tabla anterior, el sector 1 cuenta con un RIESGO SÍSMICO ALTO el cual debe ser reconstruido en su totalidad, los sectores 2, 3 y 4 cuentan con un RIESGO SÍSMICO MEDIO los cuales necesitan un mejoramiento para reparar los daños con los que cuentan actualmente y el sector 5 cuenta con un

RIESGO SÍSMICO BAJO el cual debe ser conservado para no sufrir algún tipo de daño durante su periodo de diseño.

## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 5.1. Vulnerabilidad sísmica:

La vulnerabilidad sísmica es el nivel de daño que pueden sufrir los taludes de corte y refleja su falta de resistencia ante un evento sísmico. Depende de los procesos constructivos, daños encontrados y comportamiento estructural. A continuación, se muestra el nivel de daños de los taludes de corte:

Tabla 14  
Nivel de daño de los taludes de corte

Nº DE SECTOR	FACTOR DE VULNERABILIDAD	PELIGRO SÍSMICO	NIVEL DE DAÑO (%)
Sector 1	2.20	ALTA	73.33
Sector 2	1.40	BAJA	46.67
Sector 3	1.60	MEDIA	53.33
Sector 4	1.60	MEDIA	53.33
Sector 5	1.00	BAJA	33.33

**Fuente:** Elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla anterior, el sector 1 presenta una vulnerabilidad sísmica alta con un nivel de daño de 73.33%, el sector 2 presenta una vulnerabilidad sísmica baja con un nivel de daño de 46.67%, los sectores 3 y 4 presentan una vulnerabilidad sísmica media con un nivel de daño de 53.33% y el sector 5 presenta una vulnerabilidad sísmica baja con un nivel de daño de 33.33%.

#### 5.2. Peligro Sísmico:

El peligro sísmico es la probabilidad de ocurrencia de movimiento sísmicos de cierta intensidad en una zona determinada durante un tiempo definido. El peligro también puede incluir otros efectos que el mismo sismo genera, como derrumbes y licuefacción de suelos.

Tabla 15  
Probabilidad de ocurrencia de movimiento sísmico en los taludes de corte

N° DE SECTOR	FACTOR DE PELIGRO	PELIGRO SÍSMICO	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA
Sector 1	2.00	MEDIO	76.92
Sector 2	2.00	MEDIO	76.92
Sector 3	2.00	MEDIO	76.92
Sector 4	1.60	BAJO	61.54
Sector 5	1.60	BAJO	61.54

**Fuente:** Elaboración propia.

En la tabla anterior podemos observar, que los sectores 1, 2, y 3 cuentan con un peligro sísmico medio y una probabilidad de ocurrencia de 76.92% y los sectores 4 y 5 cuentan con un peligro sísmico bajo y una probabilidad de ocurrencia de 61.54%.

### 5.3. Riesgo sísmico:

El riesgo sísmico alto significa que los taludes de corte sufrirán fallas severas o el colapso ante un evento sísmico debido a su inadecuado proceso constructivo y daños encontrados. El riesgo sísmico medio significa que los taludes de corte sufrirán daños menores como desprendimiento de material y flujo de escombros debido a que tienen un aceptable proceso constructivo y se encuentra sobre un suelo intermedio. El riesgo sísmico bajo significa que los taludes de corte tienen un adecuado proceso constructivo, no cuenta con daños y está construido en suelo rígido, solo podrían sufrir algunos desprendimientos de material.

Tabla 16  
Riesgo sísmico en los taludes de corte

N° DE SECTOR	RIESGO SÍSMICO
--------------	----------------

Sector 1	ALTO
Sector 2	MEDIO
Sector 3	MEDIO
Sector 4	MEDIO
Sector 5	BAJO

**Fuente:** Elaboración propia.

Como podemos observar en la tabla anterior, el sector 1 cuenta con un riesgo sísmico alto el cual puede llegar a colapsar durante un evento sísmico debido a su inadecuado proceso constructivo y daños encontrados actualmente, los sectores 2, 3 y 4 cuentan con un riesgo sísmico medio los cuales sufrirán daños menores como desprendimiento de material y flujo de escombros debido a que tienen un aceptable proceso constructivo y se encuentra sobre un suelo intermedio y el sector 5 cuenta con una riesgo sísmico bajo el cual solo podrían sufrir algunos desprendimientos de material debido a que tiene un adecuado proceso constructivo, no cuenta con daños actuales y está construido en suelo rígido.



## CONCLUSIONES

- 1) Se determino el peligro sísmico en los taludes de corte del sistema de riego del canal Yanama tramo 1+980-2+290, centro poblado de Huandunga dividido en cinco sectores, de los cuales el sector 1 tramo 1+980 – 2+030 cuenta con un riesgo sísmico alto el cual puede llegar a colapsar durante un evento sísmico debido a su inadecuado proceso constructivo y daños encontrados actualmente, los sectores 2 tramo 2+030 – 2+100, 3 tramo 2+100 – 2+160 y 4 tramo 2+160 – 2+230 cuentan con un riesgo sísmico medio los cuales sufrirán daños menores como desprendimiento de material y flujo de escombros debido a que tienen un aceptable proceso constructivo y se encuentra sobre un suelo intermedio y el sector 5 tramo 2+230 – 2+290 cuenta con una riesgo sísmico bajo el cual solo podrían sufrir algunos desprendimientos de material debido a que tiene un adecuado proceso constructivo, no cuenta con daños actuales y está construido en suelo rígido.
  
- 2) Se determino la vulnerabilidad sísmica en los taludes de corte del sistema de riego del canal Yanama tramo 1+980-2+290, centro poblado de Huandunga dividido en cinco sectores de los cuales el sector 1 tramo 1+980 – 2+030 presenta una vulnerabilidad sísmica alta con un nivel de daño de 73.33%, el sector 2 tramo 2+030 – 2+100 presenta una vulnerabilidad sísmica baja con un nivel de daño de 46.67%, los sectores 3 tramo 2+100 – 2+160 y 4 tramo 2+160 – 2+230 presentan una vulnerabilidad sísmica media con un nivel de daño de 53.33% y el sector 5 tramo 2+230 – 2+290 presenta una vulnerabilidad sísmica baja con un nivel de daño de 33.33%.
  
- 3) Se determino el riesgo sísmico en los taludes de corte del sistema de riego del canal Yanama tramo 1+980-2+290, centro poblado de Huandunga dividido en cinco sectores de los cuales los sectores 1 tramo 1+980 – 2+030, 2 tramo 2+030 – 2+100, y 3 tramo 2+100 – 2+160 cuentan con un peligro sísmico medio y una probabilidad de ocurrencia de 76.92% y los sectores 4 tramo 2+160 – 2+230 y 5 tramo 2+230 – 2+290 cuentan con un peligro sísmico bajo y una probabilidad de ocurrencia de 61.54%.

## RECOMENDACIONES

- 1) Se recomienda que los taludes de corte del sistema de riego del canal Yanama sector 1 tramo 1+980 – 2+030 sea reconstruido en su totalidad debido a que corre el riesgo de colapsar durante un evento sísmico, los sectores 2 tramo 2+030 – 2+100, 3 tramo 2+100 – 2+160 y 4 tramo 2+160 – 2+230 requieren un mejoramiento para reparar los daños con los que cuentan actualmente y el sector 5 tramo 2+230 – 2+290 requiere un mantenimiento para seguir conservando la buena estabilidad que se observa en la actualidad.
- 2) Se recomienda que la Municipalidad de Palca, incorpore dentro de su proyecto de desarrollo, la reducción de la vulnerabilidad de los canales de riego, realizando inspecciones y capacitaciones a los habitantes que construyen sus canales por sus propios recursos.
- 3) Continuar con la investigación de otros temas relacionados a los taludes de corte como laderas, desmontes, terraplenes, etc., siguiendo la metodología aplicada o mejorándolo de ser el caso.

## BILIOGRAFIA

- BOTERO, Eduardo. “Nuevo método de diseño sísmico para cortinas de tierra y enrocamiento, y de taludes”.
- CARRILLO, Arnaldo. 2012. “Investigaciones recientes en el suelo granular grueso de Lima”.
- CASTILLO, Jorge y ALVA, Jorge. “Peligro sísmico en el Perú”.
- DE LA CRUZ, Percy Orosco, Jilber. 2013. “Sistemas de estabilización al deslizamiento de taludes en la carretera Cochas – San Agustín de Cajas – Ingenio Tramo Km 16+610 al Km 20+424, Huancayo”. DE MATTEIS, Álvaro. 2003. “Estabilidades de taludes”
- DEZA, Ernesto. “Estudio de sismicidad y riesgo sísmico para el proyecto Minero La Zanja”. Muñoz, 2001. “Conceptos básicos de riesgo sísmico”.
- GRUPO DE GEOTECNIA – 2017. “Estabilidad de taludes”.
- HERNANDEZ, Juan. 2008. “Características físicas y propiedades mecánicas de los suelos y sus métodos de medición”.
- HERNANDEZ SAMPIERI, Roberto. “Metodología de la investigación” – 6ta. Edición.
- LEE, Luis. 2006. “Impacts of the chi-chi earthquake on subsequent rainfall induced landslides”.
- MENDOZA, Joel. 2016. “Análisis de estabilidad de taludes de suelos de gran altura en la Mina Antapaccay”.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento – Programa

- Nuestras Ciudades. “Microzonificación sísmica para el análisis de riesgo de desastres a nivel urbano”.
- MINISTERIO DE ECONOMIA Y FINANZAS. 2017. “Gestión de riesgos en la planificación de la ejecución de obras”.
- MOSQUEIRA, Miguel. “Riesgo sísmico de las edificaciones de la Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional de Cajamarca”.
- MOSTAJO, Jorge. “Estudio de probabilidad de falla e implementación de alternativas de solución al deslizamiento de taludes andinos”.
- OFICINA DE TESIS DE GRADO – UASD. “Orientación metodológica básica para el proceso de elaboración de tesis de grado”.
- Proyecto de INDECI – PNDU – Ciudades Sostenibles. Mayo 2015. Mapa de peligros y plan de usos del suelo y medidas de mitigación ante desastres de la Ciudad de Matucana”.
- PEREZ, Juana. “Estudio de la estabilidad estructural del suelo en relación con el complejo de cambio (Comportamiento de algunos suelos)”.
- QUISPE, Joel. 2011. “Propuesta de un plan de Seguridad y Salud”.
- REYES, Percy. 2009. “Comportamiento sísmicos de los taludes”.
- SEPÚLVEDA, Alejandra. 2011. “Comportamiento sísmico de taludes de roca”.
- SEVERINO, Betsy. 2015. “Riesgo de taludes y terraplenes en Obras Lineales de la República Dominicana”.
- SUÁREZ, Jaime. “Comportamiento sísmico en taludes”.
- TAVERA, Hernando. 2014. “Evaluación del peligro asociado a los sismos y efectos secundarios en Perú”.

- T.A. 2010. “Vulnerabilidad sísmica y patológico de la Institución Universitaria, tecnológico de Antioquia”.
- VALLADARES, Paul. 2015. “Estabilidad de taludes con anclas”.
- VIEJO, Natalia. 2016. “Diseño sísmico de taludes en arena por medio de métodos basados en desempeño”.
- VILLEGAS, Juan. 2014. “Análisis de la Vulnerabilidad y riesgo de las edificaciones en el Sector Morro Solar Bajo, Ciudad de Jaén – Cajamarca”.
- WRIGHT, July. 2005. “Soil strength and Slope Stability”.

**ANEXOS**

## Anexos 1: Matriz de Consistencia

**TÍTULO: “VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LOS TALUDES DE CORTE DEL SISTEMA DE RIEGO DEL CANAL YANAMA TRAMO 1+980-2+290, CENTRO POBLADO DE HUANDUNGA”**

<b>FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</b>	<b>FORMULACIÓN OBJETIVOS</b>	<b>FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLES Y DIMENSIONES</b>	<b>METODOLOGÍA POBLACIÓN Y MUESTRA</b>
<p><b>PROBLEMA GENERAL</b></p> <p>¿Cómo identificar un posible peligro sísmico en los taludes de corte del sistema de riego del canal Yanama tramo 1+980-2+290, centro poblado de Huandunga?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b></p> <p>Determinar el peligro sísmico en los taludes de corte del sistema de riego del canal Yanama tramo 1+980-2+290, centro poblado de Huandunga.</p>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL</b></p> <p>Existe un peligro sísmico en los taludes de corte del sistema de riego del canal Yanama tramo 1+980-2+290, centro poblado de Huandunga.</p>	<p><b>IMENSIONES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Vulnerabilidad</li> <li>* Peligro sísmico</li> </ul> <p><b>INDICADORES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>*Vulnerabilidad</li> <li>*Peligro sísmico</li> <li>*Riesgo sísmico en canales</li> </ul> <p>Riesgo sísmico en canales</p>	<p><b>MÉTODO DE INVESTIGACIÓN:</b></p> <p>Método Científico</p> <p><b>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</b></p> <p>Aplicada</p> <p><b>NIVEL DE INVESTIGACIÓN:</b></p> <p>Descriptivo-explicativo</p>
<p><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b></p> <p>¿Como identificar la vulnerabilidad sísmica en los taludes de corte del sistema de riego del canal Yanama tramo 1+980-2+290, centro</p>	<p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p> <p>Determinar la vulnerabilidad sísmica en los taludes de corte del sistema de riego del canal Yanama tramo 1+980-2+290, centro</p>	<p><b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b></p> <p>Existe un determinada vulnerabilidad sísmica en los taludes de corte del sistema de riego del canal Yanama tramo 1+980-2+290, centro poblado de Huandunga.</p> <p>Existe un riesgo sísmico en los taludes</p>	<p><b>DIMENSIONES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>*Análisis Estático</li> <li>*Análisis Pseudo-Estático</li> <li>*Método de estabilización del talud</li> </ul> <p><b>INDICADORES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>*Método equilibrio Limite-Bishop</li> <li>*Coeficientes sísmico para el análisis pseudo-estático</li> </ul>	<p><b>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:</b></p> <p>No Experimental</p> <p><b>POBLACIÓN Y MUESTRA:</b></p> <p><b>POBLACIÓN:</b></p> <p>La población en el presente proyecto está conformada por el sistema de riego del</p>

<p>poblado de Huandunga?</p> <p>¿Como identificar el riesgo sísmico en los taludes de corte del sistema de riego del canal Yanama tramo 1+980-2+290, centro poblado de Huandunga?</p>	<p>poblado de Huandunga.</p> <p>Determinar el riesgo sísmico en los taludes de corte del sistema de riego del canal Yanama tramo 1+980-2+290, centro poblado de Huandunga.</p>	<p>de corte del sistema de riego del canal Yanama tramo 1+980-2+290, centro poblado de Huandunga.</p>		<p>canal Yanama del centro poblado Huandunga.</p> <p>Se tomó como muestra el tramo Km 1+980 – Km 2+290 del sistema de riego del canal Yanama del centro poblado Huandunga.</p>
---	--	---	--	--



## Anexos 2: Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
<b>Varibale independiente</b>  Estabilidad de taludes	Vulnerabilidad	Identificación de Taludes críticos
		Evaluación de Vulnerabilidad
		Vulnerabilidad Global
	Peligro sísmico	Magnitud sísmica
		Intensidad Sísmica
		Evaluación de Peligrosidad sísmica
<b>Varibale dependiente</b>  Riesgo sísmico en canales	Análisis Estático	Método equilibrio Limite-Bishop
	Análisis Pseudo-Estático	Coefficientes sísmico para el análisis pseudo-estático
	Método de estabilización del talud	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muro de Gravedad</li> <li>• Muro de Voladizo</li> <li>• Estabilidad con Banquetas</li> </ul>

### **Anexos 3: Panel Fotográfico**







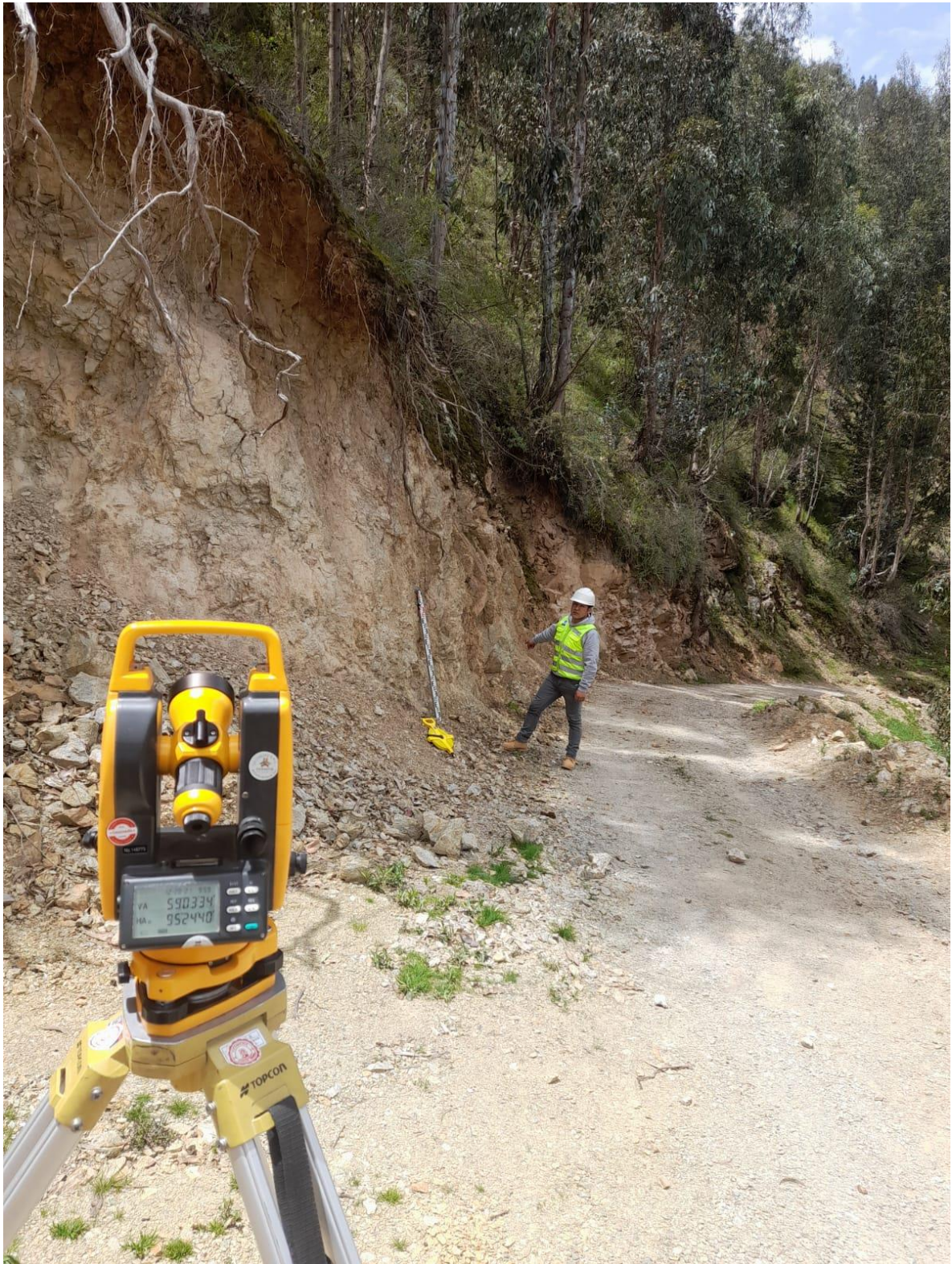














**Anexos 4: Planos**



**ZONA DEL PROYECTO  
HUANDUNGA**



**ACCESO VIAL**

De	A	Distancia Km	Tipo de vía
Lima	La Oroya	181	Carretera Asfaltada
La Oroya	Tarma	57	Carretera Asfaltada
Tarma	Acobamba	10	Carretera Asfaltada
Acobamba	Wilcabamba	3	Carretera Asfaltada
Wilcabamba	Huandunga	6	Trocha carrozable
TOTAL		257	

Fuente: Elaboración Propia

**LOCALIZACIÓN**

Departamento : JUNÍN  
 Provincia : Tarma  
 Distrito : PALCA  
 Localidad : HUANDUNGA

COORDENADAS UTM - ZONA 18  
 N=4356302.3167 ; N=8716213.6585

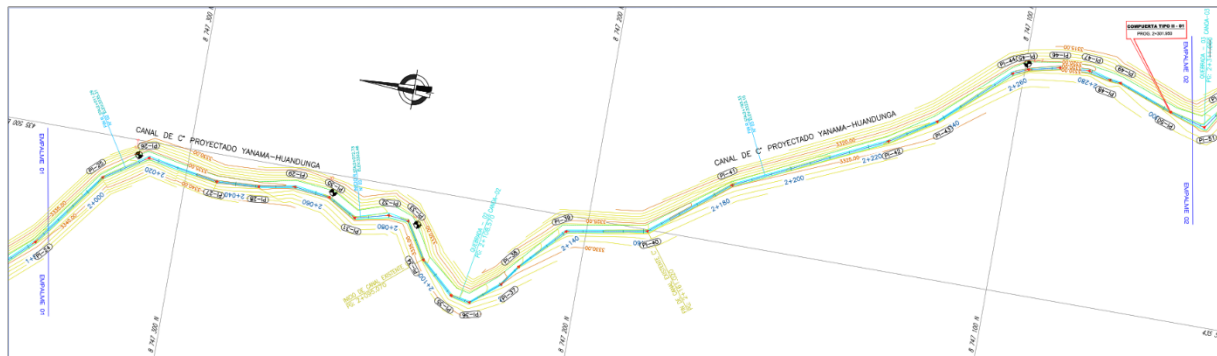


**DISTRITO**

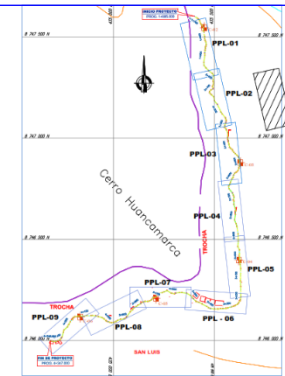


**PROVINCIA DE TARMA - DISTRITOS PALCA**

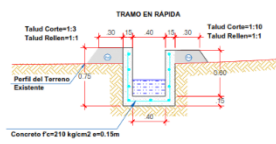
PROYECTO: "VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LOS TALUDES DE CORTE DEL SISTEMA DE RIEGO DEL CANAL YANAMA TRAMO 1+980-2+290, CENTRO POBLADO DE HUANDUNGA"				
PLANO:	<b>PLANO DE UBICACION</b>			
DELUADO POR:	Dpto: JUNÍN Provincia: Tarma	Distrito: PALCA	Distrito: PALCA	LAMINA: PU-01



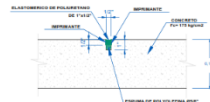
**PLANTA - 02**  
ESC. HORIZONTAL: 1/500



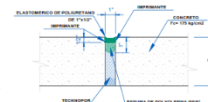
**LOCALIZACIÓN**  
ESC. HORIZONTAL: 1/5000



Concreto Fc=210 kg/cm<sup>2</sup> e=0.15m



**DETALLE DE JUNTA DE CONTRACCIÓN c/3.5 m**  
ESCALA: 1/5



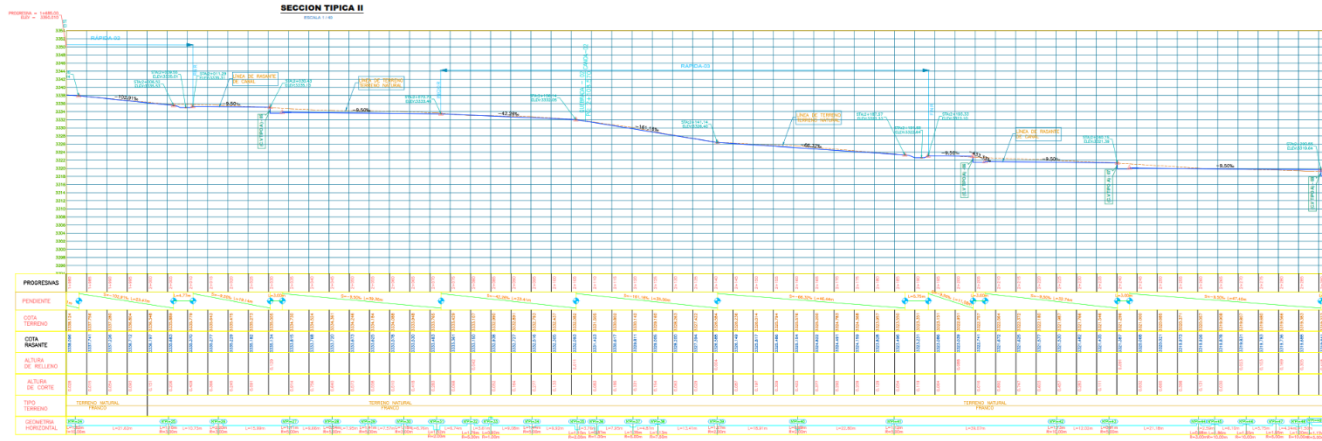
**DETALLE DE JUNTA DE DILATACIÓN c/14 m**  
ESCALA: 1/5



Concreto Fc=175 kg/cm<sup>2</sup> e=0.15m

**SECCIÓN TÍPICA I**

- NOTAS:**
1. Previo al inicio de los trabajos de movimiento de tierras, el Ejecutor deberá realizar el replanteo topográfico del eje del canal de concreto para obtener plano topográfico, perfiles y secciones transversales, para su aplicación por el supervisor.
  2. Este plano debe leerse conjuntamente con el Plano CHG 0101.



**PERFIL LONGITUDINAL - 02**  
ESC. HORIZONTAL: 1/500  
ESC. VERTICAL : 1/500

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

**CONCRETO**  
El concreto para la construcción de las obras deberá ser de tipo normal, de resistencia a la compresión mínima de 210 kg/cm<sup>2</sup> para las obras de concreto armado y de 175 kg/cm<sup>2</sup> para las obras de concreto simple. El concreto deberá ser suministrado por una planta de concreto certificada y autorizada por el organismo competente. El concreto deberá ser transportado y colocado en el tiempo máximo permitido para evitar la pérdida de resistencia por segregación y pérdida de agua. El concreto deberá ser curado adecuadamente para garantizar su resistencia y durabilidad.

**ACEROS**  
Los aceros para la construcción de las obras deberán ser de tipo normal, de resistencia a la tracción mínima de 4200 kg/cm<sup>2</sup> y de alargamiento mínimo del 12%. Los aceros deberán ser suministrados por una planta de aceros certificada y autorizada por el organismo competente. Los aceros deberán ser transportados y colocados en el tiempo máximo permitido para evitar la pérdida de resistencia por oxidación y pérdida de adherencia.

**REINFORZAMIENTO**  
El reforzamiento de las obras deberá ser de tipo normal, de resistencia a la tracción mínima de 4200 kg/cm<sup>2</sup> y de alargamiento mínimo del 12%. El reforzamiento deberá ser suministrado por una planta de reforzamiento certificada y autorizada por el organismo competente. El reforzamiento deberá ser transportado y colocado en el tiempo máximo permitido para evitar la pérdida de resistencia por oxidación y pérdida de adherencia.

**OTROS**  
El Ejecutor deberá cumplir con todas las especificaciones técnicas de las normas vigentes y de las especificaciones técnicas de las obras. El Ejecutor deberá ser responsable de la calidad de los materiales y de la ejecución de las obras. El Ejecutor deberá presentar un programa de control de calidad y un plan de mantenimiento de las obras.

**LEYENDA**

	Perfil del terreno existente		Eje del canal
	Estructura de concreto		Reforzamiento
	Talud		Nivel de agua
	Estacionamiento		Elevación

PROYECTO: "VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LOS TALUDES DE CORTE DEL SISTEMA DE RIEGO DEL CANAL YANAMA TRAMO 1+980-2+290, CENTRO POBLADO DE HUANDUNGA"

PLANO: **PLANTEAMIENTO GENERAL**      DEPARTAMENTO: **PALCA**      ESTADO: **MELENORHODA**      LÁMINA: **PG-01**

DIBUJADO POR: **TADRA**      REGION: **II**      PROVINCIA: **TADRA**      FECHA: **2023/07/01**

