

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**METODOLOGÍA MULTICRITERIO EN LA EVALUACIÓN DEL
RIESGO DE LA VÍA IZCUCHACA – ACOSTAMBO**

Presentado por:

Bach. CABALLERO NUÑEZ, Yehude Hugo

Línea de Investigación Institucional: Salud y Gestión de Salud

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

Huancayo – Perú

2022

**METODOLOGÍA MULTICRITERIO EN LA EVALUACIÓN
DEL RIESGO DE LA VÍA IZCUCHACA – ACOSTAMBO**

Dr. Ing. POMA BERNAOLA, Lourdes Graciela

Asesora Temática

Mg. SANTOS JULCA, Jacqueline Jeanette

Asesora Metodológica

DEDICATORIA

A la memoria de mi mamita
Melania, por su cariño y dedicación en mi
formación profesional.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por ser el motor y guía de mi recorrido por esta vida. Por darme la fortaleza de no desfallecer en la realización del presente trabajo.

A mi señor padre Ing. Hugo Caballero por sus consejos y conocimientos vertidos para el análisis del estudio de investigación.

A mis docentes asesores Dr. Ing. Poma Bernaola, Lourdes Graciela y Mg. Santos Julca, Jacqueline Jeanette por su paciencia y entrega en el asesoramiento de la presente tesis.

A toda mi familia que me alentó para poder finalizar esta etapa de mi formación profesional.

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

DR. RUBEN DARIO TAPIA SILGUERA
PRESIDENTE

ING. JUAN ENRIQUE GUTIÉRREZ WAIDHOFER
JURADO

ING. LIDIA LEONOR ALMONACID ORDOÑEZ
JURADO

ING. NATALY LUCIA CÓRDOVA ZORRILLA
JURADO

MG. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA
SECRETARIO DOCENTE

ÍNDICE

ÍNDICE	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvii
RESUMEN.....	xix
ABSTRACT.....	xx
INTRODUCCIÓN	xxi
CAPITULO I:.....	23
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	23
1.1. Planteamiento del problema.....	23
1.2. Formulación del problema	25
1.2.1. Problema general.....	25
1.2.2. Problemas específicos	25
1.3. Justificación	26
1.3.1. Social.....	26
1.3.2. Científica	26
1.3.3. Metodológica.....	27
1.4. Delimitaciones	27
1.4.1. Espacial	27
1.4.2. Temporal	29
1.4.3. Económica.....	29

1.5. Limitaciones.....	29
1.6. Objetivos	29
1.6.1. Objetivo general	29
1.6.2. Objetivos específicos.....	29
CAPITULO II:	31
MARCO TEORICO	31
2.1. Antecedentes	31
2.1.1. Antecedentes internacionales	31
2.1.2. Antecedentes nacionales	34
2.2. Marco conceptual.....	36
2.2.1. Metodología multicriterio	36
2.2.1.1. Modelos de evaluación multicriterio.....	37
2.2.1.2. Proceso análisis jerárquico -AHP	38
A. Matriz de comparación de pares	41
B. Matriz de normalización	41
C. Relación de consistencia	43
2.2.2. Evaluación del riesgo	46
2.2.2.1. Análisis de Peligro	48
A. Susceptibilidad para deslizamientos	50
B. Frecuencia de deslizamiento de talud o ladera	53
2.2.2.2. Análisis de Vulnerabilidad.....	54

A. Vulnerabilidad física.....	55
2.3. Definición de términos.....	55
2.4. Hipótesis	56
2.4.1. Hipótesis General	56
2.4.2. Hipótesis Específicas.....	56
2.5. Variables	57
2.5.1. Definición conceptual de la variable	57
2.5.2. Definición operacional de la variable.....	57
2.5.3. Operacionalización de la variable	58
CAPITULO III:.....	59
METODOLOGIA	59
3.1. Método de investigación	59
3.2. Tipo de investigación	59
3.3. Nivel de investigación.....	60
3.4. Diseño de investigación	60
3.5. Población y muestra.....	61
3.5.1. Población.....	61
3.5.2. Muestra.....	62
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	63
3.6.1. Técnica de recolección de datos.....	63
3.6.2. Instrumentos de recolección de datos.....	64

3.7. Procesamiento de la información	64
3.8. Técnicas y análisis de datos	64
3.9. Procedimiento metodológico	65
CAPITULO IV:.....	66
RESULTADOS.....	66
4.1. Respecto del objetivo específico: Identificar los parámetros de evaluación de la vía Izcuchaca - Acostambo	66
4.1.1. Geomorfología	66
4.1.2. Pendiente	69
4.1.3. Geología	71
4.1.4. Tipo de estructuras de taludes de vía	74
4.1.5. Frecuencia de deslizamientos en la vía	77
4.1.6. Clima y Precipitación	79
4.1.7. Estado de la vía	83
4.1.8. Atención de emergencia vial	83
4.1.9. Servicio de transporte expuesto.....	84
4.2. Respecto del objetivo específico: Calcular el nivel de peligro de la vía Izcuchaca - Acostambo	87
4.3. Respecto al objetivo específico: Determinar el nivel de vulnerabilidad de la vía Izcuchaca - Acostambo	91

4.4. Respecto del objetivo general: Determinar el nivel de riesgo de la vía Izcuchaca	
- Acostambo	95
CAPITULO V:	99
DISCUSION DE RESULTADOS.....	99
CONCLUSIONES.....	103
RECOMENDACIONES.....	104
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	105
ANEXOS	108

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Delimitación espacial de la zona de estudio.	28
Tabla 2: Escala de valores para evaluación.....	40
Tabla 3: Matriz de comparación de pares	41
Tabla 4: Matriz de normalización	42
Tabla 5: Valor suma-promedio (λ_{max}).....	44
Tabla 6: Valores IA en función del tamaño de la matriz	46
Tabla 7: Límites de consistencia	46
Tabla 8: Operacionalización de variables.	58
Tabla 9: Muestra de estudio	63
Tabla 10: Geomorfología de puntos críticos.....	67
Tabla 11: Pendiente en puntos críticos.....	69
Tabla 12: Geología local de puntos críticos.....	72
Tabla 13: Tipo de taludes	75
Tabla 14: Inventario de deslizamiento vial Izcuchaca – Acostambo.....	77
Tabla 15: Inventario del Estado de conservación de vía.....	83
Tabla 16: Resultados de encuesta atención de emergencia vial.....	84
Tabla 17: Resultados de encuesta: servicio de transporte expuesto.....	85
Tabla 18: Peso ponderados de los parámetros y sub-parámetros del peligro.	88
Tabla 19: Nivel de peligro en tramo Izcuchaca- Acostambo.	89
Tabla 20: Peso ponderado de los parámetros de vulnerabilidad	92
Tabla 21: Nivel de vulnerabilidad de la vía Izcuchaca - Acostambo.....	92
Tabla 22: Nivel de riesgo de la vía Izcuchaca – Acostambo.	95

Tabla 23: Contrastación de parámetros múltiples utilizados en la evaluación de riesgo.....	99
Tabla 24: Matriz de comparación de pares del factor condicionante.....	110
Tabla 25: Matriz de normalización de factor condicionante.....	110
Tabla 26: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) de factor condicionante .	110
Tabla 27: Peso ponderado de los parámetros del factor condicionante	111
Tabla 28: Matriz de comparación de pares del parámetro pendiente.....	111
Tabla 29: Matriz de normalización del parámetro pendiente.....	111
Tabla 30: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) del parámetro pendiente	111
Tabla 31: Peso ponderado de los descriptores del parámetro pendiente.....	112
Tabla 32: Matriz de comparación de pares del parámetro geología	112
Tabla 33: Matriz de normalización del parámetro geología	112
Tabla 34: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) del parámetro geología..	113
Tabla 35: Peso ponderado de los descriptores del parámetro geología	113
Tabla 36: Matriz de comparación de pares del parámetro geomorfología.....	113
Tabla 37: Matriz de normalización del parámetro geomorfología.....	114
Tabla 38: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) del parámetro geomorfología	114
Tabla 39: Peso ponderado de los descriptores del parámetro geomorfología.....	114
Tabla 40: Matriz de comparación de pares del parámetro tipo de talud	114
Tabla 41: Matriz de normalización del parámetro tipo de talud	115
Tabla 42: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) del parámetro tipo de talud.	115
Tabla 43: Peso ponderado de los descriptores del parámetro tipo de talud	115

Tabla 44: Resultado de los valores del factor condicionante.....	116
Tabla 45: Matriz de comparación de pares del parámetro precipitaciones anómalas	116
Tabla 46: Matriz de normalización del parámetro precipitaciones anómalas.....	116
Tabla 47: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) del parámetro precipitaciones anómalas	117
Tabla 48: Peso ponderado de los descriptores del parámetro precipitaciones anómalas.....	117
Tabla 49: Resultado de la susceptibilidad por deslizamiento de talud.....	118
Tabla 50: Matriz de comparación de pares de la frecuencia por deslizamiento de talud.....	118
Tabla 51: Matriz de normalización de la frecuencia por deslizamiento de talud.	118
Tabla 52: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) de la frecuencia por deslizamiento de talud.....	118
Tabla 53: Resultado de la frecuencia por deslizamiento.....	119
Tabla 54: Resultado de los valores de la peligrosidad por deslizamiento de taludes	119
Tabla 55: Niveles de peligro por deslizamiento de talud.....	120
Tabla 56: Matriz de comparación de pares de los parámetros de la vulnerabilidad física	120
Tabla 57: Matriz de normalización de los parámetros de la vulnerabilidad física	120
Tabla 58: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) de los parámetros de la vulnerabilidad física.....	120

Tabla 59: Peso ponderado de los parámetros de vulnerabilidad	121
Tabla 60: Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro atención de emergencia vial.	121
Tabla 61: Matriz de normalización de los descriptores del parámetro atención de emergencia vial.	121
Tabla 62: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) de los descriptores del parámetro de emergencia vial	122
Tabla 63: Peso ponderado de los descriptores del parámetro atención de emergencia vial.	122
Tabla 64: Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro estado de conservación de vía.	122
Tabla 65: Matriz de normalización de los descriptores del parámetro estado de conservación de vía.	122
Tabla 66: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) de los descriptores del parámetro estado de conservación de vía.	123
Tabla 67: Peso ponderado de los descriptores del parámetro estado de conservación de vía.	123
Tabla 68: Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro servicio de transporte expuesto.	123
Tabla 69: Matriz de normalización de los descriptores del parámetro servicio de transporte expuesto.	124
Tabla 70: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) de los descriptores del parámetro servicio de transporte expuesto	124

Tabla 71: Peso ponderado de los descriptores del parámetro servicio de transporte expuesto.....	124
Tabla 72: Resultado de los valores de la vulnerabilidad física	125
Tabla 73: Niveles de vulnerabilidad.	125
Tabla 74: Resultado de los valores del riesgo.....	126
Tabla 75: Niveles de riesgo.....	126

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Deslizamiento de taludes tanto en la margen derecha e izquierda de la vía Izcuchaca – Huancavelica.	25
Figura 2: Delimitación espacial vía Izcuchaca- Acostambo	28
Figura 3: Modelo Jerárquico	38
Figura 4: Pasos para un correcto análisis jerárquico	39
Figura 5: Representación de las matrices	43
Figura 6: Representación cartesiana del riesgo	48
Figura 7: Clasificación de los peligros	49
Figura 8: Esquema de los fenómenos de origen natural.	49
Figura 9: Partes de taludes y laderas	52
Figura 10: Proceso de un deslizamiento.....	52
Figura 11: Partes de un deslizamiento	53
Figura 12: Tipos de vulnerabilidad	54
Figura 13: Tipos de diseño de investigación.....	60
Figura 14: Esquema del diseño de investigación.	61
Figura 15: Población de estudio.....	62
Figura 16: Procedimiento metodológico.....	65
Figura 17: Vista satelital de la vía en la subida para Acostambo.....	66
Figura 18: Porcentajes de la composición geomorfológica del área de estudio ...	67
Figura 19: Mapa temático de geomorfología	68
Figura 20: Mapa temático de pendientes	70
Figura 21: Muestran a las calizas de formación Pariatambo, luego Depósitos Cuaternarios y las Calizas del grupo Goyllarisquizga.	71

Figura 22: Porcentajes de la composición geológica del área de estudio.	72
Figura 23: Mapa temático de geología.....	73
Figura 24: Mapa temático de tipos de taludes.....	76
Figura 25: Numero de deslizamientos en los últimos 3 años.....	78
Figura 26: Análisis de temperatura y precipitación de la estación meteorológica Pilchaca.	80
Figura 27: Datos históricos de la precipitación en la estación meteorológica Pilchaca.	80
Figura 28: Dispersión de la intensidad de lluvias acumulada en la estación meteorológica de Pilchaca.....	81
Figura 29: Mapa temático de precipitaciones	82
Figura 30: Resultados en porcentaje de atención de emergencia vial.....	84
Figura 31: Resultados en porcentaje de la encuesta del servicio de transporte expuesto.....	85
Figura 32: Resumen de los parámetros para el cálculo del riesgo de la vía Izcuchaca -Acostambo	86
Figura 33: Nivel de peligro de la vía Izcuchaca – Acostambo.	89
Figura 34: Mapa de peligro en el área de estudio	90
Figura 35: Nivel de vulnerabilidad vía Izcuchaca- Acostambo.	93
Figura 36: Mapa del nivel de vulnerabilidad.	94
Figura 37: Nivel de riesgo en la vía por km.	96
Figura 38: Mapa de nivel de riesgo de la vía.	97

RESUMEN

El trabajo de investigación desarrollada tiene por título “Metodología multicriterio en la evaluación del riesgo de la vía Izcuchaca – Acostambo”, ha identificado como problema de investigación: ¿Cuál es el nivel de riesgo en la evaluación de la vía Izcuchaca- Acostambo, mediante la metodología multicriterio?, teniendo como objetivo: Determinar el nivel de riesgo en la evaluación de la vía Izcuchaca- Acostambo. La hipótesis contrastada establece que el nivel de riesgo utilizando la metodología multicriterio en la evaluación de la vía Izcuchaca- Acostambo es alto.

La metodología científica es de tipo aplicada con un nivel explicativo con diseño de investigación no experimental transversal descriptivo, siendo la población los 24 kilómetros de vía, y la muestra no probabilística de 1.855 km de la vía de estudio.

Llegando a la conclusión: El 73.40% de la vía Izcuchaca-Acostambo se encuentra en un nivel de riesgo alto lo que implicaría la alta probabilidad a ocurrencias de deslizamientos que amenacen a los pobladores que normalmente hacen uso de esta vía.

Palabras clave: Riesgo, peligro, vulnerabilidad, deslizamiento, metodología, multicriterio, vía.

ABSTRACT

The developed research work is titled "Multicriteria methodology in the risk assessment of the Izcuchaca - Acostambo road", it has identified as a research problem: What is the level of risk in the evaluation of the Izcuchaca - Acostambo road, through the multicriteria methodology? having as objective: To determine the level of risk in the evaluation of the Izcuchaca-Acostambo road. The contrasted hypothesis establishes that the level of risk using the multicriteria methodology in the evaluation of the Izcuchaca-Acostambo road is high.

The scientific methodology is of an applied type with an explanatory level with a descriptive cross-sectional non-experimental research design, the population being 24 kilometers of road, and the non-probabilistic sample of 1,855 km of the study road.

Reaching the conclusion: 73.40% of the Izcuchaca-Acostambo road is at a high-risk level, which would imply the high probability of landslides that threaten the inhabitants who normally use this road.

Keywords: Risk, danger, vulnerability, landslide, methodology, multicriteria, route.

INTRODUCCIÓN

La investigación contribuye en el conocimiento del estado actual de la vía y el nivel de riesgo que se encuentra la carretera asfaltada Izcuchaca- Acostambo, para cuyo análisis se aplicó la metodología multicriterio. El presente estudio contiene lo siguiente:

El capítulo I desarrolla el planteamiento del problema que existe por los constantes deslizamiento de talud que se suscitan en la vía, para cuyo efecto se delimito el área, limitaciones y objetivos.

El capítulo II, contiene el marco teórico referente a la metodología multicriterio aplicado a la evaluación de riesgos en carreteras; Así mismo determina la formulación de la hipótesis, considerando la operacionalización de las variables de estudio.

El capítulo III, describe la metodología utilizada para el desarrollo del presente trabajo donde se redacta el método, tipo, nivel y el diseño de investigación determinando para ello, la población y muestra del estudio de la vía Izcuchaca-Acostambo. Este capítulo también desarrolla las técnicas e instrumentos de investigación, así como el procesamiento y análisis de datos.

El capítulo IV, desarrolla la caracterización de la vía para posteriormente determinar los parámetros y ejecutar los cálculos de las variables del peligro, vulnerabilidad y finalmente obtener el nivel de riesgo mediante la metodología multicriterio.

El capítulo V, se ejecutó las discusiones de los resultados. Donde se validó cada una de las hipótesis planteadas en el trabajo

Para finalmente indicar las conclusiones y recomendaciones a las que se llegó con el estudio.

Bach. Caballero Nuñez Yehude Hugo

CAPITULO I:

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

La vía asfaltada Izcuchaca-Acostambo, une los departamentos de Junín, Huancavelica y Ayacucho, esta vía se localiza en la margen izquierda del río Mantaro que es un valle donde las laderas están compuestas de depósitos cuaternarios y sufre constantes erosiones principalmente de origen pluvial e hidráulico que interrumpen permanentemente la vía, perjudicando el desarrollo de la población.

La (Organización de las Naciones Unidas, 2020) informa que, debido al cambio climático, la infraestructura vial como carreteras, ferrocarriles, puertos y aeropuertos enfrentan amenazas nunca antes visto. Los países europeos como España vienen sufriendo los embates de la naturaleza especialmente por causas climáticas que deja sin servicio vial a la población, frente a este problema en Canadá y Europa se ejecutó un estudio que pone en discusión la importancia de buscar alternativas para adaptar la infraestructura vial frente a este peligro del siglo XXI.

El Perú no es ajeno a los desastres naturales por efectos del cambio climático. El (SENAMHI, 2019) manifiesta que en el Perú, se presentan deslizamientos de tierras que son muy recurrentes en la sierra, que generan vulnerabilidad en el país; estos peligros tienen su origen en la geodinámica interna y externa que se

manifiestan en los movimientos sísmicos y los movimiento en masas; cuyo efecto originan cambios significativos en la geomorfología de las zonas donde principalmente existe infraestructura económica y generan enormes pérdidas socio económicos al país.

En la Región de Huancavelica la red vial Izcuchaca-Acostambo que tiene un tramo de 24 km., viene sufriendo constantes deslizamientos de taludes y socavación de la plataforma por parte del rio Mantaro. Esto dio inicio con mayor frecuencia el 20 de enero del 2014 como consecuencia del deslizamiento de masa de tierras del distrito de Cuenca. Estudios realizados por él (INGEMMET, 2012), donde identifica las amenazas de caídas de rocas, derrumbes de masas de tierra que obstruyen la plataforma, cunetas e interrumpen en varios tramos la vía principal Izcuchaca – Acostambo, este hecho también pone en riesgo la integridad física de las personas, vehículos que circulan diariamente por esta vía nacional.

Estos deslizamientos generan malestar por la interrupción constante de la vía en diferentes tramos, que perjudica un promedio de 280 000 habitantes que circulan por esta vía y es muy importante para el desarrollo sostenido de estas poblaciones porque diariamente utilizan la red vial para el traslado de productos de primera necesidad, transporte de recursos naturales metálico y no metálico, afectando social, económica y físicamente a los departamentos de la región central del país.

Con la evaluación de riesgos de esta vía utilizando la metodología multicriterio, permitirá analizar de forma más sencilla, eficiente y técnica, la vulnerabilidad física de la plataforma de vía y el funcionamiento de las obras de drenaje en la carretera, con la finalidad de determinar el tipo de peligro, grado de

riesgo para posteriormente identificar actividades para reducir los riesgos existentes. Esta metodología también facilitara el sustento técnico que requiere el Ministerio de Economía y Finanzas, para otorgar el financiamiento de la rehabilitación y mantenimiento de vía, muy importante para el desarrollo de los departamentos de Huancavelica, Ayacucho y Junín.

Figura 1: Deslizamiento de taludes tanto en la margen derecha e izquierda de la vía Izcuchaca – Huancavelica.



Fuente: Propia

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

- ¿Cuáles es el nivel de riesgo en la evaluación de la vía Izcuchaca-Acostambo, mediante la metodología multicriterio?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuáles son los parámetros de evaluación de la vía Izcuchaca-Acostambo, que permitan evaluar el nivel de riesgo utilizando la metodología multicriterio?
- ¿Cuál es el nivel del peligro en la evaluación del riesgo de la vía Izcuchaca- Acostambo, mediante la metodología multicriterio?

- ¿Cuál es el nivel de la vulnerabilidad física en la evaluación del riesgo de la vía Izcuchaca- Acostambo, mediante la metodología multicriterio?

1.3. Justificación

1.3.1. Social

En las Regiones de Huancavelica, Junín y Ayacucho (comerciantes, turistas, estudiantes, población en general), la calidad de vida se ven afectados todos los años como consecuencia de los efectos del deslizamiento de taludes que bloquean la vía Izcuchaca-Acostambo, poniendo en riesgo la vida humana y ocasionan pérdidas económicas principalmente en los comerciantes e interrumpiendo el turismo en estas regiones, es por ello que era muy importante identificar los factores que generan el problema y ejecutar el análisis que permita conocer el grado de riesgo a la que está expuesta esta vía.

1.3.2. Científica

El aporte científico que ejecutamos es mediante el análisis comparativo de los peligros y vulnerabilidades que se presentó en la vía asfaltada Izcuchaca – Acostambo que generan la interrupción de la vía. El método multicriterio que se empleó permitió analizar mediante parámetros condicionantes y desencadenantes el peligro, para correlacionarlo con la vulnerabilidad física de la vía Izcuchaca-Acostambo. Toda vez que los mega deslizamientos de taludes naturales identificados a lo largo de las zonas altoandinas carece de análisis científico que permitan correlacionar estadísticamente los resultados de la amenaza, vulnerabilidad física con el riesgo de la vía, con la finalidad de discutir estos resultados para ejecutar el plan de mitigación de la infraestructura, medio ambiente

y proteger la vida humana de la población que transitan por la vía Izcuchaca-Acostambo.

1.3.3. Metodológica

La carencia de una adecuada metodología en el marco de la gestión de riesgos de desastres que rige para nuestro país el cual fue aprobado mediante Ley 29664, más aun considerando que durante los últimos años se han originado deslizamiento de taludes en las vías de la sierra del Perú que ha impactado sobre los medios de vida de la población, sin que hasta la fecha se tome acciones; motivo por el cual la presente investigación permitió utilizar una metodología para identificar el grado de riesgo, peligro y vulnerabilidad física en la vía Izcuchaca-Acostambo, cuyo resultado permita a las autoridades tomar decisiones y contribuya al equipo técnico desarrollar un plan de contingencias para reducir estos riesgos.

1.4. Delimitaciones

1.4.1. Espacial

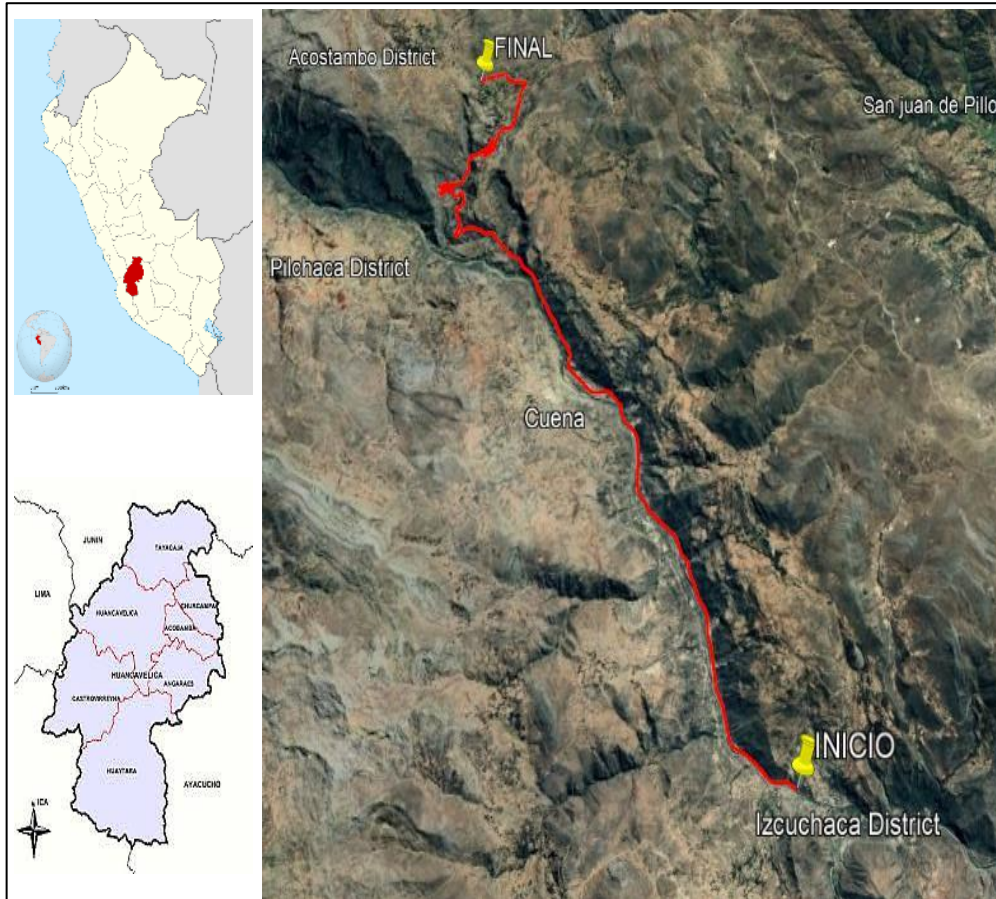
La vía de estudio pertenece Ruta nacional PE-3S, comprende 24 kilómetros de carretera asfaltada que inicia en el kilómetro 191 PE-3S aproximadamente a 400 metros del puente Izcuchaca, provincia de Huancavelica departamento de Huancavelica y finaliza en el kilómetro 167 PE-3S ubicado a la entrada del distrito de Acostambo, Provincia de Tayacaja departamento de Huancavelica. Siendo las coordenadas UTM (WGS-84) de los puntos de inicio y fin los que se muestran en la tabla 1.

Tabla 1: Delimitación espacial de la zona de estudio.

	Inicio Vía	Fin Vía
Departamento	Huancavelica	Huancavelica
Provincia	Huancavelica	Tayacaja
Distrito	Izcuchaca	Acostambo
Ruta	PE-3S	PE-3S
Kilometro	191	167
Zona UTM	18 L	18 L
Norte	8618117	8633179
Este	500533	494360
Altitud	2900 m.s.n.m.	3550 m.s.n.m.

Fuente: Información de campo-Investigador

Figura 2: Delimitación espacial vía Izcuchaca- Acostambo



Fuente: Google Earth

1.4.2. Temporal

El trabajo de investigación se formuló entre los meses de setiembre del 2021 a enero del 2022.

1.4.3. Económica

El costo que genero desarrollar el presente estudio de investigación fue asumido por el investigador.

1.5. Limitaciones

Durante las investigaciones se presentaron limitaciones de carácter técnico administrativo, debido a la atención limitada de las oficinas de PROVIAS descentralizado, básicamente para otorgar información de campo, pese a los constantes problemas de interrupción de la vía.

A esto le sumamos las limitaciones climáticas ya que para la recolección de información de campo se ejecutó en el mes de diciembre, donde empiezan las precipitaciones con mayor intensidad.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

- Determinar el nivel de riesgo en la evaluación de la vía Izcuchaca-Acostambo, mediante la metodología multicriterio.

1.6.2. Objetivos específicos

- Identificar los parámetros de evaluación de la vía Izcuchaca- Acostambo, que permitan evaluar el nivel de riesgo utilizando la metodología multicriterio.

- Calcular el nivel de peligro en la evaluación del riesgo de la vía Izcuchaca- Acostambo, mediante la metodología multicriterio.
- Determinar el nivel de la vulnerabilidad física en la evaluación del riesgo de la vía Izcuchaca- Acostambo, mediante la metodología multicriterio.

CAPITULO II:

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

(Torres Hoyer, y otros, 2019) en el artículo científico *titulado* “Evaluation of vehicular risk of rockfalls in Rafael Caldera Road, Mérida, Venezuela”, tiene como *objetivo* analizar el riesgo por amenaza de caída de rocas en 03 zonas críticas de la vía: “Rafael Caldera del Estado Mérida” (Venezuela). Aplicando una *metodología* aplicativa, obtuvo los *resultados* siguientes: El primer talud se encuentra en un nivel alto, en el segundo talud se considerado en un nivel bajo mientras que en el tercer talud se obtuvo un nivel moderado, por tanto, corresponde un nivel de riesgo moderado. Finalmente, fija como *conclusión* La metodología utilizada para la evaluación del riesgo por desprendimientos, es de uso sencillo y está constituido por elementos viales, geológicos, y permite obtener una evaluación preliminar del riesgo de los vehículos.

(Romero Faz, 2017) en la tesis de grado *titulado* “Metodología para la evaluación del riesgo en instalaciones portuarias”, fijo como *objetivo* una propuesta metodológica de análisis de riesgo para proyectos de infraestructura portuaria teniendo como base de datos reales de seguridad y datos históricos obtenidos en los puertos españoles. Aplicando una *metodología* del método científico, obtuvo los

resultados siguientes: Los peligros de ataque con explosivos y armas químicas muestran valores de 18 y 12 puntos que significa valores altos debido a la escasa seguridad del sistema de protección de estas instalaciones. Finalmente, como **conclusión**, se determinó que existen diferentes metodologías de evaluación para analizar los riesgos portuarios como el de modelización numérica y otro basado en análisis subjetivos que considera los parámetros de amenazas, vulnerabilidades y riesgos.

(Sánchez Calderón, y otros, 2011) en la tesis de grado **titulado** “Metodología para la Evaluación de Riesgo en Corredores Viales”, fijo como **objetivo** determinar un método que permita realizar la evaluación del deslizamiento de masas de tierra, generado por las lluvias en las carreteras de Colombia. Empleando la **metodología** aplicativa, obtuvo los **resultados** de las variables siguientes: pendiente de ladera con 31%, volumen de masa de tierras 30%, macizo rocoso 35%, distancia de falla geológico 4%, , fija como **conclusión** que el método creado permite visualizar el panorama completo de cada tramo de la vía, analizar el déficit económico en caso se hace efectivo el peligro por movimiento de masas de tierras, vulnerabilidad a la vida humana y viviendas en caso de interrumpir la carretera con la finalidad de determinar las medidas de mitigación de cada elemento expuesto.

(Cordero Carballo, y otros, 2011) en el artículo **titulado** “Metodologías de evaluación de la vulnerabilidad de la infraestructura vial nacional”, fijo como **objetivo** detallar el método para la evaluación de las vulnerabilidades de alcantarillas, puentes generados ante eventos extremos de caudales por efecto del peligro de amenaza sísmica, flujo de detritos que son susceptibles el deslizamiento

de taludes. Utilizando una *metodología* científica, obtuvo los *resultados* siguientes: La probabilidad de que una zona experimente licuación se ve influenciada por la susceptibilidad del suelo, la amplitud y duración del movimiento del terreno y por la profundidad del nivel freático. Existen sitios geológicos que no son susceptibles a la licuación, por lo que deben ser considerados en la evaluación de la probabilidad de licuación por medio de un factor que determina la susceptibilidad relativa de la zona. Finalmente, fija como *conclusión* La aplicación de las metodologías presentadas permite identificar a cuáles amenazas naturales está expuesta la red vial nacional según su ubicación geográfica, condiciones topográficas, entre otros, y la asignación de niveles de vulnerabilidad de los componentes de la infraestructura vial o la susceptibilidad a que se generen eventos de deslizamientos de vías.

(Torres Flores, 2012) en la tesis de grado *título* “Metodología de evaluación de la seguridad vial en intersecciones basada en el análisis cuantitativo de conflictos entre vehículos”, determino como objetivo un método para clasificar el riesgo en función al análisis de conflicto entre vehículos teniendo como variables las alternativas e seguridad vial. Utilizando la *metodología* experimental, obtuvo los *resultados* siguientes: La variable más importante dentro del estudio indica que es el tiempo por la excesiva velocidad de los vehículos que relaciona muchas veces en accidente por la falla humana, por tanto, son lo que tienen mayor índice de riesgo. Obteniendo la *conclusión* el índice de riesgo es un método de evaluación que se realiza en la intersección vial para determinar el diagnóstico antes y durante el control de tráfico que permite tomar medidas correctivas para evitar los problemas del tráfico vial.

2.1.2. Antecedentes nacionales

(Tirado Silva, 2020) en la tesis de grado *titulado* “Evaluación del riesgo asociado a la vulnerabilidad física por laderas inestables en el tramo de carretera Cajamarca – Gavilán”, fijo como *objetivo* analizar los peligros, vulnerabilidades y riesgo como consecuencia de las laderas inestables que se presentan en el tramo de esta carretera. Desarrollando la *metodología* no experimental, determino los *resultados* siguientes: Para la evaluación del factor condicionante del deslizamiento los pesos de los parámetros: 51.49% Cobertura vegetal, 28.12% pendiente, 13.70% suelos y 6.69% geología y como factor desencadenante la precipitación fluvial, luego el resultado de las vulnerabilidades considera los siguientes parámetros: 63.3% exposición física, 26.1% fragilidad física, 10.6% fragilidad física. Finalmente, fija como *conclusión* El nivel de riesgo es de MUY ALTO y ALTO lo que implica que de presentarse un deslizamiento habría pérdidas de vidas humanas y económicas (viviendas inhabitables, carreteras dañadas y alumbrado público severamente dañado).

(Flores Trujillo, 2018) en la tesis de grado *titulado* “Análisis de riesgos de desastres y políticas de mantenimiento en la carretera de Huaraz a Tingo María – 2018”, fijo como *objetivo* correlacionar las variables de riesgos de desastres y la política de Mantenimiento de vía Huaraz – Tingo María. Aplicando una *metodología* no experimental, obtuvo los *resultados* siguientes: Las variables se correlacionaron con un valor moderado de - 0.564, con un nivel de significancia igual a 0.000, lo que significa el rechazo de la hipótesis nula debido a que es menor a 0.001, así mismo fija como *conclusión* que el análisis de riesgos de desastres influye en la política de mantenimiento vial Huaraz – Tingo María.

(Nuñez Chocano, 2018) en la tesis de grado *titulado* “Evaluación de riesgos en el transporte terrestre de materiales peligrosos en el tramo carretero: puerto de Matarani hasta el km 67 (cruce con carretera antigua panamericana)”, fijo como *objetivo* analizar los riesgos del transporte de material peligroso en el tramo del cruce carretera panamericana antigua hasta el kilómetro 67 de panamericana nueva. La *metodología empleada es* de nivel descriptivo, obtuvo los *resultados* siguientes: los riesgos de acuerdo con los factores viales, humano, ambiental y vehículos tenemos; 22 riesgos de nivel alto, 05 riesgos de nivel medio y 04 riesgos de nivel bajo. Finalmente, fija como *conclusión* que los peligros identificados asociados a los factores viales, humano, ambiental y vehículos son los relacionados a las carreteras sinuosas, pendientes pronunciadas, curvas cerradas, tramo de línea recta (Pampa); presencia de personas en los poblados, actos sub- estándares de conductores, presencia de fatiga, somnolencia, estados climáticos que ocasionan deficiente adherencia de los neumáticos en las vías, el deslumbramiento a los conductores durante la conducción así como los vehículos no seguros para la conducción, y los derrames de materiales de peligrosos.

(Quisocala Calderón, 2016) en la tesis de grado *titulado* “Análisis multicriterio para evaluación y priorización para la conservación de corredores viales por niveles de servicio”, fijo como *objetivo* formular una metodología para jerarquizar proyectos de conservación vial por niveles de servicio. Aplicando una *metodología* descriptivo - correlacional, obtuvo los *resultados* siguientes: Existe un ajuste lineal casi perfecto entre las variables dependiente: “corredores viales”, con la variable Independiente: “niveles de servicio” por el resultado obtenido de 99.987%. Finalmente, fija como *conclusión* que el estudio científico permitió

discernir un método para priorizar proyectos de conservación vial por el nivel de servicio aplicando la escala multicriterio lo que permitió analizar muchas variables que influyen en el servicio.

(Asencios Bazán, y otros, 2015) en la tesis de grado *titulado* “Propuesta metodológica para la evaluación semicuantitativa de riesgo de desastres con fines de ordenamiento territorial, en el distrito de San Marcos, provincia de Huari, departamento de Áncash”, fijo como *objetivo* disponer un método para evaluar los principales peligros de origen natural para determinar los riesgos que se presenten en el territorio del distrito de San Marcos, provincia de Huari, departamento de Ancash, para ello utilizo el *método* descriptivo correlacional donde obtuvo los siguientes *resultados*: 3.78% del territorio distrital se encuentra en riesgo muy alto debido a que en las laderas de los cursos de ríos se encuentran poblaciones asentadas encontrándose el 65% de la población en vulnerabilidad alta, estas poblaciones son susceptibles a sufrir deslizamiento de tierras principalmente por el cambio climático, como *conclusión* indica que el método de evaluación semicuantitativa es práctica y económica que facilita el análisis por niveles de amenaza y vulnerabilidad y sus resultados del riesgo facilitan la elaboración de instrumentos de planificación y ordenamiento territorial de una zona.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Metodología multicriterio

Se puede definir como una herramienta matemática que le permite comparar diferentes alternativas o escenarios basados en múltiples criterios, generalmente opuestos, para orientar en la elección de decisiones en la dirección o elección

correcta. Cuando exista un problema existe muchas alternativas de solución que puede tener muchos criterios para la búsqueda de soluciones, cada criterio tiene diferentes valores dentro del método multicriterio que a juicio del análisis del evaluador otorga valores de importancia de cada concepto.

2.2.1.1. Modelos de evaluación multicriterio

Los principales modelos de evaluación multicriterio son:

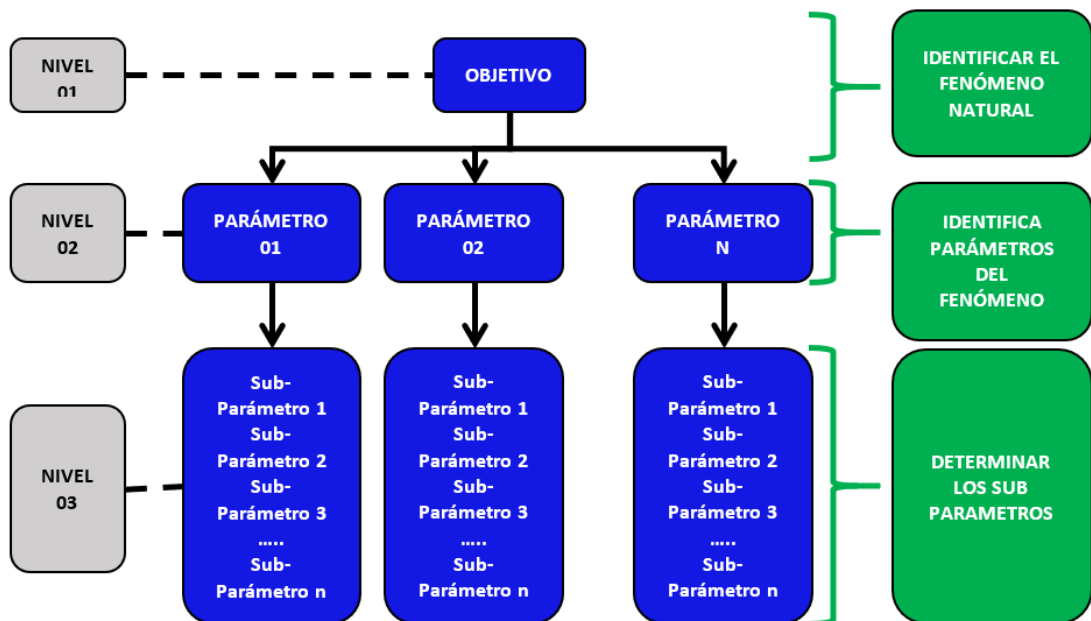
- **Ponderación Lineal (Scoring):** Cuando existe escaso nivel de información este método permite resolver situaciones de incertidumbre en función al valor que se otorga a cada alternativa para cuyo efecto se manipula la asignación de pesos de acuerdo los criterios de la escala multicriterio.
- **Método Electre:** Electre (Elimination et Choix Traduisant la Réalité). Es un modelo que permite reducir el tamaño de las soluciones planteadas. Esta reducción consiste en dividir en subconjuntos las alternativas de solución, la clasificación se basa a los conceptos de concordancia y discordancia cuantificando cada atributo mediante un cuadro comparativo de cada atributo.
- **Proceso de Análisis Jerárquico:** AHP (Analytic Hierarchy Process), Frente a un problema complejo y de multicriterio se realiza la comprensión intuitiva mediante la construcción de un modelo de forma visual que jerarquiza y estructura la decisión del problema mediante la comparación de cada elemento y se otorga valores numéricos a juicio de los expertos del tema, esta valoración se realiza mediante el fundamento

del proceso Saaty donde se otorga valores numéricos de 1 hasta 9 de acuerdo a la importancia de cada elemento analizado donde la escala numérica de menor cantidad es la de menor importante y la de mayor cantidad en este caso 9 es el de extremadamente más importante. Finalmente se obtiene un resultado AHP que permite interpretar el problema planteada de acuerdo con la importancia y tomar la decisión de acuerdo con el juicio del experto.

2.2.1.2. Proceso análisis jerárquico -AHP

El modelo matemático fue desarrollado por el científico Thomas Saaty (1980), que consiste en descomponer el problema en subniveles denominados parámetros, donde cada parámetro tiene sub-parámetros. El propósito del modelo es permitir que el agente decisor pueda estructurar un problema multicriterio de forma visual, mediante la construcción de un modelo jerárquico como se muestra en la figura 3.

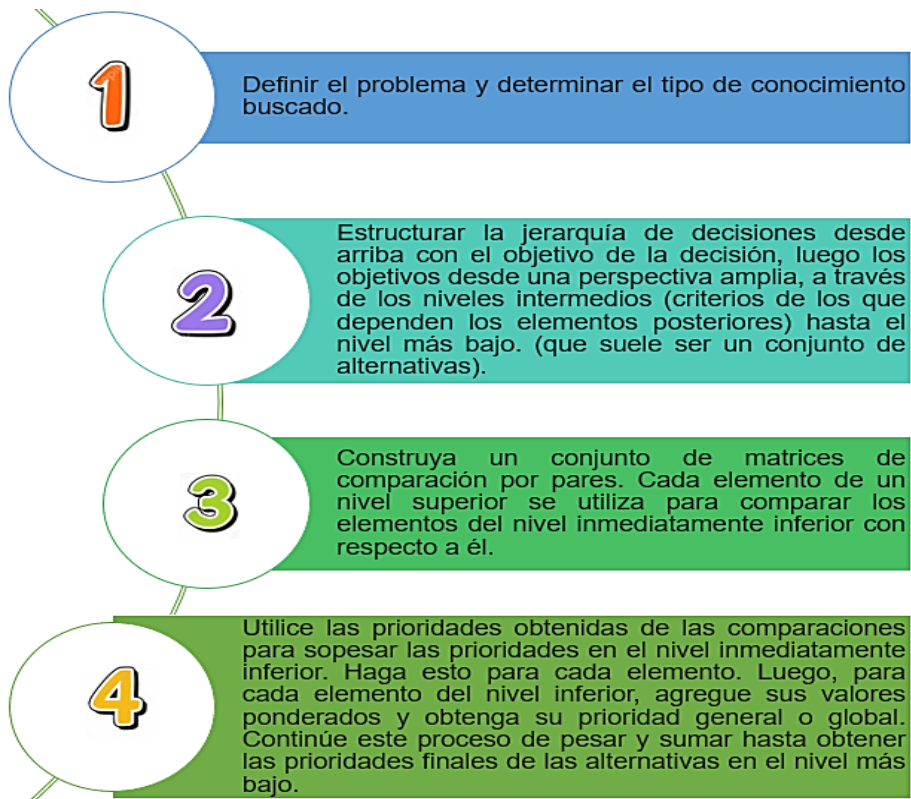
Figura 3: Modelo Jerárquico



Fuente: (Centro Nacional de Prevención de Desastres, 2006).

Thomas Saaty, en su artículo Decision making with the analytic hierarchy process, manifiesta que para un correcto análisis jerárquico se debe seguir los pasos que se manifiesta en la figura 4.

Figura 4: Pasos para un correcto análisis jerárquico



Fuente: Thomas Saaty (2008)

La aplicación de la metodología multicriterio para evaluación de la carretera se ejecutó mediante las comparaciones de la escala manifiesta por Thomas Saaty, que se encuentra en la tabla 2.

Tabla 2: Escala de valores para evaluación

Escala numérica	Escala comparativa	Explicación
1	Igual importancia	Dos actividades tienen el mismo valor.
2	Débil o leve importante	Valor intermedio entre 1 y 3
3	Ligeramente más importante	El primero es ligeramente importante que el segundo
4	Importante	Valor intermedio entre 3 y 5
5	Más importante	El primero se considera más importante.
6	Levemente más importante	Valor intermedio entre 7 y 5
7	Mucho más importante	El primero es mucho más importante que el segundo
8	Muy, muy importante	Valor intermedio entre el 7 y 9
9	Absolutamente importante.	El primero es absolutamente más importante que el segundo.
Recíprocos de arriba (1/2, 1/3, 1/4, 1/5, 1/6, 1/7, 1/8 y 1/9)	Si actividad "x" tiene uno de los números anteriores distintos de cero asignado a él en comparación con la actividad "y", entonces "y" tiene el valor recíproco en comparación con "x"	

Fuente: Thomas Saaty (2008)

El modelo se utiliza durante la evaluación de los peligros, vulnerabilidades para cuyo efecto se otorga los pesos correspondientes para finalmente determinar el valor del riesgo y ejecutar la estratificación correspondiente.

Este procedimiento ha sido aplicado en diferentes ramas de las ciencias, incluida la gestión del riesgo de desastres. Comprende dos pasos importantes, Se inicia con la matriz de comparación de pares, donde se determinan los pesos, de acuerdo con el criterio del especialista; seguido de la matriz de normalización de pares donde se mostrarán los pesos finales para cada elemento analizado, y por

último se genera una matriz de consistencia para comprobar, en caso sea aceptable, las decisiones del especialista.

A. Matriz de comparación de pares

Según la teoría que manifiesta Thomas Saaty, se inicia con la comparación de las filas con respecto a las columnas, en base a la escala fundamental de números absolutos de la tabla 2. La diagonal de la matriz se colocará el valor de 1, ya que se comparan valores entre sí, de igual importancia. Se introduce un valor “a”, en la comparación de un elemento A1 respecto a un elemento A2, el valor inverso será “1/a”, respecto a la comparación del elemento A2 con el elemento A1.

Tabla 3: Matriz de comparación de pares

Parámetros	A1	A2	A3
A1	1.00	a	b
A2	1/a	1.00	c
A3	1/b	1/c	1.00
SUMA	x	y	z
1/SUMA	1/x	1/y	1/z

Fuente: Elaboración en base Thomas Saaty (2008)

B. Matriz de normalización

La matriz de normalización nos dará los pesos ponderados de los parámetros (vector de priorización) que estamos analizando, indicando la importancia de cada uno en el análisis. Para elaborar la matriz de normalización se inicia con la multiplicación de la inversa de las sumas (1/SUMA de la matriz de comparación de pares) por cada elemento de su columna correspondiente. Finalmente, para determinar el vector de priorización se sumarán las filas de cada elemento y de

dividirá por la cantidad total de estos (suma promedio de cada fila). Cumpliendo que la suma de cada columna debe ser igual a uno.

Tabla 4: Matriz de normalización

Parámetros	A1	A2	A3	Vector de priorización
A1	$(1/x)*1$	$(1/y)*a$	$(1/z)*b$	VA1
A2	$(1/x)*(1/a)$	$(1/y)*1$	$(1/z)*c$	VA2
A3	$(1/x)*(1/b)$	$(1/y)*(1/c)$	$(1/z)*1$	VA3
SUMA	1.00	1.00	1.00	1.00

Fuente: Elaboración en base Thomas Saaty (2008)

Donde los vectores de priorización indican la importancia o peso de cada parámetro de estudio:

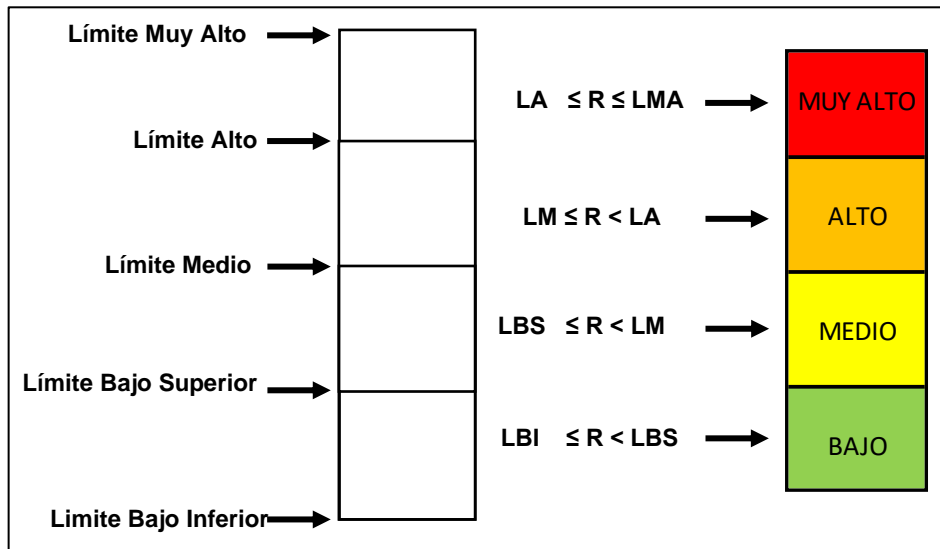
$$VA1 = \frac{\left(\frac{1}{x}\right) * 1 + \left(\frac{1}{y}\right) * a + \left(\frac{1}{z}\right) * b}{3}$$

$$VA1 = \frac{\left(\frac{1}{x}\right) * \left(\frac{1}{a}\right) + \left(\frac{1}{y}\right) * 1 + \left(\frac{1}{z}\right) * c}{3}$$

$$VA1 = \frac{\left(\frac{1}{x}\right) * \left(\frac{1}{b}\right) + \left(\frac{1}{y}\right) * \left(\frac{1}{c}\right) + \left(\frac{1}{z}\right) * 1}{3}$$

De esta matriz se obtendrá los resultados finales de acuerdo con la investigación que se esté realizando. Es decir, en una investigación “x”, se podría decir que el rango de VA1 a VA2 es el valor que representa zonas o áreas con mayor peligro y el rango de VA2 a VA3 representa bajo o nulo peligro.

Figura 5: Representación de las matrices



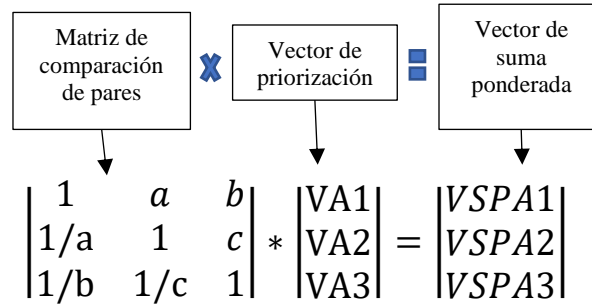
Fuente: (CENEPRED, 2014)

C. Relación de consistencia

La relación de consistencia debe ser menor al 10% ($RC < 0.1$) para matrices de tamaño mayor o igual a 5, de acuerdo con Juan (2016), “Si es aceptable, puede continuarse con el proceso de decisión, pero si es inaceptable deberá reconsiderarse y probablemente modificar los juicios sobre las comparaciones pareadas antes de continuar con el análisis.”

Para obtener la relación de consistencia primero se halla el vector suma ponderada, la cual se obtiene de una multiplicación de matrices, entre la matriz de comparación de pares por el vector de priorización.

Ecuación 1: Vector de suma ponderada



Donde:

$$VSPA1 = 1 * VA1 + a * VA2 + b * VA3$$

$$VSPA2 = \left(\frac{1}{a}\right) * VA1 + 1 * VA2 + c * VA3$$

$$VSPA3 = \left(\frac{1}{b}\right) * VA1 + \left(\frac{1}{c}\right) * VA2 + 1 * VA3$$

Luego hallamos el valor suma-promedio (λ_{max}), la cual es el promedio de la sumatoria de dividir el vector suma ponderada sobre el vector de priorización de cada elemento.

Tabla 5: Valor suma-promedio (λ_{max})

Vector suma ponderada	÷	Vector de priorización	=	λ_{max}
VSPA1		VA1		VSPA1/VA1
VSPA2		VA2		VSPA2/VA2
VSPA3		VA3		VSPA3/VA3

Fuente: Elaboración en base Thomas Saaty (2008)

La ecuación para el valor suma-promedio (λ_{max}) es:

Ecuación 2: Suma-promedio (λ_{max})

$$\lambda_{max} = \frac{\sum \frac{VSPA_i}{VA_i}}{n}$$

Para nuestro ejemplo quedaría:

$$\lambda_{max} = \frac{\frac{VSPA1}{VA1} + \frac{VSPA2}{VA2} + \frac{VSPA3}{VA3}}{3}$$

Después de calculado el valor de suma-promedio (λ_{max}), se procede a determinar el índice de consistencia, al restar el valor suma-promedio menos la cantidad de elementos analizados, todo sobre la cantidad de elementos analizados menos 1. Tal como se aprecia en la siguiente formula:

Ecuación 3: Índice de consistencia

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

Ahora para determinar la relación de consistencia (RC), se halla dividiendo el índice de consistencia (IC) sobre el índice aleatorio (IA).

Ecuación 4: Relación de consistencia

$$RC = \frac{IC}{IA}$$

Donde los valores para el índice aleatorio (IA) se obtiene mediante simulación para diferentes tamaños de la matriz (n), estos valores se aprecian en la siguiente tabla:

Tabla 6: Valores IA en función del tamaño de la matriz

n	3	4	5	6	7	8	9	10
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484

Fuente: Thomas Saaty (1980)

Para poder aceptar que el análisis es consistente Thomas Saaty (1980) nos propone los siguientes valores que no deben ser superados de acuerdo con el tamaño de la matriz.

Tabla 7: Límites de consistencia

Tamaño de la matriz	Relación de consistencia
3	Menor al 5%
4	Menor al 9 %
5 o mayor	Menor al 10%

Fuente: Thomas Saaty (1980)

Si la relación de consistencia supera los valores establecidos, se tendrá que analizar la evaluación realizada por el investigador y volver asignar nuevos valores a la matriz de comparación de pares, hasta que se obtenga una relación de consistencia aceptable.

2.2.2. Evaluación del riesgo

Para evaluar el riesgo primero tenemos que conocer la definición de riesgo, el cual históricamente se deriva de las ciencias de la tierra y cuya definición la sitúa como la probabilidad de la ocurrencia de un evento dañino. Poniendo prioridad en el peligro (amenaza o el evento físico detonante del desastre). Dicho riesgo se materializa con la presencia de población humana, infraestructuras, cultivos y otros

expuestos al posible desastre, encontrándose en condiciones de vulnerabilidad (predisposición a sufrir daños y pérdidas). (Narváez, y otros, 2009)

Es así como el peligro y la vulnerabilidad son los llamados factores de riesgo siendo indispensables para que el riesgo de desastres pueda existir. Estando condicionado el nivel de riesgo a estos factores.

Según (CENEPRED, 2014) el riesgo es el procedimiento técnico, que permite identificar, caracterizar los peligros, analizar las vulnerabilidades, calcular el valor del riesgo que permita determinar el nivel para tomar acciones y lograr un desarrollo sostenido. Podemos concluir que el riesgo es una condición latente que, al no intervenir para modificar, mitigar el entorno físico ambiental de la amenaza podría ocasionar pérdidas sociales, económicas y ambientales.

La ley N°29664, ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres en el Perú, expresa en la siguiente ecuación que el riesgo es una función del peligro y la vulnerabilidad.

Ecuación 5: Calculo del riesgo

$$R_{ie|t} = f(P_i, V_e)|_t$$

Donde:

R= Riesgo.

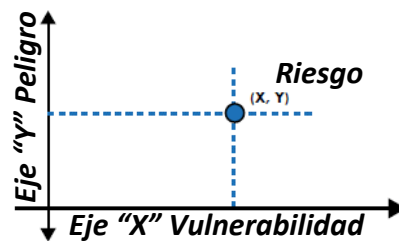
f = En función

P_i =Peligro con la intensidad mayor o igual a i durante un período de exposición t

V_e = Vulnerabilidad de un elemento expuesto e

(CENEPRED, 2014) para estratificar el nivel del riesgo se empleará una matriz de doble entrada: matriz del grado de peligro y matriz del grado de vulnerabilidad. Es decir, es el valor (X, Y) , en un plano cartesiano. Donde en el eje de la Y están los niveles del peligro y en eje de la X están las vulnerabilidades.

Figura 6: Representación cartesiana del riesgo



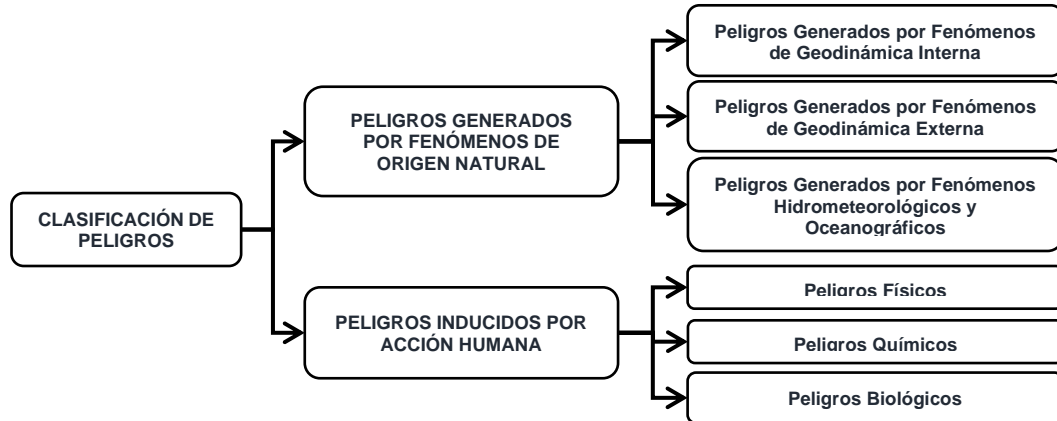
Fuente: (CENEPRED, 2014)

En la intersección de los dos valores, en la figura de referencia, es posible estimar el nivel de riesgo del área en estudio. Dados los valores obtenidos para el peligro y la vulnerabilidad.

2.2.2.1. Análisis de Peligro

Según la ONU / EIRD (2000). Suceso físico, potencialmente dañino, que puede causar degradación ambiental, afectación total o parcial a la vida humana, paralización de las actividades sociales y económicas.

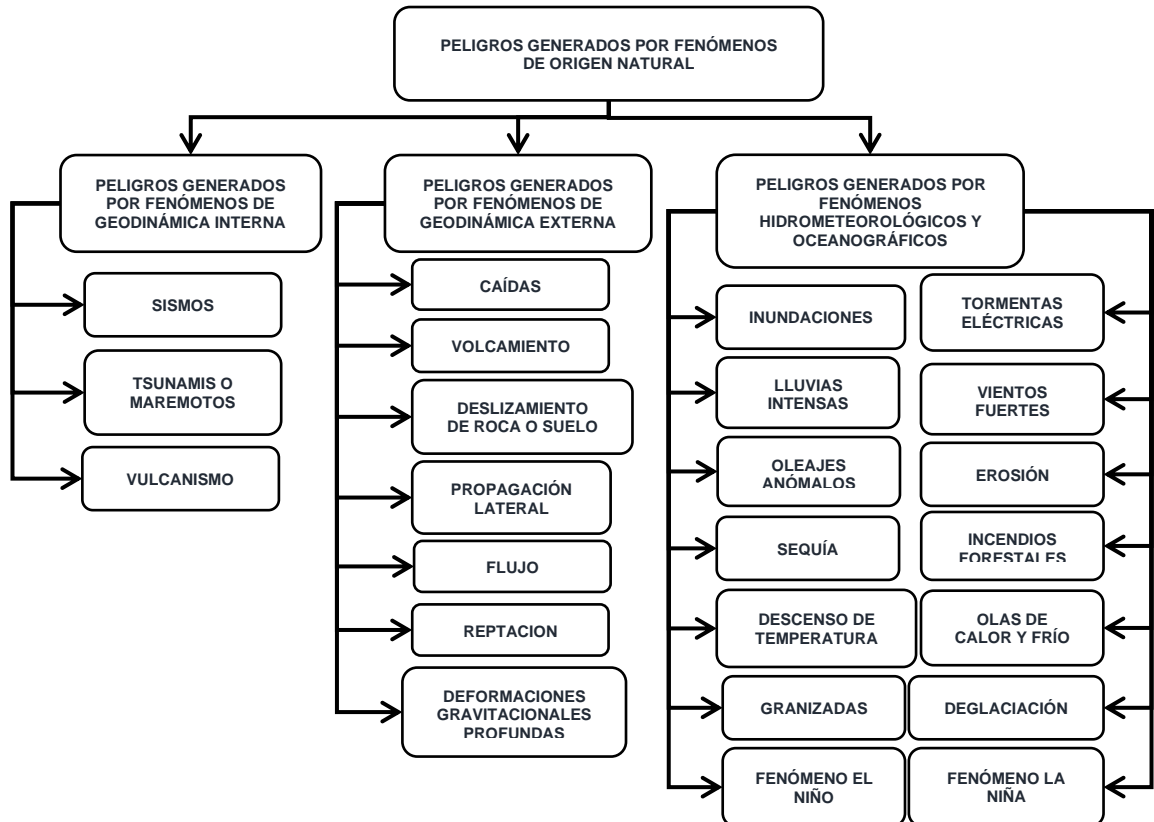
Figura 7: Clasificación de los peligros.



Fuente: (CENEPRED, 2014)

Las amenazas generadas por fenómenos de origen natural se clasifican de la siguiente manera:

Figura 8: Esquema de los fenómenos de origen natural.



Fuente: (CENEPRED, 2014)

En donde el fenómeno natural que causa los desastres más comunes en la vía Izcuchaca – Acostambo es el deslizamiento de taludes, conocidos como movimiento de masas (derrumbes).

Para el cálculo del grado de peligrosidad por fenómenos naturales (CENEPRED, 2014) determina la siguiente ecuación:

Ecuación 6: Calculo del peligro

$$\mathbf{Peligro} = \mathbf{Susceptibilidad} * 0.5 + \mathbf{Frecuencia} * 0.5$$

Donde:

- **Susceptibilidad:** está referida a la mayor o menor predisposición a que un evento suceda u ocurra sobre determinado ámbito geográfico (depende de los factores condicionantes y desencadenantes del fenómeno y su respectivo ámbito geográfico).
- **Frecuencia:** Constancia o recurrencia con la que ocurre los deslizamientos.

A. Susceptibilidad para deslizamientos

La susceptibilidad generalmente expresa la facilidad con que un fenómeno puede ocurrir sobre la base de las condiciones locales del terreno. Para el cálculo de la susceptibilidad por deslizamiento el manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales (CENEPRED, 2014) considera que se obtiene

de sumar los valores de los factores condicionantes y factores desencadenantes (los pesos para ambos son de 0.5).

Ecuación 7: Calculo de la susceptibilidad

$$Susceptibilidad = F. Condicionante * 0.5 + F. Desencadenante * 0.5$$

Donde el cálculo de los factores condicionantes y desencadenantes está dado por las siguientes ecuaciones:

Ecuación 8: Calculo del factor condicionante.

$$F. Condicionante = \sum Parámetros * Peso$$

Ecuación 9: Calculo del factor desencadenante

$$F. Desencadenante = \sum Parámetros * Peso$$

Factores condicionantes: Son parámetros propios del ámbito geográfico de estudio, el cual contribuye de manera favorable o no al desarrollo del fenómeno de origen natural.

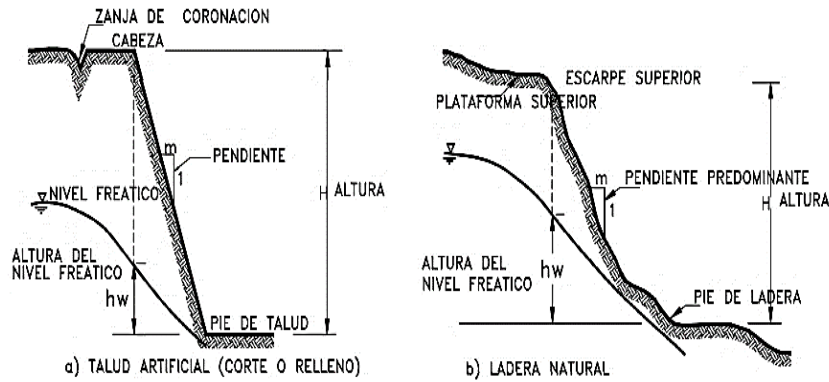
Factores desencadenantes: Son parámetros que desencadenan eventos y/o sucesos asociados que pueden generar peligros en un ámbito geográfico específico.

Para identificar los parámetros condicionantes y desencadenantes se tiene que definir los conceptos de deslizamientos.

Primero un talud o ladera es una masa de tierra que no es plana, sino que posee pendiente o cambios de altura significativos. Generalmente se le dice talud

cuando se conformó artificialmente, mientras que ladera su conformación tuvo un origen natural.

Figura 9: Partes de taludes y laderas



Fuente: (Suarez diaz, 1998)

Ahora los deslizamientos son procesos de movimiento de una masa de roca, detritos o tierra puede ser lenta o rápida, que se da a consecuencia del exceso de agua en el terreno o bajo la acción de la gravedad.

Figura 10: Proceso de un deslizamiento

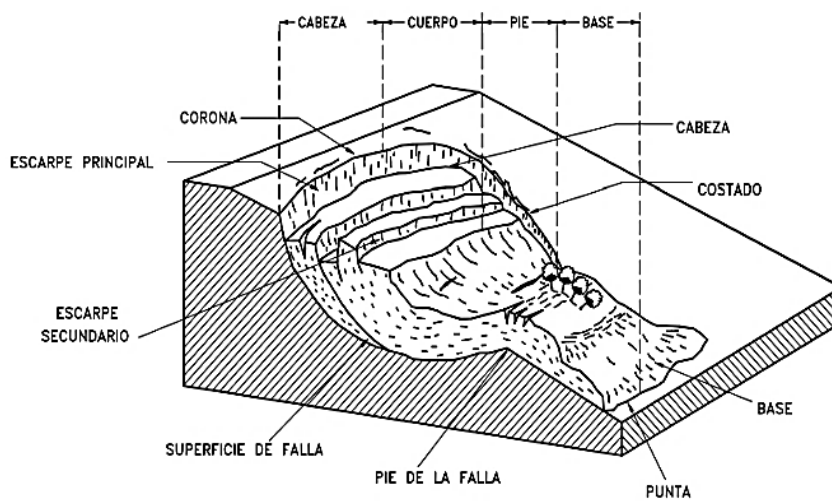


Fuente: (CENEPRED, 2014)

Este tipo de peligro consiste en un desplazamiento de corte a lo largo de una o varias superficies, que pueden detectarse fácilmente o dentro de una zona relativamente delgada. El movimiento puede ser progresivo, o sea, que no se inicia

simultáneamente a lo largo de toda, la que sería, la superficie de falla. Los deslizamientos pueden ser de una sola masa que se mueve o pueden comprender varias unidades o masas semi-independientes. Los deslizamientos pueden obedecer a procesos naturales o a desestabilización de masas de tierra por el efecto de cortes, rellenos, deforestación, etc.

Figura 11: Partes de un deslizamiento



Fuente: (Suarez diaz, 1998)

B. Frecuencia de deslizamiento de talud o ladera

Para el cálculo de la frecuencia por deslizamiento el manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales (CENEPRED, 2014) considera la siguiente ecuación:

Ecuación 10: Calculo de la frecuencia para el peligro

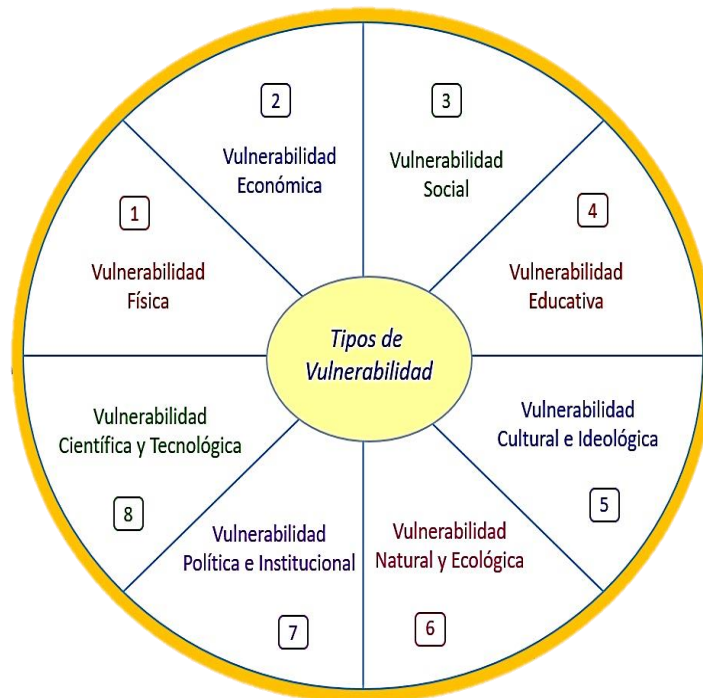
$$Frecuencia = \sum \text{Parámetros} * \text{Peso}$$

2.2.2.2. Análisis de Vulnerabilidad

El (Centro Nacional de Prevención de Desastres, 2006) manifiesta que la vulnerabilidad, es la disposición o facilidad como una infraestructura vial, actividades agrícolas, viviendas, sistemas de alerta son susceptibles a sufrir daños y/o pérdidas frente a la ocurrencia de fenómenos naturales.

El (Instituto Nacional de Defensa Civil, 2011) clasifica la vulnerabilidad en varios tipos, como se muestra en la figura 12.

Figura 12: Tipos de vulnerabilidad



Fuente: (Instituto Nacional de Defensa Civil, 2011)

En el trabajo de investigación, solo se consideró la vulnerabilidad física de la vía Izcuchaca – Acostambo ante el peligro de deslizamiento de taludes de la vía debido a que se encuentra ante constante amenaza a sufrir daños por los derrumbes que se presentan cada año.

A. Vulnerabilidad física

El (Instituto Nacional de Defensa Civil, 2011) expresa que la vulnerabilidad física está relacionada con la calidad o tipo de material utilizado en la infraestructura vial sujeta a soportar los efectos del peligro.

Para el cálculo de la vulnerabilidad física de acuerdo al (CENEPRED, 2014) considera la siguiente ecuación:

Ecuación 11: Calculo de la vulnerabilidad física.

$$Vulnerabilidad\ Física = \sum Parámetros * Peso$$

2.3. Definición de términos

- a. **Peligro.** - Es un fenómeno natural y/o poder ser generado por el hombre que existe la posibilidad de causar pérdidas de vida, lesiones u otros impactos a la salud, daños a las propiedades públicas y/o privadas, pérdida social, económica de la población y bienes que afectan la manera de ganarse la vida y los servicios básicos, trastornos sociales y económicos o daños ambientales. (A.educacion, 2011)
- b. **Vulnerabilidad.** - Son las características y circunstancias donde una comunidad, un sistema, o un activo puede ser alterado y/o es susceptible a sufrir los efectos perjudiciales frente a una amenaza. (A.educacion, 2011)
- c. **Riesgo.** - Es la probabilidad que se produzca un acontecimiento y sus consecuencias negativas a la población. (A.educacion, 2011)

- d. Resiliencia.** - Es la capacidad de respuesta para afrontar los efectos de un evento que genera las tragedias, los traumas frente a las amenazas o el estrés severo. Las personas resilientes poseen tres características principales: saben aceptar la realidad tal y como es; tienen una profunda creencia en que la vida tiene sentido; y tienen una inquebrantable capacidad para mejorar. (Muñoz, 2016)
- e. Sensibilidad.** - Es el resultado que se produce por efecto relativo al clima y se puede medir cualitativamente, cuyas consecuencias pueden ser directo como por ejemplo el producto del rendimiento de las cosechas por efecto del clima, los daños producidos a las poblaciones y ecosistemas por las inundaciones especialmente por la elevación del nivel del mar. (Muñoz, 2016)

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

- El nivel de riesgo en la evaluación de la vía Izcuchaca- Acostambo, mediante una metodología multicriterio es alto.

2.4.2. Hipótesis Específicas

- Los parámetros de evaluación de la vía Izcuchaca- Acostambo, que permitan evaluar el nivel de riesgo utilizando la metodología multicriterio son múltiples.
- El nivel del peligro en la evaluación del riesgo de la vía Izcuchaca- Acostambo, aplicando la metodología multicriterio es alto.

- El nivel de la vulnerabilidad en la evaluación del riesgo de la vía Izcuchaca- Acostambo, aplicando la metodología multicriterio es medio.

2.5. Variables

2.5.1. Definición conceptual de la variable

Variable independiente: Metodología Multicriterio. Esta variable permite combinar los distintos valores dentro de la escala que se otorga para comparar las dimensiones, niveles, actores y objetivos que se encuentran en el análisis de cada proceso que finalmente sirve para la toma de decisiones de acuerdo con el orden de prioridad, sin limitar la calidad, confiabilidad y consensos en los resultados. (Arancibia, y otros, 2003)

Variable dependiente: Riesgo de la vía. Es el grado de sensibilidad, debilidad o exposición de la estructura física de sufrir daños por acciones de un peligro. Según (Instituto Nacional de Defensa Civil, 2011)

2.5.2. Definición operacional de la variable

Variable independiente: Metodología Multicriterio. Esta variable se operativiza primero mediante una comparación entre sus parámetros, para luego conocer mediante una matriz de normalización los pesos ponderados de cada parámetro y finalmente mediante índice de consistencia se verifica si la comparación y ponderación eran los adecuados.

Variable dependiente: Riesgo de la vía. Esta variable se operativiza multiplicando el grado de peligro al que está expuesto la vía de estudio. Por el grado de vulnerabilidad física frente a la ocurrencia del peligro de deslizamiento.

2.5.3. Operacionalización de la variable

Tabla 8: Operacionalización de variables.

Variables	Definición	Dimensiones	Indicadores	Medidas	Instrumento
Metodología Multicriterio	Esta variable se operativiza primero mediante la comparación de cada parámetro y sub-parámetros, para luego conocer mediante una matriz de ponderación de los pesos ponderados de cada parámetro y finalmente mediante índice de consistencia se verifica si la comparación y ponderación eran los adecuados.	Matriz de comparación de pares	Escala Thomas Saaty.	Escala numérica: del 0 al 9	Hoja de cálculo Excel
		Matriz de ponderación			
		Índice de consistencia			
Riesgo de la vía	Esta variable se operativiza multiplicando el grado de peligro al que está expuesto la vía por el grado de vulnerabilidad física.	Peligro por deslizamiento de talud de vía	Pendiente	Grados	Ficha de campo
			Geología del terreno	Tipo de roca o deposito	Ficha de campo
			Geomorfología	Forma de relieve	Ficha de campo
			Estructura de Talud	Tipos de componente estructural	Ficha de campo
		Vulnerabilidad física	Atención de emergencia vial de acuerdo con normas	No cumple, cumple deficientemente, cumple regularmente y cumple altamente.	Encuesta de Likert
			Estado de conservación de vía.	Malo, regular, bueno, muy Bueno	Análisis documental
			Servicios de transporte expuesto	Altamente, regularmente, escasamente y no se encuentra expuesto.	Encuesta de Likert

Fuente: propia del investigador.

CAPITULO III:

METODOLOGIA

3.1. Método de investigación

El método de investigación utilizado fue el **científico**, porque este método permitió emplear la explicación como base para llegar a conocer los fenómenos que conllevan al riesgo de la vía Izcuchaca-Acostambo.

Toda vez que según el concepto de (Carrasco Diaz , 2006), el método científico es esencial por tener una guía de pasos y procedimientos a realizar para lograr el objetivo de una investigación.

3.2. Tipo de investigación

El trabajo de investigación es del tipo **aplicada**, porque se llevó a cabo una aplicación directa de la metodología multicriterio que ayude a los problemas de la población que circula en la vía Izcuchaca-Acostambo, también será **descriptiva** por que se empleó una técnica que sirvió para contrastar y describir los peligros que causan el riesgo en la vía.

Se escogió este tipo de investigación en base al concepto de (Espinoza Montes, 2010) que manifiesta lo siguiente: el propósito de la investigación aplicada es la aplicación del conocimiento científico para dar soluciones prácticas a los problemas de la sociedad.

3.3. Nivel de investigación

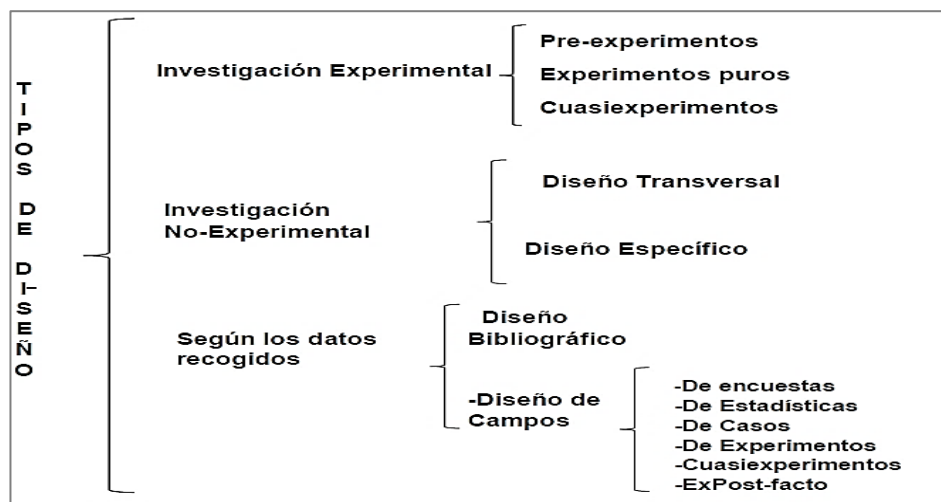
Para (Hernández Sampieri, 2014) el nivel explicativo tiene como fin explicar las causas que originan un fenómeno, buscando explicar el comportamiento de una variable respecto a otra.

Por lo tanto, en base a la definición planteada se usó un nivel **explicativo**, debido a que está dirigido a responder profundamente las causas de los eventos que generan el peligro por deslizamiento de talud y la vulnerabilidad física de la vía Izcuchaca-Acostambo aplicando una metodología multicriterio.

3.4. Diseño de investigación

De acuerdo con (Aponte, 2014) el diseño de investigación viene hacer una planificación de lo que se debe hacer para lograr los objetivos del estudio.

Figura 13: Tipos de diseño de investigación.



Fuente: (Aponte, 2014)

Para este estudio el diseño de investigación que se usó es el **no experimental transversal**. No experimental, por la razón que no se manipulo libremente las variables de estudio; lo que quiere decir que el trabajo se enfocó en la observación

de los peligros a los que está expuesto la vía Izcuchaca-Acostambo. Transversal porque la recolección de datos se obtuvo en un momento dado para poder describir in situ cómo actúa las variables.

Para lo cual se pretende emplear el siguiente esquema:

Figura 14: Esquema del diseño de investigación.



Fuente: Propia

Donde:

M = Muestra = Tramos de vía en zonas críticas.

O = Observación de las causas que generan el peligro por deslizamiento.

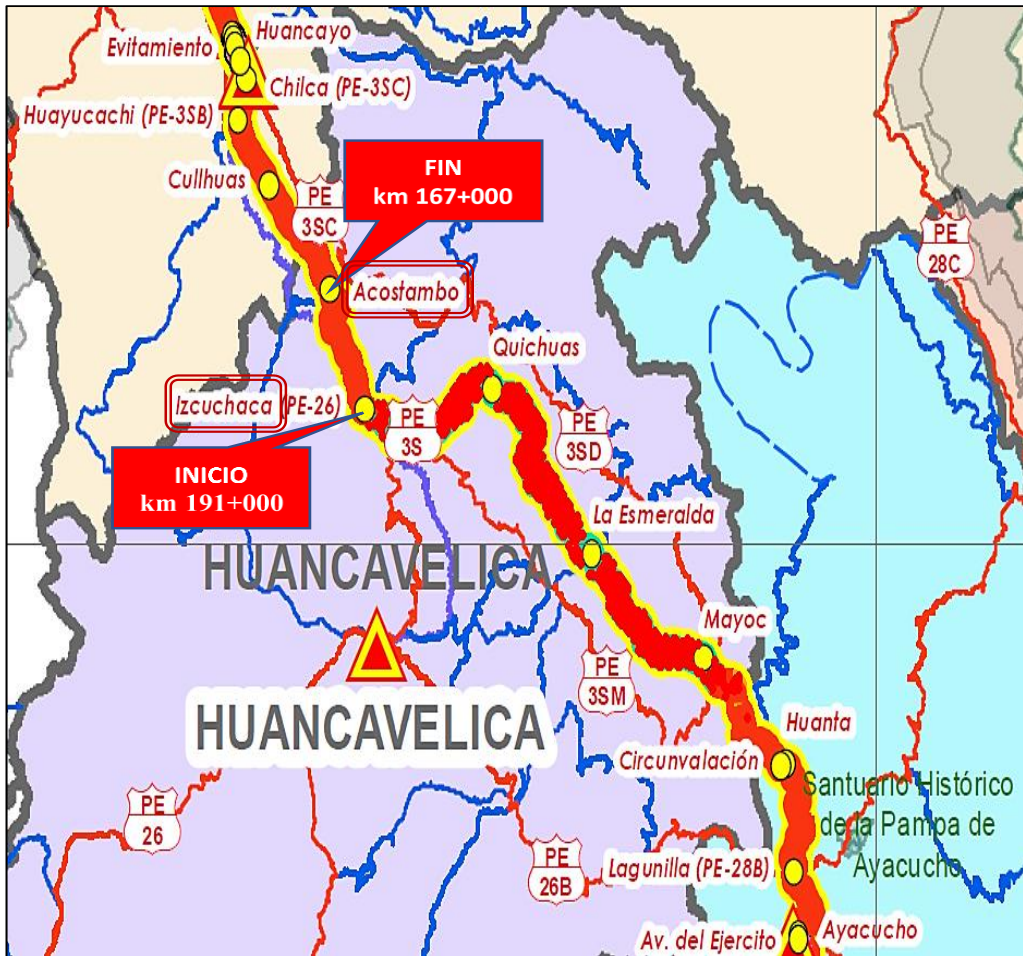
r = Resultado = Conocer el nivel de riesgo de la vía.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población abarca 24 kilómetros de la ruta nacional PE-3S, que comprende el tramo: km 191+000 (Izcuchaca) al km 167+000 (Acostambo). Para comprender mejor se detalla el punto de inicio y final en la figura 15.

Figura 15: Población de estudio.



Fuente: Provias Nacional, 2021

3.5.2. Muestra

Según (Hernández Sampieri, 2014), la elección de los elementos en una muestra no probabilística depende de las causas que relacionan con las características de investigación o el propósito que persigue el investigador.

En base a ese concepto se optó por una muestra no probabilística intencionada, escogiendo los tramos de la vía que mostraron características útiles para el desarrollo del trabajo de investigación.

La muestra identificada está representada por 06 tramos donde se encontró la existencia de interrupciones en la vía Izcuchaca- Acostambo.

Tabla 9: Muestra de estudio

Tramos	Progresivas		Longitud
	Inicio	Fin	
1	km 191+000	km 190+800	200 m
2	km 188+180	km 188+100	80 m
3	km 181+165	km 180+810	355 m
4	km 180+050	km 180+000	50 m
5	km 175+500	km 175+240	260 m
6	km 174+100	km 173+190	910 m
Total			1855 m

Fuente: Propia

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnica de recolección de datos

- **Observación:** Se empleó la técnica de observación para poder describir las características físicas de la zona de estudio además de obtener información e identificar los factores que generan los deslizamientos de talud en la vía Izcuchaca - Acostambo. En cuanto a la vulnerabilidad física se empleó la técnica de observación para poder verificar el estado situacional de la vía y sus componentes como son las obras de arte.
- **Recopilación documental:** Esta técnica se usó para obtener datos institucionales que nos ayuden a conocer los puntos críticos en la vía Izcuchaca – Acostambo, consiguiendo los reportes de mantenimiento de parte de Provias descentralizado, además también se logró descargar datos históricos de los registros de precipitaciones de la página oficial de SENAMHI.

3.6.2. Instrumentos de recolección de datos

Se utilizarán para el desarrollo del trabajo de investigación lo siguiente:

- GPS, para identificar los puntos de interés en el estudio en coordenadas UTM.
- Eclímetro, para conocer la pendiente del talud.
- Dron y cámara fotográfica, para realizar capturas del terreno.
- Ficha de campo.
- Ficha de encuesta de Likert
- Ficha y registro de datos.

3.7. Procesamiento de la información

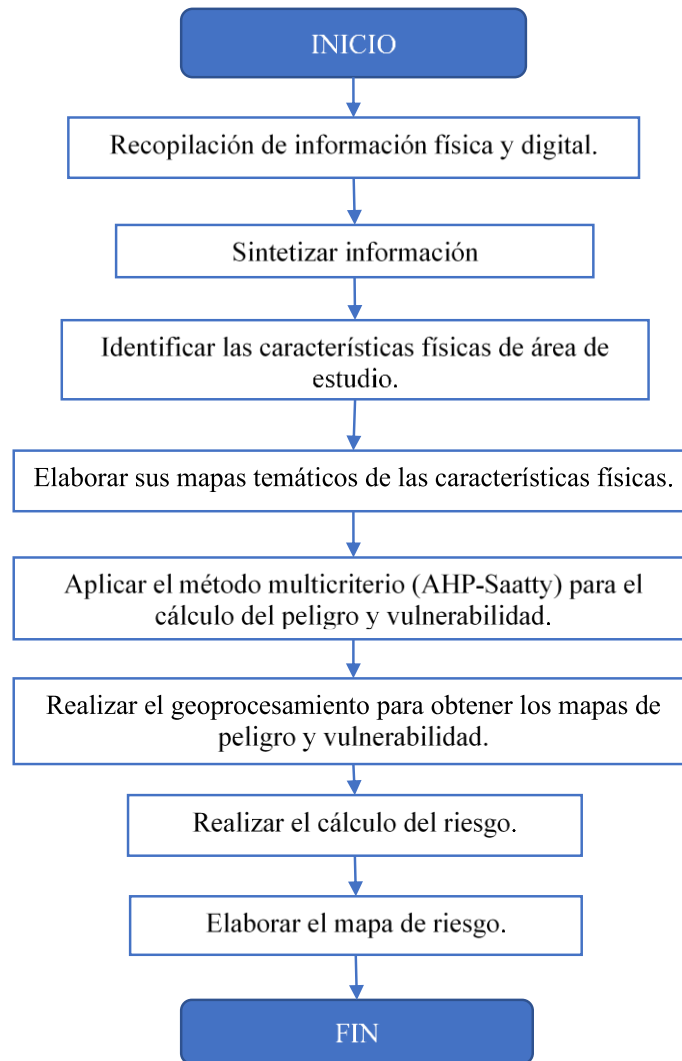
Se realizó una base de datos en los programas Ms Excel y ARCGIS, donde se ejecutó la comparación y jerarquización de los parámetros del peligro y vulnerabilidad física, evaluando los datos diarios de precipitaciones, magnitud, frecuencia e intensidad del deslizamiento de taludes.

3.8. Técnicas y análisis de datos

Los datos se analizaron mediante los cuadros comparativos, diagramas y gráficos ilustrativos que nos permitió conocer los niveles de riesgo de la vía Izcuchaca - Acostambo.

3.9. Procedimiento metodológico

Figura 16: Procedimiento metodológico.



Fuente: Elaboración del investigador.

CAPITULO IV:

RESULTADOS

4.1. Respecto del objetivo específico: Identificar los parámetros de evaluación de la vía Izcuchaca - Acostambo

4.1.1. Geomorfología

El área de la vía está ubicada en un valle estrecho en un tramo de 15 kilómetros, mientras que 07 kilómetro recorre ascendentemente por una montaña y 02 kilómetros por una colina hasta llegar al distrito de Acostambo, como se muestra en la figura 17.

Figura 17: Vista satelital de la vía en la subida para Acostambo



Fuente: Google Earth

Así mismo la geomorfología en los 06 puntos de muestra, se detalla en la tabla 10.

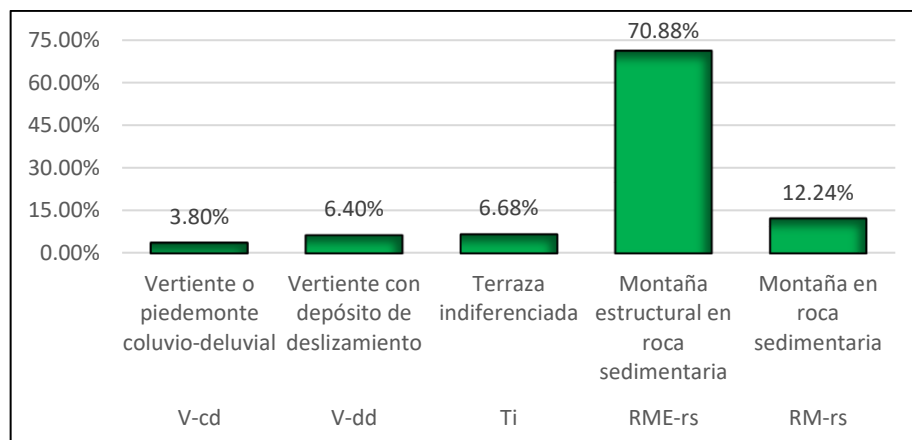
Tabla 10: Geomorfología de puntos críticos

Puntos	Progresivas		Geomorfología
	Inicio	Fin	
1	km 191+000	km 190+800	Montaña de roca sedimentaria alterada.
2	km 188+180	km 188+100	Montaña con roca sedimentaria alterada.
3	km 181+165	km 180+810	Montaña con roca sedimentaria alterada.
4	km 180+050	km 180+000	Montaña con roca sedimentaria alterada.
5	km 175+500	km 175+240	Montaña con roca sedimentaria alterada.
6	km 174+100	km 173+190	Vertiente pie de monte coluvial.

Fuente: Propia del investigador

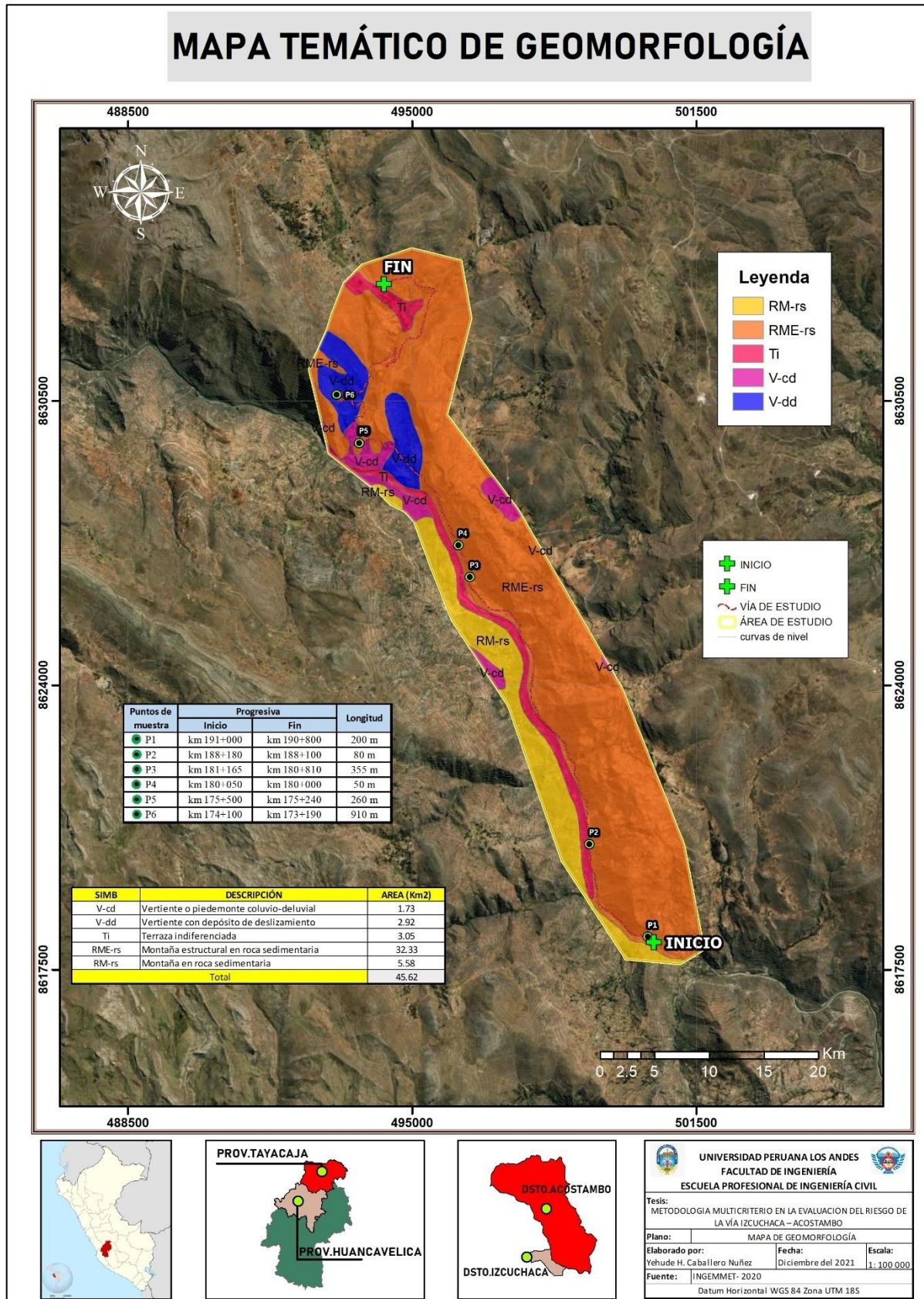
Para la elaboración del mapa de geomorfología (figura 19), se empleó los datos shapefiles de la plataforma del INGEMET, donde se delimito un área de 45.62 km², alrededor de los 24 kilómetros de la vía de estudio. Del mapa podemos verificar que la mayoría del terreno (70.88%) está comprendido por montañas estructurales en rocas sedimentarias, tal como se aprecia en la siguiente figura:

Figura 18: Porcentajes de la composición geomorfológica del área de estudio



Fuente: mapa INGEMMET, actualizado por investigador.

Figura 19: Mapa temático de geomorfología



Fuente: Propia del investigador

4.1.2. Pendiente

La vía materia de estudio se caracteriza por presentar pendientes que van desde terrenos llanos con pendientes suaves menores a 5° hasta pendientes muy escarpadas mayores a 45°. Sin embargo, a lo largo de la vía predomina en mayor porcentaje (33.83%) las pendientes abruptas de 25° a 45°. Tal como se detalla en el siguiente mapa de pendientes (figura 20) elaborado en base a los datos shapefiles del INGEMET.

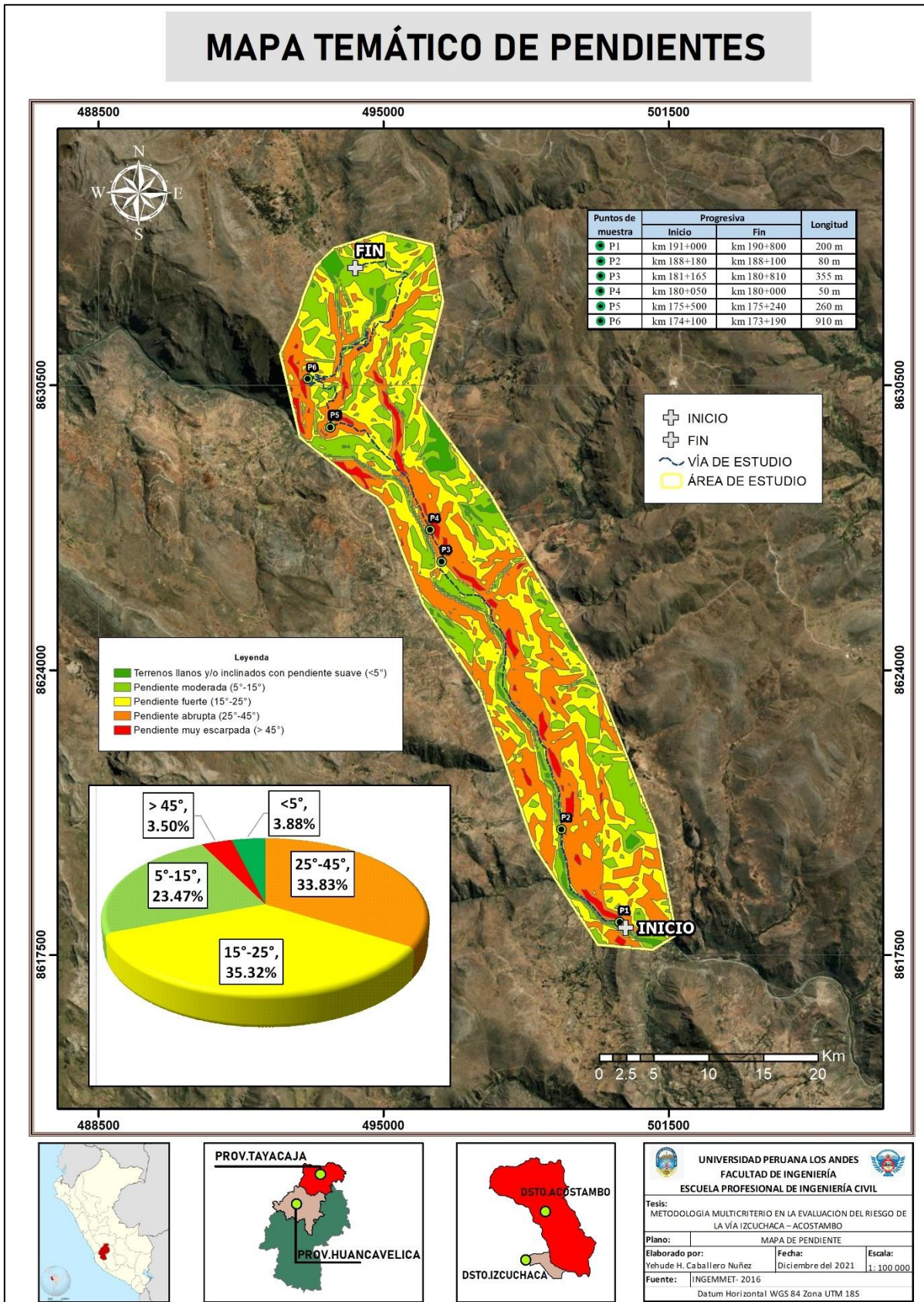
La pendiente en los 06 puntos de muestra se detalla en la tabla 11.

Tabla 11: Pendiente en puntos críticos

Tramos	Progresivas		Pendiente
	Inicio	Fin	
1	km 191+000	km 190+800	Pendiente muy escarpado
2	km 188+180	km 188+100	Pendiente muy escarpado
3	km 181+165	km 180+810	Pendiente muy escarpado
4	km 180+050	km 180+000	Pendiente abrupta
5	km 175+500	km 175+240	Pendiente abrupta
6	km 174+100	km 173+190	Pendiente muy escarpada.

Fuente: Propia del investigador

Figura 20: Mapa temático de pendientes



Fuente: Propia del investigador

4.1.3. Geología

La vía se encuentra en el substrato rocoso de formación sedimentaria cuyas edades son del Mesozoico. La geología local de la vía desde el tramo de Izcuchaca hasta Acostambo que comprende 24 kilómetros se encuentran rocas sedimentarias conformadas por lutitas y areniscas, además se encuentran depósitos cuaternarios a base de cantos angulosos de tamaños pequeños, bancos conglomerados de lutitas y la mayor parte se conforman estratos de calizas goyllarizquizga con pendientes muy altas casi verticales. De acuerdo con el mapa geológico elaborado en base a los shapefiles del INGEMMET, infiere una falla geológica que va en dirección Nor Oeste, paralela al río Mantaro.

Figura 21: Muestran a las calizas de formación Pariatambo, luego Depósitos Cuaternarios y las Calizas del grupo Goyllarisquizga.



Fuente: Propia – INGEMMET

La geología local de los puntos críticos detallamos en la tabla N° 12.

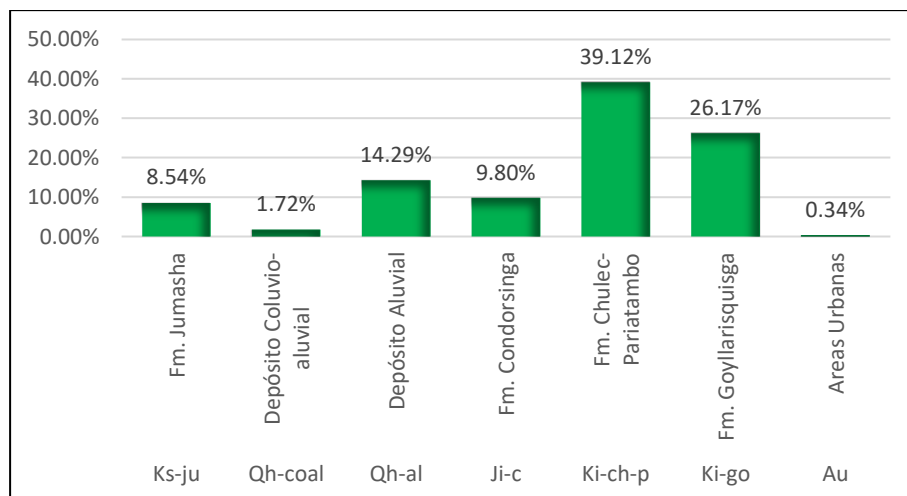
Tabla 12: Geología local de puntos críticos.

Tramos	Progresivas		Geología
	Inicio	Fin	
1	km 191+000	km 190+800	Rocas sedimentarias de la familia chulec pariatambo
2	km 188+180	km 188+100	Deposito aluvial de gravas arenas y arcillas inconsolidados.
3	km 181+165	km 180+810	Rocas sedimentarias de familia chulec pariatambo
4	km 180+050	km 180+000	Depósitos de calizas con arenisca.
5	km 175+500	km 175+240	Rocas sedimentarias de la Familia Goyllarisquisga.
6	km 174+100	km 173+190	Rocas sedimentarias de Familia Condorsenja

Fuente: Propia del investigador

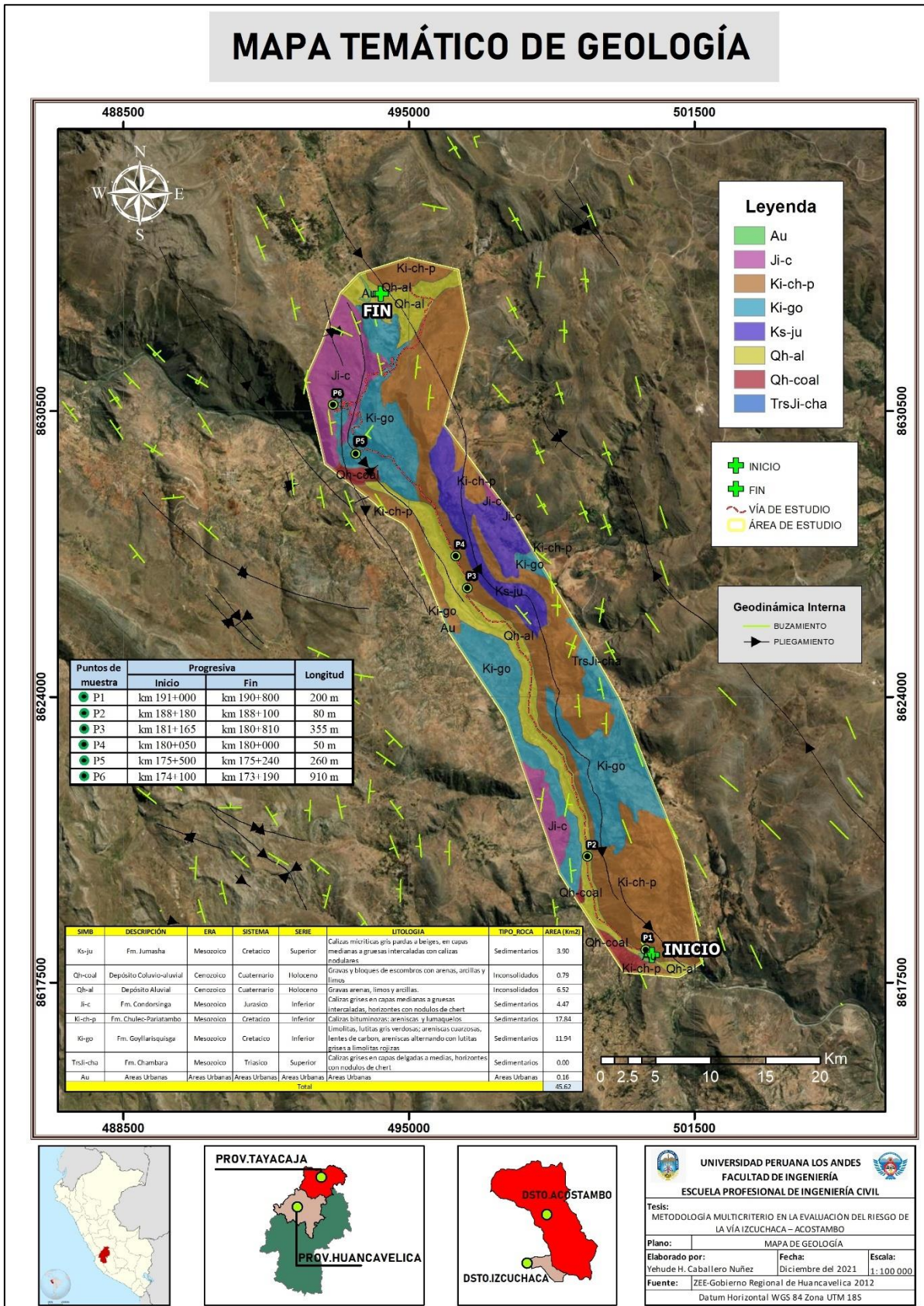
Del mapa geológico, donde se delimito un área de 45.62 km², alrededor de los 24 kilómetros de la vía de estudio se puede llegar a la conclusión: que la mayor parte del área (39.12%) se encuentra conformado por Fm. Chulec-Pariatambo que litológicamente comprende calizas bituminosas: areniscas y lumaquelos. Seguido de Fm. Goyllarisquisga (26.17%) litológicamente conformado por limolitas, lutitas gris verdosas; areniscas cuarzosas, lentes de carbón, areniscas alternando con lutitas grises a limolitas rojizas.

Figura 22: Porcentajes de la composición geológica del área de estudio.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 23: Mapa temático de geología.



Fuente: Propia del investigador

4.1.4. Tipo de estructuras de taludes de vía

Para la medición de las pendientes de los taludes se empleó el eclímetro, en la tabla 13 se describen los tipos de talud encontrados en los 6 puntos de estudio:

- **km 191+000 al km 190+800:** El talud de la vía tiene una pendiente mayor de 80% y una altura promedio mayor de 50 metros, las obras de arte no soportan en temporadas de lluvias, intensidades mayores a 75 mm durante 24 horas.
- **km. 188+180 al km 188+100:** Esta zona tiene laderas con pendiente mayores de 80% y se activan en temporadas de lluvias formando cárcavas. El talud de la vía prácticamente ha desaparecido por las constantes deslizamiento.
- **km. 181 +165 al km. 180+810:** Esta zona tiene taludes de altura en promedio de 2.5 metros, el terreno tiene pendientes mayores a 60%, las obras de drenaje se encuentran funcionando normalmente.
- **km. 180+050 al km. 180+000:** La zona se caracteriza porque el talud carece de perfilado y tiene una altura promedio de 2.80 metros, la pendiente del terreno es mayor a 70%, la plataforma se encuentra en condiciones normales y las obras de arte vienen funcionando con normalidad.
- **km. 175+500 al km. 175+240:** Zona de Challhuas, la pendiente del terreno es mayor de 45%, el talud de la vía se encuentra en pésimas condiciones, sin perfilado y tiene una altura de 3 metros.
- **km. 174+100 al km. 173+190:** Este tramo se encuentra en una montaña que asciende al distrito de Acostambo donde existe dos tipos de taludes,

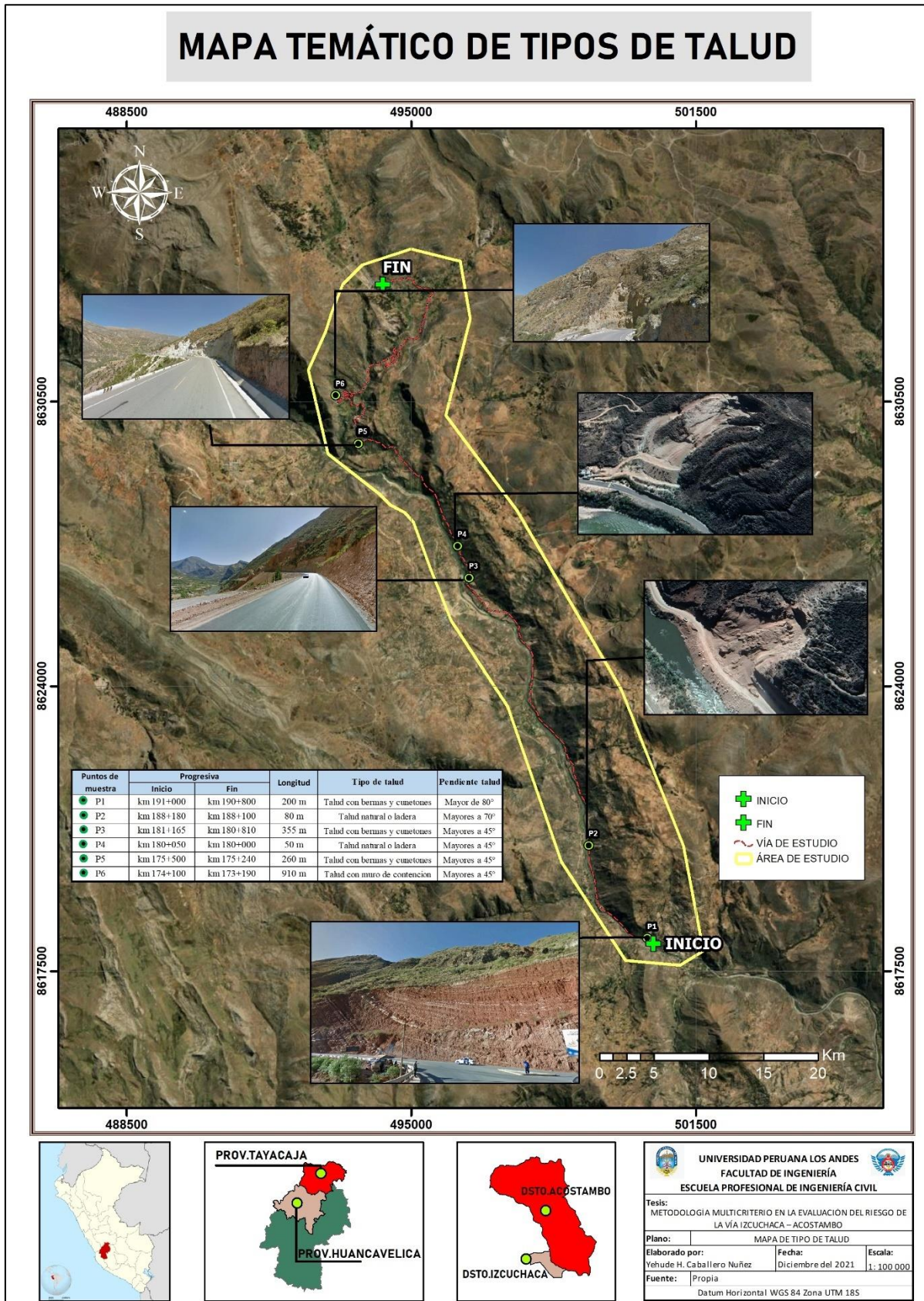
una de forma natural perfilado en una longitud de 720 metros y que tiene una altura promedio de 2.5 metros, otro talud de gaviones construido a base de malla y piedra grande de 2.20 metros de altura con una longitud total de 190 metros. La pendiente del terreno es mayor de 75%, las aguas pluviales discurren por las laderas del cerro y son canalizados por las obras de arte de la carretera.

Tabla 13: Tipo de taludes

Puntos de muestra	Progresiva		Longitud	Tipo de talud
	Inicio	Fin		
P1	km 191+000	km 190+800	200 m	Talud natural
P2	km 188+180	km 188+100	80 m	Talud natural
P3	km 181+165	km 180+810	355 m	Talud natural
P4	km 180+050	km 180+000	50 m	Talud natural
P5	km 175+500	km 175+240	260 m	Talud natural
P6	km 174+100	km 173+190	910 m	Talud mixto (natural y artificial).

Fuente: En base a la ficha de campo.

Figura 24: Mapa temático de tipos de taludes.



Fuente: propia del investigador

4.1.5. Frecuencia de deslizamientos en la vía

De acuerdo con la información recabada (Provias Nacional, 2021), sobre los derrumbes efectuados en el tramo Izcuchaca – Acostambo suscitada durante los 03 últimos años es decir desde el año 2019 al 2021 y la recopilación de información de campo se muestra las características de los derrumbes en la siguiente tabla.

Tabla 14: Inventario de deslizamiento vial Izcuchaca – Acostambo

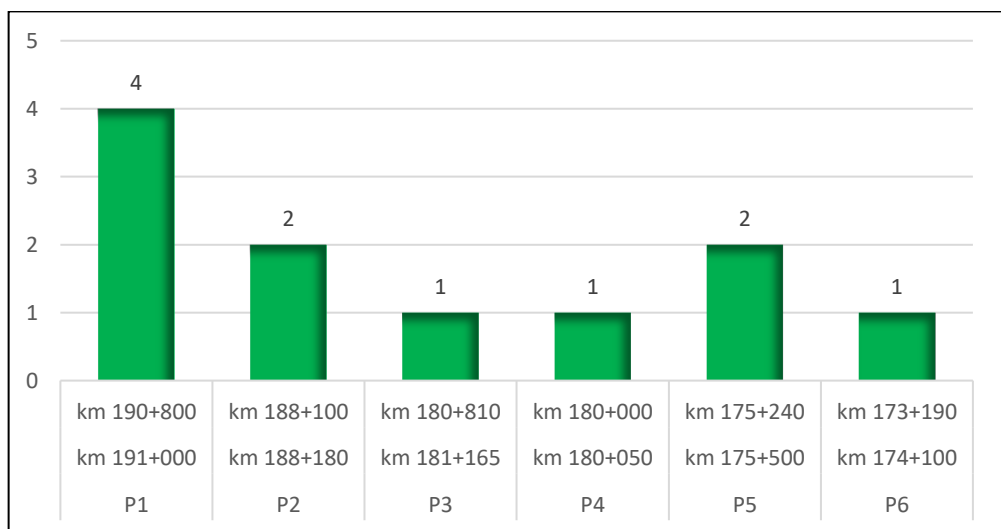
Punto de muestra	Progresiva	Frecuencia 2019 - 2021		Características deslizamiento
		Fecha Inicio	Fecha Termino	
P1	191+000 al 190+800	03-06-21	13-07-21	El derrumbe afecta la berma y cunetas de la vía debido a la acumulación de material cuaternario y bloques de rocas sedimentarias compuesto por lutitas y areniscas, el material proviene de las partes altas de talud compuesto por depósitos coluviales, el talud tiene pendientes mayores de 45° constituyendo los factores condicionantes para el derrumbe. Se estima que el volumen del derrumbe que alcanzo el año 2017 acumulo 5250 m ³ . El equipo utilizado para la limpieza consta de un cargador frontal, 02 volquetes de 16 m ³ de capacidad. Hasta la fecha continua la caída de derrumbes en pequeñas cantidades debido a que no se ha logrado estabilizar el talud de la zona y representa un peligro para la población que circula por esta vía.
		17-07-21	24-09-21	
		25-10-20	26-11-20	
		10-11-18	14-12-19	
P2	188+180 al 188+100	21-12-20	27-12-20	El material del derrumbe compuesto por rocas sedimentarias del grupo goyllarisquiza forman depósitos de lutitas, arenosas y bloques de calizas alteradas de diámetros mayores a 1 metro que se acumula en la vía y llegaron a acumular más de es 3620 m ³ el año 2020. El equipo utilizado para la limpieza es de un cargador frontal y un volquete de 16 m ³ de capacidad. Esta vía continua el peligro debido a que no se controla la estabilidad del talud y representa un peligro para los transeúntes.
		08-01-19	18-01-19	
P3	181+165 al 180+810	30-01-21	6-02- 21	El material del derrumbe está compuesto por estratos de lutitas con inclinación de 25% y cuando se activa afecta las cunetas y parte de la berma. El material que se acumula es un estimado de 410 m ³ . Actualmente este derrumbe se encuentra controlado y se viene transitando normalmente.
P4	180+050 al 180+000	13-04-21	17-04-21	El material del talud del derrumbe está compuesto por calizas fracturadas que buzan casi horizontalmente y compuesto por areniscas y calizas. Actualmente este derrumbe está controlado y se transita normalmente. Cuando se

				activa afecta el pontón y berma de la vía, se estima que se acumula hasta 310 m ³ .
P5	175+500 al 175+240	27-10-20	4-12-20	El material del derrumbe está compuesto por bloques de caliza y arenisca de formación pucara que cuando se activa se estima que acumula en la berma y cunetas de 610 m ³ de bloques de roca suelta de diámetro menores a 1.5 metros. Actualmente se encuentra controlado el talud y la vía viene funcionando normalmente, sin embargo, existe fisuras en algunos bloques del talud de vía.
		14-12-19	19-12-19	
P6	174+100 al 173+190	7-12-20	12-12-20	En este tramo el talud de vía se encuentra depósitos de lutitas con fragmentos angulosos pequeños de areniscas alterados, en la parte intermedia se tiene un estrato inclinado de 1.5 metros de potencia que se encuentran totalmente facturados. Actualmente esta zona el talud está controlado y permanentemente mantenimiento de vías, por tanto, se encuentra en buenas condiciones la vía. Se estima que cuando ocurre deslizamiento se acumula hasta 310 m ³ de material en la vía y cunetas.

Fuente: Recopilación de información propia y análisis de informe de Provias.

De acuerdo con lo observado la progresiva que presenta mayores deslizamientos es la del punto 1 (km 191+000 al 190+800) con 4 deslizamiento en los últimos 3 años, seguido del punto 2 (km 188+180 al 188+100) con una frecuencia de 2 deslizamientos.

Figura 25: Numero de deslizamientos en los últimos 3 años.



Fuente: Elaboración propia.

4.1.6. Clima y Precipitación

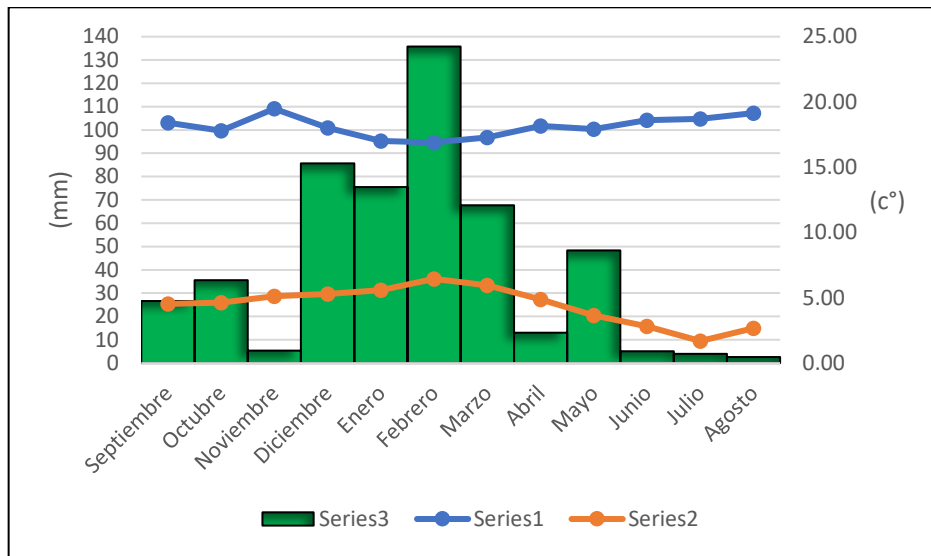
Según el mapa climático nacional del senamhi, el cual se elaboró mediante el método de clasificación climática de Warren Thornthwaite, nuestra área de estudio encontramos dos tipos de climas.

- **Clima de tipo semiseco, frío y con otoño e invierno seco:** Presenta durante el año, en promedio, temperaturas máximas de 15°C a 19°C y temperaturas mínimas de -1°C a -3°C. Además, los acumulados anuales de lluvias varían de 700 mm a 900 mm aproximadamente.
- **Clima de tipo semiseco, templado y húmedo:** Presenta durante el año, en promedio temperaturas máximas de 21°C a 25°C y temperaturas mínimas de 7°C a 11°C. Los acumulados anuales de lluvias en estas zonas pueden alcanzar valores desde los 700 mm hasta los 2000 mm aproximadamente.

Durante los meses de diciembre, enero, febrero, marzo y abril se producen las mayores precipitaciones en la zona. según el método de interpolación implementado por SENAMHI.

El análisis de precipitación ejecutado para la vía Izcuchaca- Acostambo, se realizó en la estación Pilchaca donde las máximas precipitaciones alcanzaron a 135 mm durante el mes de febrero. Seguido del mes de diciembre donde alcanzo alrededor de 85 mm durante dicho mes. Tal como se aprecia en la siguiente figura:

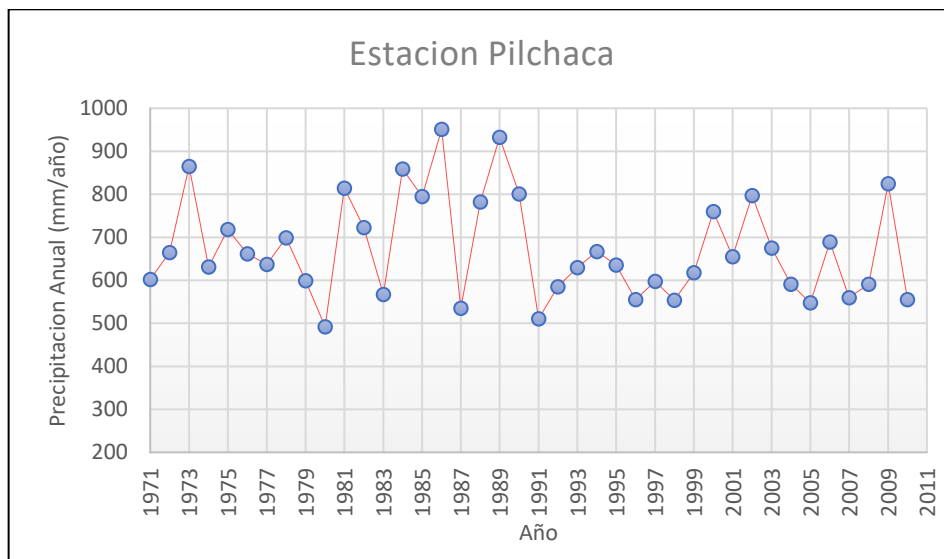
Figura 26: Análisis de temperatura y precipitación de la estación meteorológica Pilchaca.



Fuente: En base a datos de SENAMHI.

También se tiene datos históricos de las precipitaciones anuales desde el año 1971 al 2011 de la estación Pilchaca. Donde se aprecia que el pico más alto de precipitación se suscitó en el año 1986 alcanzando una precipitación anual cerca de los 1000 mm.

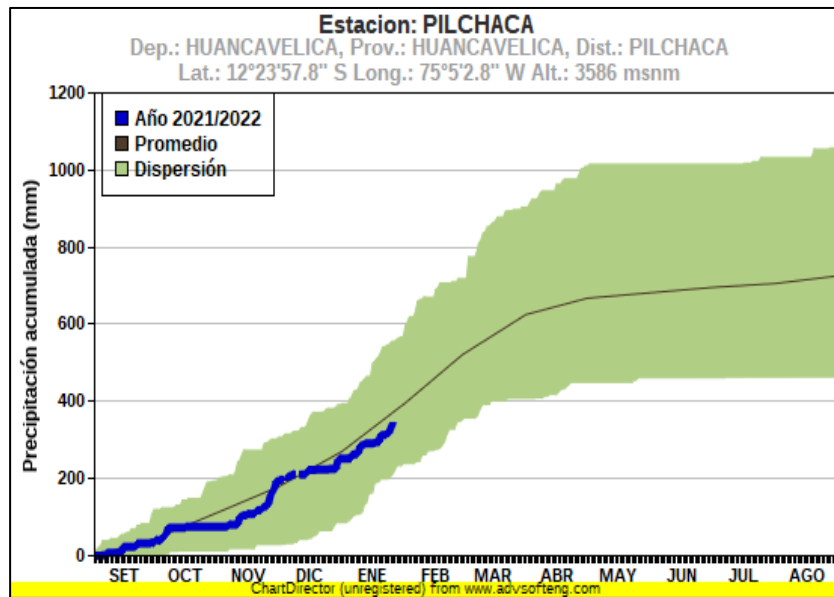
Figura 27: Datos históricos de la precipitación en la estación meteorológica Pilchaca.



Fuente: En base a datos de SENAMHI.

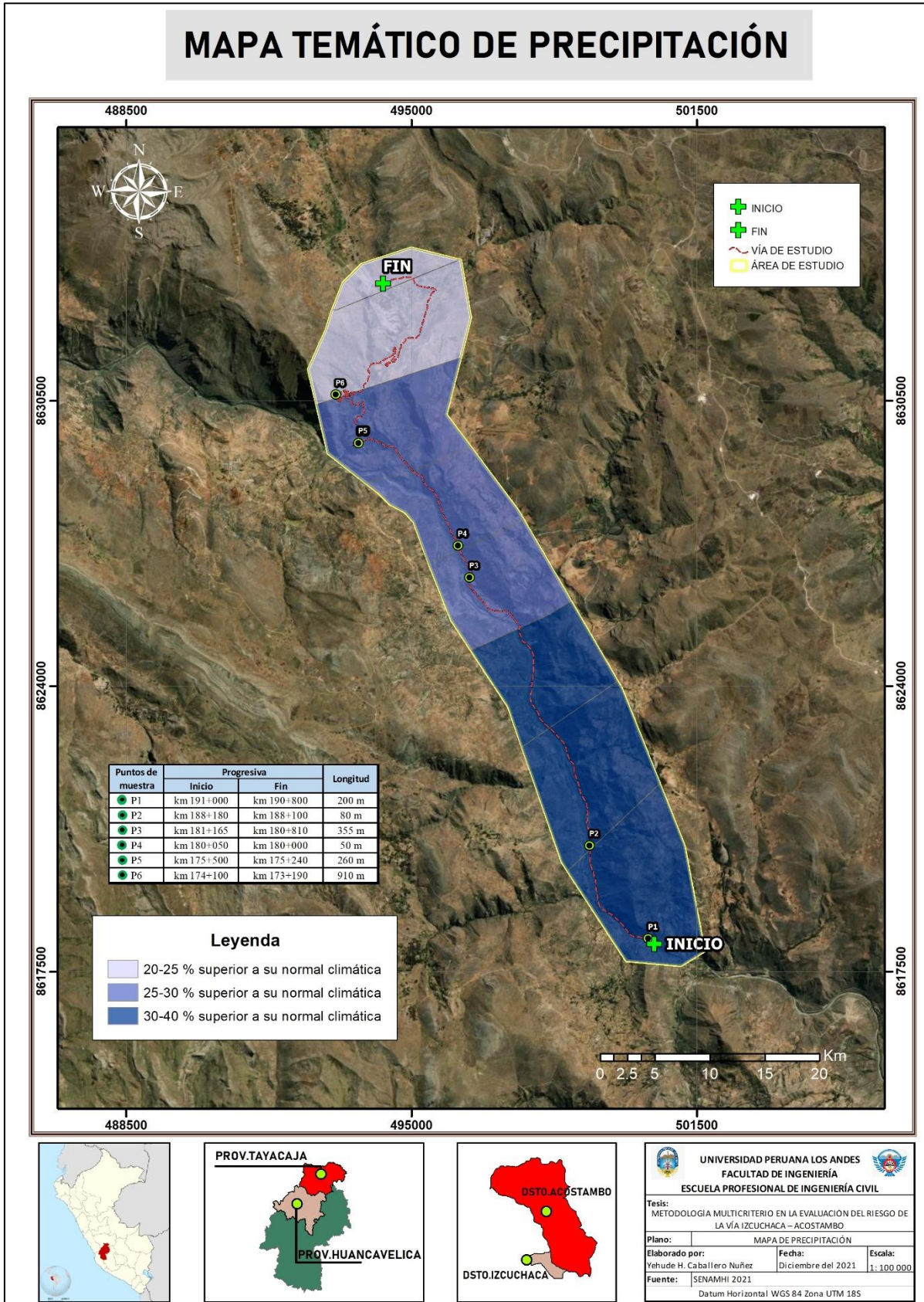
El año 2017, durante el fenómeno del niño, las precipitaciones pluviales superaron las condiciones es por ello por lo que se categorizo en rangos de anomalías en base a la desviación de la precipitación.

Figura 28: Dispersión de la intensidad de lluvias acumulada en la estación meteorológica de Pilchaca.



Fuente: Pagina web SENAMHI

Figura 29: Mapa temático de precipitaciones



Fuente: Propia del investigador

4.1.7. Estado de la vía

Habiendo ejecutado el inventario vial en base a la recopilación documentaria y la contrastación en campo desde Izcuchaca ubicado en el km 191+000 hasta Acostambo km 167+000, se presenta los siguientes resultados en la tabla 15.

Tabla 15: Inventario del Estado de conservación de vía

Inventario vial	Progresivas	Km.	Nota
El estado de vía es Malo, No funciona las obras de arte como drenaje y alcantarillas, el sistema se encuentra colapsado.	190+800 al 191+000	0.200	Punto de muestra
	188+100 al 188+180	0.080	Punto de muestra
	180+810 al 181+165	0.355	Punto de muestra
La vía se encuentra en estado Regular, funciona parcialmente el drenaje y requiere de mantenimiento permanente.	188+180 al 190+800	2.620	
	181+165 al 188+100	6.935	
	180+050 al 180+810	0.760	
	180+000 al 180+050	0.050	Punto de muestra
	175+500 al 180+000	4.500	
	175+240 al 175+500	0.260	
El estado de la vía se encuentra en estado bueno, funciona las obras de arte, pero requiere mantenimiento permanente.	173+190 al 174+100	0.910	Punto de muestra
El estado de la vía se encuentra en estado muy bueno, está en mantenimiento permanente.	167+ 000 al 173+190	6.190	
TOTAL		24.000	

Fuente: Datos de Provias Actualizada por Investigador.

4.1.8. Atención de emergencia vial

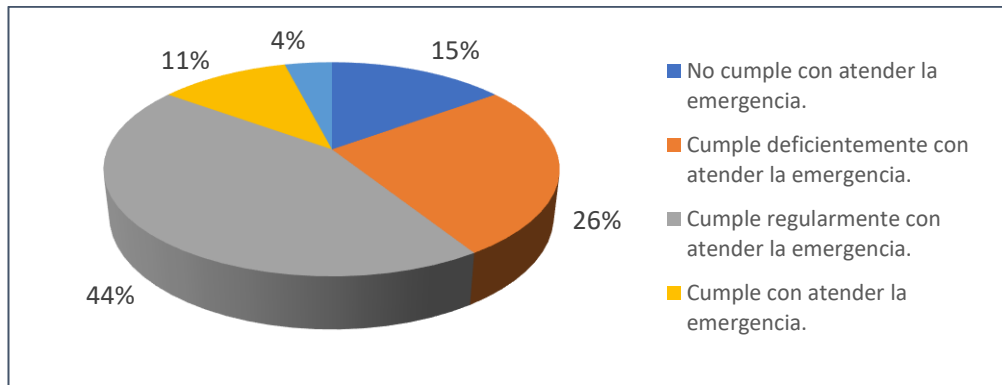
Para determinar la vulnerabilidad física del parámetro atención de emergencia vial se ejecutó la encuesta de Likert a la población que hace uso de la vía (muestra no probabilística: 100 personas), cuyos resultados se presenta en la tabla 16.

Tabla 16: Resultados de encuesta atención de emergencia vial

¿Cuándo existe derrumbes en la vía, como percibe usted la respuesta de Provias quien es la institución encargada de atender la emergencia?	Resultados
No cumple con atender la emergencia.	15
Cumple deficientemente con atender la emergencia.	26
Cumple regularmente con atender la emergencia.	44
Cumple con atender la emergencia.	11
Cumple altamente con atender la emergencia	04
Total	100

Fuente: Elaborado en base a la ficha de campo.

Figura 30: Resultados en porcentaje de atención de emergencia vial



Fuente: Elaboración en base a la tabla 16.

De acuerdo con los datos 44% de la encuesta menciona que PROVIAS, cumple regularmente con atender la emergencia seguido de un 26% que considera cumple deficientemente con atender la emergencia, mientras que un 15% percibe que PROVIAS no cumple con atender la emergencia. Un 11% manifiesta que cumple con atender la emergencia y solo un 4% tiene la sensación de que cumple altamente en atender la emergencia.

4.1.9. Servicio de transporte expuesto

Se realizó una encuesta de Likert, para conocer la precepción de la población que circulan por la vía (muestra no probabilística: 100 personas) ante la ocurrencia del peligro por deslizamientos de talud en la vía, cuyos resultados se indican en la tabla

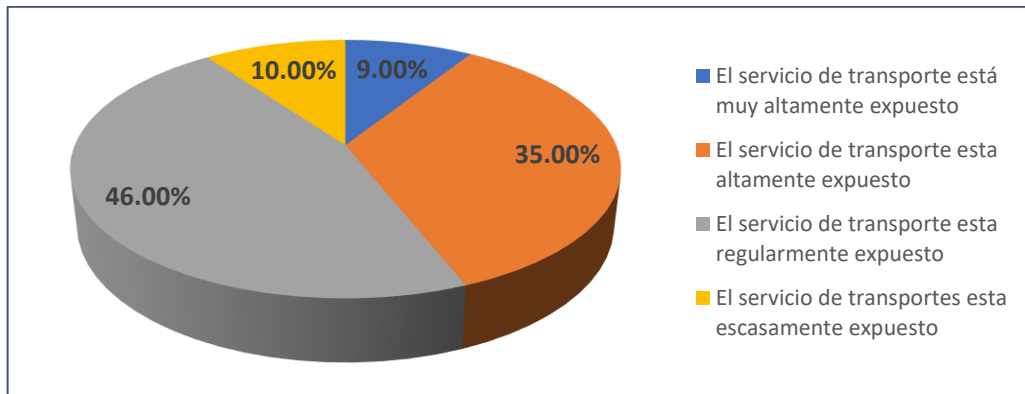
17:

Tabla 17: Resultados de encuesta: servicio de transporte expuesto

¿En qué nivel percibe que se encuentre el servicio de transporte ante la ocurrencia del peligro de derrumbes en la vía?	Resultados
El servicio de transporte está muy altamente expuesto	09
El servicio de transporte está altamente expuesto	35
El servicio de transporte esta regularmente expuesto	46
El servicio de transporte esta escasamente expuesto	10
El servicio de transportes no se encuentra expuesto	00
Total	100

Fuente: Elaborado en base a la ficha de campo.

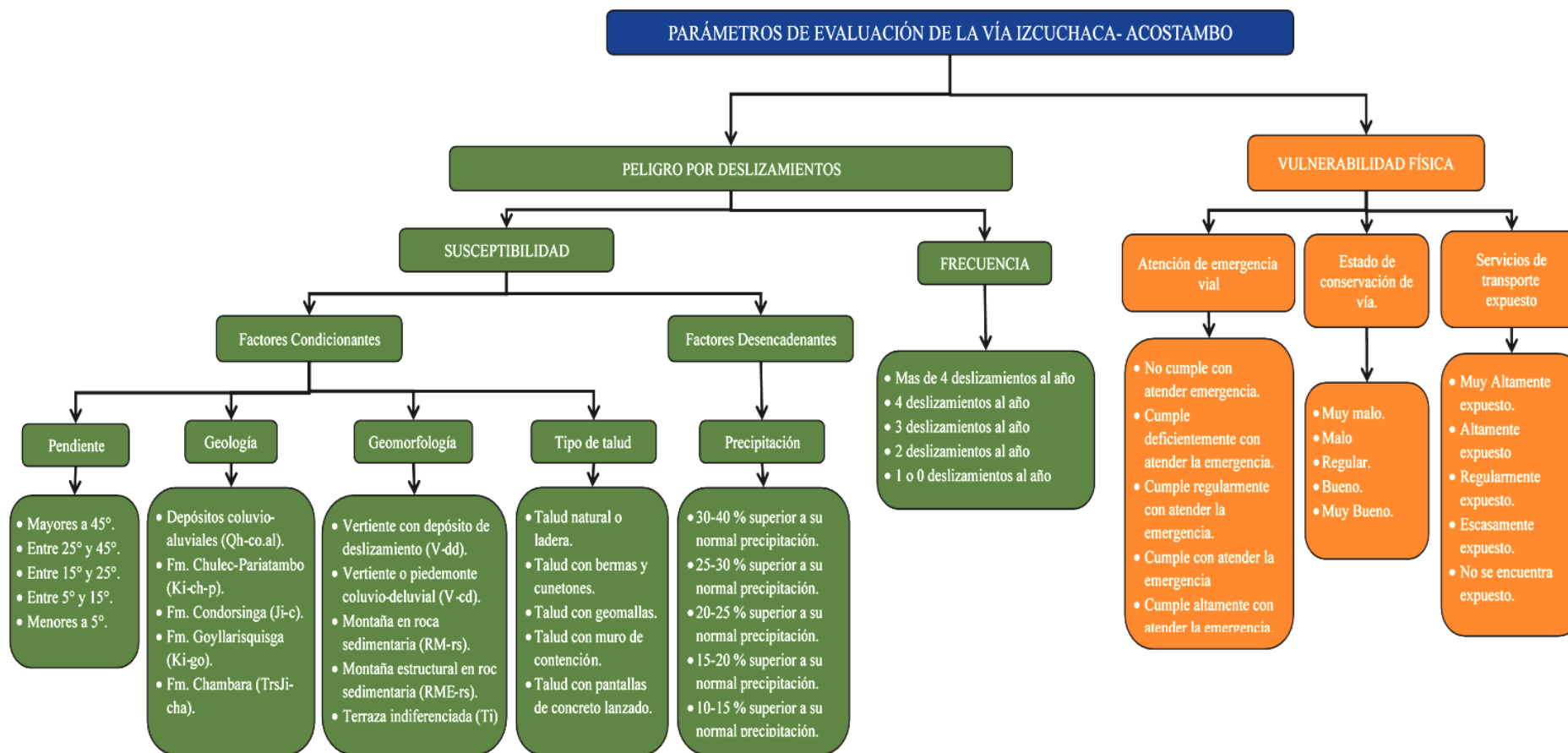
Figura 31: Resultados en porcentaje de la encuesta del servicio de transporte expuesto.



Fuente: Elaboración en base a la tabla 17

De acuerdo con la figura el 46% de la encuesta menciona que el servicio de transporte está altamente expuesto a sufrir un accidente por deslizamientos seguido de un 35% que considera que el servicio de transporte esta regularmente expuesto a sufrir accidentes durante su tránsito por la vía.

Figura 32: Resumen de los parámetros para el cálculo del riesgo de la vía Izcuchaca -Acostambo



Fuente: Propia del investigador.

Interpretación:

De la figura N° 32 se puede apreciar que se identificaron múltiples parámetros y sub-parámetros para poder evaluar el nivel de riesgo en la vía Izcuchaca-Acostambo. Resaltando para el cálculo del peligro: pendiente, geología, tipo de talud, geomorfología, siendo el factor desencadenante para generar deslizamientos las precipitaciones que ocurren en la zona de estudio. Mientras que para determinar el nivel de vulnerabilidad física resaltan los parámetros: estado de conservación de vía, atención de emergencias y nivel de exposición de la vía.

4.2. Respecto del objetivo específico: Calcular el nivel de peligro de la vía Izcuchaca - Acostambo

Para determinar el nivel de peligro se utiliza la caracterización de cada uno de los parámetros que indico en el ítem 4.1 y el cálculo que se adjunta en los anexos cuyos resultados obtenidos luego de la aplicación del método multicriterio se aprecian en la tabla N° 18.

Tabla 18: Peso ponderados de los parámetros y sub-parámetros del peligro.

		Parámetro		Sub-Parámetro	
Susceptibilidad	Factor Condicionante	Pendiente	47.45%	> 45°	50.28%
				25°-45°	26.02%
				15°-25°	13.44%
				5°-15°	6.78%
				<5°	3.48%
		Geología	33.80%	Depósitos coluvio-aluviales (Qh-co.al)	52.38%
				Fm. Chulec-Pariatambo (Ki-ch-p)	32.67%
				Fm. Condorsinga (Ji-c)	12.49%
				Fm. Goyllarisquisga (Ki-go)	6.53%
				Fm. Chambara (TrsJi-cha)	3.48%
		Geomorfología	11.49%	Vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd)	55.70%
				Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial (V-cd)	32.24%
				Montaña en roca sedimentaria (RM-rs)	12.23%
				Montaña estructural en roca sedimentaria (RME-rs)	8.04%
				Terraza indiferenciada (Ti)	3.24%
		Tipo de talud	7.25%	Talud natural o ladera	50.28%
				Talud con bermas y cunetas	26.02%
				Talud con geomallas	13.44%
	Talud con muro de contención			6.78%	
	Talud con pantallas de concreto lanzado			3.48%	
	Factor Desencadenante	Rango de Anomalías (%)	100%	30-40 % superior a su normal climática	50.28%
				25-30 % superior a su normal climática	26.02%
				20-25 % superior a su normal climática	13.44%
15-20 % superior a su normal climática				6.78%	
10-15 % superior a su normal climática				3.48%	
Frecuencia	Frecuencia de los deslizamientos	100%	Mas de 4 deslizamientos al año que interrumpen vía	49.53%	
			De 3 a 4 deslizamientos al año que interrumpen la vía	25.90%	
			2 deslizamientos al año que interrumpen la vía	13.71%	
			1 deslizamiento al año que interrumpe la vía	7.19%	
			0 deslizamientos al año que interrumpen la vía	3.66%	

Fuente: Elaboración propia

Todo este proceso de cálculo se ejecutó mediante la metodología multicriterio, luego estos resultados se llevaron al programa ARCGIS, donde se obtuvo el mapa de peligros que muestra la figura N° 34 y la tabla N° 19, presento el resultado del nivel de peligro.

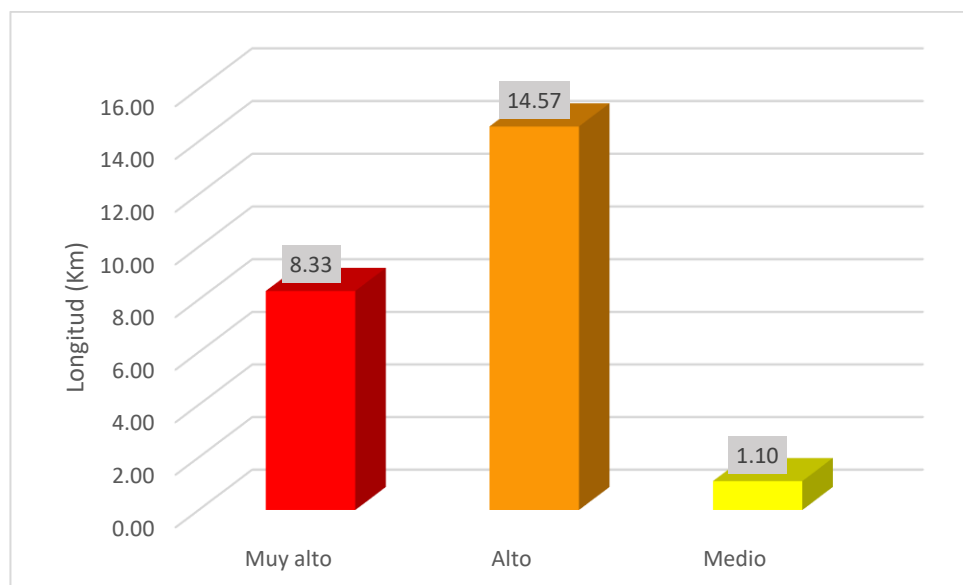
Tabla 19: Nivel de peligro en tramo Izcuchaca- Acostambo.

Nivel de peligro	(km)	Porcentaje
Muy alto	8.33	34.71%
Alto	14.57	60.71%
Medio	1.10	4.58%
Total	24.00	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

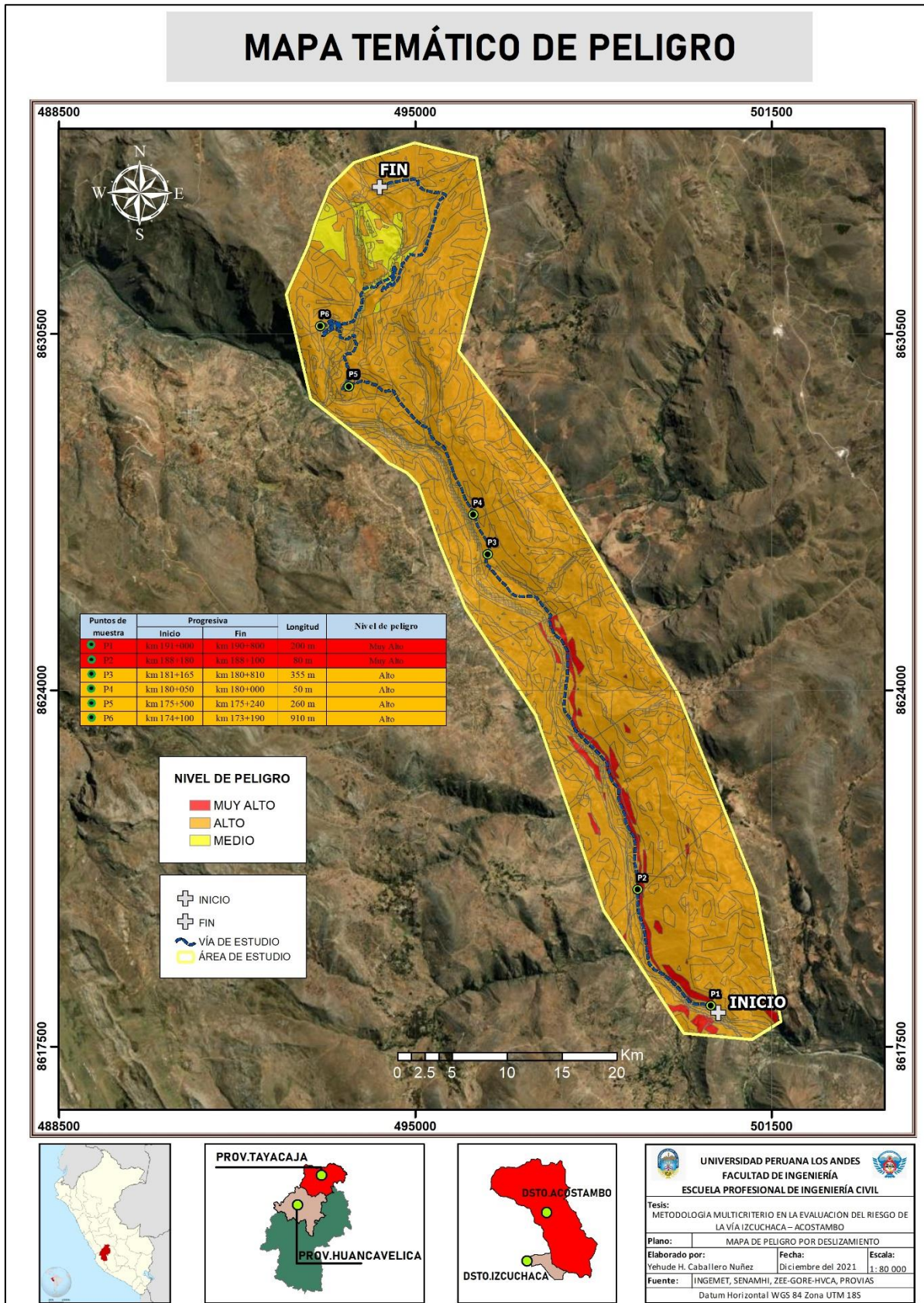
En la tabla N° 19, podemos apreciar que 8.33 km. representa el 34.71% de la vía que se encuentra en riesgo muy alto, mientras que 14.57 km que representa el 60.71% de la vía se encuentra en riesgo alto y 1.10 km se encuentra en riesgo medio como podemos apreciar en la figura 33.

Figura 33: Nivel de peligro de la vía Izcuchaca – Acostambo.



Fuente: en base a la tabla 19.

Figura 34: Mapa de peligro en el área de estudio



Fuente: Propia del investigador

Interpretación:

De los 6 puntos de muestra el punto 3 (km 181+165 al km 180+810), punto 4 (km 180+050 al km 180+000), punto 5 (km 175+500 al km 175+240) y punto 6 (km 174+100 al km 173+190), se encuentran en un nivel de **peligro alto**, que es el resultado de encontrarse en una pendiente escarpada de 25° a 45°, presenta una geología perteneciente las rocas a la Fm. Chulec-Pariatambo, geomorfológicamente presenta en una zona de vertiente o piedemonte coluvio-deluvial, que ante las precipitaciones anómalas desencadenan deslizamientos que interrumpen la vía.

Mientras que solo el punto 1 (km 191+000 al km 190+800) y punto 2 (km 188+180 al km 188+100), se encuentran en un nivel de peligro muy alto por la presencia de pendientes muy escarpadas mayor a 45° con una geología compuesto por depósitos coluvio-aluviales, mientras que la geomorfología se encuentra en una zona de vertiente con depósito de deslizamiento, el tipo de talud es natural que ante las precipitaciones intensas desencadenan en deslizamientos constantes.

4.3. Respecto al objetivo específico: Determinar el nivel de vulnerabilidad de la vía Izcuchaca - Acostambo

Para determinar el nivel de vulnerabilidad física, se ejecutó previamente la encuesta de Likert que se encuentra en los anexos y cuyos resultados aplicando el cálculo de acuerdo con la metodología multicriterio se presenta a continuación:

Tabla 20: Peso ponderado de los parámetros de vulnerabilidad

Vulnerabilidad Física	Parámetro		Sub-parámetro	
	Atención de emergencia vial	68.06%	No cumple con atender emergencia	49.29%
Cumple deficientemente con atender la emergencia			25.71%	
Cumple regularmente con atender la emergencia			14.39%	
Cumple con atender la emergencia			7.10%	
Cumple altamente con atender la emergencia			3.52%	
Estado de conservación de vía	20.14%	Muy malo	52.93%	
		Malo	27.81%	
		Regular	13.84%	
		Bueno	6.69%	
		Muy bueno	3.44%	
Servicios de transporte expuesto	11.79%	Muy altamente expuesto	50.59%	
		Altamente expuesto	26.51%	
		Regularmente expuesto	13.59%	
		Escasamente expuesto	6.90%	
		No se encuentra expuesto	3.56%	

Fuente: Elaboración propia

Todo este proceso de cálculo se ejecutó mediante la metodología multicriterio para luego llevar al programa ARCGIS donde se obtuvo el mapa de vulnerabilidades que indico en la figura 36 y la tabla N° 21.

Tabla 21: Nivel de vulnerabilidad de la vía Izcuchaca - Acostambo

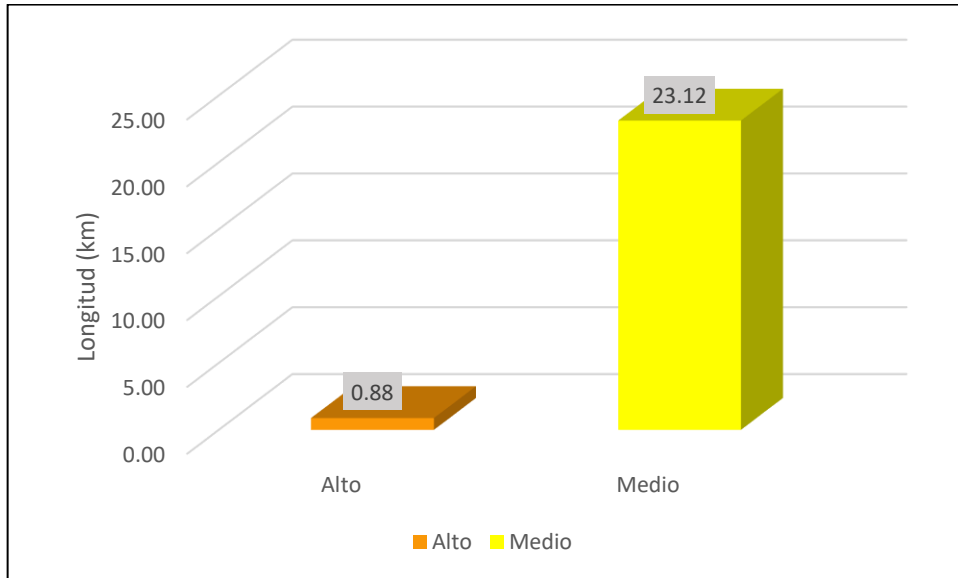
Nivel de vulnerabilidad	Longitud (km)	Porcentaje
Alto	0.88	3.66%
Medio	23.12	96.34%
Total	24.00	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla 21, se puede apreciar que la mayor parte de la longitud de la vía 23.12 km que representa el 96.34% se encuentra en un nivel de vulnerabilidad

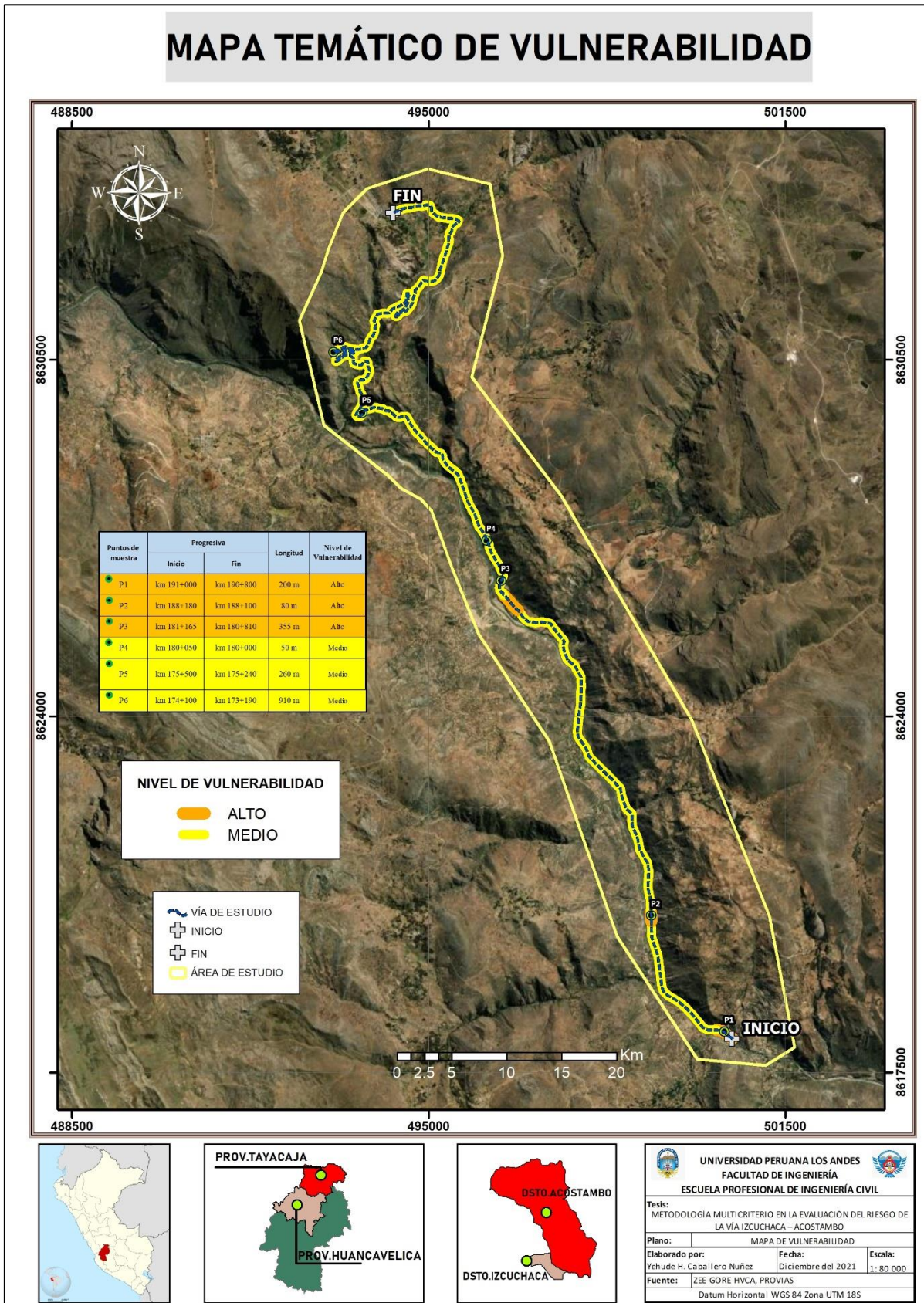
medio. Mientras que solo 0.88 km de la vía que representa el 3.66%, se encuentra en un nivel de vulnerabilidad alta como se muestra en la figura 35.

Figura 35: Nivel de vulnerabilidad vía Izcuchaca- Acostambo.



Fuente: En base a la tabla 21.

Figura 36: Mapa del nivel de vulnerabilidad.



Fuente: Propia del investigador.

Interpretación:

De los 6 puntos de muestra el punto 4 (km 180+050 al km 180+000), punto 5 (km 175+500 al km 175+240) y punto 6 (km 174+100 al km 173+190), se encuentran en un nivel de **vulnerabilidad medio**, mientras que en las muestras de los puntos 1 (km 191+000 al km 190+800), punto 2 (km 188+180 al km 188+100) y punto 3 (km 181+165 al km 180+810), se encuentran en un nivel de vulnerabilidad alta.

4.4. Respecto del objetivo general: Determinar el nivel de riesgo de la vía Izcuchaca - Acostambo

Con los resultados de los valores obtenidos del peligro y vulnerabilidad de la vía Izcuchaca- Acostambo, se llevó la base de datos al programa ARCGIS donde se obtuvo el mapa de riesgos que muestro en la figura N° 38 y la Tabla N° 22.

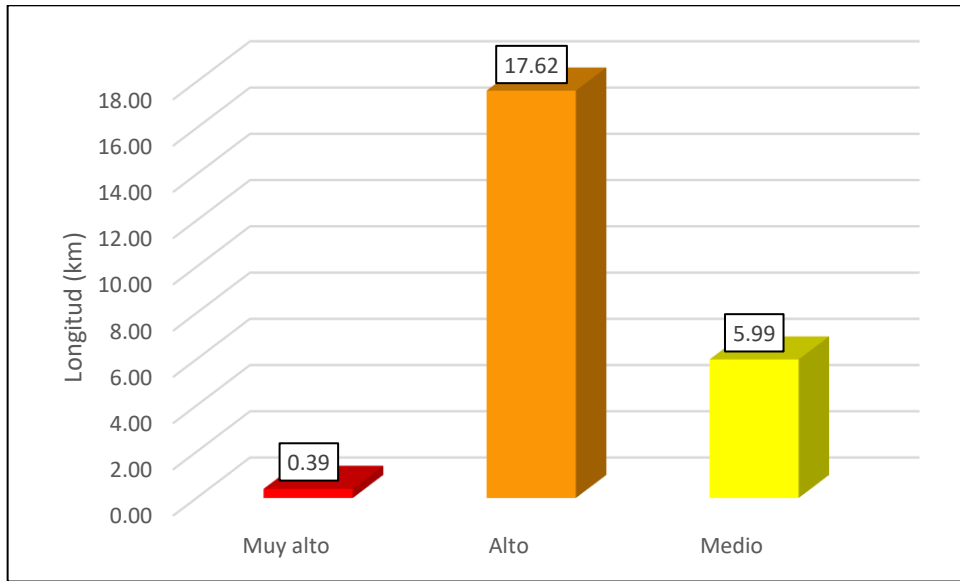
Tabla 22: Nivel de riesgo de la vía Izcuchaca – Acostambo.

Nivel de Riesgo	Longitud (km)	Porcentaje
Muy Alto	0.39	1.64%
Alto	17.62	73.40%
Medio	5.99	24.96%
Total	24.00	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

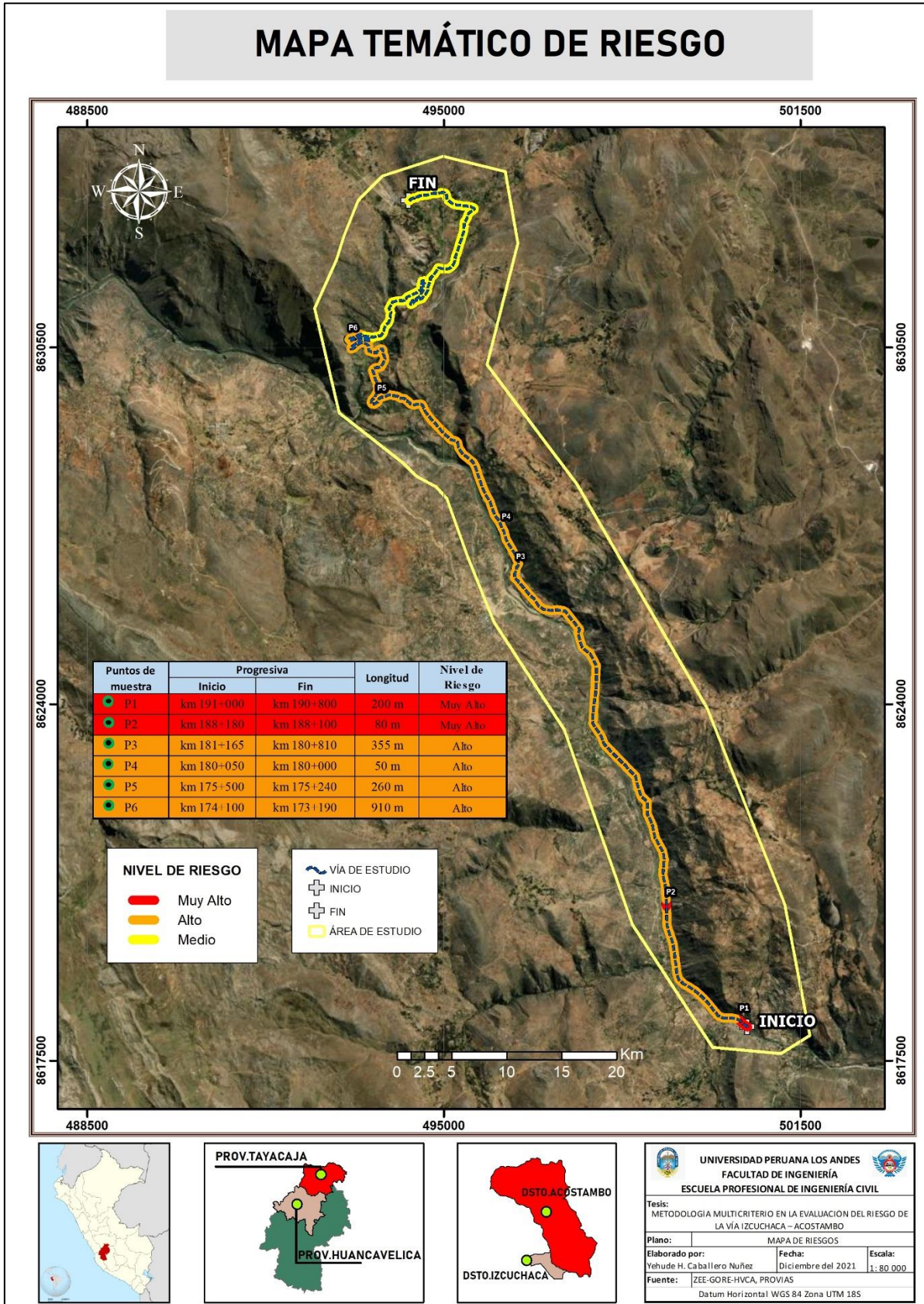
De la tabla 22, se aprecia que la mayor longitud de la vía 17.62 km que representa el 73.40%, se encuentra en un nivel de riesgo alto. Mientras que un tramo de 0.39 km de la vía que representa el 1.64% se encuentra en un nivel de riesgo muy alto, y 5.99 km que representa el 24.96%, se encuentra en un nivel de riesgo medio, tal como se puede apreciar en la figura N° 37.

Figura 37: Nivel de riesgo en la vía por km.



Fuente: Elaboración en base a la tabla 22.

Figura 38: Mapa de nivel de riesgo de la vía.



Fuente: Propia del investigador.

Interpretación:

De los 6 puntos de muestra: el punto 3 (km 181+165 al km 180+810), punto 4 (km 180+050 al km 180+000), punto 5 (km 175+500 al km 175+240) y punto 6 (km 174+100 al km 173+190), se encuentran en un nivel de riesgo alto, mientras que las muestras de los puntos: 1 (km 191+000 al km 190+800) y punto 2 (km 188+180 al km 188+100), se encuentran en un nivel de riesgo muy alto.

CAPITULO V: DISCUSION DE RESULTADOS

En este capítulo se detalla la discusión de los resultados con respecto a las hipótesis planteadas:

Discusión 1:

La hipótesis plantea: Los parámetros de evaluación de la vía Izcuchaca-Acostambo, que permitan evaluar el nivel de riesgo utilizando la metodología multicriterio son múltiples.

Esta hipótesis se valida por los múltiples parámetros encontrados en la zona de estudio y que indica la tabla 23, cuyas características se encuentran en los ítems 4.1.1 al 4.1.9.

Tabla 23: Contrastación de parámetros múltiples utilizados en la evaluación de riesgo

variable de riesgo	parámetro de evaluación múltiple
Peligro	pendiente
	geología
	geomorfología
	tipo de talud
	precipitaciones anómalas
Vulnerabilidad	frecuencia de deslizamientos
	atención de emergencia vial
	estado de conservación de vía
	servicios de transporte expuesto

Fuente: Propia del investigador

Con respecto al resultado descripción de las características físicas. Autores como (Sánchez Calderón, y otros, 2011) en su tesis “Metodología para la Evaluación de Riesgo en Corredores Viales” ha descrito como una característica detonante para la ocurrencia de deslizamientos, las lluvias que alteran la resistencia del suelo, mientras que en nuestro trabajo de investigación indican que las causas del deslizamiento de tierras en los taludes son principalmente por efecto de las lluvias intensas que ocurre durante la temporada de lluvias en la vía Izcuchaca – Acostambo. Esta similitud se debe básicamente que el tipo de terreno por donde atraviesa la vía son conformado por rocas sedimentarias alteradas y por efecto de las lluvias erosiona el talud de la vía más aun considerando que en la sierra central del país las lluvias en los meses de enero a marzo son intensas tal como se puede verificar en la tabla N° 4.7 y 4.8, tomadas de la estación de Pilchaca muy cercana a la zona de estudio.

Por los antecedentes contrastados y los resultados obtenidos se acepta la hipótesis planteada.

Discusión 2:

La hipótesis plantea: El nivel del peligro en la evaluación del riesgo de la vía Izcuchaca- Acostambo, mediante la metodología multicriterio es alto.

Con respecto a la evaluación del peligro (Flores Trujillo, 2018) en su tesis de grado: “Análisis de riesgos de desastres y políticas de mantenimiento en la carretera de Huaraz a Tingo María – 2018” Los parámetros empleados en su análisis de peligro fueron: la cobertura vegetal, la pendiente, los suelos y la geología. En mi caso se trabajó con los parámetros pendiente, geología, geomorfología, tipo de

talud. Siendo la diferencia la cobertura vegetal al no encontrarse en grandes proporciones en nuestra zona de estudio, por el contrario, trabajamos con la geomorfología en la que se encontró que el terreno al ser una zona de sierra predomina las montañas en rocas sedimentarias y las pendientes son muy altas como describimos en el ítem 4.1.

Esta hipótesis específica se acepta por el resultado obtenido del peligro de la vía Izcuchaca-Acostambo, donde el 60.71% se encuentra en un nivel de peligro alto. Representando el mayor porcentaje de la vía de estudio.

Discusión 3:

La hipótesis planteada: El nivel de la vulnerabilidad en la evaluación del riesgo de la vía Izcuchaca- Acostambo, aplicando la metodología multicriterio es medio.

En relación con la vulnerabilidad (Asencios Bazán, y otros, 2015) en su tesis “Propuesta metodológica para la evaluación semicuantitativa de riesgo de desastres con fines de ordenamiento territorial, en el distrito de San Marcos, provincia de Huari, departamento de Áncash”, indica que el 65% de la población se encuentra en vulnerabilidad alta, principalmente porque se encuentran asentadas en laderas, siendo susceptibles a sufrir deslizamiento de tierras principalmente por el cambio climático, mientras que para el presente estudio el 96% de la vía se encuentra en un estado de vulnerabilidad medio, principalmente porque no existe centros poblados urbanos a lo largo de la vía, caso contrario las vulnerabilidades se podrían incrementar.

Esta hipótesis se acepta por los resultados obtenidos donde nos indica que el 96% de la vía se encuentra en un estado de vulnerabilidad medio tal como se puede apreciar en el mapa de vulnerabilidades (figura N° 36).

Discusión 4:

La hipótesis planteada: El nivel de riesgo en la evaluación de la vía Izcuchaca-Acostambo, mediante una metodología multicriterio es alto.

Para el cálculo del riesgo se empleó la formula del CENEPRED, que menciona que el riesgo es igual a la multiplicación del peligro por la vulnerabilidad. (Tirado Silva, 2020) en su tesis “Evaluación del riesgo asociado a la vulnerabilidad física por laderas inestables en el tramo de carretera Cajamarca – Gavilán, 2018” obtuvo un peligro alto y una vulnerabilidad muy alta resultando un riesgo muy alto. Comprometiendo un 76% de su población de estudio. Mientras que para la vía Izcuchaca-Acostambo se obtuvo un nivel de peligro alto y una vulnerabilidad media, resultando un nivel de riesgo alto el cual perjudicaría a 73.40% de la vía.

Esta hipótesis se acepta con el resultado obtenido del nivel de riesgo que indica que un 73.4% de la vía se encuentra en un nivel de riesgo alto esto se contrasta en el mapa de riesgos (figura N° 38).

CONCLUSIONES

1. Las características físicas de la vía Izcuchaca – Acostambo, está ubicado en un valle de montaña, donde las pendientes de talud del terreno son mayores de 45° y está conformado por depósitos cuaternarios compuesto por lutitas, areniscas y calizas alteradas. Se ha identificado 06 puntos vulnerables a la vía por deslizamiento de talud.
2. El peligro por deslizamiento del talud de la vía Izcuchaca- Acostambo, se encuentra un 60.71% en peligro alto, 34.71% en peligro muy alto y 4.58% en peligro medio. Para determinar el nivel del peligro se utilizó la metodología multicriterio, para cuyo efecto se analizó las condiciones actuales del terreno (pendiente, geología, geomorfología y tipo de talud), así como factor desencadenante las lluvias intensas cuya información se obtuvo de la estación de Pilchaca a cargo de SENAMHI y la frecuencia de derrumbes de la información de PROVIAS departamental Huancavelica.
3. Para determinar el nivel de vulnerabilidad de la vía Izcuchaca- Acostambo, utilizando la metodología multicriterio se realizó el análisis de las dimensiones: Atención de emergencia vial, estado de conservación de vía y servicio de transporte expuesto, logrando obtener los siguientes resultados: el 96.34% de la vía se encuentra con vulnerabilidad media y el 3.66%, se encuentra con una vulnerabilidad alta.
4. La evaluación de riesgo por deslizamiento en la Vía Izcuchaca – Acostambo, aplicando la metodología multicriterio indica que se encuentra el 73.40% de la vía en nivel de riesgo alto, el 24.96% de la vía se encuentra en riesgo medio, mientras que el 1.64% de la vía se encuentra en nivel de riesgo muy alto.

RECOMENDACIONES

1. La empresa encargada del mantenimiento de la vía Izcuchaca – Acostambo debe actualizar el plan de contingencia ante riesgo de desastres por movimiento de tierras de la vía Izcuchaca – Acostambo. Esta acción permitirá gestionar presupuesto para formular el proyecto de estabilización de taludes de la vía Izcuchaca- Acostambo.
2. El trabajo de investigaciones debe ponerse en conocimiento de las autoridades Regionales de Huancavelica, Junín y Ayacucho para que realicen las gestiones a fin de declarar en emergencia la vía Izcuchaca – Acostambo, por peligro inminente del deslizamiento de taludes en dos tramos: km 191+000 al km 190+800 y km. 188+180 al km 188+100 de la vía Izcuchaca- Acostambo.
3. Provias departamental debe disponer de mayores equipos para limpieza de derrumbes; como mínimo debe tener 03 cargadores frontales y 04 volquetes, ya que durante los últimos años la frecuencia de los derrumbes en km 191+000 al km 190+800 y km. 188+180 al km 188+100 son permanentes mayores a tres veces por mes en temporadas de lluvias el cual viene perjudicando la sostenibilidad de las tres regiones del centro del país.
4. Es importante profundizar los estudios hidráulicos y falla geológica para determinar el comportamiento del deslizamiento de tierras en el talud de la vía Izcuchaca- Acostambo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ANA. Evaluación de recursos hídricos en la cuenca de Mantaro. Huancayo: ANA. 2015.
- APONTE, O. Tipos y diseños de investigación en las ciencias sociales. Caracas: Universidad Fermín Toro. 2014.
- ARANCIBIA, S. Evaluación multicriterio: aplicación para la formulación de proyectos de infraestructura deportiva. Santiago: Universidad De Chile. 2003.
- BAZÁN A., MARTÍN J., VÉRTIZ A., TERESA M. Propuesta metodológica para la evaluación semicuantitativa de riesgo de desastres con fines de ordenamiento territorial, en el distrito de San Marcos, provincia de Huari, departamento de Ancash. Lima: Universidad Nacional Mayor De San Marcos. 2015.
- CARRASCO S. Metodología De La Investigación Científica. [Aut. Libro] S. Carrasco Diaz. Metodología De La Investigación Científica, Pautas Metodológicas Para Diseñar Y Elaborar El Proyecto De Investigación. Argentina: San Marcos. 2006.
- CENEPRED. Manual Para La Evaluación De Riesgos Originados Por Fenómenos Naturales. Lima: Cenepred. 2014.
- CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES. Evaluación De La Vulnerabilidad Física Y Social. México D.F.: secretaria De Gobernación. 2006.
- CORDERO C., DIEGO A., VARGAS M., GARRO M., FRANCISCO J. Metodologías De Evaluación De La Vulnerabilidad De La Infraestructura Vial Nacional. San José: Universidad De Costa Rica. 2011.
- DAMIAN R. Y HUAMAN H. “Estimación De Umbrales De Precipitación, Para Un Sistema De Alerta Temprana En Deslizamiento De Laderas, En El Distrito De Cuenca, Provincia Y Región De Huancavelica. Lircay: Universidad Nacional De Huancavelica. 2017.
- EDUCACION. Concepto De Definición De Análisis En Línea [En Línea]. <Http://Conceptodefinicion.De/Analisis/>. 2011.
- ESPINOZA C. Metodología De Investigación Tecnológica. Huancayo: Grafica Sac. 2010.

- FLORES E. Análisis De Riesgos De Desastres Y Políticas De Mantenimiento En La Carretera De Huaraz A Tingo María – 2018. Huacho: Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. 2018.
- HERNÁNDEZ R. Metodología De La Investigación. México D.F.: Mcgraw-Hill. 2014.
- INGEMMET. Inspección Técnica: Evaluación De Peligros Geológicos En El Tramo De Carretera Izcuchaca-Acostambo. Lima: Ingemmet. 2012.
- INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL. Manual Básico Para La Estimación Del Riesgo. Lima: Indeci. 2006.
- INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL. Manual De Estimación Del Riesgo Ante Movimientos En Masa En Laderas. Lima: Litigraf Eirl. 2011.
- MUÑOZ, A. About En español. About En español. [En Línea] 01 De Setiembre De 2016. [Http://Motivacion.About.Com/Od/Psicologia_Positiva/A/Que-Es-La-Resiliencia.Htm](http://Motivacion.About.Com/Od/Psicologia_Positiva/A/Que-Es-La-Resiliencia.Htm).
- NARVÁEZ y PÉREZ G. La Gestión Del Riesgo De Desastres. Lima: Secretaría General De La Comunidad Andina. 2009.
- NUÑEZ E. Evaluación De Riesgos En El Transporte Terrestre De Materiales Peligrosos En El Tramo Carretero: Puerto De Matarani Hasta El Km 67 (Cruce Con Carretera Antigua Panamericana). Arequipa: Universidad Nacional De San Agustín. 2018.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS. Nuestros Sistemas De Transporte, Amenazados Por El Cambio Climático. Noticias Onu. 2020.
- PROVIAS NACIONAL. Informe De Emergencias Viales. Huancavelica: Informe 104-2021. 2021.
- QUISOCALA E. Análisis Multicriterio Para Evaluación Y Priorización Para La Conservación De Corredores Viales Por Niveles De Servicio. Lima: Universidad Nacional De Ingeniería. 2016.
- ROMERO D. Metodología Para La Evaluación Del Riesgo En Instalaciones Portuarias. Madrid: Universidad Politécnica De Madrid. 2017.
- SÁNCHEZ C. y URREGO L. Metodología Para La Evaluación De Riesgo En Corredores Viales. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana. 2011.

- SENAMHI. Movimiento De Masa Por Lluvias Intensas En El Perú. Lima: Senamhi. 2019.
- SUAREZ J. Deslizamientos Y Estabilidad De Taludes En Zonas Tropicales. Bucaramanga: Ingeniería De Suelos Ltda. 1998.
- TIIRADO M. Evaluación Del Riesgo Asociado A La Vulnerabilidad Física Por Laderas Inestables En El Tramo De Carretera Cajamarca – Gavilán, 2018. Cajamarca: Universidad Nacional De Cajamarca. 2020.
- TORRES J. Metodología De Evaluación De La Seguridad Vial En Intersecciones Basada En El Análisis Cuantitativo De Conflictos Entre Vehículos. Madrid: Universidad Politécnica De Madrid. 2012.
- TORRES R. Evaluation of Vehicular Risk Of Rockfalls In Rafael Caldera. Maracaibo: Universidad Del Zulia. 2019.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

TITULO: METODOLOGÍA MULTICRITERIO EN LA EVALUACIÓN DEL RIESGO DE LA VÍA IZCUCHACA – ACOSTAMBO.

FORMULACION DEL PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSION	INDICADORES	METODOLOGIA	
<p>PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿Cuáles es el nivel de riesgo en la evaluación de la vía Izcuchaca-Acostambo, mediante la metodología multicriterio?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Determinar el nivel de riesgo en la evaluación de la vía Izcuchaca-Acostambo, mediante la metodología multicriterio.</p>	<p>HIPOTESIS GENERAL</p> <p>El nivel de riesgo en la evaluación de la vía Izcuchaca- Acostambo, mediante la metodología multicriterio es alto.</p>	Metodología Multicriterio	Comparación de pares	Escala Thomas Saaty Escala numérica: del 0 al 9	<p>Método: Científico</p> <p>Tipo: Aplicativo</p> <p>Nivel: explicativo-descriptivo</p> <p>Diseño: no experimental transversal descriptivo</p> <p>Población: 24 km de la ruta nacional PE-3S (vía Izcuchaca-Acostambo).</p> <p>Muestra: No probabilístico intencional, criterio puntos de deslizamiento 6 Tramos (1.855km)</p> <p>Instrumentos de recopilación de datos: Fichas de registro de datos</p> <p>Técnica: Observación</p>	
<p>PROBLEMA ESPECIFICOS</p> <p>¿Cuáles son los parámetros de evaluación de la vía Izcuchaca-Acostambo, que permitan evaluar el nivel de riesgo utilizando la metodología multicriterio?</p>	<p>OBJETIVO ESPECIFICOS</p> <p>Identificar los parámetros de evaluación de la vía Izcuchaca-Acostambo, que permitan evaluar el nivel de riesgo utilizando la metodología multicriterio.</p>	<p>HIPOTESIS ESPECIFICOS</p> <p>Los parámetros de evaluación de la vía Izcuchaca- Acostambo, que permitan evaluar el nivel de riesgo utilizando la metodología multicriterio son múltiples.</p>		Análisis de peligro por deslizamiento de talud de vía			Pendiente (°)
<p>¿Cuál es el nivel del peligro en la evaluación del riesgo de la vía Izcuchaca- Acostambo, mediante la metodología multicriterio?</p>	<p>Calcular el nivel de peligro en la evaluación del riesgo de la vía Izcuchaca- Acostambo, mediante la metodología multicriterio.</p>	<p>El nivel del peligro en la evaluación del riesgo de la vía Izcuchaca-Acostambo, mediante la metodología multicriterio es alto.</p>		Riesgo de la vía			Tipo de Geología del terreno
<p>¿Cuál es el nivel de la vulnerabilidad física en la evaluación del riesgo de la vía Izcuchaca- Acostambo, mediante la metodología multicriterio?</p>	<p>Determinar el nivel de la vulnerabilidad física en la evaluación del riesgo de la vía Izcuchaca- Acostambo, mediante la metodología multicriterio.</p>	<p>El nivel de la vulnerabilidad física en la evaluación del riesgo de la vía Izcuchaca- Acostambo, mediante la metodología multicriterio es medio.</p>	Análisis de vulnerabilidad física	Tipo de Geomorfología			
				Atención de emergencia vial			
				Estado de conservación de vía.			
				Servicios de transporte expuesto			

Anexo 2: Matriz de operacionalización de variables

TITULO: METODOLOGÍA MULTICRITERIO EN LA EVALUACIÓN DEL RIESGO DE LA VÍA IZCUCHACA – ACOSTAMBO

Variables	Definición	Dimensiones	Indicadores	Medidas	Instrumento
Metodología Multicriterio	Esta variable se operativiza primero mediante la comparación de cada parámetro y sub-parámetros, para luego conocer mediante una matriz de ponderación de los pesos ponderados de cada parámetro y finalmente mediante índice de consistencia se verifica si la comparación y ponderación eran los adecuados.	Matriz de comparación de pares	Escala Thomas Saaty	Escala numérica: del 0 al 9	Hoja de cálculo Excel
		Matriz de ponderación			
		Índice de consistencia			
Riesgo de la vía	Esta variable se operativiza multiplicando el grado de peligro al que está expuesto la vía por el grado de vulnerabilidad física.	Peligro por deslizamiento de talud de vía	Pendiente	Grados	Ficha de campo
			Geología del terreno	Tipo de roca o deposito	Ficha de campo
			Geomorfología	Forma de relieve	Ficha de campo
			Estructura de Talud	Tipos de componente estructural	Ficha de campo
		Vulnerabilidad física	Atención de emergencia vial	No cumple, cumple deficientemente, cumple regularmente y cumple altamente.	Encuesta de Likert
			Estado de conservación de vía.	Malo, regular, bueno, muy Bueno	Análisis documental
			Servicios de transporte expuesto	Altamente, regularmente, escasamente y no se encuentra expuesto.	Encuesta de Likert

Anexo 3: Método multicriterio de análisis jerárquico (AHP) para obtener los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo.

El método inicia comparando la fila con respecto a la columna (fila/columna). La diagonal de la matriz siempre será igual a la unidad. De acuerdo con la tabla 2 (Escala de valores para la ponderación) y a los procedimientos descritos en el ítem 2.2.1.2 del marco teórico para el cálculo mediante la metodología multicriterio de análisis jerárquico (AHP).

CÁLCULO DE NIVELES DE PELIGRO

Se presenta los resultados de la ponderación del factor condicionante:

Tabla 24: Matriz de comparación de pares del factor condicionante

Factores Condicionantes	Pendiente	Geología	Geomorfología	Tipo de talud
Pendiente	1.000	2.000	4.000	5.000
Geología	0.500	1.000	4.000	5.000
Geomorfología	0.250	0.250	1.000	2.000
Tipo de talud	0.200	0.200	0.500	1.000
SUMA	1.950	3.450	9.500	13.000
1/SUMA	0.513	0.290	0.105	0.077

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25: Matriz de normalización de factor condicionante

Factores Condicionantes	Pendiente	Geología	Geomorfología	Tipo de talud	Vector Priorización
Pendiente	0.513	0.580	0.421	0.385	0.475
Geología	0.256	0.290	0.421	0.385	0.338
Geomorfología	0.128	0.072	0.105	0.154	0.115
Tipo de talud	0.103	0.058	0.053	0.077	0.073
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 26: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) de factor condicionante

IC	0.030
RC	0.034

Fuente: Elaboración propia.

Para un tamaño de matriz de 4 x 4 la relación de consistencia debe ser menor a 9% (0.09). Verificamos que la relación de consistencia obtenida es menor (0.034<0.09). Por lo tanto, la ponderación empleada es la correcta quedando:

Tabla 27: Peso ponderado de los parámetros del factor condicionante

Parámetro	Peso ponderado de los parámetros	
Pendiente	0.475	47.5%
Geología	0.338	33.8%
Geomorfología	0.115	11.5%
Tipo de talud	0.073	7.3%

Fuente: Elaboración propia

Ahora repetimos el cálculo para cada parámetro del factor condicionante

a. Parámetro pendiente

Tabla 28: Matriz de comparación de pares del parámetro pendiente

Pendiente	> 45°	25°-45°	15°-25°	5°-15°	<5°
> 45°	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000
25°-45°	0.333	1.000	3.000	5.000	7.000
15°-25°	0.200	0.333	1.000	3.000	5.000
5°-15°	0.143	0.200	0.333	1.000	3.000
<5°	0.111	0.143	0.200	0.333	1.000
SUMA	1.787	4.676	9.533	16.333	25.000
1/SUMA	0.560	0.214	0.105	0.061	0.040

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29: Matriz de normalización del parámetro pendiente

Pendiente	> 45°	25°-45°	15°-25°	5°-15°	<5°	Vector Priorización
> 45°	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
25°-45°	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
15°-25°	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
5°-15°	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
<5°	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) del parámetro pendiente

IC	0.061
RC	0.054

Fuente: Elaboración propia.

Para un tamaño de matriz de 5 x 5 la relación de consistencia debe ser menor a 10% (0.10). Verificamos que la relación de consistencia obtenida es menor (0.054<0.10). Por lo tanto, la ponderación empleada es la correcta quedando:

Tabla 31: Peso ponderado de los descriptores del parámetro pendiente

Pendiente	Peso ponderado de los descriptores	
> 45°	0.503	50.3%
25°-45°	0.260	26.0%
15°-25°	0.134	13.4%
5°-15°	0.068	6.8%
<5°	0.035	3.5%

Fuente: Elaboración propia.

b. Parámetro geología

Tabla 32: Matriz de comparación de pares del parámetro geología

Geología	Depósitos coluvio-aluviales (Qh-co.al)	Fm. Chulec-Pariatambo (Ki-ch-p)	Fm. Condorsinga (Ji-c)	Fm. Goyllarisquisga (Ki-go)	Fm. Chambara (TrsJi-cha)
Depósitos coluvio-aluviales (Qh-co.al)	1.000	3.000	6.000	7.000	9.000
Fm. Chulec-Pariatambo (Ki-ch-p)	0.333	1.000	5.000	7.000	7.000
Fm. Condorsinga (Ji-c)	0.167	0.200	1.000	3.000	5.000
Fm. Goyllarisquisga (Ki-go)	0.143	0.143	0.333	1.000	3.000
Fm. Chambara (TrsJi-cha)	0.111	0.143	0.200	0.333	1.000
SUMA	1.754	4.486	12.533	18.333	25.000
1/SUMA	0.570	0.223	0.080	0.055	0.040

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33: Matriz de normalización del parámetro geología

Geología	Depósitos coluvio-aluviales (Qh-co.al)	Fm. Chulec-Pariatambo (Ki-ch-p)	Fm. Condorsinga (Ji-c)	Fm. Goyllarisquisga (Ki-go)	Fm. Chambara (TrsJi-cha)	Vector Priorización
Depósitos coluvio-aluviales (Qh-co.al)	0.560	0.642	0.629	0.429	0.360	0.524
Fm. Chulec-Pariatambo (Ki-ch-p)	0.187	0.214	0.524	0.429	0.280	0.327
Fm. Condorsinga (Ji-c)	0.093	0.043	0.105	0.184	0.200	0.125
Fm. Goyllarisquisga (Ki-go)	0.080	0.031	0.035	0.061	0.120	0.065
Fm. Chambara (TrsJi-cha)	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
	0.981	0.959	1.315	1.122	1.000	1.076

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) del parámetro geología

IC	0.066
RC	0.059

Fuente: Elaboración propia

Para un tamaño de matriz de 5 x 5 la relación de consistencia debe ser menor a 10% (0.10). Verificamos que la relación de consistencia obtenida es menor (0.059<0.10). Por lo tanto, la ponderación empleada es la correcta quedando:

Tabla 35: Peso ponderado de los descriptores del parámetro geología

Geología	Peso ponderado de los descriptores	
Depósitos coluvio-aluviales (Qh-co.al)	0.524	52.4%
Fm. Chulec-Pariatambo (Ki-ch-p)	0.327	32.7%
Fm. Condorsinga (Ji-c)	0.125	12.5%
Fm. Goyllarisquisga (Ki-go)	0.065	6.5%
Fm. Chambara (TrsJi-cha)	0.035	3.5%

Fuente: Elaboración propia.

c. Parámetro geomorfología

Tabla 36: Matriz de comparación de pares del parámetro geomorfología

Geomorfología	Vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd)	Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial (V-cd)	Montaña en roca sedimentaria (RM-rs)	Montaña estructural en roca sedimentaria (RME-rs)	Terraza indiferenciada (Ti)
Vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd)	1.000	3.000	7.000	8.000	9.000
Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial (V-cd)	0.333	1.000	5.000	6.000	8.000
Montaña en roca sedimentaria (RM-rs)	0.143	0.200	1.000	3.000	5.000
Montaña estructural en roca sedimentaria (RME-rs)	0.125	0.167	0.333	1.000	5.000
Terraza indiferenciada (Ti)	0.111	0.125	0.200	0.200	1.000
SUMA	1.712	4.492	13.533	18.200	28.000
1/SUMA	0.584	0.223	0.074	0.055	0.036

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 37: Matriz de normalización del parámetro geomorfología

Geomorfología	Vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd)	Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial (V-cd)	Montaña en roca sedimentaria (RM-rs)	Montaña estructural en roca sedimentaria (RME-rs)	Terraza indiferenciada (Ti)	Vector Priorización
Vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd)	0.560	0.642	0.734	0.490	0.360	0.557
Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial (V-cd)	0.187	0.214	0.524	0.367	0.320	0.322
Montaña en roca sedimentaria (RM-rs)	0.080	0.043	0.105	0.184	0.200	0.122
Montaña estructural en roca sedimentaria (RME-rs)	0.070	0.036	0.035	0.061	0.200	0.080
Terraza indiferenciada (Ti)	0.062	0.027	0.021	0.012	0.040	0.032
	0.958	0.961	1.420	1.114	1.120	1.114

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) del parámetro geomorfología

IC	0.060
RC	0.054

Fuente: Elaboración propia

Para un tamaño de matriz de 5 x 5 la relación de consistencia debe ser menor a 10% (0.10). Verificamos que la relación de consistencia obtenida es menor (0.054 < 0.10). Por lo tanto, la ponderación empleada es la correcta quedando:

Tabla 39: Peso ponderado de los descriptores del parámetro geomorfología

Geomorfología	Peso ponderado de los descriptores	
Vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd)	0.557	55.7%
Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial (V-cd)	0.322	32.2%
Montaña en roca sedimentaria (RM-rs)	0.122	12.2%
Montaña estructural en roca sedimentaria (RME-rs)	0.080	8.0%
Terraza indiferenciada (Ti)	0.032	3.2%

Fuente: Elaboración propia.

d. Parámetro tipo de talud

Tabla 40: Matriz de comparación de pares del parámetro tipo de talud

Tipo de talud	Talud natural o ladera	Talud con bermas y cunetas	Talud con geomallas	Talud con muro de contención	Talud con pantallas de concreto lanzado
Talud natural o ladera	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000
Talud con bermas y cunetas	0.333	1.000	3.000	5.000	7.000
Talud con geomallas	0.200	0.333	1.000	3.000	5.000
Talud con muro de contención	0.143	0.200	0.333	1.000	3.000
Talud con pantallas de concreto lanzado	0.111	0.143	0.200	0.333	1.000
SUMA	1.787	4.676	9.533	16.333	25.000
1/SUMA	0.560	0.214	0.105	0.061	0.040

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 41: Matriz de normalización del parámetro tipo de talud

Tipo de talud	Talud natural o ladera	Talud con bermas y cunetas	Talud con geomallas	Talud con muro de contención	Talud con pantallas de concreto lanzado	Vector Priorización
Talud natural o ladera	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Talud con bermas y cunetas	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Talud con geomallas	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Talud con muro de contención	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Talud con pantallas de concreto lanzado	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 42: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) del parámetro tipo de talud.

IC	0.061
RC	0.054

Fuente: Elaboración propia

Para un tamaño de matriz de 5 x 5 la relación de consistencia debe ser menor a 10% (0.10). Verificamos que la relación de consistencia obtenida es menor (0.054<0.10). Por lo tanto, la ponderación empleada es la correcta quedando:

Tabla 43: Peso ponderado de los descriptores del parámetro tipo de talud

Tipo de talud	Peso ponderado de los descriptores	
Talud natural o ladera	0.503	50.3%
Talud con bermas y cunetones	0.260	26.0%
Talud con geomallas	0.134	13.4%
Talud con muro de contención	0.068	6.8%
Talud con pantallas de concreto lanzado	0.035	3.5%

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, para nuestro ámbito de estudio nos quedaría los valores del factor condicionante de la siguiente manera:

$$F.C. = Pendiente * peso + Geologia * peso + Geomorfologia * peso + Tipo talud * peso$$

Tabla 44: Resultado de los valores del factor condicionante.

Factor condicionante (F.C.)								
Pendiente		Geología		Geomorfología		Tipo de talud		Valor
Peso Par.	Peso. Desc.	Peso Par	Peso. Desc.	Peso Par	Peso. Desc.	Peso Par	Peso. Desc.	
0.475	0.503	0.338	0.524	0.115	0.557	0.073	0.503	0.516
0.475	0.260	0.338	0.327	0.115	0.322	0.073	0.260	0.290
0.475	0.134	0.338	0.125	0.115	0.122	0.073	0.134	0.130
0.475	0.068	0.338	0.065	0.115	0.080	0.073	0.068	0.068
0.475	0.035	0.338	0.035	0.115	0.032	0.073	0.035	0.035

Fuente: Elaboración propia

Resultado factor desencadenante.

Como se tiene un solo parámetro (precipitaciones anómalas) para el factor desencadenante, el resultado será el siguiente:

Tabla 45: Matriz de comparación de pares del parámetro precipitaciones anómalas

Rango de Anomalías (%)	30-40 % superior a su normal climática	25-30 % superior a su normal climática	20-25 % superior a su normal climática	15-20 % superior a su normal climática	10-15 % superior a su normal climática
30-40 % superior a su normal climática	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000
25-30 % superior a su normal climática	0.333	1.000	3.000	5.000	7.000
20-25 % superior a su normal climática	0.200	0.333	1.000	3.000	5.000
15-20 % superior a su normal climática	0.143	0.200	0.333	1.000	3.000
10-15 % superior a su normal climática	0.111	0.143	0.200	0.333	1.000
SUMA	1.787	4.676	9.533	16.333	25.000
1/SUMA	0.560	0.214	0.105	0.061	0.040

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 46: Matriz de normalización del parámetro precipitaciones anómalas

Rango de Anomalías (%)	30-40 % superior a su normal climática	25-30 % superior a su normal climática	20-25 % superior a su normal climática	15-20 % superior a su normal climática	10-15 % superior a su normal climática	Vector Priorización
30-40 % superior a su normal climática	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
25-30 % superior a su normal climática	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
20-25 % superior a su normal climática	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
15-20 % superior a su normal climática	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
10-15 % superior a su normal climática	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 47: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) del parámetro precipitaciones anómalas

IC	0.061
RC	0.054

Fuente: Elaboración propia.

Para un tamaño de matriz de 5 x 5 la relación de consistencia debe ser menor a 10% (0.10). Verificamos que la relación de consistencia obtenida es menor (0.054<0.10). Por lo tanto, la ponderación empleada es la correcta.

Seguidamente, al tener un solo parámetro para el factor condicionante los valores obtenidos de la ponderación de las precipitaciones anómalas serán iguales al factor desencadenante quedando de la siguiente manera:

Tabla 48: Peso ponderado de los descriptores del parámetro precipitaciones anómalas

Precipitaciones anómalas	Peso ponderado de los descriptores	
30-40 % superior a su normal climática	0.503	50.3%
25-30 % superior a su normal climática	0.260	26.0%
20-25 % superior a su normal climática	0.134	13.4%
15-20 % superior a su normal climática	0.068	6.8%
10-15 % superior a su normal climática	0.035	3.5%

Fuente: Elaboración propia.

Resultado de la susceptibilidad

Para obtener la susceptibilidad se usó la fórmula que menciona el manual del CENEPRED, con los valores ya obtenidos del factor condicionante tabla N°44 y desencadenante tabla N° 48.

$$\text{Susceptibilidad} = \text{F.Condicionante} * 0.5 + \text{F.Desencadenante} * 0.5.$$

Tabla 49: Resultado de la susceptibilidad por deslizamiento de talud

Susceptibilidad				
Factor condicionante		Factor desencadenante		Valor
Valor	Peso	Valor	Peso	
0.516	0.5	0.503	0.5	0.509
0.290	0.5	0.260	0.5	0.275
0.130	0.5	0.134	0.5	0.132
0.068	0.5	0.068	0.5	0.068
0.035	0.5	0.035	0.5	0.035

Fuente: Elaboración propia

Resultados de la frecuencia por “deslizamiento de talud”

Tabla 50: Matriz de comparación de pares de la frecuencia por deslizamiento de talud.

Frecuencia de los deslizamientos	Mas de 4 deslizamientos al año que interrumpen la vía	De 3 a 4 deslizamientos al año que interrumpen la vía	2 deslizamientos al año que interrumpen la vía	1 deslizamiento al año que interrumpen la vía	0 deslizamientos al año que interrumpen la vía
Mas de 4 deslizamientos al año que interrumpen la vía	1.000	3.000	4.000	7.000	9.000
De 3 a 4 deslizamientos al año que interrumpen la vía	0.333	1.000	3.000	4.000	7.000
2 deslizamientos al año que interrumpen la vía	0.250	0.333	1.000	3.000	4.000
1 deslizamiento al año que interrumpen la vía	0.143	0.250	0.333	1.000	3.000
0 deslizamientos al año que interrumpen la vía	0.111	0.143	0.250	0.333	1.000
SUMA	1.837	4.726	8.583	15.333	24.000
1/SUMA	0.544	0.212	0.117	0.065	0.042

Fuente: Elaboración propia

Tabla 51: Matriz de normalización de la frecuencia por deslizamiento de talud.

Frecuencia de los deslizamientos	Mas de 4 deslizamientos al año que interrumpen la vía	De 3 a 4 deslizamientos al año que interrumpen la vía	2 deslizamientos al año que interrumpen la vía	1 deslizamiento al año que interrumpen la vía	0 deslizamientos al año que interrumpen la vía	Vector Priorización
Mas de 4 deslizamientos al año que interrumpen la vía	0.544	0.635	0.466	0.457	0.375	0.495
De 3 a 4 deslizamientos al año que interrumpen la vía	0.181	0.212	0.350	0.261	0.292	0.259
2 deslizamientos al año que interrumpen la vía	0.136	0.071	0.117	0.196	0.167	0.137
1 deslizamiento al año que interrumpen la vía	0.078	0.053	0.039	0.065	0.125	0.072
0 deslizamientos al año que interrumpen la vía	0.060	0.030	0.029	0.022	0.042	0.037
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 52: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) de la frecuencia por deslizamiento de talud.

IC	0.050
RC	0.045

Fuente: Elaboración propia

Para un tamaño de matriz de 5 x 5 la relación de consistencia debe ser menor a 10% (0.10). Verificamos que la relación de consistencia obtenida es menor (0.045<0.10). Por lo tanto, la ponderación empleada es la correcta. Los valores para la frecuencia por deslizamiento serán los siguientes:

Tabla 53: Resultado de la frecuencia por deslizamiento

Frecuencia de deslizamientos	Valor	
Mas de 4 deslizamientos al año que interrumpen vía	0.495	49.5%
4 deslizamientos al año que interrumpen la vía	0.259	25.9%
3 deslizamientos al año que interrumpen la vía	0.137	13.7%
2 deslizamiento al año que interrumpe la vía	0.072	7.2%
1 deslizamientos al año que interrumpen la vía	0.037	3.7%

Fuente: Elaboración propia.

Resultado de los niveles de peligro

Para obtener los niveles de peligro se empleó la fórmula que menciona el manual del CENEPRED, con los valores ya obtenidos de la susceptibilidad tabla N°49 y frecuencia tabla N°53.

$$\text{Peligro} = \text{Susceptibilidad} * 0.5 + \text{frecuencia} * 0.5.$$

Tabla 54: Resultado de los valores de la peligrosidad por deslizamiento de taludes

Estimación de la peligrosidad				
Susceptibilidad		Frecuencia		Valor
valor	peso	valor	peso	
0.509	0.5	0.495	0.5	0.502
0.275	0.5	0.259	0.5	0.267
0.132	0.5	0.137	0.5	0.135
0.068	0.5	0.072	0.5	0.070
0.035	0.5	0.037	0.5	0.036

Fuente: Elaboración propia

Con los valores obtenidos se procede a elaborar los rangos de los niveles de peligro en la evaluación de riesgos de la vía Izcuchaca – Acostambo, desde peligro muy alto hasta un peligro bajo. Estos niveles se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 55: Niveles de peligro por deslizamiento de talud

Rango			Niveles de peligro
0.267	$\leq P \leq$	0.502	Muy alto
0.135	$\leq P <$	0.267	Alto
0.070	$\leq P <$	0.135	Medio
0.036	$\leq P <$	0.070	Bajo

Fuente: Elaboración propia.

CÁLCULO DE NIVELES DE VULNERABILIDAD

Se presenta los resultados de la ponderación de los tres parámetros de vulnerabilidad.

Tabla 56: Matriz de comparación de pares de los parámetros de la vulnerabilidad física

Vulnerabilidad Física	Atención de emergencia vial	Estado de conservación de vía	Servicios de transporte expuesto
Atención de emergencia vial	1.000	4.000	5.000
Estado de conservación de vía	0.250	1.000	2.000
Servicios de transporte expuesto	0.200	0.500	1.000
SUMA	1.450	5.500	8.000
1/SUMA	0.690	0.182	0.125

Fuente: Elaboración propia

Tabla 57: Matriz de normalización de los parámetros de la vulnerabilidad física

Vulnerabilidad Física	Atención de emergencia vial	Estado de conservación de vía	Servicios de transporte expuesto	Vector Priorización
Atención de emergencia vial	0.690	0.727	0.625	0.681
Estado de conservación de vía	0.172	0.182	0.250	0.201
Servicios de transporte expuesto	0.138	0.091	0.125	0.118
	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 58: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) de los parámetros de la vulnerabilidad física.

IC	0.012
RC	0.024

Fuente: Elaboración propia

Para un tamaño de matriz de 3 x 3 la relación de consistencia debe ser menor a 5% (0.05). Verificamos que la relación de consistencia obtenida es menor (0.024<0.05). Por lo tanto, la ponderación empleada es la correcta quedando:

Tabla 59: Peso ponderado de los parámetros de vulnerabilidad

Vulnerabilidad	Peso ponderado de los parámetros	
	Atención de emergencia vial	0.681
Estado de conservación de vía	0.201	20.1%
Servicios de transporte expuesto	0.118	11.8%

Fuente: Elaboración propia

Ahora repetimos el cálculo para cada parámetro de la vulnerabilidad. Con la finalidad de conocer los pesos ponderados de sus descriptores.

Resultado de atención de emergencia vial

Tabla 60: Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro atención de emergencia vial.

Atención de emergencia vial	No cumple con atender emergencia	Cumple deficientemente con atender la emergencia	Cumple regularmente con atender la emergencia	Cumple con atender la emergencia	Cumple altamente con atender la emergencia
No cumple con atender emergencia	1.000	3.000	4.000	7.000	9.000
Cumple deficientemente con atender la emergencia	0.333	1.000	3.000	4.000	7.000
Cumple regularmente con atender la emergencia	0.250	0.333	1.000	3.000	5.000
Cumple con atender la emergencia	0.143	0.250	0.333	1.000	3.000
Cumple altamente con atender la emergencia	0.111	0.143	0.200	0.333	1.000
SUMA	1.837	4.726	8.533	15.333	25.000
1/SUMA	0.544	0.212	0.117	0.065	0.040

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 61: Matriz de normalización de los descriptores del parámetro atención de emergencia vial.

Atención de emergencia vial	No cumple con atender emergencia	Cumple deficientemente con atender la emergencia	Cumple regularmente con atender la emergencia	Cumple con atender la emergencia	Cumple altamente con atender la emergencia	Vector Priorización
No cumple con atender emergencia	0.544	0.635	0.469	0.457	0.360	0.493
Cumple deficientemente con atender la emergencia	0.181	0.212	0.352	0.261	0.280	0.257
Cumple regularmente con atender la emergencia	0.136	0.071	0.117	0.196	0.200	0.144
Cumple con atender la emergencia	0.078	0.053	0.039	0.065	0.120	0.071
Cumple altamente con atender la emergencia	0.060	0.030	0.023	0.022	0.040	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 62: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) de los descriptores del parámetro de emergencia vial

IC	0.053
RC	0.048

Fuente: Elaboración propia.

Para un tamaño de matriz de 5 x 5 la relación de consistencia debe ser menor a 10% (0.10). Verificamos que la relación de consistencia obtenida es menor (0.048<0.10). Por lo tanto, la ponderación empleada es la correcta quedando:

Tabla 63: Peso ponderado de los descriptores del parámetro atención de emergencia vial.

Atención de emergencia vial	Peso ponderado de los descriptores	
No cumple con atender emergencia	0.493	49.3%
Cumple deficientemente con atender la emergencia	0.257	25.7%
Cumple regularmente con atender la emergencia	0.144	14.4%
Cumple con atender la emergencia	0.071	7.1%
Cumple altamente con atender la emergencia	0.035	3.5%

Fuente: Elaboración propia

Resultado de conservación vial

Tabla 64: Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro estado de conservación de vía.

Estado de conservación de vía	Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy bueno
Muy malo	1.000	3.000	5.000	8.000	9.000
Malo	0.333	1.000	3.000	5.000	8.000
Regular	0.200	0.333	1.000	3.000	5.000
Bueno	0.125	0.200	0.333	1.000	3.000
Muy bueno	0.111	0.125	0.200	0.333	1.000
SUMA	1.769	4.658	9.533	17.333	26.000
1/SUMA	0.565	0.215	0.105	0.058	0.038

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 65: Matriz de normalización de los descriptores del parámetro estado de conservación de vía.

Estado de conservación de vía	Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy bueno	Vector Priorización
Muy malo	0.544	0.635	0.586	0.522	0.360	0.529
Malo	0.181	0.212	0.352	0.326	0.320	0.278
Regular	0.109	0.071	0.117	0.196	0.200	0.138
Bueno	0.068	0.042	0.039	0.065	0.120	0.067
Muy bueno	0.060	0.026	0.023	0.022	0.040	0.034
	0.963	0.986	1.117	1.130	1.040	1.047

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 66: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) de los descriptores del parámetro estado de conservación de vía.

IC	0.053
RC	0.048

Fuente: Elaboración propia.

Para un tamaño de matriz de 5 x 5 la relación de consistencia debe ser menor a 10% (0.10). Verificamos que la relación de consistencia obtenida es menor (0.048<0.10). Por lo tanto, la ponderación empleada es la correcta quedando:

Tabla 67: Peso ponderado de los descriptores del parámetro estado de conservación de vía.

Estado de conservación de vía	Peso ponderado de los descriptores	
Muy malo	0.529	52.9%
Malo	0.278	27.8%
Regular	0.138	13.8%
Bueno	0.067	6.7%
Muy bueno	0.034	3.4%

Fuente: Elaboración propia

Resultado de transporte expuesto

Tabla 68: Matriz de comparación de pares de los descriptores del parámetro servicio de transporte expuesto.

Servicios de transporte expuesto	Muy altamente expuesto	Altamente expuesto	Regularmente expuesto	Escasamente expuesto	No se encuentra expuesto
Muy altamente	1.000	3.000	4.000	8.000	9.000
Altamente expuesto	0.333	1.000	3.000	4.000	8.000
Regularmente	0.250	0.333	1.000	3.000	4.000
Escasamente	0.125	0.250	0.333	1.000	3.000
No se encuentra	0.111	0.125	0.250	0.333	1.000
SUMA	1.819	4.708	8.583	16.333	25.000
1/SUMA	0.550	0.212	0.117	0.061	0.040

Fuente: Elaboración propia

Tabla 69: Matriz de normalización de los descriptores del parámetro servicio de transporte expuesto.

Servicios de transporte expuesto	Muy altamente expuesto	Altamente expuesto	Regularmente expuesto	Escasamente expuesto	No se encuentra expuesto	Vector Priorización
Muy altamente	0.544	0.635	0.469	0.522	0.360	0.506
Altamente expuesto	0.181	0.212	0.352	0.261	0.320	0.265
Regularmente	0.136	0.071	0.117	0.196	0.160	0.136
Escasamente	0.068	0.053	0.039	0.065	0.120	0.069
No se encuentra	0.060	0.026	0.029	0.022	0.040	0.036
	0.990	0.996	1.006	1.065	1.000	1.012

Fuente: Elaboración propia

Tabla 70: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) de los descriptores del parámetro servicio de transporte expuesto

IC	0.056
RC	0.050

Fuente: Elaboración propia

Para un tamaño de matriz de 5 x 5 la relación de consistencia debe ser menor a 10% (0.10). Verificamos que la relación de consistencia obtenida es menor (0.050<0.10). Por lo tanto, la ponderación empleada es la correcta quedando:

Tabla 71: Peso ponderado de los descriptores del parámetro servicio de transporte expuesto.

Servicio de transporte expuesto	Peso ponderado de los descriptores	
Muy altamente expuesto	0.506	50.6%
Altamente expuesto	0.265	26.5%
Regularmente expuesto	0.136	13.6%
Escasamente expuesto	0.069	6.9%
No se encuentra expuesto	0.036	3.6%

Fuente: Elaboración propia.

Resultado de los niveles de vulnerabilidad

Para obtener los niveles de vulnerabilidad se empleó la fórmula que menciona el manual del CENEPRED, con los valores ya obtenidos de los parámetros de la vulnerabilidad tabla N° 63, tabla N° 67 y tabla N° 71.

Vulnerabilidad = (Atención de emergencia vial *Peso) + (Estado de conservación de vía *Peso) + (Servicios de transporte expuesto *Peso).

Tabla 72: Resultado de los valores de la vulnerabilidad física

Vulnerabilidad física de infraestructura vial						
Atención de emergencia vial		Estado de conservación de vía		Servicios de transporte expuesto		Valor
Peso Parámetro	Peso Descriptor	Peso Parámetro	Peso Descriptor	Peso Parámetro	Peso Descriptor	
0.681	0.493	0.201	0.529	0.118	0.506	0.502
0.681	0.257	0.201	0.278	0.118	0.265	0.262
0.681	0.144	0.201	0.138	0.118	0.136	0.142
0.681	0.071	0.201	0.067	0.118	0.069	0.070
0.681	0.035	0.201	0.034	0.118	0.036	0.035

Fuente: Elaboración propia

Con los valores obtenidos se procede a elaborar los rangos de los niveles de vulnerabilidad de la vía Izcuchaca – Acostambo, desde la vulnerabilidad muy alto hasta una vulnerabilidad baja. Estos niveles se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 73: Niveles de vulnerabilidad.

Rango			Niveles de vulnerabilidad
0.262	$\leq v \leq$	0.502	Muy alto
0.142	$\leq v <$	0.262	Alto
0.070	$\leq v <$	0.142	Medio
0.035	$\leq v <$	0.070	Bajo

Fuente: Elaboración propia

CÁLCULO DE NIVELES DE RIESGO

Para obtener los niveles de riesgo se empleó la fórmula que menciona el manual del CENEPRED, con los valores ya obtenidos del peligro tabla N° 54 y vulnerabilidad tabla N° 72.

$$\text{Riesgo} = \text{Peligro} * \text{Vulnerabilidad.}$$

Tabla 74: Resultado de los valores del riesgo.

Cálculo del Riesgo		
Peligro	Vulnerabilidad	Valor
0.502	0.502	0.252
0.267	0.262	0.070
0.135	0.142	0.019
0.070	0.070	0.005
0.036	0.035	0.001

Fuente: Elaboración propia



Una vez obtenido los valores se procede a elaborar los rangos de los niveles de riesgo de la vía Izcuchaca – Acostambo. Estos niveles se detallan en la siguiente tabla.



Tabla 75: Niveles de riesgo.



Rango		Niveles de riesgo
0.070	$\leq R \leq$ 0.252	Muy alto
0.019	$\leq R <$ 0.070	Alto
0.005	$\leq R <$ 0.019	Medio
0.001	$\leq R <$ 0.005	bajo



Fuente: Elaboración propia



Anexo 4: Ficha de campo para identificar características físicas


FICHA DE CAMPO DE PUNTO N° 01					
CORREDOR VIAL HUANCAVELICA - IZCUCHACA -IMPERIAL - HUANCAYO (RUTA 3S)					
UBICACIÓN			Fecha	02/12/2021	
TRAMO: IZCUCHACA- ACOSTAMBO					
PROGRESIVA					
INICIO	km 190+800	TERMINA	km. 191+000		
Ancho Calzada	8.00 metros	Ancho de berma	1.50 metros		
COORDENADAS: UTM ZONA 18S					
ESTE	500388	NORTE	861824 3	ALTITUD	2900 m.s.n.m.
DESCRIPCION					
<p>El talud del terreno es accidentado ubicado a 12 metros del rio Mantaro; tiene una pendiente mayor de 80%, está compuesto por depósitos cuaternarios que sobre yacen sobre rocas sedimentarias alteradas compuesta por lutitas y areniscas sueltas. Las aguas pluviales que se acumulan y filtran desde las alturas de montaña ubicadas sobre los 3,400 m.s.n.m., son los que filtran por el terreno del talud, existe deficiente tratamiento de las aguas desde las cabeceras de las montañas por ello discurre sobre el talud de vía.</p>					
PELIGRO					
<p>Existe deslizamiento de tierras provenientes del cerro Hatun Rumi. El talud se encuentra sobre terreno natural y tiene una altura mayor de 50 metros, el terreno está conformado por carcavas de tierra lutitas que durante temporadas de lluvias se activan y son factores desencadenantes para el deslizamiento de tierras.</p>					
VULNERABILIDADES					
<p>La calzada está expuesta al deslizamiento del talud de la vía, así mismo se encuentra muy erosionada como consecuencia de los derrumbes, las obras de arte se encuentran inoperativos como consecuencia de la caída de tierras, las cunetas no funcionan se encuentran acumuladas de tierra.</p>					
					

FICHA DE CAMPO DE PUNTO N° 02					
CORREDOR VIAL HUANCVELICA - IZCUCHACA - IMPERIAL - HUANCAYO (RUTA 3S)					
UBICACIÓN			Fecha	02/12/2021	
TRAMO: IZCUCHACA- ACOSTAMBO					
PROGRESIVA					
INICIO	km 188+180	TERMINA	km. 188+100		
Ancho Calzada	8.00 metros	Ancho de berma	2.20 metros		
COORDENADAS: UTM ZONA 18S					
ESTE	499058	NORTE	862036 0	ALTITUD	2910 m.s.n.m.
DESCRIPCION					
<p>El talud del terreno se encuentra deteriorado por los derrumbes que viene cayendo en la zona y está ubicado a 13 metros del rio Mantaro; tiene una pendiente mayor de 70%, está compuesto por depósitos cuaternarios con bloques de piedra calizas de diámetro promedio de 1 metro y brechas angulosas de diámetros pequeños. Las aguas de los puquiales proveniente de las montañas ubicadas sobre los 3,400 m.s.n.m. discurren por el talud de vía y forman carcavas que desestabilizan la vía, no existe tratamiento pluvial de aguas desde la cabecera de montaña.</p>					
PELIGRO					
<p>Existe deslizamiento de tierras con flujo de detritos. El talud tiene una altura mayor de 40 metros donde las carcavas conformaron una zanja de un promedio de 1 metro de ancho, durante temporadas de lluvias se activan estas zanjas y son factores desencadenantes para el deslizamiento de tierras.</p>					
VULNERABILIDADES					
<p>La calzada está expuesta al deslizamiento del talud de la vía, así mismo se encuentra muy erosionada como consecuencia de los derrumbes, las obras de arte se encuentran inoperativos como consecuencia de la caída de tierras, las cunetas y alcantarillas no funcionan porque se encuentran acumuladas de tierra.</p>					
					

FICHA DE CAMPO DE PUNTO N° 03					
CORREDOR VIAL HUANCVELICA - IZCUCHACA -IMPERIAL - HUANCAYO (RUTA 3S)					
UBICACIÓN			Fecha	02/12/2021	
TRAMO: IZCUCHACA- ACOSTAMBO					
PROGRESIVA					
INICIO	km 181+165	TERMINA	km. 180+810		
Ancho Calzada	8.00 metros	Ancho de berma	1.50 metros		
COORDENADAS: UTM ZONA 18S					
ESTE	496324	NORTE	8626474	ALTITUD	2921 m.s.n.m.
DESCRIPCION					
<p>El terreno tiene una pendiente mayor de 60%, está cubierto por escasa vegetación en la parte superior mientras que por debajo de la vía se encuentra asentada sobre rocas estratificada de grupo goyllarisquizga, el talud tiene una altura de 2.5 metros y está compuesto por terreno rocas lutitas con fragmentos angulosos de brechas de tierra, el rio Mantaro se encuentra a 10 metros del talud de vía.</p>					
PELIGRO					
<p>El deslizamiento de tierras del talud se encuentra controlado por el mantenimiento que vienen desarrollando PROVIAS departamental, los factores condicionantes para el deslizamiento es la pendiente del terreno y los factores desencadenantes son las lluvias que generan en la zona especialmente en temporadas de lluvias.</p>					
VULNERABILIDADES					
<p>La calzada está expuesta al asentamiento de terreno producto de la erosión del rio Mantaro que posiblemente debilito el año 2014 durante el embalse del rio Mantaro, las obras de arte se encuentran operativos donde la cuneta y alcantarilla vienen funcionando normalmente.</p>					
					

FICHA DE CAMPO DE PUNTO N° 04					
CORREDOR VIAL HUANCAVELICA - IZCUCHACA -IMPERIAL - HUANCAYO (RUTA 3S)					
UBICACIÓN			Fecha	02/12/2021	
TRAMO: IZCUCHACA- ACOSTAMBO					
PROGRESIVA					
INICIO	km 180+050	TERMINA	km. 180+000		
Ancho Calzada	8.00 metros	Ancho de berma	1.70 metros		
COORDENADAS: UTM ZONA 18S					
ESTE	496060	NORTE	8627200	ALTITUD	2996 m.s.n.m.
DESCRIPCION					
El terreno tiene una pendiente mayor de 70%, el talud tiene una altura de 2.8 metros y está compuesto por calizas alteradas, el rio Mantaro se encuentra a 10 metros del talud de vía.					
PELIGRO					
El deslizamiento de tierras del talud se encuentra controlado por el mantenimiento que vienen desarrollando PROVIAS departamental, los factores condicionantes para el deslizamiento es la pendiente del terreno y los factores desencadenantes son las lluvias que generan en la zona especialmente en temporadas de lluvias.					
VULNERABILIDADES					
La calzada se encuentra en estado regular donde el mantenimiento se viene desarrollando, las obras de arte se encuentran operativos donde la cuneta y alcantarilla vienen funcionando normalmente.					
					

FICHA DE CAMPO DE PUNTO N° 05					
CORREDOR VIAL HUANCAVELICA - IZCUCHACA -IMPERIAL - HUANCAYO (RUTA 3S)					
UBICACIÓN			Fecha	02/12/2021	
TRAMO: IZCUCHACA- ACOSTAMBO					
PROGRESIVA					
INICIO	km 175+240	TERMINA	km. 175+500		
Ancho Calzada	8.00 metros	Ancho de berma	2.10 metros		
COORDENADAS: UTM ZONA 18S					
ESTE	493789	NORTE	8629534	ALTITUD	3101 m.s.n.m.
DESCRIPCION					
<p>El terreno tiene una pendiente mayor de 45%, el talud tiene una altura de 3 metros y está compuesto por depósitos alterados de areniscas y lutitas, el rio Mantaro se encuentra a una distancia mayor de 50 metros</p>					
PELIGRO					
<p>El deslizamiento de tierras del talud se encuentra controlado por el mantenimiento que vienen desarrollando PROVIAS departamental, los factores condicionantes para el deslizamiento es la pendiente del terreno y los factores desencadenantes son las lluvias que generan en la zona especialmente en temporadas de lluvias.</p>					
VULNERABILIDADES					
<p>La calzada se encuentra en estado buena donde el mantenimiento se viene desarrollando, las obras de arte se encuentran operativos donde la cuneta y alcantarilla vienen funcionando normalmente.</p>					
					

FICHA DE CAMPO DE PUNTO N° 06					
CORREDOR VIAL HUANCAVELICA - IZCUCHACA -IMPERIAL - HUANCAYO (RUTA 3S)					
UBICACIÓN			Fecha	02/12/2021	
TRAMO: IZCUCHACA- ACOSTAMBO					
PROGRESIVA					
INICIO	km 174+100	TERMINA	km. 173+190		
Ancho Calzada	8.00 metros	Ancho de berma	1.80 metros		
COORDENADAS: UTM ZONA 18S					
ESTE	493270	NORTE	8630644	ALTITUD	3320 m.s.n.m.
DESCRIPCION					
<p>La vía circula por una montaña cuya pendiente es mayor de 75%, está compuesto por depósitos cuaternarios de lutitas y areniscas, el terreno se encuentra en esta época cubierto por vegetacion. El talud de esta vía se encuentra dos tipo de estructura, una natural y la otra a base de gaviones compuesta por piedra y malla de acero, que tienen una longitud total de 190 metros.</p>					
PELIGRO					
<p>El deslizamiento de tierras del talud se encuentra controlado por el mantenimiento que vienen desarrollando PROVIAS departamental, los factores condicionantes para el deslizamiento es la pendiente del terreno y los factores desencadenantes son las lluvias que generan en la zona especialmente en temporadas de lluvias.</p>					
VULNERABILIDADES					
<p>La calzada se encuentra en estado buena debido a que el drenaje que conduce las cunetas y alcantarillas viene funcionando eficientemente.</p>					
					

Anexo 5: Ficha de campo de escala de Likert para determinar vulnerabilidad

física

Encuestado N°	Atención de emergencia vial		Servicios de transporte expuesto	
	¿Cuándo existe derrumbes en la vía, como percibe usted la respuesta de Provias en atender la emergencia?		¿En qué nivel percibe que se encuentre el servicio de transporte ante la ocurrencia del peligro de derrumbes en la vía?	
	1	No cumple con atender emergencia	1	Muy altamente expuesto
	2	Cumple deficientemente con atender la emergencia	2	Altamente expuesto
	3	Cumple regularmente con atender la emergencia	3	Regularmente expuesto
	4	Cumple con atender la emergencia	4	Escasamente expuesto
5	Cumple altamente con atender la emergencia	5	No se encuentra expuesto	
001	2	2		
002	3	2		
003	1	2		
004	2	3		
005	2	2		
006	1	2		
007	3	3		
008	2	1		
009	3	3		
010	1	2		
011	3	2		
012	2	3		
013	3	2		
014	1	2		
015	3	4		
016	2	2		
017	3	4		
018	3	3		
019	2	3		
020	4	3		
021	2	3		
022	1	3		
023	3	1		
024	1	3		
025	1	1		
026	1	2		
027	2	3		
028	3	3		

029	3	4
030	3	2
031	1	3
032	3	3
033	1	4
034	3	3
035	1	2
036	3	3
037	1	1
038	3	3
039	3	1
040	3	3
041	3	1
042	2	3
043	3	2
044	5	3
045	2	1
046	2	3
047	3	1
048	3	3
049	4	3
050	3	2
051	1	4
052	3	3
053	3	3
054	2	2
055	3	3
056	3	2
057	4	3
058	2	2
059	3	4
060	3	2
061	2	3
062	3	3
063	3	4
064	2	3
065	3	2
066	3	3
067	5	3
068	3	3
069	4	3
070	4	2
071	2	2

072	1	4
073	4	3
074	5	3
075	2	2
076	3	3
077	4	2
078	2	3
079	2	2
080	2	4
081	4	2
082	3	3
083	3	4
084	2	1
085	3	3
086	2	3
087	3	3
088	2	3
089	4	2
090	2	3
091	3	2
092	4	2
093	4	2
094	3	2
095	1	2
096	3	2
097	3	2
098	5	2
099	3	3
100	2	3

Resumen:

1	15.00
2	26.00
3	44.00
4	11.00
5	4.00

1	9.00
2	35.00
3	46.00
4	10.00
5	0.00

Anexo 6: Ficha de juicio de expertos



**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
E.P. INGENIERÍA CIVIL**



FICHA DE JUICIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres del juez: ING. CASTRO AMPA G.
 1.2. Institución donde labora: GORE - HUANUCAMA
 1.3. Instrumento motivo de la evaluación: ENCUESTA - FICHA CAMPO
 1.4. Autor del instrumento: Bach. CABALLERO NUÑEZ J.

TESIS: METODOLOGÍA MULTICRITERIO EN LA EVALUACIÓN DEL RIESGO DE LA VÍA IZCUCHACA – ACOSTAMBO.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Indicadores	Contenido	Deficiente 1	Baja 2	Regular 3	Buena 4	Muy buena 5
1. Intencionalidad	El instrumento responde a los objetivos de la investigación planteada				X	
2. Objetividad	El instrumento se encuentra expresado en componentes observables				X	
3. Organización	El orden de los ítems propuestos es suficiente para medir la variable				X	
4. Claridad	El vocabulario aplicado es adecuado para el grupo de investigación				X	
5. Consistencia	Los procedimientos para su aplicación son sencillos.					X

CONTEO TOTAL DE MARCAS (Realice el conteo en cada una de las categorías de la escala)	A	B	C	D	E
					4

$$\text{Coeficiente de validez} = \frac{1 * A + 2 * B + 3 * C + 4 * D + 5 * E}{25} = \frac{0.84}{1}$$

III. CALIFICACIÓN GLOBAL (Ubique el coeficiente obtenido en el intervalo respectivo)

CATEGORÍA	INTERVALO
Desaprobado	[0.00-0.60]
Observado	<0.60-0.70]
Aprobado	<0.70-1.00]

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD: APROBADO

V. OBSERVACIONES:

VI. FIRMA DEL EXPERTO:

GERENCIA REGIONAL DE TRANSPORTES Y
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA
CASTRO AMPA GODOFREDO
ING. CIVIL
CIP N° 74712



**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
E.P. INGENIERÍA CIVIL**



FICHA DE JUICIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres del juez: Cesar E. Gonzales Antezona
 1.2. Institución donde labora: Dirección Regional Transportes - Huca
 1.3. Instrumento motivo de la evaluación: Encuesta - Ficha de Campo
 1.4. Autor del instrumento: Bach. Caballero Néstor Yelude H.

TESIS: METODOLOGÍA MULTICRITERIO EN LA EVALUACIÓN DEL RIESGO DE LA VÍA IZCUCHACA - ACOSTAMBO.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Indicadores	Contenido	Deficiente 1	Baja 2	Regular 3	Buena 4	Muy buena 5
1. Intencionalidad	El instrumento responde a los objetivos de la investigación planteada					X
2. Objetividad	El instrumento se encuentra expresado en componentes observables					X
3. Organización	El orden de los ítems propuestos es suficiente para medir la variable					X
4. Claridad	El vocabulario aplicado es adecuado para el grupo de investigación				X	
5. Consistencia	Los procedimientos para su aplicación son sencillos.					X

CONTEO TOTAL DE MARCAS (Realice el conteo en cada una de las categorías de la escala)	A	B	C	D	E
				1	4

$$\text{Coeficiente de validez} = \frac{1 * A + 2 * B + 3 * C + 4 * D + 5 * E}{25} = \frac{0.96}{1}$$

III. CALIFICACIÓN GLOBAL (Ubique el coeficiente obtenido en el intervalo respectivo)

CATEGORÍA	INTERVALO
Desaprobado	[0.00-0.60]
Observado	<0.60-0.70]
Aprobado	<0.70-1.00]

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD: Es aprobado Aplicar

V. OBSERVACIONES:

VI. FIRMA DEL EXPERTO:

Cesar E. Gonzales Antezona
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 105977



**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
E.P. INGENIERÍA CIVIL**



FICHA DE JUICIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres del juez:
1.2. Institución donde labora:
1.3. Instrumento motivo de la evaluación:
1.4. Autor del instrumento:

Jorge Lopez Omar Sandoval
Municipalidad Provincial Huacachaca
Encuesta - Ficha de Campo
Bach. Caballero Néñez Yelude

TESIS: METODOLOGÍA MULTICRITERIO EN LA EVALUACIÓN DEL RIESGO DE LA VÍA IZCUCHACA – ACOSTAMBO.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Indicadores	Contenido	Deficiente 1	Baja 2	Regular 3	Buena 4	Muy buena 5
1. Intencionalidad	El instrumento responde a los objetivos de la investigación planteada				X	
2. Objetividad	El instrumento se encuentra expresado en componentes observables				X	
3. Organización	El orden de los ítem propuestos es suficiente para medir la variable					X
4. Claridad	El vocabulario aplicado es adecuado para el grupo de investigación					X
5. Consistencia	Los procedimientos para su aplicación son sencillos.					X

CONTEO TOTAL DE MARCAS (Realice el conteo en cada una de las categorías de la escala)	A	B	C	D	E
				2	3

$$\text{Coeficiente de validez} = \frac{1 * A + 2 * B + 3 * C + 4 * D + 5 * E}{25} = \frac{0.92}{1}$$

III. CALIFICACIÓN GLOBAL (Ubique el coeficiente obtenido en el intervalo respectivo)

CATEGORÍA	INTERVALO
Desaprobado	[0.00-0.60]
Observado	<0.60-0.70]
Aprobado	<0.70-1.00]

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD: *Aplíquese la Encuesta - Ficha Campo*

V. OBSERVACIONES:

VI. FIRMA DEL EXPERTO:

Jorge Lopez Omar Sandoval
INGENIERO CIVIL
CIP: 181881