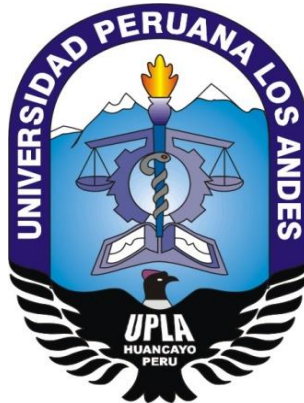


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



TESIS

**“COMPARACIÓN DEL MÉTODO MORA-VAHRSON Y
MORFOMÉTRICO EN LA IDENTIFICACIÓN DE
ZONAS SUSCEPTIBLES A DESLIZAMIENTOS,
HUANCAYO”**

PRESENTADO POR:

Bach. Norma Paola Cornelio Susanivar

Línea de investigación institucional:

Salud y gestión de salud

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

Huancayo – Perú

2021

Mg. Henry Gustavo Pautrat Egoavil

Asesor Temático

Mg. Jacqueline Jeanette Santos Julca

Asesora Metodológica

Dedicatoria:

En primer lugar, a Dios por ser siempre mi fortaleza y la luz que guía mi camino, también a la motivación de mi vida mi hijita Zamira, a mi compañero de vida Martin y a mis padres quienes siempre fueron la motivación que necesite para culminar con mi carrera hasta el día de hoy a todas las personas mencionadas gracias por darme esas ganas para cada día esforzarme más en alcanzar mis metas.

Agradecimiento:

A mis asesores, docentes de la Universidad, a mis compañeros de estudio, a los compañeros de trabajo y a los Ingenieros con las cuales trabaje a todos ellos que me aportaron experiencia y aprendizaje continuo los cuales me han valido para desenvolverme en esta hermosa Profesión que es la Ingeniería Civil.

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADOS

Dr. Casio Aurelio Torres López.

Presidente

Mg. Rando Porras Olarte.

Jurado Revisor

Mg. Vladimir Ordoñez Camposano.

Jurado Revisor

Mg. Carlos Gerardo Flores Espinoza.

Jurado Revisor

Mg. Miguel Ángel Carlos Canales.

Secretario General

INDICE

ÍNDICE DE TABLAS	VIII
ÍNDICE DE MAPAS	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	X
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	XI
RESUMEN	XII
ABSTRACT	XIII
INTRODUCCIÓN	XIV
CAPITULO I:	16
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	16
1.1. Planteamiento del Problema	16
1.2. Formulación y sistematización del problema.....	17
1.2.1. Problema general	17
1.2.2. Problemas específicos.....	18
1.3. Justificación	18
1.3.1. Social o Práctica.....	18
1.3.2. Científica y Teórica	18
1.4. Delimitaciones	18
1.4.1. Espacial.....	19
1.4.2. Temporal	19
1.4.3. Económica.....	19
1.5. Limitaciones.....	19
1.6. Objetivos.....	20
1.6.1. Objetivo general	20
1.6.2. Objetivos específicos.....	20
CAPITULO II:	21
MARCO TEÓRICO	21
2.1. Antecedentes	21
2.1.1. Internacionales	21
2.1.2. Antecedentes Nacionales	23
2.2. Marco Conceptual.....	24
2.2.1. Métodos no convencionales	24
2.2.1.1. Método Mora – Vahrson.....	24
2.2.1.1.1. Factores internos.....	25
2.2.1.1.2. Factores externos.....	28
2.2.1.1.3. Potencial de susceptibilidad.....	28
2.2.1.2. Método Morfométrico:	31
2.2.1.3. Factores internos	31
2.2.2. Zonas susceptibles a deslizamientos.....	33
2.2.2.1. Susceptibilidad de Movimientos de Masa.....	33
2.2.3. Sistemas de Información Geográfica	40
2.3. Definición de términos	43

2.4. Hipótesis.....	45
2.4.1. Hipótesis General.....	45
2.4.2. Hipótesis Específicas.....	45
2.5. Variables.....	45
2.5.1. Definición conceptual de la variable.....	45
2.5.2. Definición operacional de la variable.....	46
2.5.3. Operacionalización de la variable.....	46
CAPITULO III:.....	47
METODOLOGIA.....	47
3.1. Método de la investigación.....	47
3.2. Tipo de investigación.....	47
3.3. Nivel de investigación.....	48
3.4. Diseño de investigación.....	48
3.5. Población y muestra.....	48
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	49
3.7. Procesamiento de la Información:.....	50
3.8. Técnicas y análisis de datos.....	51
3.9. Ubicación de la zona de estudio.....	51
3.10. Acceso.....	61
3.11. Clima y temperatura.....	61
3.12. Hidrografía.....	62
3.13. Carretera.....	62
3.14. Análisis de la información.....	62
CAPITULO IV:.....	92
RESULTADOS.....	92
4.1. Pendientes susceptibles a deslizamiento.....	92
4.2. Áreas susceptibles a deslizamiento.....	93
4.3. Grado de susceptibilidad a deslizamiento.....	94
CAPITULO V:.....	96
DISCUSION DE RESULTADOS.....	96
CONCLUSIONES.....	99
RECOMENDACIONES.....	100
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	101
ANEXOS.....	103
ANEXO N°01: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	104
ANEXO N° 02: DATOS HISORICOS ESTACION SHULLCAS.....	105
ANEXO N° 03: ACREDITACION DE RESULTADOS.....	107
ANEXO N° 04: ENCUESTA REALIZADA A LOS EXPERTOS.....	108
ANEXO N° 05: VALIDACION DE INSTRUMENTOS POR LOS EXPERTOS.....	110
ANEXO N° 06: PLANOS.....	115

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Parámetros de susceptibilidad litológica (SI)	26
Tabla 2: Clasificación de los valores medios mensuales	27
Tabla 3: Factor de humedad resultante de clasificación de los valores acumulados	27
Tabla 4: Valoración del parámetro pendiente (Sp)	27
Tabla 5: Parámetro de precipitación (Tp)	28
Tabla 6: Parámetro de sismicidad (Ts)	28
Tabla 7: Grado de amenaza de acuerdo al potencial de susceptibilidad	29
Tabla 8: Calificativo de susceptibilidad de masa	30
Tabla 9: Clasificación de movimientos en masa según Varnes 1978.	34
Tabla 10 : Operacionalización de las variables	46
Tabla 11: Técnica e instrumentos utilizados en esta y trabajo de investigación	49
Tabla 12: Coordenadas geográficas de la zona de estudio	52
Tabla 13: Inventario de Movimientos de masa en el área de estudio	60
Tabla 14: Características de la carretera tramo Vilcacoto - Acopalca	62
Tabla 15: Reclasificación de la pendiente	64
Tabla 16: Reclasificación de la Energía de relieve	66
Tabla 17: Precipitación promedio mensual - estación SHULLCAS	68
Tabla 18: Valores asignados a los promedios mensuales de lluvia	69
Tabla 19: Valoración del parámetro humedad del suelo (Sh).	69
Tabla 20: Reclasificación de la pendiente a través del método Mora-Vahrson	71
Tabla 21: Caracterización litológica en el área de estudio	72
Tabla 22: Reclasificación del parámetro litológico de la zona de estudio	73
Tabla 23: Grado de amenaza por factores internos	74
Tabla 24: Parámetro de sísmico Mora-Vahrson	76
Tabla 25: Tabla de colores propuestos intensidad sísmica	77
Tabla 26 : Precipitación máxima 24 horas estación Shullcas	78
Tabla 27: Cuadro de precipitaciones máximas en 24 horas	79
Tabla 28: Distribución de probabilidades pluviométricas	79
Tabla 29: Precipitaciones máximas en un periodo de retorno de 100 años.	80
Tabla 30: Tabla de colores propuestos método Mora-Vahrson.	81
Tabla 31: Reclasificación Densidad de Disección	85
Tabla 32: Reclasificación de la Profundidad de Disección	86
Tabla 33: Reclasificación de la Energía de relieve	87
Tabla 34: Reclasificación de la Energía potencial	88
Tabla 35: Mapa de susceptibilidad a factores internos método Morfométrico	88
Tabla 36: Grado de susceptibilidad al deslizamiento.	89
Tabla 37: Grado de susceptibilidad método Morfométrico.	90
Tabla 38: Resultado de las pendientes susceptibles método Mora Vahrson	92
Tabla 39: Resumen de las pendientes susceptibles método Mora Vahrson	92
Tabla 40: Resultado de las pendientes susceptibles método Morfométrico	92
Tabla 41: Resumen de las pendientes susceptibles método Morfométrico	93
Tabla 42: Resumen Pendientes susceptibles	93
Tabla 43: Resultado de las áreas susceptibles método Mora Vahrson	93
Tabla 44: Resultado de las áreas susceptibles método Mora Vahrson	94
Tabla 45: Resumen Áreas susceptibles	94
Tabla 46: Grado de susceptibilidad método Mora Vahrson	94
Tabla 47: Grado de susceptibilidad método Morfométrico	95
Tabla 48: Características de la zona con respecto al grado de susceptibilidad	95

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1: Ubicación y Localización del área de estudio.....	53
Mapa 2: Inventario de Movimientos de masa en el área de estudio	59
Mapa 3: Curvas de nivel en el área de estudio	63
Mapa 4: Caracterización de la pendiente	63
Mapa 5: Mapa de pendientes método Mora-Vahrson	64
Mapa 6: Energía de relieve.....	66
Mapa 7: Humedad del suelo del área de estudio	69
Mapa 8: Curvas de nivel en el área de estudio	70
Mapa 9: Caracterización de la pendiente en el área de estudio	70
Mapa 10: Mapa de pendientes método Mora-Vahrson	71
Mapa 11: Caracterización del parámetro Litológico	72
Mapa 12: Mapa litológico del área de estudio	73
Mapa 13: Mapa de susceptibilidad a factores internos método Mora-Vahrson.	75
Mapa 14: Mapa de intensidad sísmica	76
Mapa 15: Caracterización del mapa de sismicidad en el área de estudio	77
Mapa 16: Precipitación máxima método Mora y Vahrson	81
Mapa 17: Mapa de susceptibilidad a deslizamientos método Mora-vahrson.....	83
Mapa 18: Densidad de disección.....	84
Mapa 19: Profundidad de disección	85
Mapa 20: Energía de relieve.....	86
Mapa 21: Energía potencial.....	87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de Procesos en el Método Morfométrico	31
Figura 2: Esquema de caída de rocas.	35
Figura 3: Tipo de volcamientos	36
Figura 4: Descripción general de los diferentes movimientos de ladera	37
Figura 5: Capas de Información	41
Figura 6: Cambio del formato analógico a la digital.....	43
Figura 7: Diagrama ombrotermico de la distribución anual de la precipitación y temperaturas del aire en la estación Shullcas.....	61
Figura 8: Red hidrográfica del área de estudio	62
Figura 9: Pendientes susceptibles método Mora Vahrson	65
Figura 10: Pendientes susceptibles método Morfométrico	67
Figura 11: Multiplicación de los factores internos a través del software ArcGIS.....	74
Figura 12: Ubicación de las Estaciones cercanas a la zona de estudio en la región Junín	78
Figura 13: Suma de los factores externos	82
Figura 14: Cálculo del grado amenaza a susceptibilidad por factores externos	82
Figura 15: Áreas susceptibles al deslizamiento analizado mediante el método Mora Vahrson.....	83
Figura 16: Media aritmética de los factores internos del método Morfométrico	88
Figura 17: Áreas susceptibles al deslizamiento método Morfométrico.....	89
Figura 18: Grado de susceptibilidad método Mora Vahrson	90
Figura 19: Grado de susceptibilidad método Morfométrico	91

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1: Anexo de Vilcacoto.....	54
Fotografía 2: Deslizamiento de masa producto de los rellenos.	55
Fotografía 3: Terreno irregular con escarpas discontinuas y tala de árboles.	55
Fotografía 4: Parámetro litológico presente en el sector de Chamiseria	56
Fotografía 5: Pendientes escarpadas en el sector de Chamiseria.....	56
Fotografía 6: Caída de rocas en el sector de Chamiseria	57
Fotografía 7: Flujo de escombros a 0.50 km aguas arriba del sector de Chamiseria	57
Fotografía 9: Pendiente escarpado en el anexo de Acopalca.....	57
Fotografía 10: Deslizamientos en Acopalca.	58
Fotografía 11: Deslizamientos en el talud medio del rio Shullcas (altura Acopalca)	58

RESUMEN

En la presente investigación el problema general fue: ¿Cuál es el grado de susceptibilidad a deslizamiento analizado mediante los métodos no convencionales en zonas susceptibles a deslizamientos en el talud de corte de la carretera tramo Acopalca - Chamiseria - Vilcacoto, Huancayo 2020?, el Objetivo general fue: Determinar el grado de susceptibilidad a deslizamiento analizado mediante los métodos no convencionales en zonas susceptibles a deslizamientos en el talud de corte de la carretera tramo Acopalca – Chamiseria - Vilcacoto, Huancayo 2020, y la hipótesis general que se verificó fue: El grado de susceptibilidad al deslizamiento analizado mediante los métodos no convencionales es alto en todo el talud de corte de la carretera tramo Acopalca- Chamiseria-Vilcacoto, Huancayo 2020.

El método de investigación fue el científico, el tipo de investigación fue aplicada, el nivel de investigación fue Descriptivo – Comparativo y el diseño fue no experimental. La población en estudio estuvo conformada por todo el talud de corte de la Carretera tramo Acopalca-Chamiseria-Vilcacoto la cual tiene una distancia de 14 + 204 km; no se utilizó una técnica de muestreo, sino el censo debido a que se consideró toda la población.

Como conclusión se obtuvo que, se logró determinar a partir de los métodos no convencionales que el talud de corte de la carretera tramo Acopalca – Chamiseria - Vilcacoto, presenta en todo el tramo zonas con moderada y alta susceptibilidad a deslizamientos.

Palabras Claves: Métodos no convencionales, susceptible, deslizamientos.

ABSTRACT

In the present investigation, the general problem was: What is the degree of susceptibility to landslide analyzed by non-conventional methods in areas susceptible to landslides on the cut slope of the road section Acopalca - Chamiseria - Vilcacoto, Huancayo 2020? General was: Determine the degree of susceptibility to landslide analyzed by non-conventional methods in areas susceptible to landslides on the cutting slope of the Acopalca - Chamiseria - Vilcacoto road, Huancayo 2020, and the general hypothesis that was verified was: The degree The susceptibility to landslide analyzed using non-conventional methods is high throughout the cut slope of the Acopalca-Chamiseria-Vilcacoto, Huancayo 2020 section of highway.

The research method was scientific, the type of research was applied, the research level was Descriptive - Comparative and the design was non-experimental. The study population was made up of the entire cut slope of the Acopalca-Chamiseria-Vilcacoto Highway, which has a distance of 14 + 204 km; a sampling technique was not used, but the census because the entire population was considered.

As a conclusion, it was obtained that, it was possible to determine from unconventional methods that the cutting slope of the Acopalca - Chamiseria - Vilcacoto section road, presents areas with moderate and high susceptibility to landslides throughout the section.

Keywords: Non-conventional methods, susceptible, landslides.

INTRODUCCIÓN

Los desastres naturales son inevitables, pero se podrían llegar a evitar o reducir de alguna forma. El problema de los deslizamientos en el Perú es que ha cobrado un número considerable de vidas humanas y daños materiales cuantiosos. Este aspecto fue de vital importancia en el que deben estar preparados los que atienden las actividades de Protección Civil del país, por lo que este estudio está dirigido a ellos principalmente.

Por estas razones existió la necesidad de comparar entre dos métodos no convencionales y así determinar sus fortalezas y debilidades en la identificación de zonas susceptibles a deslizamientos en Huancayo. Construyendo así un mapa de vulnerabilidades ante deslizamientos, que será utilizado como herramienta tanto para las autoridades para idear planes de gestión de riesgos y construir así obras de protección o realizar el mejoramiento del mismo frente a los deslizamientos. Se dará como producto primario, dos mapas de zonificación de áreas susceptibles a deslizamientos de ambos métodos la cual proporcionará a los planificadores un método eficaz, práctico y costo-efectivo para zonificar áreas susceptibles a deslizamientos. En el presente estudio se realizó la comparación entre el método Mora-Vahrson (Mora & Vahrson, 1993) y Morfométrico (Lugo, 1988; Quesada-Román, 2016; Quesada-Román y Barrantes, 2017).

El método Mora-Vahrson es un método relativamente sencillo y efectivo a la hora de zonificar áreas susceptibles a deslizamientos de masa la misma que ha sido utilizada en varios países de centro América y Sudamérica donde obtuvieron buenos resultados según estudios realizados.

El método morfométrico es de análisis cuantitativo dentro de sus variables esta la pendiente del terreno y la densidad de drenaje; así mismo existen muchos ejemplos de la aplicación del método morfométrico en países como México donde ha sido aplicada en los últimos años tanto para proyectos de investigación así también en tesis de pregrado.

Para una mejor comprensión, la presente investigación se ha dividido en los siguientes capítulos:

Capítulo I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN, en este capítulo se considera del planteamiento del problema, la formulación y sistematización del problema detallando así el problema general y los problemas específicos, la justificación práctica, científica, teórica y metodológica, se consideró también las delimitaciones en aspecto espacial, temporal y económica, sin embargo, la investigación presentó limitaciones de tipo informativa, económica y temporal. Por último, se hace referencia el objetivo general y los objetivos específicos.

Capítulo II: MARCO TEÓRICO, contiene los antecedentes internacionales y nacionales de la investigación, marco conceptual, definición de términos, hipótesis general y específicas por último definición de las variables y operacionalización de las mismas.

Capítulo III: METODOLOGÍA, se presenta el método de investigación, tipo de investigación, diseño de investigación, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, procesamiento de la información y por último técnicas y análisis de datos.

Capítulo IV: RESULTADOS, en este capítulo se presenta el desarrollo de los resultados y donde se verifica la hipótesis general y específica.

Capítulo V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS, Se presenta el desarrollo de la discusión de resultados, gráficos y las interpretaciones respectivas.

Por último, se presenta las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos donde se anexa la matriz de consistencia y los planos.

Bach. Norma Paola Cornelio Susanivar

CAPITULO I:

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del Problema

De acuerdo a estudios realizados por Indeci en el año 2019 refirió que los deslizamientos son una de las catástrofes naturales que generan un mayor número de víctimas que se producen en el mundo. Según estudios realizados dan como reporte los desastres naturales frente al escenario de peligro expuestos ante deslizamientos de masa nos dicen que en el departamento de Junín dentro de sus 9 provincias de ellos un total de 53 distritos y 259 centros poblados se ven expuestas frente a problemas ante deslizamientos donde unas poblaciones totales de 14,385 se ven afectados tanto por daños personales y materiales.

Existen antecedentes en el Valle del Mantaro en la que se presenta severos problemas de deslizamientos, problemas que se extienden a centros poblados, Anexos, Sectores y localidades cercanas, siendo de gran preocupación el crecimiento urbano no planificado en áreas susceptibles a deslizamientos a ser afectadas por peligros de origen natural, generando así áreas con alto riesgo a deslizarse.

En 1974, se dio unos de los deslizamientos más grandes en la historia ocurrió en el valle del río Mantaro una laguna temporal se formó cuando el deslizamiento represó el río Mantaro causando así la inundación de granjas, 3 puentes, y unos 20 kilómetros de carretera. Un aproximado de 500 personas en el pueblo de Mayunmarca y en sus alrededores perdieron la vida. Este desastre este es un ejemplo del potencial destructivo que generan los deslizamientos de tierra y cuan peligrosos pueden llegar a. Si bien es cierto no todos los deslizamientos pueden producen catástrofes, los daños causados por muchos

pequeños pueden ser igual a o exceder el impacto de un solo gran deslizamiento. Así, los deslizamientos tanto grandes como pequeños son capaces de causar daños significativos y pérdidas de vida.

Estudio de suelos en áreas de intervención en la subcuenca del río Shullcas (2017). Según el estudio presentado nos dan a conocer sobre los riesgos a desastres naturales en el anexo de Acopalca donde nos señala que existe signos de los suelos especialmente en las zonas con pendiente pronunciada existe ocurrencia de deslizamientos y quema de pastizales.

De acuerdo al informe presentado por el Ingemmet (2014) refiere que en el Anexo de Acopalca Km 4+800 -km 7+100 carretera Huancayo – Carhuacocha presenta un área sujeta a deslizamientos, derrumbes y erosión fluvial a lo largo de 1 Km de la carretera Huancayo-Carhuacocha y su expansión se extiende inevitablemente a las riberas del mismo, sin considerar que estos territorios se han visto afectados.

Por estas razones existió la necesidad de encontrar el método más adecuado para identificar zonas susceptibles a deslizamientos y que se ajuste a nuestra realidad construyendo así un mapa de susceptibilidad ante deslizamientos, que será utilizado como herramienta para las autoridades para idear planes de gestión de riesgos y realizar el mejoramiento o construir obras de protección frente a los deslizamientos y por otra parte de la población que puede ser afectada , servirá como un medio de información para que puedan adoptar planes para salvaguardar y mitigar daños causados por efecto de los deslizamientos. Se dará como producto primario, dos mapas de susceptibilidad ante deslizamientos la cual proporcionará a los planificadores un método efectivo, práctico y costo-efectivo para zonificar áreas susceptibles a deslizamientos y así poder evitar catástrofes como los ocurridos en 1974 en el valle del Mantaro.

1.2. Formulación y sistematización del problema

1.2.1. Problema general

- ¿Cuál es el grado de susceptibilidad analizado mediante los métodos no convencionales en la identificación de zonas susceptibles a deslizamientos en el talud de corte de la carretera tramo Acopalca - Chamiseria - Vilcacoto, Huancayo 2020?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Qué valores tienen las pendientes susceptibles al deslizamiento analizadas mediante los métodos no convencionales en el talud de corte de la carretera tramo Acopalca – Chamiseria – Vilcacoto, Huancayo 2020?
- ¿Cuánto es el área susceptible al deslizamiento analizado mediante los métodos no convencionales en el talud de corte de la carretera tramo Acopalca – Chamiseria – Vilcacoto, Huancayo 2020?

1.3. Justificación

1.3.1. Social o Práctica

Esta investigación benefició a la población de Huancayo principalmente el tramo que se dirige desde Huancayo iniciando del anexo de Vilcacoto hasta el anexo de Acópala así mismo a los que estén circundantes o los que transiten el tramo de dichos anexos con la finalidad así de salvaguardar las pérdidas humanas y de materiales.

1.3.2. Científica y Teórica

En este aspecto se buscó comparar entre dos métodos no convencionales en la determinación de zonas susceptibles a deslizamientos y así utilizar el método más adecuado y con mejores resultados en el Perú la cual servirá como una herramienta para diseñar planes de prevención, gestión de riesgo, obras de protección en zonas de alto grado.

1.4. Delimitaciones

1.4.1. Espacial

La presente investigación se desarrolló en el talud de corte de la vía de acceso iniciando en anexo de Vilcacoto cuyas coordenadas son 480042.23 E y 8671974.25 N, hasta el anexo de Acopalca cuyas coordenadas son 4892225.00 E y 8675148.00 N la misma que se encuentra en la provincia de Huancayo, región Junín.

1.4.2. Temporal

La presente investigación se desarrolló en el mes de mayo y se culminó el mes de noviembre del año 2020.

1.4.3. Económica

Los gastos generados para el desarrollo de la presente investigación serán cubiertos con recursos propios.

1.5. Limitaciones

1.5.1. Información

- Tuve como limitación principal acceder a las cartas nacionales 24m y 25m a escalas menores las cuales me conllevaban a obtener resultados más exactos a la hora de determinar algunos parámetros de ambos métodos.
- Así mismo me limito la poca cantidad de antecedentes nacionales e internacionales sobre la presente investigación.

1.5.2. Económica y temporal

- El factor económico fue un factor determinante el cual no me permitió a acceder de más años de datos de información histórica de las precipitaciones máximas y promedio mensual de las estaciones cercanas al área de estudio del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (**SENAMHI**).
- Una de las principales limitaciones que tuve fue no encontrar movilidad para la visita al área de estudio debido a los altos costos que demandaba, esto debido a la pandemia en la que se encontraba el País.

- Así también el tiempo fue un factor limitante esto debido a la extensión del área de estudio y a los trámites para acceder a la información por parte de Senamhi demandaban mayor tiempo.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

- Determinar el grado de susceptibilidad analizado mediante los métodos no convencionales en la identificación de zonas susceptibles a deslizamientos en el talud de corte de la carretera tramo Acopalca – Chamiseria – Vilcacoto, Huancayo 2020

1.6.2. Objetivos específicos

- Estimar las pendientes susceptibles al deslizamiento analizadas mediante los métodos no convencionales en el talud de corte de la carretera tramo Acopalca – Chamiseria – Vilcacoto, Huancayo 2020.
- Cuantificar las áreas susceptibles al deslizamiento analizadas mediante los métodos no convencionales en el talud de corte de la carretera tramo Acopalca – Chamiseria – Vilcacoto, Huancayo 2020.

CAPITULO II:

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Internacionales:

- Chinchilla (2008) en su investigación ***Evaluación de la susceptibilidad al deslizamiento del Cantón de San José, provincia de San José, Costa Rica***, para optar el título profesional de ingeniero con el grado académico de Licenciatura en ingeniería forestal desprende de la tesis lo siguiente :La cual tuvo como objetivo establecer los sectores con potencial de presentar deslizamientos en caso de lluvias de intensidad alta, sismos de magnitud importante o una combinación de ambos utilizando el método Mora-Vahrson la cual obtuvo como resultado que esta investigación debe de ser utilizada como una herramienta para lo que es toma de decisiones en lo que respecta a la planificación urbana así mismo otorgamiento de permisos para la construcción de obras de infraestructura y en la regulación del uso del terreno, sin sustituir estudios geotécnicos de detalle, principalmente en las áreas de susceptibilidad media y muy alta.
- Gómez, Osorio y Salazar (2013) en su estudio ***SIG para determinar la susceptibilidad a movimientos en masa en la cuenca del río Campoalegre***, para obtener una especialización en sistemas de información geográfico en la cual se tuvo como objetivo determinar las posibles zonas con mayor susceptibilidad a la ocurrencia de movimientos en masas en zonas donde las pendientes y precipitación son los principales detonantes de los deslizamientos en la zona, cuyas

condiciones son propensas a presentar este tipo de eventos y posteriormente desarrollar un Sistema de Información Geográfica SIG que nos permita evaluar la susceptibilidad por movimientos en masa para la prevención del riesgo en la cuenca del río Campo alegre así también nos permitirá evaluar el mapa de susceptibilidad versus la ubicación de los movimientos en masa que se observa y que éstos se encuentren entre el límite de la susceptibilidad moderada y alta. Como resultado obtuvo que el modelo cartográfico generado puede ser aplicable en las diferentes cuencas, teniendo en cuenta los 5 parámetros y el valor de peso incluido en cada tabla para la clasificación

- Diaz, (2013) en su tesis ***Uso de sistemas de información geográfica SIG para análisis de procesos de remoción en masa dentro de zonas de alta vulnerabilidad, sector ciudad Bolívar, Bogotá***, para optar el título profesional de ingeniero civil para lo cual tuvo por objetivo identificar y evaluar los riesgos del fenómeno de remoción en masa en la localidad de ciudad Bolívar (Bogotá) por medio de un software de Sistema de Información Geográfica de libre distribución en la cual tuvo como resultado que el área de trabajo por sus características geológicas, geomorfológicas, hidrológicas, topográficas, uso del suelo, se ha determinado de alta vulnerabilidad en remoción en masa por lo tanto se sugiere realizar obras civiles de mitigación o mejoramiento como sistemas de drenaje, taludes, muros de contención entre otros, por lo tanto esta investigación aporta información a los profesionales competentes al área, georreferenciada para estudios futuros.
- Jaramillo y Pasato (2016) en su investigación ***Aplicación del método Mora Vahrson para la clasificación de la susceptibilidad a los deslizamientos de la vía Macas - Riobamba en la parroquia Zuñac***, para optar el título profesional de ingenieros de la cual se desprende lo siguiente: El objetivo del presente estudio fue realizar un mapa de susceptibilidad a los deslizamientos, de las vías Macas -Riobamba en

la parroquia Zuñac .Así mismo realizar un inventario de deslizamientos a escala 1:10000 del área estudiada, realizar un mapa geológico ,mapa de pendientes, mapa de susceptibilidad de zonas potenciales a deslizamientos a escala 1:10000 del área de estudio. Como resultado se obtuvo que trabajando con todos los parámetros planteados por el Método Mora Vahrson, se obtuvo una correlación muy técnica que permitió obtener un análisis de susceptibilidad a los deslizamientos expresados en mapas temáticos individuales y en un mapa temático absoluto de susceptibilidad.

2.1.2. Antecedentes Nacionales:

- Blanco (2013) en su tesis ***Evaluación de la susceptibilidad a movimientos en masa en la zona central de la cuenca del río Mantaro – región Junín***, para optar por el título profesional de Ingeniero se desprende de la tesis lo siguiente: El objetivo del estudio es estimar la susceptibilidad a movimientos en masa del terreno en base al potencial de cada parámetro intrínseco en la generación de los movimientos en masa. Para lograr concluye que se necesita realizar las siguientes actividades: a) Evaluar la influencia de los parámetros intrínsecos en el potencial de generación de los movimientos en masa buscando cuantificar cada variable b) Revisar las metodologías de evaluación de la susceptibilidad a movimientos en masa más usadas eligiendo el método que más se adapte a la zona de estudio, con resultados confiables y válidos. c) Elaborar un mapa de inventario de los eventos ocurridos en la zona de trabajo, que permitirá dar validez a los resultados obtenidos d) Correlacionar el mapa de inventario de movimientos en masa con los resultados de cada método para elegir el método más confiable y adecuado como resultado se obtuvo que los parámetros intrínsecos del terreno controlan la estabilidad con niveles distintos, considerándose a la litología como el más importante e influyente, seguido de la pendiente que genera el aumento o disminución de la fuerza debido al peso del material .

- Carrillo (2015) en su tesis *Evaluación de zonas susceptibles a movimientos en masa del tipo deslizamiento en el Centro Poblado de Carampa, Distrito de Pazos, Provincia de Tayacaja, Región Huancavelica, Aplicando el protocolo de Cenepred*, para optar por el título profesional de Ingeniero se desprende de la tesis lo siguiente: Tuvo por objetivo caracterizar la dinámica del deslizamiento de tierra y estimar la peligrosidad haciendo uso del protocolo de Cenepred donde concluye que la ladera sobre la que se asienta el C.P Carampa se encuentra afectada por la ocurrencia de un deslizamiento de tierra, ello debido a que, se encuentra condicionada principalmente por factores: morfológicos, geológicos, hidrográficos, geotécnicos, estructurales entre otros. Sumado a ello factores detonantes como las precipitaciones pluviales . Como resultado presenta que la ladera sobre la que se asienta el C.P Carampa se encuentra afectada por la ocurrencia de un deslizamiento de tierra, ello debido a que, se encuentra condicionada principalmente por factores: morfológicos, geológicos, hidrográficos, geotécnicos, estructurales entre otros. Sumado a ello factores detonantes como las precipitaciones pluviales.

2.2. Marco Conceptual:

2.2.1. Métodos no convencionales

Los métodos no convencionales son aquellos que no fueron aplicados en el Perú en la determinación de las zonas susceptibles a deslizamientos de masa debido a que no se tiene la certeza de presentar buenos resultados al ser aplicados en el Perú entre ellos tenemos a los siguientes métodos.

2.2.1.1. Método Mora – Vahrson

El método Mora-Vahrson es considerado un modelo de determinación a priori frente a las amenazas a deslizamientos en grandes áreas utilizando así parámetros morfodinámicos. Este método fue presentado por el Drs.Sergio Mora Castro y Wilhelm-

Gunther Vahrson, en el año 1991 el cual ha sido utilizado en algunos países de centro América. (Herrera, Mena, Martínez, 2001).

La metodología es aplicada mediante la combinación de varios factores y parámetros, los cuales se obtienen mediante la observación y medición de indicadores. Para la realización de este estudio se utilizó una base topográfica 1:100 000, con un tamaño de pixel de 20x20 m .

El método recibe como entrada 5 parámetros, de los cuales se dividen en 2 grupos:

- Susceptibilidad por elementos internos:
 - Litología (Sl)
 - Humedad del Suelo (Sh)
 - Pendiente (Sp)
- Susceptibilidad por elementos externos:
 - Intensidad de Lluvias (Tp)
 - Intensidad Sísmica (Ts)

$$H = (Sl * Sh * Sp) * (Tp + Ts)$$

2.2.1.1.1. Factores internos

Para generar los mapas de susceptibilidad frente a deslizamientos de masa se deben manejar los siguientes factores:

a) Parámetro de susceptibilidad litológica(Sl)

El tipo de suelo es determinante en el comportamiento dinámico de las laderas. Tanto la “composición mineralógica, la capacidad de retención de humedad, los espesores y el grado de meteorización, el estado de fracturamiento, el ángulo de buzamiento, la posición y variación de los niveles freáticos , etc., influyen claramente en la estabilidad o inestabilidad de las laderas (Mora, Vahrson, 1994).

Tabla 1: Parámetros de susceptibilidad litológica (SI)

Litología	Clasificación	Factor(SI)
Aluviones: gruesos permeables, compacto, con nivel freático bajo. Calizas: duras, permeables. Intrusivos: poco fisurados, bajo nivel freático. Basaltos, andesita, ignimbritas y similares: sanas, permeables y poco fisuradas. Rocas metamórficas: sanas, poco fisuradas, nivel freático bajo.	Bajo	1
Rocas sedimentarias: poco alteradas, estratificación maciza (decamétrica o métrica), poco fisuradas, nivel freático bajo. Rocas intrusivas, calizas duras, ignimbritas o metamórficas. Medianamente fisuradas o alteradas, nivel freático o profundidades intermedias.	Moderado	2
Rocas sedimentarias, rocas intrusivas, calizas duras, lava ignimbritas, tobas poco soldados o metamórficas medianamente alteradas. Coluvios, lahares, arenas, suelos regolíticos levemente compactados: drenaje poco desarrollado, niveles freáticos relativamente altos.	Medio	3
Aluviones fluvio-lacustres, suelos piroclásticos poco compactados, sectores de alteración hidrotermal, rocas fuertemente alteradas y fracturadas con estratificaciones y foliaciones a favor de la pendiente, con rellenos arcillosos, niveles freáticos someros.	Alto	4
Materiales aluviales, coluviales y regolitos de muy baja calidad Mecánica: con estado de alteración avanzado, drenaje pobre, se incluyen las categorías 3 y 4 con niveles freáticos muy someros, sometidos a gradientes hidrodinámicos muy elevados.	Muy alto	5

Fuente: Tomando de Mora & Vahrson, 1993

b) Parámetros de humedad del suelo (Sh)

Este parámetro cuantifica la influencia de la humedad acumulada de todo un año, esto debido a que las fuertes lluvias pueden desestabilizar el suelo. Para esto se aplica una metodología simple de un balance hídrico, para lo cual se requiere los valores promedios mensuales. Para el primer paso se utiliza un valor límite de 125 mm la cual representa la evapotranspiración potencial media mensual. Además, se demostró que para que exista infiltración de tipo significativa se requiere al menos de 40mm de lluvia acumulada en diez días la

cual corresponde un aproximado de 125 mm/mes (Mora & Vahrson, 1993).

Tabla 2: Clasificación de los valores medios mensuales

Promedio de precipitación mensual(mm/mes)	Valor asignado
< 125	0
125-250	1
>250	2

Fuente: Tomando de Mora & Vahrson, 1993.

Tabla 3: Factor de humedad resultante de la clasificación de los valores acumulados

Valor acumulado de los índices de precipitación	Calificación	Factor Sh
0-4	Muy bajo	1
5 – 9	Bajo	2
10 – 14	Medio	3
15 – 19	Alto	4
20 - 24	Muy alto	5

Fuente: Tomando de Mora & Vahrson, 1993

c) Parámetros de pendientes del terreno (Sp)

Inicialmente Mora y Vahrson (1994), utilizo datos de relieve relativo, para que luego Salazar en el 2007, realizara un cambio donde cambia este factor por pendientes y utiliza las clases de pendiente de (Zuidman, 1986) con las cuales se describen los procesos característicos y esperados, y las condiciones del terreno, así como una leyenda de colores sugerida por el mismo autor. Los diferentes grados de pendientes pueden coincidir con los sectores susceptibles a deslizamientos

Tabla 4: Valoración del parámetro pendiente (Sp)

Rangos de pendientes (grados)	Peso asignado (Sr)	Procesos y condiciones característicos del terreno
0 – 2	1	Plano o casi completamente
2 – 4	2	Inclinación suave
4 – 8	3	Pendientes inclinadas
8 – 16	4	Modelo escarpado
16 – 35	5	Escarpado
35 – 55	6	Muy escarpado
> 55	7	Extremadamente escarpado

Fuente: Van Zuidam, 1986

2.2.1.1.2. Factores externos

a) Intensidad de lluvia (Tp)

Este factor calcula la influencia que tiene la lluvia esto debido a que es un factor que de disparo de los deslizamientos.

Tabla 5: Parámetro de precipitación (Tp)

Precipitación máxima mm/día	Descripción	Factor DLL
<100	Muy bajo	1
101-200	bajo	2
201-300	Medio	3
301-400	alto	4
>400	Muy alto	5

Fuente: Tomando de Mora & Vahrson, 1993

b) Intensidad Sísmica (Ts)

Se determinó que el potencial de generación de deslizamientos por actividad sísmica se puede correlacionar con la escala de intensidades de Mercalli-Modificada (Mora, 1992).

Tabla 6: Parámetro de sismicidad (Ts)

Intensidad Mercalli-Modificada	Aceleración Pico (%g)	Aceleración PGA (m/s ²)	Calificación	Valor Ds
III	1-12	0,098-1,226	Leve	1
IV	13-20	1,227-2,011	Muy bajo	2
V	21-29	2,012-2,894	Bajo	3
VI	30-37	2,895-3,679	Moderado	4
VII	38-44	3,680-4,365	Medio	5
VIII	45-55	4,366-5,445	Elevado	6
IX	56-65	5,446-6,426	Fuerte	7
X	66-73	6,427-7,210	Bastante fuerte	8
XI	74-85	7,211-8,388	Muy fuerte	9
XII	>85	>8,389	Extremadamente fuerte	10

Fuente: Tomando de Mora & Vahrson, 1993

2.2.1.1.3. Potencial de susceptibilidad

Para determinar los resultados de la combinación de los factores activos y pasivos no se puede establecer una escala de

valores única, pues los mismos dependen mucho de la condición en la que se encuentre el área de estudio . Por tal motivo se sugiere dividir el rango de valores obtenidos, para el área de estudio, en 5 clases de susceptibilidad y así asignar los calificativos que se presentan en la tabla 7 (Mora,2004).

Tabla 7: Grado de amenaza de acuerdo al potencial de susceptibilidad

SUS = (L * P * H) * (S + LI)		
Potencial	Clase	Grado de amenaza
0-6	I	Muy baja
7-32	II	Baja
33-512	III	Moderado
513-1251	IV	Alto
>1251	V	Muy alta

Fuente: Tomando de Mora & Vahrson, 1993

a) Clases de susceptibilidad y sus calificativos de acuerdo al grado de amenaza.

Cabe precisar que esta clasificación relativa de la susceptibilidad, se basó a la influencia que tienen las diferentes condiciones estudiadas en un área específica; es decir, las áreas de susceptibilidad determinadas para un sitio son válidas únicamente para este sitio. Condiciones similares, encofradas fuera del sitio, pueden producir un resultado diferente por una pequeña diferencia en alguno de los factores(Mora,2004)

$$AD = F_p * F_a$$

- AD: Amenaza a deslizamientos
- Fp: Factores pasivos
- Fa: Factores activos

El calificativo de susceptibilidad es la representación cualitativa de los distintos niveles de amenaza y no una amenaza propiamente dicha.

Tabla 8: Calificativo de susceptibilidad de masa.

Clase	Índice de susceptibilidad a deslizamientos	Calificativo de susceptibilidad	CARACTERÍSTICAS
1	0-6	Muy baja	Esta calificación de susceptibilidad se presenta en sectores que se encuentran estables y no requieren medidas correctivas. Para esto se deben considerar la influencia de los sectores aledaños que presenten susceptibilidad de moderada a muy alta. Estos sectores son considerados aptos para usos urbanos de alta densidad y ubicación de edificios indispensables como para hospitales, centros educativos, estaciones de policía, bomberos, etc.
2	7-32	Baja	Este calificativo se presenta en sectores estables que solo requieren medidas correctivas menores, solamente en caso de obras de infraestructura de gran envergadura. Se debe considerar la influencia de los sectores aledaños son susceptibilidad de moderada a muy alta. Estos sectores son aptos para usos urbanos de alta densidad y ubicación de edificios indispensables como hospitales, centros educativos, estaciones de policía, bomberos, etc. los sectores con rellenos mal compactados son de especial cuidado
3	33-162	Moderada	Para este calificativo de susceptibilidad no se deben permitir la construcción de infraestructura si no se realizan estudios geotécnicos y se realiza el mejoramiento del suelo. Las mejoras pueden incluir lo que es movimientos de tierra, estructuras de retención, manejo de aguas superficiales y subterráneas, bioestabilización de terrenos, etc. los sectores con rellenos mal compactados son de especial cuidado. Estos sectores son recomendados para usos urbanos de baja densidad.
4	163-512	Alta	Estos sectores presentan una alta posibilidad a deslizamiento (< 50%) en caso de lluvias de intensidad alta. Para su uso se debe realizar estudios de estabilidad a detalle y la implementación de medidas correctivas que aseguren la estabilidad del sector, en caso contrario, deben mantenerse como áreas de protección.
5	513-1250	/Muy alta	Estos sectores presentan una probabilidad de deslizamiento muy alta (> 50%) en caso de lluvias de intensidad alta. Prohibido su uso con fines urbanos, se recomienda usarlos como áreas de protección.

Fuente: Tomando de Mora & Vahrson, 1993

2.2.1.2. Método Morfométrico:

El modelo morfométrico planteados por Simonov (1985), Lugo (1988) y Zamorano (1990) y de la versión implementada por Quesada (2016).

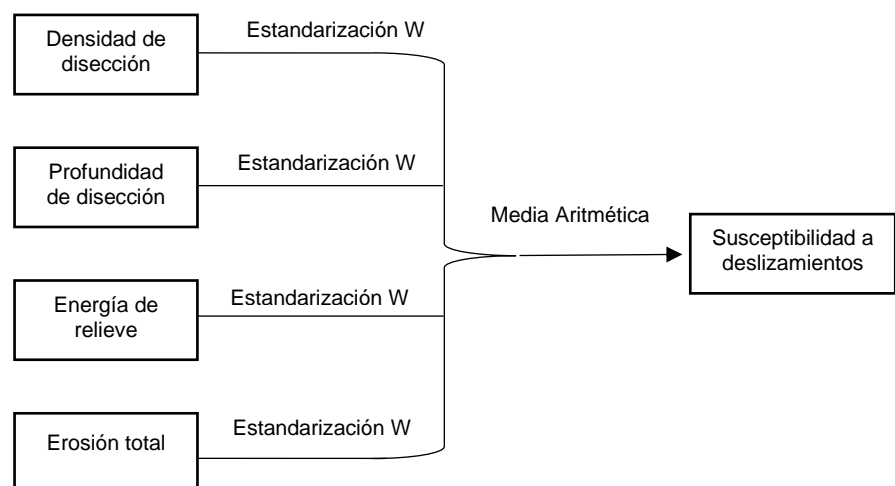
Este método hace uso de cuatro variables morfométricas las cuales serán calculadas y estandarizadas.

- Densidad de disección
- Profundidad de disección
- Energía de relieve
- Energía de erosión

Procedimiento:

- Digitalización o levantamiento de los cauces y drenes.
- Digitalización de las curvas de nivel.
- Elaboración de una cuadrícula como unidad mínima de análisis (se indica que las dimensiones de las celdas se condicionan con la escala del trabajo).
- Cálculo de los factores internos.
- Interpolación de los valores de cada variable por medio de algún software. figura
- Estandarización de cada variable para su combinación.

Figura 1:Diagrama de Procesos en el Método Morfométrico



Fuente: Barrantes, Quesada, 2016.

2.2.1.3. Factores internos

a) Densidad de disección

- Representa la cantidad de la erosión fluvial en un área determinada.
- El valor está determinado por la pluviometría de la zona (Barrantes, Quesada, 2016).

$$D = \frac{\sum Li}{Ai}$$

D= Densidad de disección

$\sum li$ =Longitud total de todos los cauces y drenes

Ai = Área de cada celda

b) Profundidad de disección

- La profundidad de disección representa la erosión fluvial de fondo.
- Su valor está determinado por las mismas condicionantes que la variable anterior, con mayor peso en la litología, las estructuras disyuntivas, los contactos geológicos, es decir factores que favorecen la profundización del cauce.
- Este parámetro se calculada a partir de la distancia que existe entre el talweg y la ruptura de pendiente más próxima (Barrantes, Quesada, 2016).

c) Energía de Relieve

- Refleja el potencial erosivo favorecido por el relieve y representa la rugosidad del terreno.
- Se obtiene al sacar la diferencia entre la mayor y la menor altitud para cada celta (Barrantes, Quesada, 2016).

d) Energía Potencial

- Las curvas de nivel registran en si los distintos agentes que modelan el terreno.

- E podría decir que, a mayor intensidad y permanencia de un determinado proceso erosivo, mayor densidad de curvas (Barrantes, Quesada, 2016).

$$E_p = \frac{\sum L_i}{A_i}$$

E_p = Erosión Potencial

$\sum L_i$ =Longitud total de todas las curvas

A_i = Área de cada celda

2.2.2. Zonas susceptibles a deslizamientos

Se define como aquellas zonas que presentan un grado de susceptibilidad a deslizamientos.

2.2.2.1. Susceptibilidad de Movimientos de Masa

Es definida como la potencialidad-posibilidad de generar inestabilidad en un área específica evaluada mediante las propiedades intrínsecas del terreno. Los parámetros detonantes tales como la precipitación, sismicidad se podrían considerar para el cálculo. La susceptibilidad a movimientos en masa es un dato fundamental para determinar la peligrosidad, donde esta se define como la probabilidad de ocurrencia de un proceso de remoción de masa dentro de un periodo específico de tiempo y un área determinada (Varnes; 1984).

Debe aclararse que se entenderá por deslizamientos de masa a todas las variedades de movimientos de remoción en masa.

A) Enfoques utilizados en La Evaluación de Áreas Susceptibles A Deslizamiento

- **Evaluación directa:** Para realizar esta evaluación se puede realizar a través del reconocimiento en campo o por medio de la fotointerpretación. Este tipo de trabajo son aplicables a escalas pequeñas y grandes (Barrantes, Barrantes & Nuñez, 2011).
- **Modelos cartográficos:** Este modelo se genera por medio de la superposición de mapas tanto los que representan los factores

pasivos y activos. Este tipo puede elaborarse de manera cualitativa o cuantitativa a los que se les llega a asignar valores y pesos a las variables representativas de los factores causantes de los deslizamientos (Barrantes, Barrantes & Nuñez, 2011).

- **Métodos probabilísticos:** Similar al anterior, pero con la diferencia de que se determina la frecuencia de los factores activos, tales como periodo de retorno de las lluvias o de los sismos de determinada magnitud, también puede ser usada la frecuencia de los propios fenómenos de inestabilidad encontrados (Barrantes, Barrantes & Nuñez, 2011).
- **Métodos deterministas:** Se realiza a través del cálculo de la estabilidad de las laderas en un sitio en particular. Apto para gran escala únicamente (Barrantes, Barrantes & Nuñez, 2011).

B) Clasificación de movimientos en masa

La clasificación más simplificada y didáctica de agrupar los movimientos en masa se refleja en la clasificación propuesta por (Varnes; 1978), el cual tipifica los principales tipos de movimiento. Para el propósito de la siguiente tesis se presentaron algunas observaciones del autor a los procesos de movimiento identificados, algunos de estos movimientos están dentro de la clasificación de los procesos de deterioro previo a un deslizamiento y cuando son componentes del movimiento del talud (Varnes; 1978), en la Tabla 9 se involucra el tipo de evento ocurrido versus el tipo de material (sea roca, suelo, detrito o las combinaciones de ellas), clasificando en cinco tipos de mecanismos principales de rotura los cuales se definen a continuación:

Tabla 9: Clasificación de movimientos en masa según Varnes 1978.

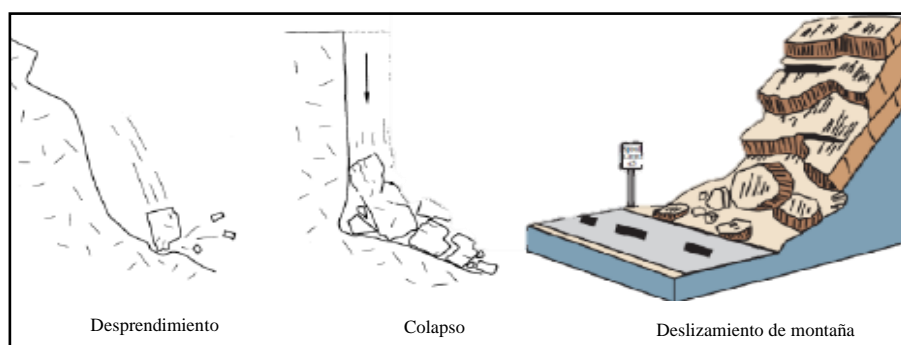
Tipo de movimiento	Tipo de material		
	Roca	Suelo	
		De grueso grano	De grano fino
Caídas	Caída de rocas	Caídas de detritos	Caídas de suelos
Basculamientos	Basculamiento de rocas	Basculamiento de detritos	Caída rotacional de suelos

Deslizamientos	Rotacionales	Deslizamiento rotacional de rocas	Deslizamiento rotacional de detritos	Deslizamiento traslacional de suelos
	Traslacionales	Deslizamiento traslacional de rocas	Deslizamiento traslacional de detritos	Separación lateral de suelos
Flujos		Flujo de rocas	Flujo de detritos	Flujo de suelos
Complejos		Combinación de dos a más tipos		

Fuente: Mora & Vahrson, 1994

- 1. Caídas:** Es también conocido como desprendimiento y colapso es aquel movimiento de una porción de suelo, detrito o roca en forma de bloques aislados o masivamente donde su trayectoria tenga caída libre, con ciertos contactos con el terreno donde se puede producir saltos, rebotes y rodaduras. En caso el material que se desprenda sea roca, se debe principalmente a la presencia de discontinuidades; es decir, fracturas, estratificación o grietas. Cuando el material es suelo o detrito la caída se genera principalmente debido a la erosión de la base del depósito, quedando parte del material colgado e inestable, con tendencia a producirse movimiento de caída libre (Corominas; & Yague; 2013).

Figura 2: Esquema de caída de rocas.



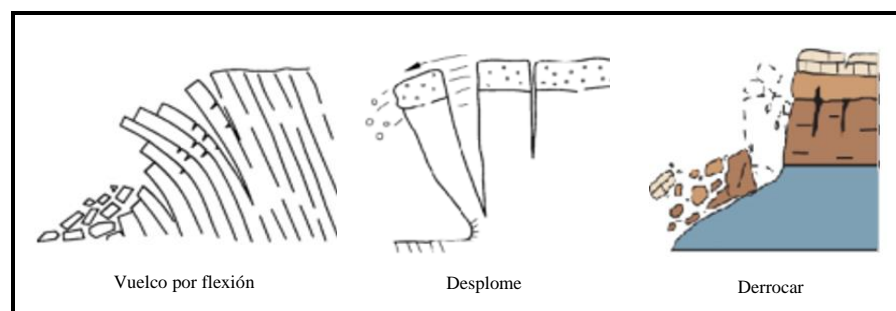
Fuente: Corominas, 1997.

- 2. Basculamientos o Vuelcos:** Estos se refieren a los movimientos de rotación de un bloque alrededor de un eje situado por debajo del centro de gravedad, generando una rotación y traslación hacia el exterior de la ladera. Se producen en taludes de alta pendiente, es exclusivo para masas rocosas, se genera principalmente por socavamiento de su base, incrementando la presión por presencia de agua y la

meteorización a través de los planos de debilidad (Corominas & Yague, 2013).

- 2.1. **Vuelcos por flexión:** Generalmente tiene lugar en rocas donde este tipo de movimiento es característica de los esquistos, filitas, pizarras y en secuencias rítmicas estratificadas.
3. **Desplome:** Es cuando la parte movida cae a través de un movimiento brusco de giro, apoyado en su base externa. Estos movimientos e producen en bordes acantilados rocosos o de material areno-arcillosos compactados. Esto varia si la ladera es empinada, así las roturas por vuelco pueden convertirse en caídas (Corominas & Yague, 2013).

Figura 3: Tipo de volcamientos



Fuente: Corominas & García-Yague (1997).

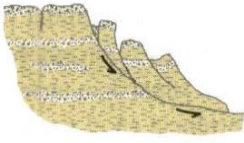
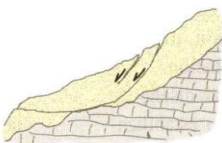
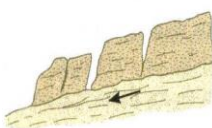

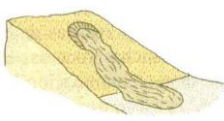


4. **Deslizamiento Traslacional:** Son movimientos descendentes que tiene lugar cuando se supera la resistencia al corte del material, se genera a lo largo de una o varias superficies de rotura que tienden a ser planas (como una falla, plano de fractura, estratificación, plano de contacto entre distintos tipos de materiales) considerando así que la masa se desplaza como un solo bloque. El comportamiento de la masa depende del tipo de material y de sus características físicas. Se presenta mayormente sobre un substrato rocoso. (Corominas & Yague, 2013).
5. **Deslizamiento Rotacional:** La diferencia con los deslizamientos traslacional es radica que el plano de rotura es curva del tipo cóncavo, aparecen grietas en la cresta del deslizamiento y acumulación en el pie de la masa deslizante. La rotura puede

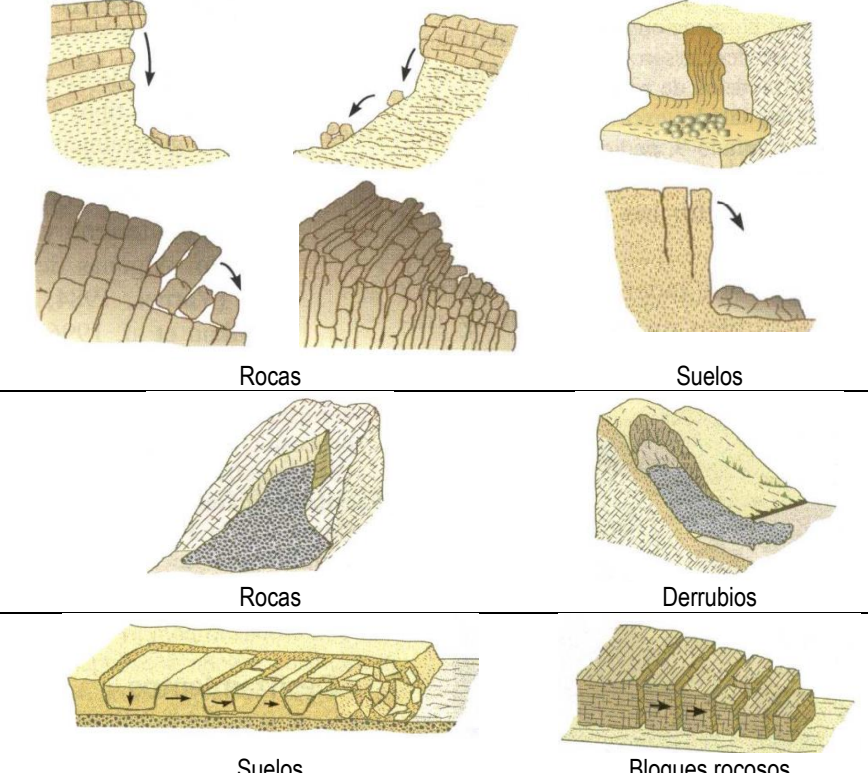
producirse en el mismo talud, al pie del talud o en la base del talud, esto varía según la naturaleza del material, la altura del talud y pendiente del mismo. (Corominas & Yague, 2013).

6. **Separaciones o Expansiones Laterales:** Es aquel movimiento en la cual, el material sufre una expansión. El mecanismo incluye procesos de traslación, rotación, flujo y licuación del material. En material rocoso el movimiento es relativamente lento a diferencia de los suelos el movimiento es rápido. (Corominas & Yague, 2013).
7. **Flujos:** Son movimientos en la cual cada partícula se desplaza con velocidades y trayectorias distintas. Para formar un flujo el material debe tener un grado de humedad específico, aunque en pocas ocasiones se genera seco. Principalmente los flujos se generan en detritos, suelos y en pocas ocasiones flujos de rocas. (Corominas & Yague, 2013).

Para realizar la clasificación de los deslizamientos se puede hacer en función de sus características morfológicas, según las dimensiones, la cantidad de humedad que interviene, la velocidad con la cual ocurren y el mecanismo que lo desencadena. (Corominas & Yague, 2013).

Figura 4: Descripción general de los diferentes movimientos de ladera

Tipos de movimientos de ladera			
Deslizamientos rotacionales			
	Suelos	Rocas	
Deslizamientos traslacionales			
	Suelos	Rocas	
Flujos			
	Suelos	Derrubios	Bloques rocosos

<p>Desprendimientos</p> <p>Vuelcos</p>	 <p>Rocas</p> <p>Suelos</p> <p>Rocas</p> <p>Derrubios</p> <p>Suelos</p> <p>Bloques rocosos</p>
<p>Avalanchas</p>	<p>Rocas</p> <p>Derrubios</p>
<p>Desplazamientos laterales</p>	<p>Suelos</p> <p>Bloques rocosos</p>

Fuente: Gonzáles de Vallejo, 2002.

2. Criterios para estimar el potencial de activación de movimientos en masa

Se puede decir que los movimientos se producen cuando existe un desequilibrio entre la resistencia del material del suelo y los esfuerzos externos que se generan, donde el factor de seguridad (FS) es menor a 1 esto se produce debido a que la fuerza externa es mayor que la resistencia del material:

$$FS = \frac{C + \sigma \tan \varphi}{t} = \frac{\text{resistencia del material}}{\text{fuerza externa}} < 1$$

Donde:

c = mide la cohesión del material.

φ = ángulo de fricción interna del material.

σ = tensión normal a la superficie de rotura.

Se puede indicar que el factor de seguridad (FS) mide la relación entre la resistencia del material y las fuerzas externas que actúan para producir el movimiento.

Cuando el FS presenta valores menores a 1 el movimiento es inminente.

Las principales causas que aumentan las fuerzas externas y provocan la generación de movimientos en masa se enumeran a continuación:

- Reducción de la resistencia del material a consecuencia de las lluvias, debido a que satura, erosiona y altera la constitución de la textura natural.
- Incremento de la actividad sísmica.
- Incremento de la pendiente del talud esto debido por acción antrópica al realizar cortes o laboreo; por acción natural como la erosión o derrubio.
- La sobrecarga de la ladera o sus bordes por obras de construcción.

Asimismo, los movimientos en masa pueden sufrir incremento gradual debido a los siguientes aspectos.

- Un crecimiento desmedido de áreas urbanas sobre áreas susceptibles a deslizamientos.
- La deforestación continua que haga desestabilice los taludes.
- El incremento de precipitaciones y cuyas causas pueden deberse al calentamiento global.

Ante la ocurrencia de movimientos en masa es necesario reducir de alguna forma los impactos negativos mediante acciones de prevención, identificación de zonas con alto potencial, evaluar la peligrosidad y adoptar medidas para la mitigación y reducción de daños; se debe iniciar con un detallado cartografiado de la susceptibilidad y generar mapas de peligrosidad, consideradas ambas como herramientas básicas para la planificación territorial (Santacana, 2001).

2.2.3. Sistemas de Información Geográfica

a. Conceptos y funciones básicas de los (SIGs).

Sáenz Saavedra, nos refiere que un sistema de Información Geográfica (SIG) viene hacer un conjunto de subsistemas hacia la captura y organización de la información la cual se encuentra georreferenciada, cuyo fin es el de suministrar elementos que servirá de juicio para apoyar a la toma de decisiones. Para cumplir con los objetivos, se necesita del uso de una computadora(hardware) la cual nos ayudara a crear, organizar y manipular de forma simultánea las bases de datos gráficas y descriptivas, así mismo presentan una serie de posibilidades orientadas hacia el análisis multicriterio de dicha información, con el fin de convertirla en elementos de juicio para ayudar a la toma de decisiones.

Según Bernés, 2011. Nos refiere que los SIG son un conjunto de métodos datos y herramientas las cuales están diseñados para actuar coordinada y lógicamente la cual nos ayudara a transformar y presentar toda información espacial. El sistema de información geográfica surgió como resultado de la necesidad de disponer de forma rápida para resolver problemas.

El término SIG, que actualmente está ampliamente difundido para la ingeniería y en otras ciencias, en especial en aquellas las que se encuentren vinculadas con la planificación territorial y la resolución de problemas socioeconómicos y ambientales. Por otra parte, cualquier ciencia relacionada con el espacio, en especial la geografía, la cual analiza el territorio a través de distintas capas temáticas (el suelo y sus usos, la red hidrográfica, el sistema de asentamientos, las infraestructuras, carreteras, ferrocarriles etc.)

Para ello se realiza detectando y usando de forma aislada o conjuntamente, distintos estratos de información de la misma zona (Fig. 5). De esta forma, el investigador puede analizar cada una de estas capas temáticas dependiendo de los objetivos de su estudio.

Una de las grandes ventajas que tienen los SIGs es que se pueden relacionar las distintas capas entre sí, lo que concede la capacidad de análisis, pudiendo responder a peticiones complejas y, por ello, producir mapas derivados que pueden representar situaciones reales o escenarios hipotéticos o simulados de gran utilidad (Cebrian, 1988).

Figura 5: Capas de Información



Fuente: López, Posada, Moreno (Los sistemas de información geográfica, I congreso de ciencia regional de Andalucía en el umbral del siglo XXI.

b. Origen y desarrollo

Ruiz, 1995. Nos explica que, aunque existen autores que marcan el origen de los SIGs con la aparición de las técnicas cartográficas se puede afirmar que el inicio de los SIGs se produjo a través del cambio del formato analógico (cartografía convencional) a la digital. Por tal motivo, la evolución de los Sistemas de Información Geográfica tiene relación con la propia evolución de la informática tanto el (software y hardware).

De este modo, en la década de los 60 se realizó la aplicación de los ordenadores al análisis de la información de forma revolucionaria al tradicional método de análisis de datos espaciales. Se empezó a manejar una gran cantidad de información, con una velocidad de acceso a tales datos impensables unos años antes; además, la disminución de costos para el tratamiento cartográfico, así como para su actualización, disminuyó considerablemente.

Bosque,1992. Nos dice que en 1964 cuando aparecieron los SIGs. Roger Tomlinson, pretendía el análisis de la información del Canadá Land Inventory, para un posterior desarrollo en los planes de gestión de las diversas zonas de Canadá. Para ello estableció un banco de datos territorial, el denominado "Canadian Geographic Información System (CGIS)". La aplicación consistió en el desarrollo de una serie de mapas temáticos, un modelo de procesamiento integrado (estructuración de la información territorial, superposición cartográfica, captación de datos, vectorización de imágenes escaneadas. Este proyecto fue financiado por el departamento de Agricultura de Canadá, siendo así la empresa IBM la que aportó el hardware que fue necesario.

c. El modelo Ráster

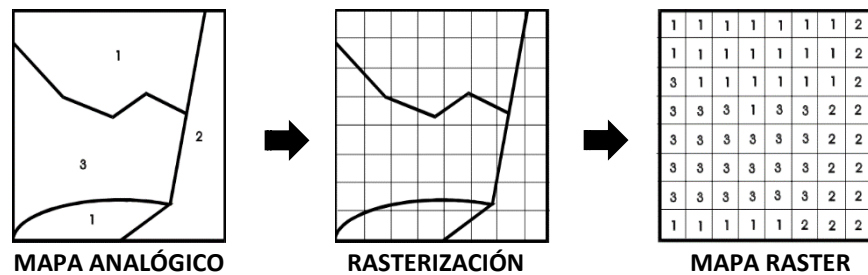
Los ráster se caracterizan por estar formados por una red formada por celdas o cuadrículas, más conocidas como píxeles donde la representación cartográfica queda dividida en celdas a manera de las teselas de un mosaico, que ya sea agrupadas o en unidades vienen a representar los objetos de la realidad. La representación queda simplificada en formas geométricas, predominando los cuadrados y los rectángulos.

Donde la resolución geométrica depende mucho del tamaño de dichas celdas, que representan superficies de (10 y 100 m²) así también de (1 y 10 km²).

Estas celdas quedan identificadas en un diagrama cartesiano según las filas y columnas que ocupan, tal y como se muestra en la Fig.6.

Donde la vectorial almacena coordenada de los vértices de cada elemento geométrico.

Figura 6: Cambio del formato analógico a la digital



Lo que hace el sistema ráster es digitalizar el mundo real y transformar los elementos y representarlos en píxeles. De este modo, cada celda tendrá un valor que lo identifica y/o agrupa entre las demás, lo que resulta especialmente útil para representar fenómenos que se manifiestan en el territorio como, por ejemplo:

- Variables físicas, como la topografía (valor según altura o pendiente) y precipitaciones.
- Regiones, que estarían constituidas por píxeles agrupados con el mismo valor.
- Usos de suelo, litología, geomorfología etc., cualquier tipo de información determinada por áreas, que tendrían valores asignados según una clasificación adoptada previamente.
- Distancias entre objetos, un sistema de coordenadas con una dimensión determinada para cada uno de los píxeles.
- Emisiones y reflexiones de energía, que son captadas por los sensores de los satélites, cuya información es digitalizada en función del valor de las emisiones.

2.3. Definición de términos

- Estación pluviométrica:** Se refiere a las estaciones que realizan el registro y medición de la cantidad de precipitación en un lugar determinado así lo refiere (Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, 2008).
- Erosión del suelo:** La erosión del suelo se refiere al desprendimiento y arrastre (lavado) del suelo de un lugar a otro causado por factores

internos y externos como la lluvia, el viento, o por, malas prácticas que realiza el hombre en su chacra. Por éstas pérdidas disminuye poco o poco la profundidad del suelo y hace que pierda su fertilidad. Esta pérdida del suelo es para siempre así lo refiere (Cartillas para la conservación del suelo-MINAGRI, 2014).

- c) Talud: Según** (Gerscovich, 2013) nos dice que un talud es cualquier superficie inclinada, ya sea de un macizo rocoso o suelo, que forme un ángulo. Así mismo nos dice que los taludes pueden ser clasificados como naturales que básicamente son pendientes formados de forma natural y los taludes contruidos por el hombre como terraplenes o los cortes de terreno
- d) Riesgo:** Es la Probabilidad o proximidad de una ocurrencia de un evento que provoque un daño o peligro así lo refiere (Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, 2008).
- e) Peligro:** El peligro, es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural o inducido por la actividad del hombre, potencialmente dañino, de una magnitud dada, en una zona o localidad conocida, que puede afectar un área poblada, infraestructura física y/o el medio ambiente así lo refiere (Manual Básico para la Estimación de Riesgo, 2006)
- f) Bases de datos:** Se basa en una serie de capas de información espacial en formato digital que representan diversas variables, o bien capas que representan entidades a los que corresponden varias entradas en una base de datos enlazada. Estas capas corresponden, al menos en parte, a la misma zona, de manera que pueden analizarse en conjunto. De este modo puede combinarse, en un mismo sistema, información espacial y temática, con orígenes y formatos muy diversos así lo refiere (Sistemas de Información Geográfica, Alonso Sarría).
- g) Ruptura de pendiente:** Línea a partir de la cual la pendiente de una vertiente cambia de valor conservando el mismo sentido así lo refiere Dr. Francisco José Alcaraz Ariza en su estudio (Cartografía y Geobotánica, pag.3).

h) Talweg: Línea que une los puntos más bajos de un valle. Frecuente vegetación higrófila así lo refiere Dr. Francisco José Alcaraz Ariza en su estudio (Cartografía y Geobotánica, pag.3).

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

- El grado de susceptibilidad al deslizamiento analizado mediante los métodos no convencionales es alto en todo el talud de corte de la carretera tramo Acopalca- Chamiseria-Vilcacoto, Huancayo 2020.

2.4.2. Hipótesis Específicas

- Las pendientes susceptibles al deslizamiento analizados mediante los métodos no convencionales presentan valores mayores a 35° en todo el tramo del talud de corte de la carretera tramo Acopalca – Chamiseria – Vilcacoto, Huancayo 2020.
- El área con alta susceptibilidad al deslizamiento analizado mediante los métodos no convencionales es considerable en todo el talud de corte de la carretera tramo Acopalca- Chamiseria-Vilcacoto, Huancayo 2020.

2.5. Variables

2.5.1. Definición conceptual de la variable

Variable (X): Métodos no convencionales. - Los métodos no convencionales son aquellos que no fueron aplicados en el Perú en la determinación de las zonas susceptibles a deslizamientos de masa debido a que no se tiene la certeza de presentar buenos resultados al ser aplicados en el Perú.

Variable (Y): Zonas susceptibles a deslizamientos. - Varnes (1978), Las define como aquellas zonas que presentan susceptibilidad a deslizamientos las cuales son clasificadas según la clasificación presentada por el mismo autor las mismas que pueden ser representadas en base a su susceptibilidad en diferentes grados desde muy baja, baja, moderada, alta y muy alta susceptibilidad.

2.5.2. Definición operacional de la variable

Variable (X): Métodos no convencionales. - Serán determinados a partir del procedimiento de cada metodología en la que se determinaran en base a los parámetros de evaluación de ambos métodos para lo cual se requerirá de información real y fuentes confiables como organismos que regulen el riesgo a desastres entre los métodos que utilizaremos están el método Mora – Vahrson y Morfométrico.

Variable (Y): Zonas susceptibles a deslizamientos. - Se determinó a partir de la determinación de cada parámetro de evaluación que utiliza el método Mora vahrson (humedad del suelo, pendiente, litología, precipitación y sismicidad de la misma forma el método Morfométrico (densidad de disección, profundidad de disección, energía de relieve y energía potencial).

2.5.3. Operacionalización de la variable

Tabla 10 :Operacionalización de las variables

Variables	Dimensiones	Indicadores
Variable (X): Métodos no convencionales	Método Mora-Vahrson	Humedad del suelo Litología Pendiente Intensidad sísmica Intensidad de lluvia
	Método Morfométrico	Densidad de disección Profundidad de disección Energía de relieve Energía potencial
Variable (Y): Zonas susceptibles a deslizamientos	Pendientes susceptibles al deslizamiento	0° – 8° 8° – 16° 16° – 35° > 55°
	Áreas susceptibles a deslizamiento	Grado de susceptibilidad bajo Grado de susceptibilidad medio Grado de susceptibilidad alto

Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO III:

METODOLOGIA

3.1. Método de la investigación

Según, (Tamayo, 2006) El método científico es un conjunto de procedimientos para identificar la condición en que se muestran sucesos específicos, la cual presenta características de ser contrastable, tentativo, de estricto razonamiento y observación empírica. A través del método científico se proyectan los problemas científicos en general, se comprueban la hipótesis, como también es comprobado todos los instrumentos usados por el investigador.

En función a lo mencionado anteriormente, el método científico se aplicó en este trabajo en todas sus etapas, empezando desde la observación de un problema en el talud de corte de la carretera Vilcacoto-Chamiseria-Acopalca. Luego se formuló la pregunta de investigación y la respuesta tentativa (hipótesis).

3.2. Tipo de investigación

Para (Carrasco, 2013, págs. 43-44) sostiene que una investigación del **Tipo aplicada** tiene propósitos prácticos inmediatos bien definidos, por ello se investiga para actuar, transformar, modificar o producir cambios en un determinado sector de la realidad. Además describen a la **investigación cuantitativa** como una serie de etapas que son secuenciales y de orden riguroso, se parte de una idea donde, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco teórico, de las preguntas se establecen hipótesis y determinan variables; se traza un plan

para probarlas(diseño); se miden las variables en un determinado contexto; se analizan las mediciones obtenidas utilizando métodos estadísticos, y se extrae una serie de conclusiones

Este trabajo utilizo la **Investigación aplicada** ya que la utilización de los conocimientos en la práctica servirá para poder aplicarlos en la resolución de problema, en provecho de la sociedad; la investigación es de **tipo cuantitativa**, ya que sigue las etapas propias de este tipo de investigación, teniendo en cuenta además que se cuantifican variables de estudio.

3.3. Nivel de investigación

En correspondencia a (Sampieri,2006, pág.80). Cuando una metodología es de **Nivel Descriptivo** busca especificar las características de procesos o fenómenos que se puedan someter a un análisis.

Por lo referido anteriormente la presente investigación de **Nivel descriptivo-comparativo** porque describió las características de ambos métodos los cuales se sometieron a un análisis además es **comparativo** debido a que compara ambos métodos no convencionales y aplicar un nuevo método para mejorar la situación problemática de las zonas susceptibles a deslizamiento.

3.4. Diseño de investigación

El diseño de la Investigación es un **Diseño NO experimental de corte transversal**.

El diseño fue no experimental esto debido a que se observaron los sucesos sin alteración para luego analizarlos; y fue de corte transversal debido a que se realizó la recolección de datos en un único momento.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población: La población está conformada por el talud de corte de la Carretera tramo Acopalca-Chamiseria-Vilcacoto.

3.5.2. Muestra: La muestra será determinada mediante el método de muestreo no probabilístico intencional teniendo como criterio de selección el nivel de exposición dado que en el talud de corte de la

carretera tramo Vilcacoto - Acopalca se encuentra en una zona susceptible a deslizamientos con una distancia total de 14 + 204 Km.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Dentro de cada diseño de investigación cuantitativa, existen técnicas e instrumentos para recolectar datos, es así que, dentro del diseño documental se encuentra por ejemplo la técnica de análisis documental y como instrumento ficha documental; teniendo en cuenta que define al instrumento como la herramienta o material que sirve para obtener y almacenar los datos. El autor también menciona que, dentro del diseño no experimental se encuentran las técnicas de observación, entrevista, encuesta; cada técnica con instrumentos respectivos, como, por ejemplo, lista de cotejo, guía de entrevista y cuestionario.

En este trabajo de investigación se utilizaron las técnicas e instrumentados detallados en la siguiente tabla.

Tabla 11: Técnica e instrumentos utilizados en esta y trabajo de investigación

Técnicas	Instrumentos
<ul style="list-style-type: none"> • Análisis documental 	<ul style="list-style-type: none"> • Ficha documental • Computadora y unidades de almacenaje • Software excel • Software Arc Gis • GPS • Fotogrametría
<ul style="list-style-type: none"> • Entrevista 	<ul style="list-style-type: none"> • Guía de entrevista • Plataforma Zoom

Fuente: Elaboración propia (2020).

Validez y Confiabilidad: Respecto a los datos secundarios obtenidos a través de la técnica de análisis documental e instrumento ficha documental, la validez y confiabilidad se garantiza por la revisión de ficha documentales oficiales de organismos certificados en la medición de los datos, por ejemplo, los datos utilizados de precipitaciones máximas en 24

horas fueron medidos oficialmente por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú SENAMHI, las Cartas Nacionales (información de relieve e hidrográfica) en formato shapefile fueron obtenidos del Instituto Geográfico Nacional (IGN) y los Mapas litológicos en formato shapefile del Ministerio del Ambiente (MINAM). Evidencias de la validez y confiabilidad de estos datos se muestra en el anexo.

En cuanto a la obtención de datos primarios a través de la técnica de entrevista; el instrumento, es decir, la guía de entrevista, fue validada por juicio de expertos (Ver Anexos)

3.7. Procesamiento de la Información:

3.7.1. Recopilación de información

Para el Procesamiento de la información nos valdremos:

- a. **Sistemas de Información Geográfica (SIG):** Se hizo uso de los SIG para poder crear un modelo de elevación digital a partir de curvas de nivel lo cual nos ayudó a determinar los factores pasivos como la pendiente del método Mora-Vahrson de la misma forma los factores del método Morfométrico como la profundidad de disección, energía de relieve y energía potencial de la misma forma se hizo uso de mapas en formato shapefile con la cual se llegó a determinar los otros factores del método Mora-Vahrson.
- b. **La estadística Inferencial:** Para el cálculo del factor activo como es la precipitación utilizamos la data de las estaciones meteorológicas contando con registros históricos de las precipitaciones máximas en 24 horas en un periodo de retorno para un tiempo de 100 años.

Para realizar la recopilación de datos hacemos uso de los siguientes sistemas de información geográfica:

- Imágenes Satelitales en formato kmz, del Google Earth.
- Cartas Nacionales en escala 1: 100 000 en formato shapefile, Fuente: IGN (Instituto Geográfico Nacional).
- Mapas Distrital, provincial y departamental en formato shapefile, Fuente: MINAM (Ministerio del ambiente)

- Mapa geomorfológico en formato shapefile, Fuente: GEOCATMIN.
- Mapa de Cuencas Hidrográficas del Perú en formato shapefile, Fuente: ANA (Autoridad Nacional del Agua).
- Mapa litológico en formato shapefile, Fuente: MINAM (Ministerio del ambiente del Perú).
- Mapa de intensidad Sísmica en formato shapefile, Fuente: INDECI (Instituto Nacional de Defensa Civil).

3.8. Técnicas y análisis de datos

- Se tomó datos del Senamhi para obtener datos confiables de los registros de precipitaciones máximas de 24 horas con un tiempo de anterioridad de 22 años. Así mismo hicimos uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG).
- Realizaremos el recorrido en la zona de estudio reconociendo las zonas susceptibles a deslizamientos de masa.

3.8.1. Trabajo de gabinete

- a) Descripción de la Zona De Estudio
- b) Procesamiento de la información pluviométrica de la estación SHULLCAS para el cálculo de la precipitación máximas en 24 horas en un periodo de retorno de 100 años mediante la distribución Gumbel y el uso del software ArcGIS.
- c) Procesamiento de la Información Topográfica por medio de modelos de elevación digital.
- d) Procesamiento de la información geológica-Litológica a través de los sistemas de información geográfica presentados por el MINAM.
- e) Procesamientos de la Información del parámetro sísmico a través de los estudios realizados por el Sistema nacional de defensa civil en su mapa de distribución de máximas intensidades sísmicas.

3.9. Ubicación de la zona de estudio

El área de estudio se encuentra ubicado en el acceso de Huancayo hacia el Huaytapallana desde el Anexo de Vilcacoto hasta el Anexo de Acopalca

con una distancia aproximadamente de 21 km aproximadamente. Así mismo se encuentra ubicado en la Sub cuenca del Rio Shullcas.

Se ubica políticamente en el ámbito de los distritos de Huancayo y el Tambo en la provincia de Huancayo, departamento de Junín.

a) UBICACIÓN POLITICA GEOGRAFICA

- **Región** : Junín
- **Provincia** : Huancayo
- **Distritos** : Huancayo - Tambo
- **Anexos** : Vilcacoto - Acopalca
- **Datum** : World geodetic system 1984 (WGS 84)
- **Proyección** : Utm
- **Sist. de coordenadas:** Planas representadas (E, N)
- **Zona UTM** : 18s
- **Carta Nacional del IGN:**

Nombre De La Hoja : 24m - 25m

b) Coordenadas de Referencia:

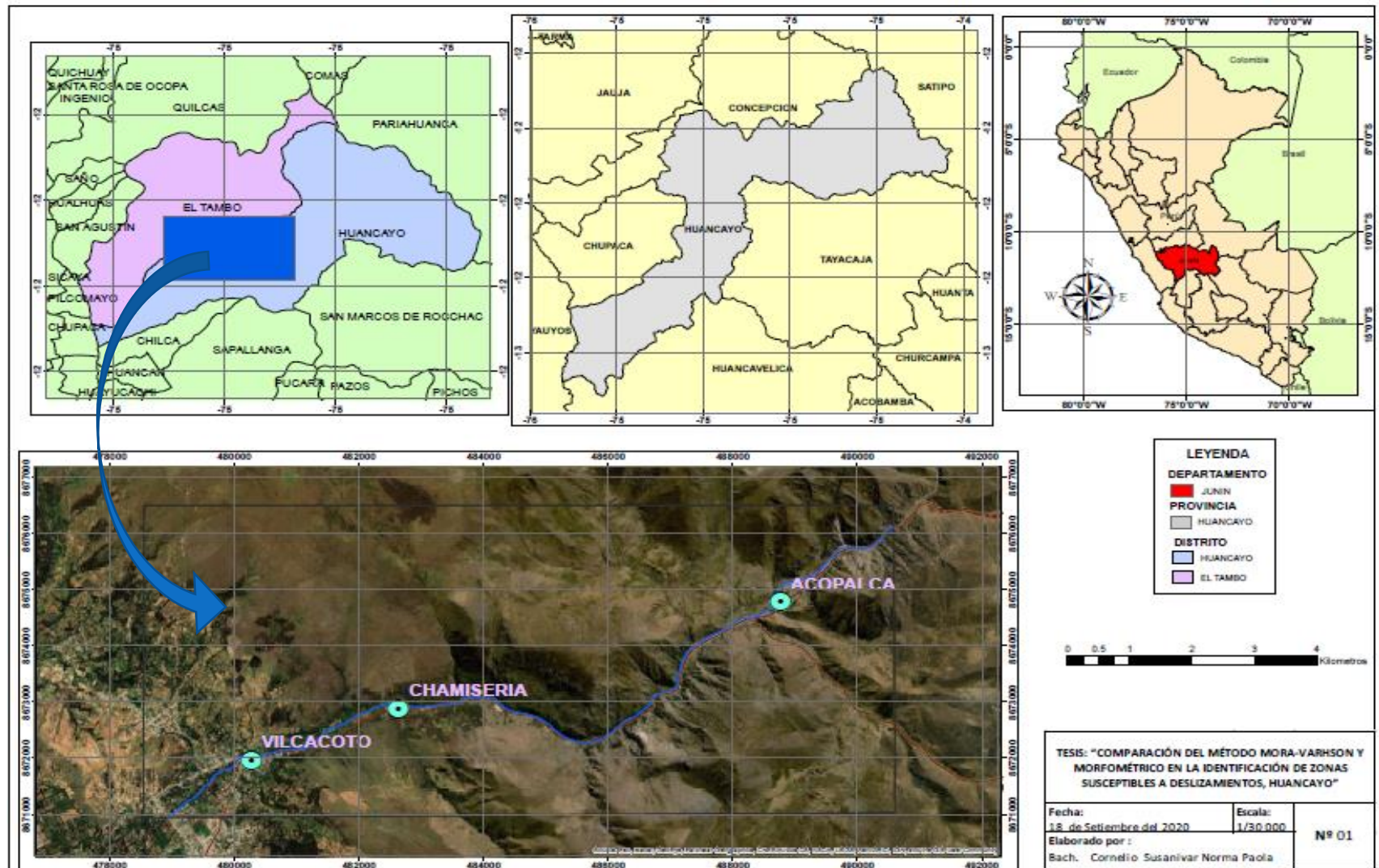
Las coordenadas U.T.M. del punto de partida y el límite del estudio están referenciadas al DATUM WGS-84 de la zona geográfica N° 18 y son:

Tabla 12: Coordenadas geografías de la zona de estudio

COORDENADAS		
PUNTOS	ESTE	NORTE
• VILCACOTO	480042.23	8671974.25
• CHAMISERIA	481088.46	8671986.80
• ACOPALCA	4892225.00	8675148.00

Fuente: Elaboración propia (2020).

Mapa 1: Ubicación y Localización del área de estudio



Fuente: Elaboración Propia (2020).

3.9.1. Descripción del área de estudio

Para realizar ambos métodos fue necesario describir las características más importantes del área de estudio como los factores internos como la pendiente, litología, geología, cobertura vegetal para lo cual se necesita una clasificación simplificada y aplicable para el reconocimiento en campo, para determinar el tipo de deslizamiento en la zona se tuvo que utilizar la clasificación de Varnes que diferencia los tipos de movimientos según su forma.

3.9.1.1. Anexo de Vilcacoto

Se encuentra ubicado entre las coordenadas geográficas 480042.23E y 8671974.25N. Actualmente el cuerpo del talud del Anexo de Vilcacoto aparece cubierto con árboles de eucalipto un aspecto que influye a la estabilidad del talud.

Fotografía 1: Anexo de Vilcacoto



Fuente: Elaboración propia

Los rangos de pendientes varían entre los 0-16 grados en todo el talud de corte los cuales representan a pendientes planas, o con inclinación suave.

En la parte inferior, se encuentra el río Shullcas en la cual se observa la existencia de deslizamientos de masa producto de los rellenos presentes en la zona como se evidencia en la Fotografía 2.

Fotografía 2: Deslizamiento de masa producto de los rellenos.



Fuente: Elaboración Propia.

En la zona se aprecia 2 eventos el primero ubicado en la parte inferior del talud, la cual se trató de un proceso de reptación de suelos la cual produce un desgarramiento de suelos y la vegetación de tipo pastizal y árboles de eucaliptos. Además, cabe precisar que en el lugar se realiza la tala indiscriminada de árboles lo cual influye para producir la desestabilización del talud.

Fotografía 3: Terreno irregular con escarpas discontinuas v tala de árboles.



Fuente: Elaboración Propia.

3.9.1.2 Sector de Chamiseria

El sector de Chamiseria se encuentra ubicado entre las coordenadas geográficas 481088.46 E y 8671986.80 N. En el talud se aprecia rocas de metamorfismo de bajo grado y proveniente de rocas arcillosas y rocas volcánicas piro clásticas, presentan forma laminar además que presenta un buzamiento aproximado de 84°.

Fotografía 4: Parámetro litológico presente en el sector de Chamiseria



Fuente: Elaboración Propia.

El talud presenta una pendiente que varía desde los 35 a 55 grados lo que representa a terrenos muy escarpados.

Fotografía 5: Pendientes escarpadas en el sector de Chamiseria



Fuente: Elaboración Propia.

La clasificación de los deslizamientos de masa fue posible hacerlo en función de las características litológicas, humedad relativa, pendientes. En esta zona se pudo apreciar que existen dos tipos de eventos el primero la caída de rocas y el segundo el flujo de escombros. Algunos ejemplos se presentan en las Fotografías 6 y 7.

Fotografía 6: Caída de rocas en el sector de Chamiseria



Fotografía 7: Flujo de escombros a 0.50 km aguas arriba del sector de Chamiseria



3.9.1.3. Anexo de Acopalca

Con respecto a la litología de la zona se pudo observar la presencia de rocas sedimentarias y depósitos glacio fluvial, fragmentos de gravas, arenas, limos y arcillas.

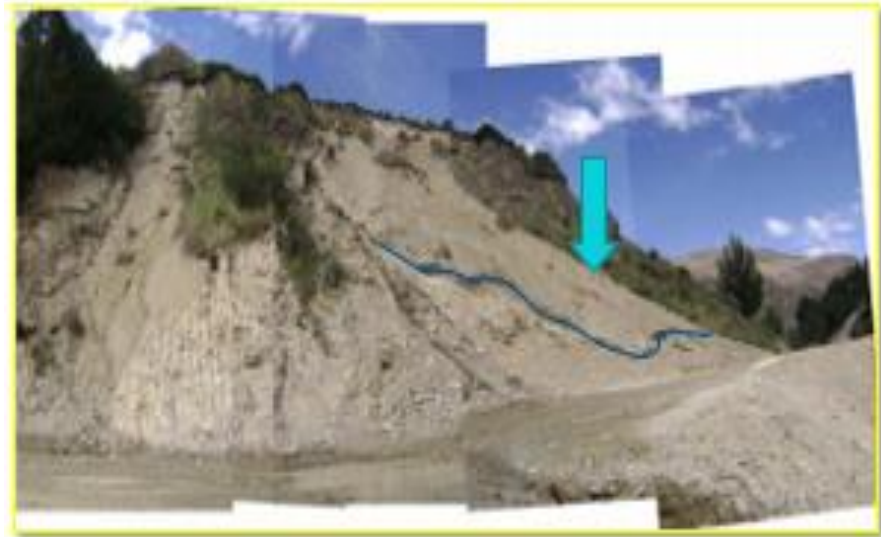
En talud presenta pendientes que varían desde los 35 hasta 55 grados lo que representa terrenos muy escarpados.

Fotografía 8: Pendiente escarpado en el anexo de Acopalca.



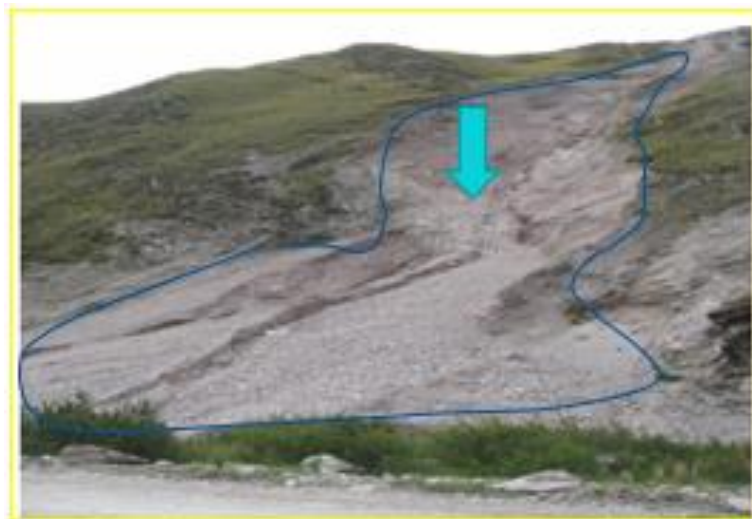
Parte de la zona de estudio presenta deslizamientos de caída de suelos de grano fino según la clasificación presentada por Varnes 1978.

Fotografía 9: Deslizamientos en Acopalca.



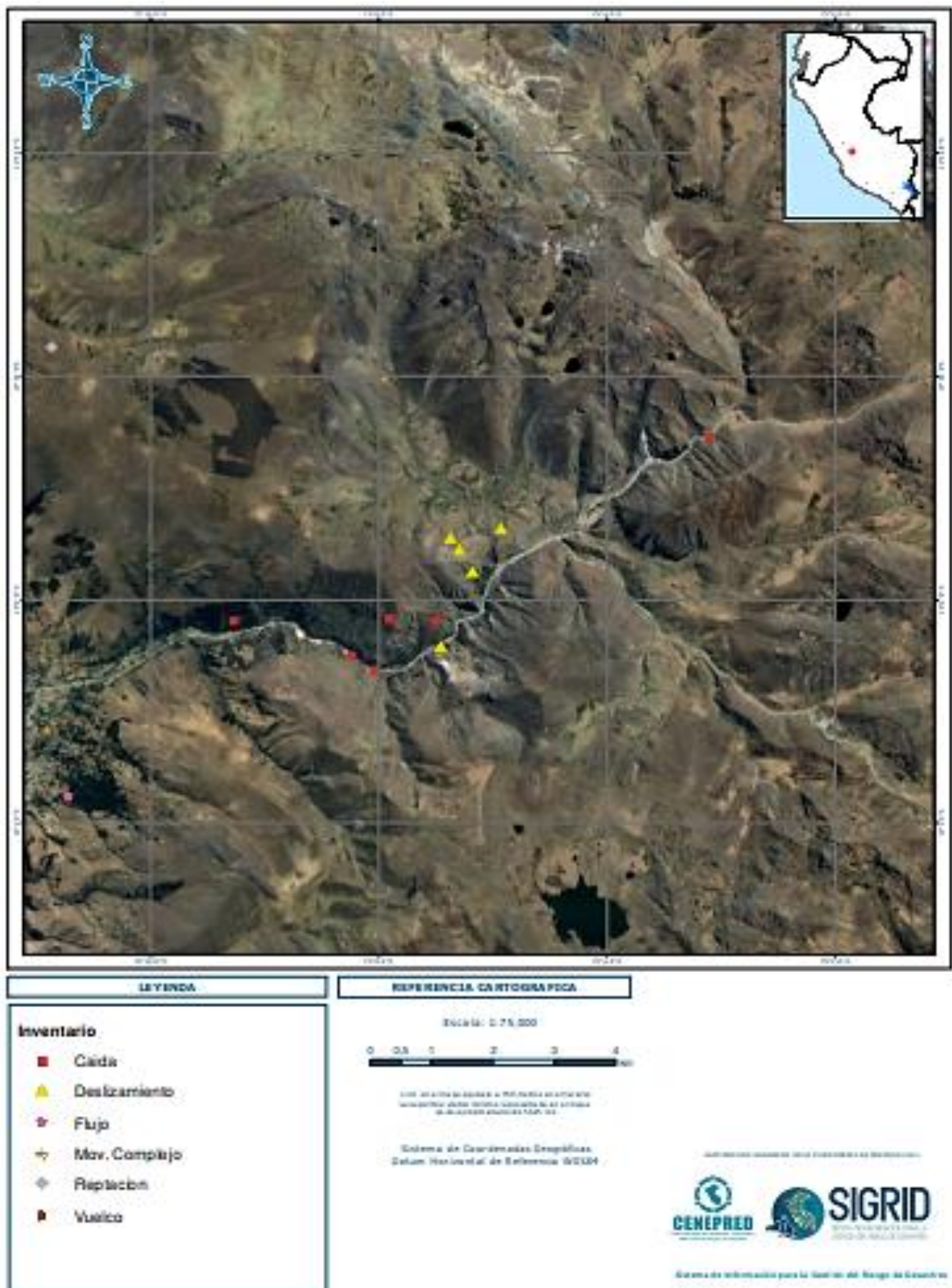
Fuente: Instituto Geofísico del Perú (Manejo de riesgos de desastres ante eventos meteorológicos extremos en el valle del Mantaro)

Fotografía 10: Deslizamientos en el talud medio del río Shullcas (altura Acopalca)



Fuente: PROYECTO INDECI (Mapa de peligros, plan de usos del suelo ante desastres y medidas de mitigación de la ciudad de Huancayo)

Mapa 2: Inventario de Movimientos de masa en el área de estudio



FUENTE: Centro nacional de estimación, prevención y reducción del riesgo de desastres (CENEPRED).

Tabla 13: Inventario de Movimientos de masa en el área de estudio

COORDENADAS		DISTRITO	PARAJE	TIPO DE MOVIMIENTOS	PELIGRO	DAÑOS	FUENTE
NORTE	ESTE						
8672693	486459	HUANCAYO	HACIENDA ACOPALCA	DESLIZAMIENTO	DESLIZAMIENTO TRASLACIONAL	AFECTA UN TRAMO DE CARRETERA EN UN TRAMO DE 200M	INGEMMET
8673100	486400	HUANCAYO	RIO SHULLCAS	CAIDA	DERRUMBE	DESTRUYE CANAL DE REGADILLO	INGEMMET
8673932	486976	HUANCAYO	CERRO SAYHUA	DESLIZAMIENTO	DESLIZAMIENTO TRASLACIONAL	AFECTA CARRETERA AGUAS ABAJO	INGEMMET
8673100	483200	HUANCAYO	HACIENDA ACOPALCA	CAIDA	DERRUMBE	LA CARRETERA	INGEMMET
8673150	485650	HUANCAYO	RIO SHULLCAS	CAIDA	DERRUMBE	TERRENOS DE PASTOREO	INGEMMET
8674632	487426	HUANCAYO	ACOPALCA	DESLIZAMIENTO	DESLIZAMIENTO TRASLACIONAL	TERRENOS DE CULTIVO Y PASTIZALES	INGEMMET
8672285	485427	HUANCAYO	CASHACASHA	CAIDA	DERRUMBE	LA CARRETERA	INGEMMET
8672527	485056	HUANCAYO	CASHACASHA	CAIDA	DERRUMBE	AFECTA 100 M DE CARRETERA	INGEMMET
8674282	486756	HUANCAYO	ACOPALCA	DESLIZAMIENTO	DESLIZAMIENTO TRASLACIONAL	TERRENOS PASTIZALES	INGEMMET
8674482	486626	HUANCAYO	ACOPALCA	DESLIZAMIENTO	DESLIZAMIENTO TRASLACIONAL	TERRENOS PASTIZALES	INGEMMET

Fuente: Sistema de información para la Gestión del Riesgo de Desastres(SIGRID).

3.10. Acceso

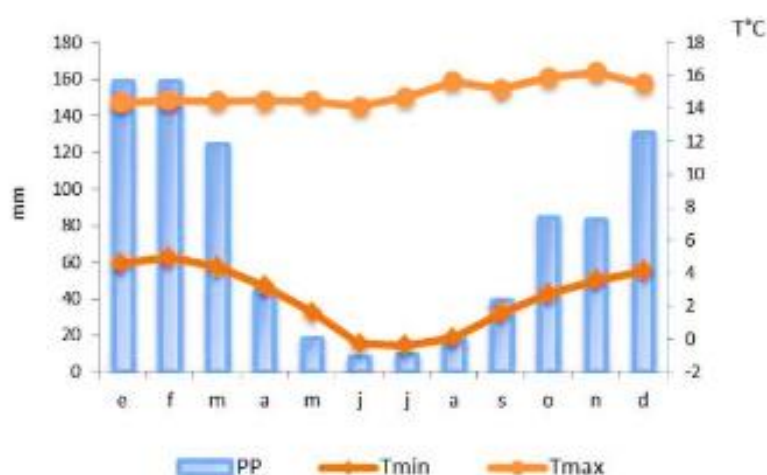
Para llegar a la zona de estudio desde la ciudad de Huancayo, se hace un recorrido de 30 minutos aproximadamente en ómnibus iniciando desde el anexo de Vilcacoto pasando por el sector de Chamiseria hasta llegar al anexo de Acopalca todo el viaje se realiza por una carretera afirmada.

3.11. Clima y temperatura

La precipitación registrada en la estación Shullcas, presenta una mayor concentración de lluvias en los meses de octubre a marzo y un periodo de menores lluvias entre los meses de abril y septiembre así mismo se registraron para el mes de junio que las precipitaciones acumuladas alcanzan 8mm.

Las temperaturas máximas y mínimas presentaron sus menores valores en el año, teniendo como temperatura máxima de 14.1 °C y una temperatura mínima de -0.4 °C estos pudiendo variar debido a las condiciones fisiográficas, exposición y posición altitudinal de cada uno de los sectores del área de estudio así lo refirió el Atlas Climático Precipitación y temperatura del aire en la cuenca del río Mantaro (Servicio nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – (SENAMHI).

Figura 7: Diagrama ombrotermico de la distribución anual de la precipitación y temperaturas del aire en la estación Shullcas

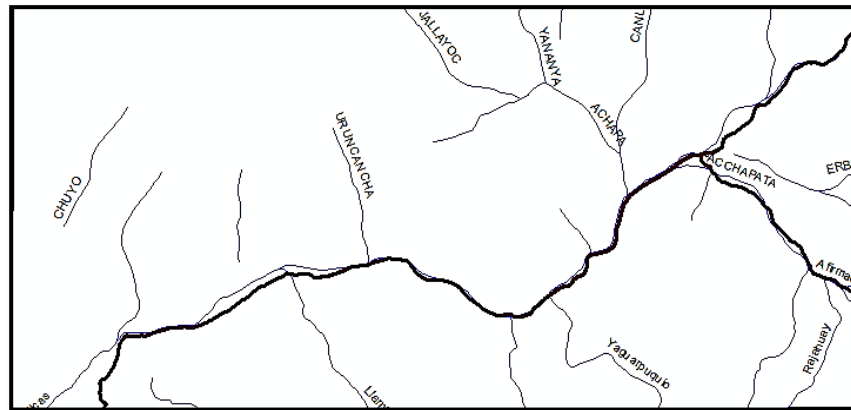


Fuente : (Servicio nacional de Meteorología e Hidrología del Perú ; SENAMHI)

3.12. Hidrografía

El río principal que encontramos en el área de estudio es el río Shullcas la cual tiene como aportantes a los ríos Achapata, Yananya, Uruncancha entre otros ríos más como se muestra en la Figura 8.

Figura 8: Red hidrográfica del área de estudio



Fuente: Cartas nacionales 24 m-25 m.

3.13. Carretera

El sistema vial de la provincia de Huancayo, en relación con la estructura vial de la carretera tramo Vilcacoto-Chamiseria-Acopalca presenta una distancia total de 14.438 km, presenta un ancho de vía de 6.00 m las características se muestran en la tabla N° 14.

Tabla 14: Características de la carretera tramo Vilcacoto - Acopalca

Tipo de eje	Tramos	Extensión	Situación de la vía	
			Superficie	Pavimento
Transversal	Vilcacoto - Chamiseria	4.020 km	Afirmado	Transitable
Transversal	Chamiseria - Acopalca	10.418 km	Afirmado	Transitable

3.14. Análisis de la información

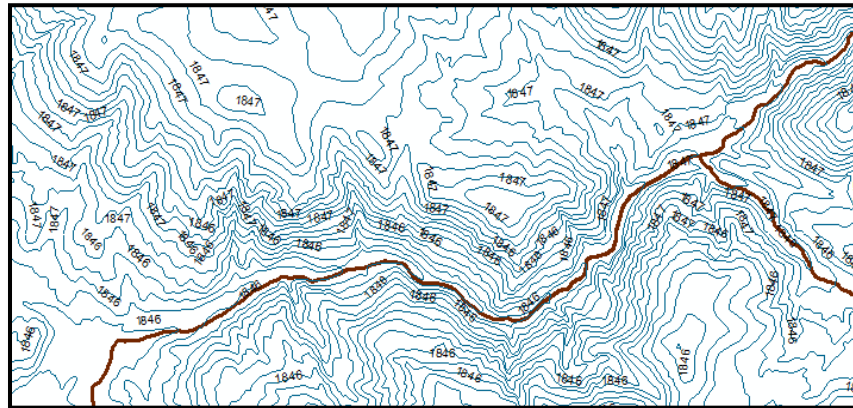
3.14.1. Estimación de las pendientes susceptibles a deslizamientos analizados mediante los métodos Mora Vahrson y Morfométrico.

Para estimar las pendientes susceptibles a deslizamientos mediante los métodos Mora Vahrson y Morfométrico, se siguieron los siguientes pasos:

a. Estimación de los parámetros de superficie y relieve.

Para elaborar el mapa se trabajó con las curvas de nivel de las cartas nacionales 24m y 24n en formato shapefile del IGN a escala 1:100 000 a partir de los cuales se realizó un Modelo digital de Elevación (MDE).

Mapa 3: Curvas de nivel en el área de estudio



Fuente: Elaboración Propia.

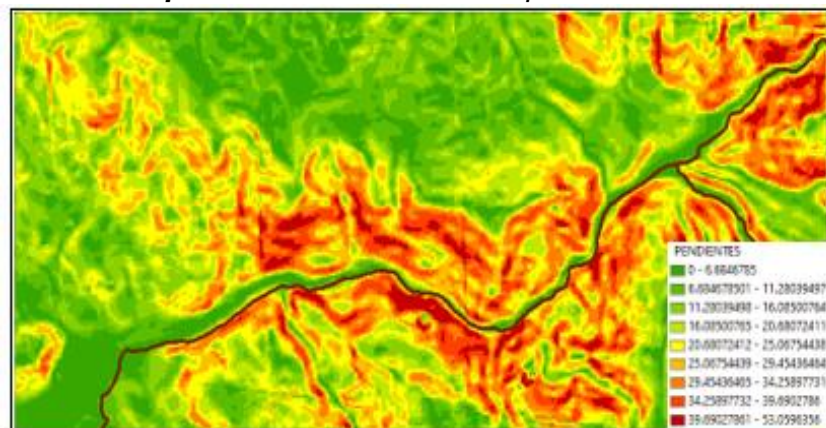
b. Creación de un modelo TIN

Para realizar el mapa de pendientes, fue necesario llevarlo a una superficie TIN los pasos para llevarlos son los siguientes:

- Convertir de shape file a formato Raster con lo herramienta (Topo to Raster)
- Convertimos el DEM a SLOPE la misma que viene hacer el mapa de pendientes.

El talud de corte presenta pendientes que varían desde los 0° - 53.06° .

Mapa 4: Caracterización de la pendiente



Fuente: Elaboración Propia (2020).

c. *Reclasificación del pendiente método Mora-Vahrson*

Para reclasificar el mapa de pendientes utilizamos herramienta Reclasify del software ArcGIS y nos basaremos a la clasificación propuesta por el método Mora Vahrson como se muestra en la tabla 15.

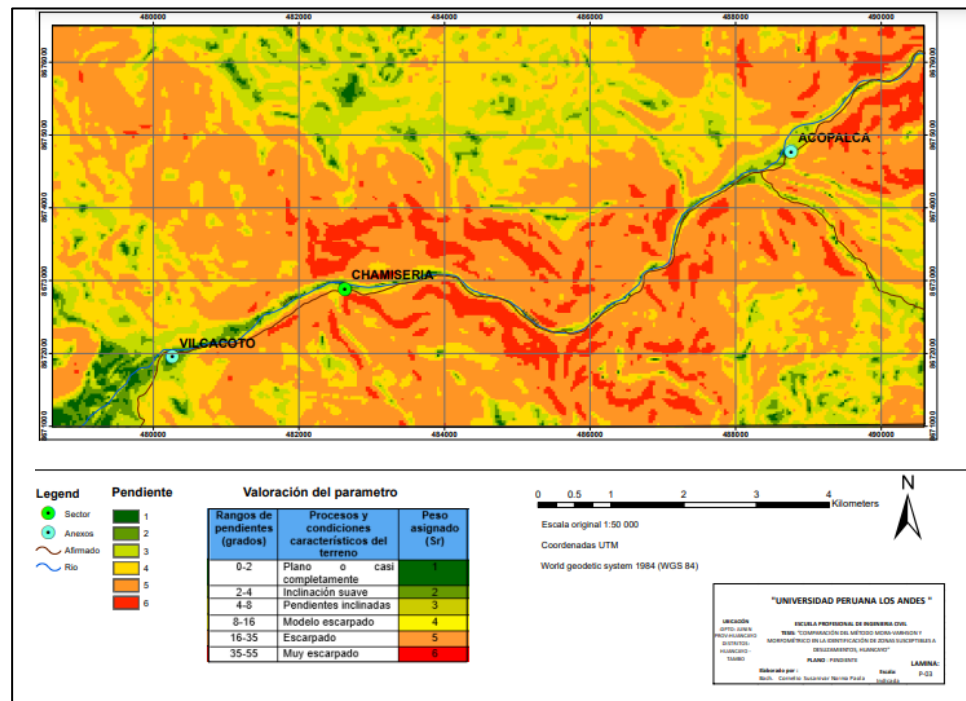
Tabla 15: Reclasificación de la pendiente

Old values	New values
0-2	1
2 - 4	2
4 - 8	3
8 - 16	4
16 - 35	5
35 - 55	6

Fuente: Tomado de Mora y Vahrson (1993).

En la tabla se muestra que las pendientes con mayor grado de susceptibilidad son aquellas que se encuentran entre los 35° - 55°

Mapa 5: Mapa de pendientes método Mora-Vahrson



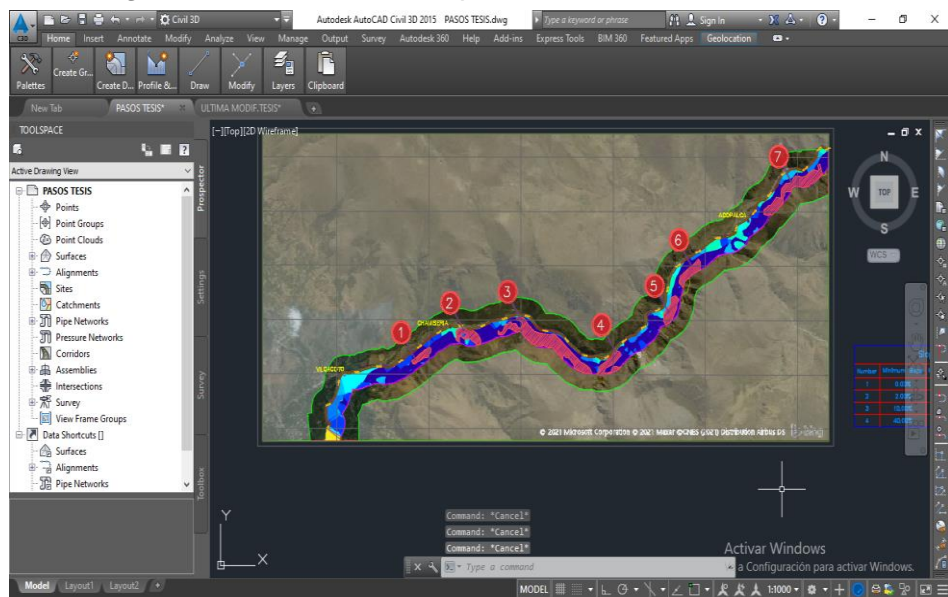
Fuente: Elaboración Propia (2020).

d. *Estimación de las pendientes susceptibles analizadas mediante el método Mora Vahrson*

Para realizar el análisis de las pendientes susceptibles a deslizamientos en el talud de corte se tomó como análisis a 300 metros de la base del talud para ello se hizo uso del software AutoCAD Civil 3d en la que se elaboró un mapa de pendientes.

Para el Análisis en todas las áreas con pendientes susceptibles a deslizamientos se exporto la base de datos del ArcGIS en formato shapefile al AutoCAD presentado por el método Mora Vahrson teniendo así 7 áreas expuestas al deslizamiento debido a la pendiente donde nos muestra como pendiente mínima un 35.32° y una pendiente máxima 53.06° .

Figura 9: *Pendientes susceptibles método Mora Vahrson*



Fuente: *Elaboración Propia (2020).*

e. *Reclasificación de la Energía de Relieve método Morfométrico*

El método Morfométrico hace uso de la pendiente del terreno a partir de la variable morfométrica energía de relieve donde tuvo como parámetro condicionante a la pendiente la cual representa la rugosidad del terreno y se obtuvo al sacar la diferencia entre la mayor

y la menor altitud para cada celda de la cuadrícula está a partir de las curvas de nivel.

Para el cálculo de la Energía de relieve se obtuvo los datos de la diferencia del valor de altitud mayor y menor en una superficie de terreno de 1 km² a escala 1/100,000. De esta manera obtuvimos los puntos y con el método de interpolación Kriging realizamos la interpolación haciendo uso del software ArcGIS obteniendo como resultado el Mapa 6.

Se establecieron tres rangos, como se muestra en la Tabla 16.

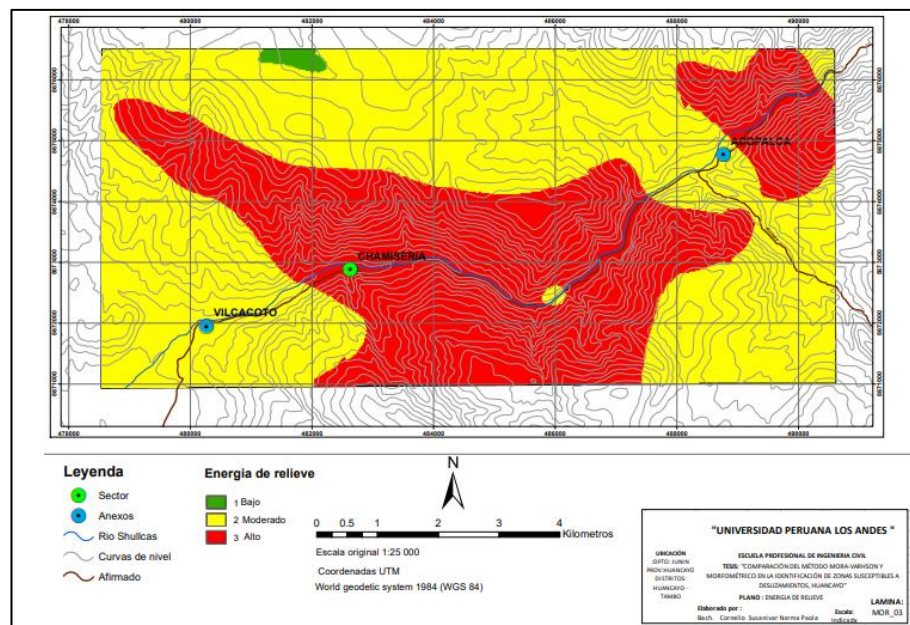
Tabla 16: Reclasificación de la Energía de relieve

Old values	New values
0 - 60	1
60 - 400	2
400 - 900	3

Fuente: Elaboración Propia (2020).

Obteniendo como resultado el mapa 7 la cual muestra las zonas con pendientes con alta susceptibilidad.

Mapa 6: Energía de relieve



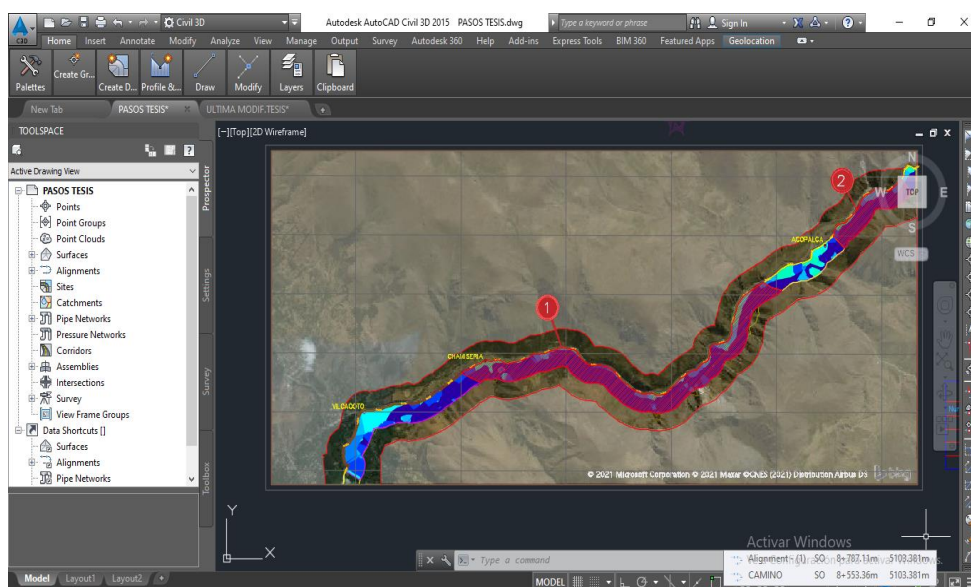
Fuente: Elaboración Propia (2020).

h. Estimación de las pendientes susceptibles analizadas mediante el método Morfométrico

Para realizar el análisis de las pendientes susceptibles a deslizamientos en el talud de corte se tomó como análisis a 300 metros desde la base del talud.

Para el Análisis en todas las áreas con pendientes susceptibles a deslizamientos se exporto la base de datos del mapa de energía de relieve del ArcGIS en formato shapefile al AutoCAD presentado por el método Morfométrico teniendo así 2 áreas expuestas al deslizamiento debido a la pendiente donde nos muestra como pendiente mínima un 16.21° y una pendiente máxima 53.06° .

Figura 10: Pendientes susceptibles método Morfométrico



Fuente: Elaboración Propia (2020).

3.14.2. Cuantificar las áreas susceptibles al deslizamiento analizado por los métodos Mora Vahrson y morfométrico

Para cuantificar las áreas susceptibles al deslizamiento a través de los métodos Mora Vahrson y Morfométrico, se determinaron las zonas susceptibles a deslizamiento.

a. Cálculo de los factores internos Método Mora Vahrson

a.1. Parámetro humedad del suelo (Sh)

Para cuantificar la Humedad del suelo (Sh), se recurrió a los promedios mensuales de precipitación de la estación pluviométrica HLM SHULLCAS por ser la estación más cercana al área de

estudio obteniendo así los registros históricos de las precipitaciones mensuales con un registro de 22 años (1998-2019) cuyos datos fueron solicitadas al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI. Para poder determinar el grado de susceptibilidad a través del método Mora-Vahrson la cual asume una evapotranspiración potencial de 125 mm/mes, por lo que, las precipitaciones menores a 125 mm/mes no generarían un incremento de la humedad del terreno pero por otro lado nos dice que una precipitación que se encuentre entre los 125 y 250 mm/mes si la puede incrementar por último las precipitaciones mensuales superiores a 250 mm/mes producen una humedad del suelo muy alta por ello se muestra la tabla 17 donde muestra valores que se les asigna en base al promedio de precipitación mensual asignados así lo refirió Mora-Vahrson, 1993.

Para asignarle valores se determinó el promedio mensual de los 12 meses para luego asignarle valores de la tabla 18 y por último se realizó la suma de dichos valores dando como resultado un valor de 4 por lo tanto el área de estudio presenta una humedad de suelo muy bajo.

Tabla 17: Precipitación promedio mensual - estación SHULLCAS

Día	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1998	203.4	231.0	73.5	85.8	7.8	6.1	0.0	10.2	14.4	116.8	107.2	129.1
1999	125.6	212.9	146.1	31.1	21.0	23.3	13.8	0.3	59.3	80.9	84.5	109.6
2000	197.7	177.8	154.5	62.8	10.3	4.1	3.9	39.1	23.0	64.6	18.0	103.0
2001	249.4	107.8	127.7	36.5	33.3	2.9	11.8	4.2	35.3	51.6	67.3	107.7
2002	114.9	160.2	202.3	35.9	16.4	6.1	33.6	14.1	55.9	76.4	81.0	155.8
2003	175.5	181.9	169.1	77.1	27.5	1.0	1.4	53.7	53.3	45.0	73.5	165.5
2004	46.0	165.4	102.9	26.1	22.9	14.0	17.9	20.0	50.9	93.1	104.1	168.3
2005	88.0	115.6	109.5	8.7	14.4	0.1	0.9	8.5	25.4	121.4	62.5	86.8
2006	225.6	110.9	120.8	40.6	2.9	11.5	0.0	25.9	36.7	93.1	108.8	103.6
2007	94.6	112.9	124.1	56.3	26.6	0.1	25.7	15.2	37.6	92.1	94.0	92.7
2008	214.4	131.9	54.5	40.0	15.6	8.2	0.0	8.1	34.1	117.0	68.9	117.3
2009	96.9	169.6	137.8	45.7	26.4	23.0	9.1	34.7	48.0	62.7	99.6	168.5
2010	232.9	198.1	110.1	30.8	10.5	0.5	5.5	5.8	12.2	70.4	39.3	234.4
2011	243.3	248.3	184.3	74.7	21.7	1.0	6.7	2.3	70.3	60.8	68.1	159.9
2012	100.9	202.3	141.2	97.4	0.0	0.0	23.0	22.0	66.2	65.1	72.7	213.9
2013	165.1	165.0	106.0	57.9	22.7	18.4	16.0	31.6	95.2	105.5	69.4	164.4
2014	187.5	108.9	175.0	49.9	31.3	1.2	6.3	10.9	71.6	52.1	72.9	147.5
2015	215.7	115.4	90.1	91.5	56.8	10.1	10.2	10.3	48.5	71.0	106.5	158.2
2016	117.6	173.2	59.7	51.9	32.4	2.1	1.8	13.9	24.7	98.1	83.4	79.0
2017	176.7	102.2	144.7	72.0	25.8	2.7	4.2	10.6	79.2	55.0	71.2	117.1
2018	183.1	121.9	167.0	35.3	14.8	8.1	9.5	27.5	48.9	94.0	39.5	43.4
2019	113.2	144.8	147.4	18.9	22.1	6.9	5.0	0.2	5.3	56.8	112.3	200.6
PROMEDIO	162.2	157.2	129.5	51.2	21.1	6.9	9.4	16.8	45.3	79.3	77.5	137.6
VALOR ASIGNADO	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
SUMA DE VALORES	4.0											

Fuente : (Servicio nacional de Meteorología e Hidrología del Perú ; SENAMHI)

Tabla 18: Valores asignados a los promedios mensuales de lluvia.

Promedio de precipitación mensual (mm)	Valor asignado
< 125	0
125 - 250	1
>250	2

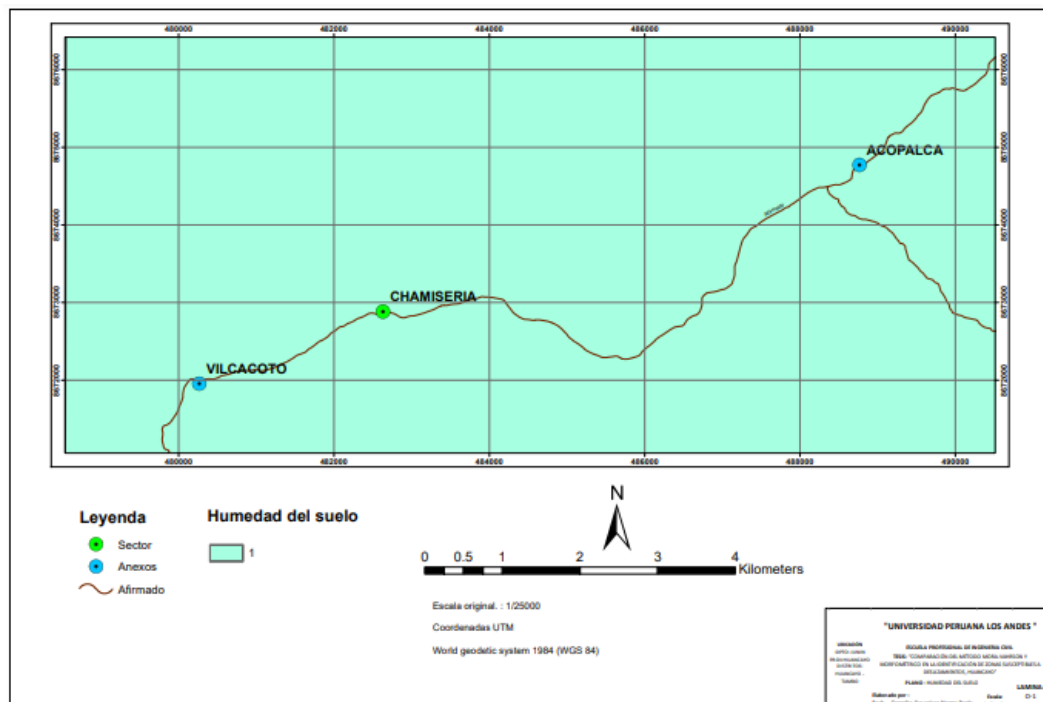
Fuente: Tomado de Mora y Vahrson, 1993.

Tabla 19: Valoración del parámetro humedad del suelo (Sh).

Suma de valores asignados a cada mes	Descripción	Valoración del parámetro Sh
0-4	Muy bajo	1
5-9	Bajo	2
10-14	Medio	3
15-19	Alto	4
20-24	Muy alto	5

Fuente: Tomado de Mora y Vahrson, 1993.

Mapa 7: Humedad del suelo del área de estudio



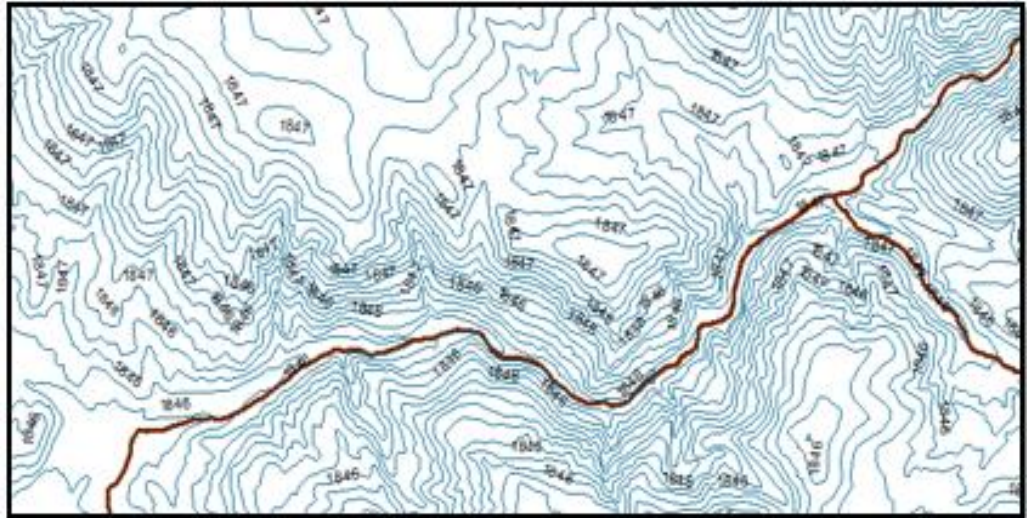
Fuente: Elaboración propia (2020).

a.2. Parámetro pendiente (Sp)

Para elaborar el mapa de pendientes se utilizaron las curvas de nivel de las cartas Nacionales a escala 1:100 000 a partir de las cuales se realizó un Modelo digital de Elevación (MDE), con la cual se realizó el

mapa de pendientes dichos resultados fueron reclasificados a través del método Mora-Vahrson.

Mapa 8::Curvas de nivel en el área de estudio

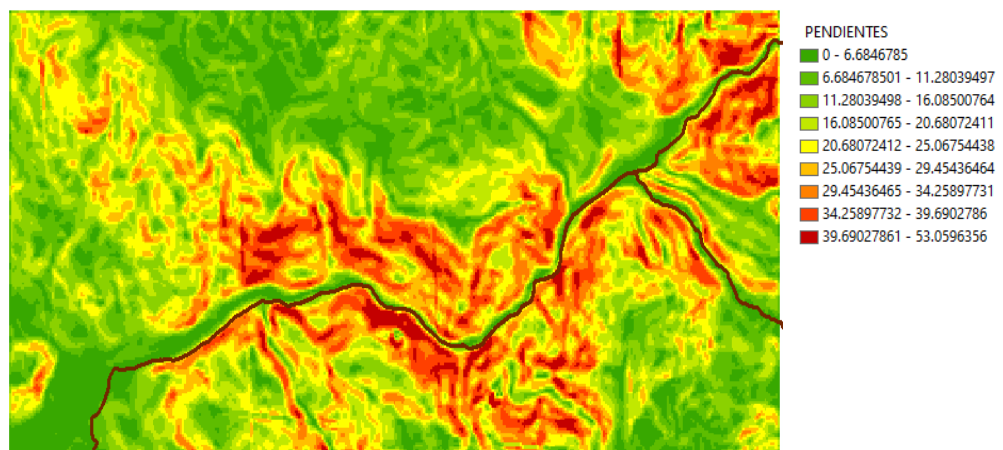


Fuente: Elaboración Propia (2020).

A partir de las curvas de nivel creamos nuestro TIN.

Convertimos el DEM a SLOPE la misma que viene hacer el mapa de pendientes, donde nuestra área de estudio presenta pendientes que varían desde los 0-54 grados.

Mapa 9:Caracterización de la pendiente en el área de estudio



Fuente: Elaboración Propia (2020).

Para reclasificar la pendiente utilizamos la herramienta Reclasify del software ArcGIS y nos basaremos a la clasificación propuesta por el método Mora Vahrson como se muestra en la tabla 20.

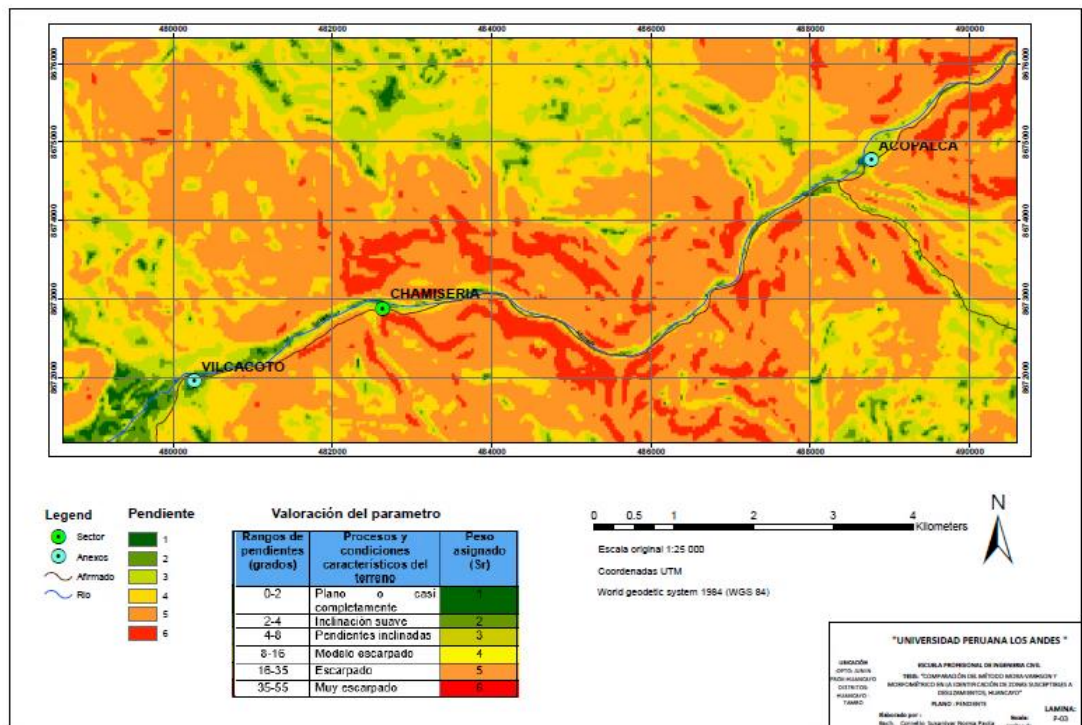
Tabla 20: Reclasificación de la pendiente a través del método Mora-Vahrson

Old values	New values
0-2	1
2 - 4	2
4 - 8	3
8 - 16	4
16 - 35	5
35 - 55	6

Fuente: Tomado de Mora y Vahrson (1993).

En el mapa de pendientes se puede apreciar que en el anexo de Vilcacoto predomina las pendientes que varían desde los 0 hasta los 16 grados mientras que en trayecto desde la zona de Chamiseria hasta Acopalca presentaron pendientes de hasta 53.05 grados lo que indica que este sujeta a que exista mayor probabilidad de ocurrencia a deslizamientos de masa.

Mapa 10: Mapa de pendientes método Mora-Vahrson



Fuente: Elaboración Propia (2020).

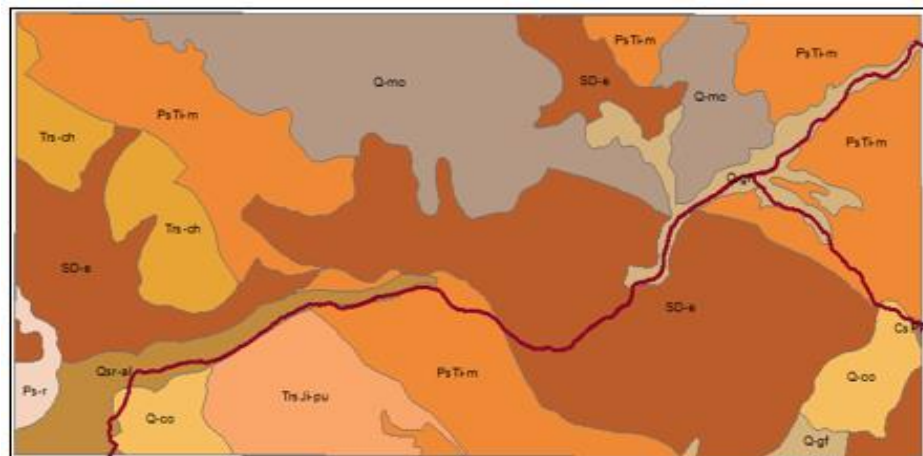
a.3. Parámetro litológico (SI)

Los tipos de suelos y rocas jugaron un aspecto muy importante a la hora de determinar su comportamiento y ello se determinó a partir de su composición, grado de meteorización, el estado de fracturamiento,

ángulo de buzamiento, etc. Los cuales influyen en la susceptibilidad de las laderas (Mora-Vahrson, 1993).

Respecto a la valoración cuantitativa del parámetro litológico se partió de la descripción de la información geológica del MINAM como se observa en el mapa 4, donde se identificó las formaciones geológicas de Gpo. Copacabana, Gpo. Mitu, Fam Chamba, Gpo. Pucara, Depósitos glaciofluvial, coluvial y morrenicos lo que significa que a través de la clasificación del método Mora-Vahrson muestra que nuestra zona de estudio presenta una susceptibilidad de peso 1,2,3,4 como se aprecia en la tabla 22.

Mapa 11: Caracterización del parámetro Litológico



Fuente: Ministerio del ambiente MINAM

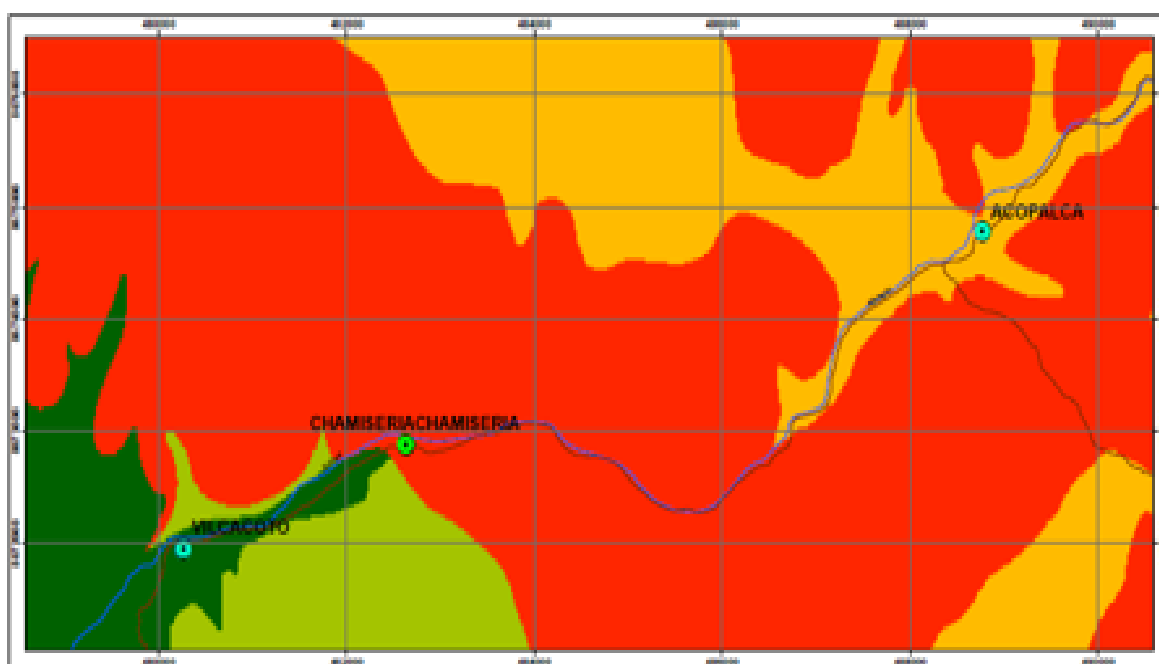
Tabla 21: Caracterización litológica en el área de estudio

SIMBOLOGIA	DESCRIPCIO	D_PERIODO	D_T_ROCA	L_LITOLOGI
CsPi-co	Gpo. Copacabana	Carbonifero Permico / Inferior	Sedimentaria	Calizas, Lutitas, Areniscas
Ps-r	Permico superior riolita	Permico	Intrusivas	Riolita
PsTi-m	Gpo. Mitu	Permico Superior Triasico Inferior	Volcanica-Sedimentaria	Conglomerados, Areniscas, Lutitas, Andesitas
Q-co	Depósito coluvial	Cuaternario	Sedimentaria	Fragmentos angulosos, arenas y arcillas
Q-gf	Depósito glaciofluvial	Cuaternario	Sedimentaria	Fragmentos, gravas, arenas, limos y arcillas
Q-mo	Depósito morrenico	Cuaternario	Sedimentaria	Fragmentos angulosos, arenas, arcillas y limos
Qsr-al	Depósito aluvial subreciente	Cuaternario	Sedimentaria	Arenas, gravas, arcillas y limos
SD-e	Gpo. Excelsior	Silurico Devonico	Metamorfica	Pizarras, Esquisto, Cuarcita
Trs-ch	Fm. Chamba	Triasico	Sedimentaria	Calizas silicificadas, areniscas y lutitas
TrsJ-pu	Gpo. Pucara	Triasico Superior Jurasico Inferior	Sedimentaria	Calizas, Chert

Fuente: Ministerio del ambiente (MINAM).

En el mapa 12 se muestra el mapa litológico del área de estudio de acuerdo a la clasificación cuantitativa del método Mora-Vahrson.

Mapa 12: Mapa litológico del área de estudio



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22: Reclasificación del parámetro litológico de la zona de estudio

Parámetro	Características	Peso	Color
Litológico	<ul style="list-style-type: none"> - Roca intrusiva pérmico superior, riolita. - Deposito aluvial, permeable, compacto. - Roca intrusiva poco fracturada. 	1	Verde oscuro
	<ul style="list-style-type: none"> - Rocas sedimentarias muy poco alteradas, poco fisuradas Calizas duras permeables - Fragmentos angulosos arenas y arcillas. - Roca sedimentaria deposito coluvial. rocas calizas - Grupo pucara. 	2	Verde claro
	<ul style="list-style-type: none"> - Rocas sedimentarias fragmentos angulosos, arenas, arcillas y limos. - Fragmentos gravas arenas y arcillas. - Rocas sedimentarias, deposito glacio fluvial, deposito coluvial - Deposito morrenico. 	3	Amarillo
	<ul style="list-style-type: none"> - Roca sedimentaria, simplificadas areniscas y limos. - Roca sedimentaria, conglomerados, areniscas, lutitas, andesitas del grupo Mitu. - Familia Chambara - Rocas fuertemente alteradas y fracturas con estratificaciones. 	4	Rojo

Fuente: Elaboración propia

a.4. Susceptibilidad a factores internos método Mora-Vahrson

Para determinar el grado de amenaza resultado de la combinación de todos los factores internos. Para ello se sugiere dividir el rango de valores en 5 clases de susceptibilidad y así asignarles los calificativos como se aprecia en la tabla 23.

Tabla 23: Grado de amenaza por factores internos

SUS = (Sh*SI*Sp)		
Potencial	Clase	Grado de amenaza
0-6	I	Muy baja
7-32	II	Baja
33-512	III	Moderado
513-1251	IV	Alto
>1251	V	Muy alta

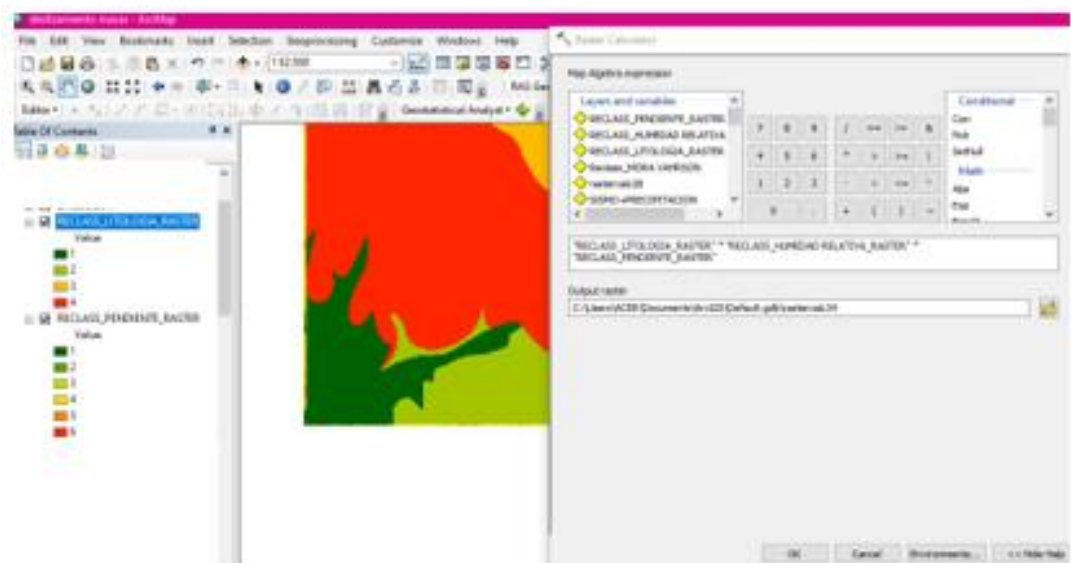
Fuente Tomando de Mora & Vahrson, 1993

Para realizar el mapa con respecto a los factores internos hicimos uso del software ArcGIS utilizando la herramienta Ráster Calculator con ello se determinó multiplicando los 3 parámetros como se muestra en la siguiente fórmula.

$$F_i = (Sh * SI * Sp)$$

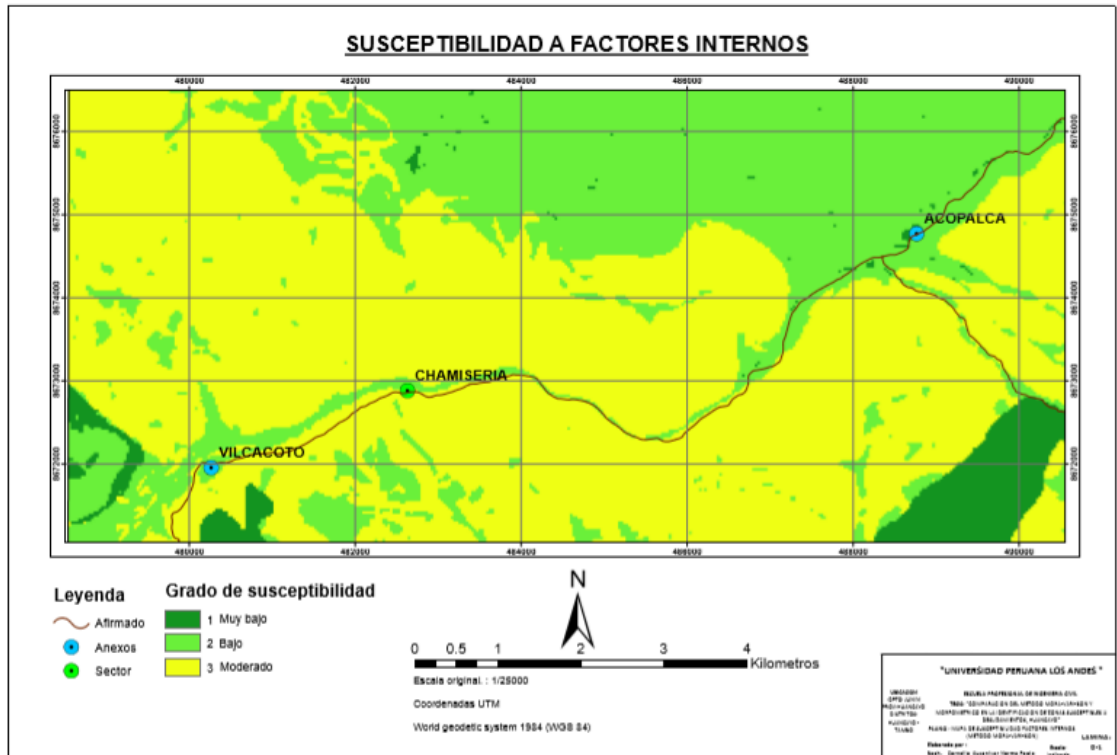
** F_i = Factores internos

Figura 11: Multiplicación de los factores internos a través del software ArcGIS



Fuente: Elaboración Propia (2020).

Mapa 13: Mapa de susceptibilidad a factores internos método Mora-Vahrson.



Fuente: Elaboración propia (2020).

b. Cálculo de los factores externos método Mora Vahrson

Para el método se utilizó 2 factores externos los cuales fueron: la Intensidad sísmica y la intensidad de lluvia las cuales fueron considerados como elementos activos que actúan como elementos de disparo que pueden generar un desequilibrio a la estabilidad del talud.

b.1. Intensidad Sísmica (Ts)

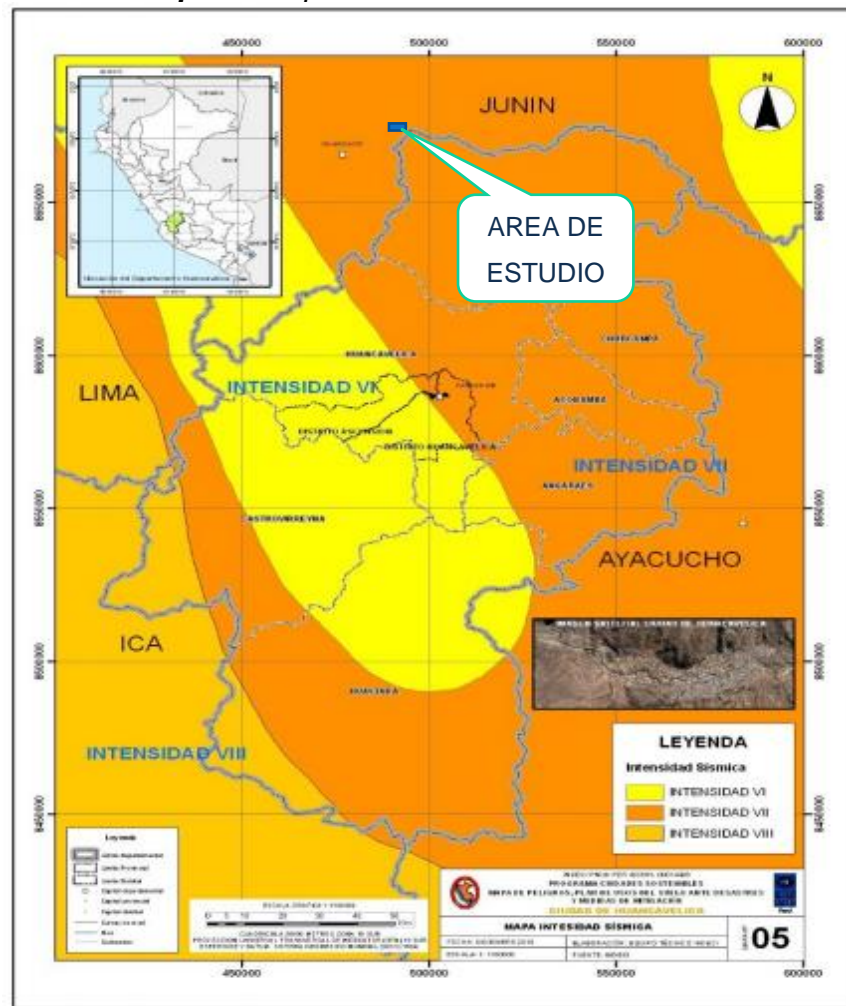
Para determinar el parámetro de la intensidad sísmica del área de estudio, se tuvo en cuenta el mapa de intensidad sísmica INDECI PNUD PER/02/051-00014426, donde se identificó que el área de estudio presenta en su totalidad una intensidad sísmica de VII como se aprecia en el mapa 17, para el método Mora-Vahrson este grado de intensidad se encuentra en un nivel de susceptibilidad sísmica con un calificativo medio de un valor D_s de 5 como se detalla en la tabla 24.

Tabla 24: Parámetro de sísmico Mora-Vahrson

Intensidad Mercalli-Modificada	Aceleración Pico (%g)	Aceleración PGA (m/s ²)	Calificación	Valor Ds
III	1-12	0,098-1,226	Leve	1
IV	13-20	1,227-2,011	Muy bajo	2
V	21-29	2,012-2,894	Bajo	3
VI	30-37	2,895-3,679	Moderado	4
VII	38-44	3,680-4,365	Medio	5
VIII	45-55	4,366-5,445	Elevado	6
IX	56-65	5,446-6,426	Fuerte	7
X	66-73	6,427-7,210	Bastante fuerte	8
XI	74-85	7,211-8,388	Muy fuerte	9
XII	>85	>8,389	Extremadamente fuerte	10

Fuente: Tomando de Mora & Vahrson, 1993

Mapa 14: Mapa de intensidad sísmica



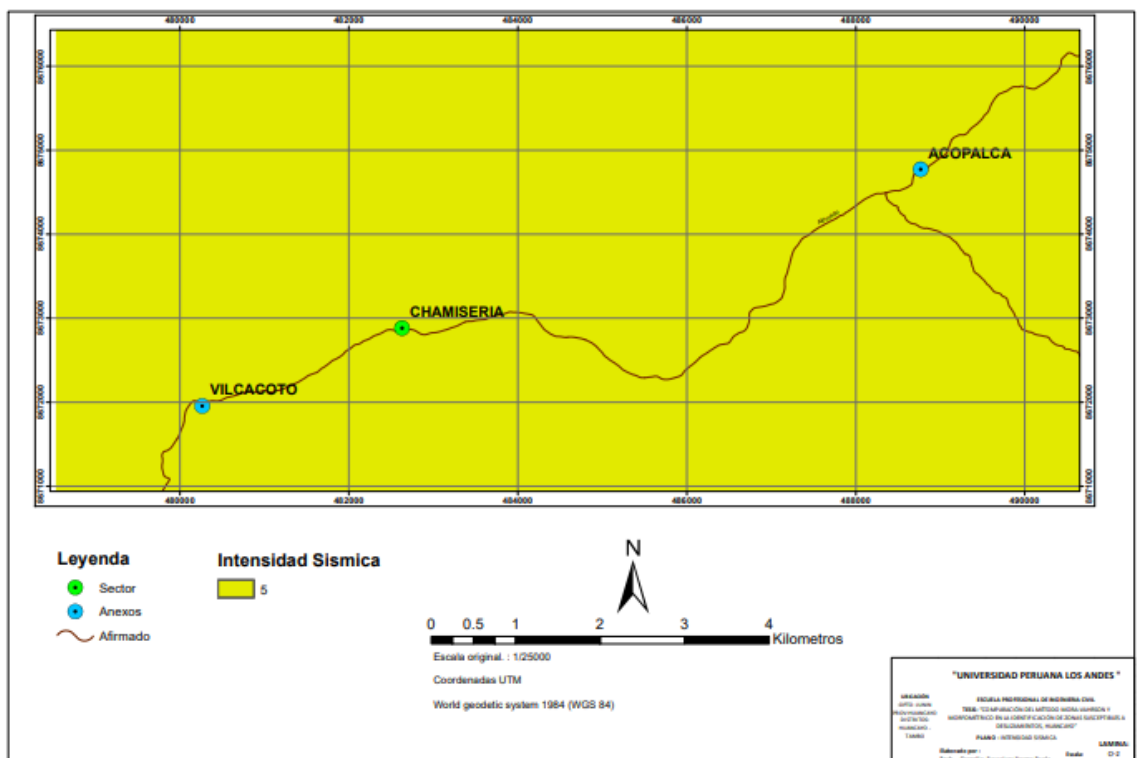
Fuente: Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI).

Tabla 25: Tabla de colores propuestos intensidad sísmica

Intensidad Mercalli-Modificada	Calificación	Valor Ds
III	Leve	1
IV	Muy bajo	2
V	Bajo	3
VI	Moderado	4
VII	Medio	5
VIII	Elevado	6
IX	Fuerte	7
X	Bastante Fuerte	8
XI	Muy fuerte	9
XII	Extremadamente fuerte	10

Fuente: Elaboración Propia

Mapa 15: Caracterización del mapa de sismicidad en el área de estudio



Fuente: Elaboración Propia

b.2. Intensidad de lluvia (Tp)

Para calcular el parámetro intensidad de lluvia (Tp), se ubicaron las estaciones más cercanas al área de estudio.

Se determinó trabajar con la estación HLM SHULLCAS por ser una de las estaciones más cercanas al área de estudio.

Figura 12: Ubicación de las Estaciones cercanas a la zona de estudio en la región Junín



Fuente: Elaboración Propia.

- Precipitaciones Máximas en 24 horas

Para cuantificar el parámetro de intensidad de lluvia (T_p), se tuvo que recurrir a la estación meteorológica HLM SHULLCAS con los datos de las precipitaciones máximas en 24 horas con un registro de 22 años (1998 – 2019) cuyos datos fueron solicitadas al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI.

Tabla 26 : Precipitación máxima 24 horas estación Shullcas

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MÁXIMA
1998	25.6	58.9	17.5	18.4	5.4	5.6	0.0	2.6	7.3	31.0	15.4	24.2	58.9
1999	13.7	19.1	24.9	7.3	6.7	16.5	9.7	0.2	12.3	17.8	19.1	19.2	24.9
2000	26.7	18.0	32.6	17.3	4.6	3.8	2.0	8.1	12.3	9.1	5.7	30.2	32.6
2001	22.5	16.4	20.4	10.4	20.4	1.2	4.7	1.8	6.3	7.0	10.6	11.2	22.5
2002	9.3	21.4	16.9	12.8	3.9	2.5	12.8	5.6	8.6	11.7	15.2	28.7	28.7
2003	23.3	21.0	21.7	13.8	8.9	0.8	1.2	16.1	21.8	28.6	21.4	29.3	29.3
2004	7.6	34.8	21.0	9.3	12.9	8.5	8.1	7.3	13.9	18.8	19.5	42.4	42.4
2005	16.0	32.2	18.0	5.7	7.4	0.1	0.2	4.2	9.1	18.0	15.0	12.5	32.2
2006	23.5	19.5	17.1	13.2	2.8	7.4	0.0	5.2	9.1	12.7	14.5	19.6	23.5

2007	18.5	19.2	14.2	9.2	11.3	0.1	12.1	8.4	17.2	17.6	13.7	14.5	19.2
2008	16.3	16.0	9.8	9.8	7.6	8.2	0.0	6.6	6.8	22.0	19.4	29.1	29.1
2009	18.4	27.3	32.8	17.4	20.1	18.4	3.8	18.5	17.5	28.6	16.7	17.3	32.8
2010	32.1	27.0	14.5	7.4	10.5	0.5	5.0	2.4	3.6	12.4	9.6	25.0	32.1
2011	21.2	18.1	32.0	18.6	9.2	1.0	5.6	1.2	15.6	16.0	15.6	16.2	32.0
2012	18.8	33.2	14.1	14.7	0.0	0.0	23.0	22.0	21.1	17.0	9.8	24.1	33.2
2013	21.9	16.6	12.4	11.9	5.1	4.0	7.2	11.3	29.2	22.0	27.4	17.5	29.2
2014	21.9	14.9	33.0	15.0	7.2	1.2	3.0	3.0	15.5	14.4	19.0	20.8	33.0
2015	25.2	24.6	14.3	12.6	8.7	4.1	6.0	5.3	25.2	25.5	20.1	17.6	25.5
2016	14.7	21.8	15.0	14.7	8.1	15.0	1.4	7.9	15.8	24.2	18.0	17.6	24.2
2017	16.2	18.0	24.6	16.4	8.8	2.0	4.2	6.4	13.0	24.6	20.5	20.0	24.6
2018	24.6	13.4	21.3	8.0	4.8	4.7	3.2	7.3	13.5	17.0	12.0	7.0	24.6
2019	16.0	26.9	15.2	10.4	6.0	2.9	5.0	0.2	2.0	11.8	12.0	25.4	26.9
MAX	32.1	58.9	33.0	18.6	20.4	18.4	23.0	22.0	29.2	31.0	27.4	42.4	58.9

Fuente : (Servicio nacional de Meteorología e Hidrología del Perú ; SENAMHI)

Tabla 27: Cuadro de precipitaciones máximas en 24 horas

Estación	Este	Norte	Precipitación máx. en 24 horas
Shullcas	481856.8	8673440.9	58.9 mm

Fuente: Elaboración Propia (2020).

Por medio de la distribución Gumbel se determinó la precipitación máxima esperada en un periodo de retorno de 100 años.

Tabla 28: Distribución de probabilidades pluviométricas

Nº	Año	Precipitación (mm)	
		precipitación máxima (xi)	$(xi - \bar{x})^2$
1	1998	58.90	831.54
2	1999	24.90	26.66
3	2000	32.60	6.43
4	2001	22.50	57.21
5	2002	28.70	1.86
6	2003	29.30	0.58
7	2004	42.40	152.19
8	2005	32.20	4.56
9	2006	23.50	43.08
10	2007	19.20	118.02
11	2008	29.10	0.93
12	2009	32.80	7.49
13	2010	32.10	4.15
14	2011	32.00	3.75
15	2012	33.20	9.84

16	2013	29.20	0.75
17	2014	33.00	8.62
18	2015	25.50	20.83
19	2016	24.20	34.38
20	2017	24.60	29.85
21	2018	24.60	29.85
22	2019	26.90	10.01
		661.4	1402.57

Fuente: Elaboración propia (2020).

Parámetros estadísticos según el método de la distribución de Gumbel

Cálculo variables probabilísticas	
$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} =$	30.06 mm
$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} =$	8.46 mm
$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * S =$	6.59 mm
$u = \bar{x} - 0.5772 * \alpha =$	26.69 mm

Fuente: Elaboración propia (2020).

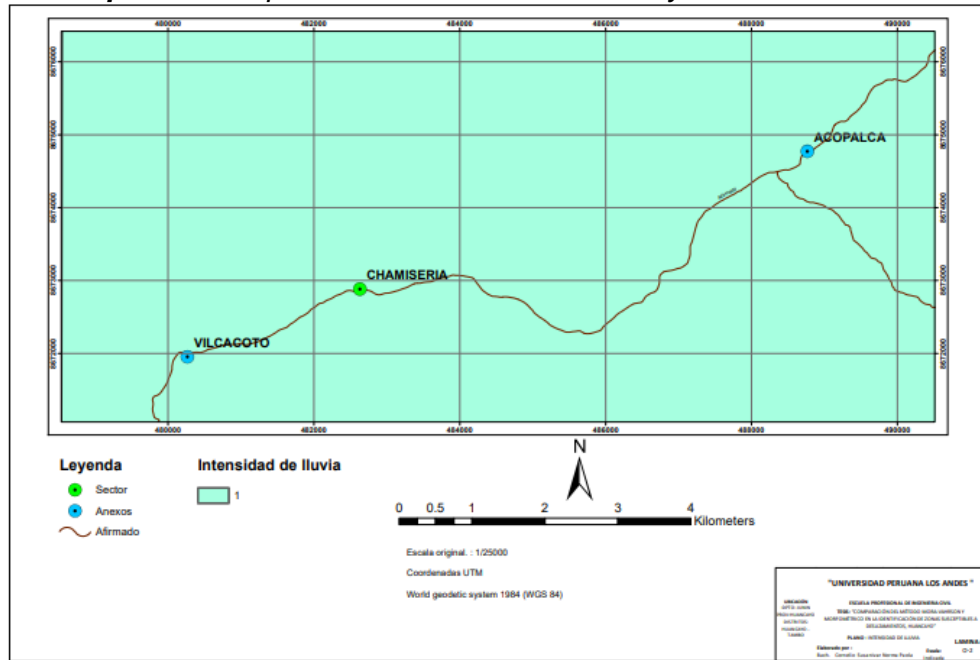
Tabla 29: Precipitaciones máximas en un periodo de retorno de 100 años.

Periodo Retorno	Variable Reducida	Precip. (mm)	Prob. de ocurrencia	Corrección intervalo fijo
Años	YT	XT'(mm)	F(xT)	XT (mm)
100	4.6001	55.6980	0.9900	62.9388

Fuente: Elaboración propia (2020).

A través de la distribución Gumbel, se calculó el valor umbral de precipitación máxima para un periodo de retorno de 100 años obteniéndose una precipitación máxima de 62.93 <> 63 mm en 24 horas. Se establece que el área de estudio posee una susceptibilidad muy baja como se observa en la tabla 30.

Mapa 16: Precipitación máxima método Mora y Vahrson .



Fuente: Elaboración Propia

Para reclasificar la precipitación tomamos los parámetros propuestos por el método Mora Vahrson.

Tabla 30: Tabla de colores propuestos método Mora-Vahrson.

Precipitación máxima mm/día	Descripción	Factor DLL
0-100	Muy bajo	1
101-200	bajo	2
201-300	Medio	3
301- 400	Alto	4
> 400	Muy alto	5

Fuente: Tomado de Mora y Vahrson (1994).

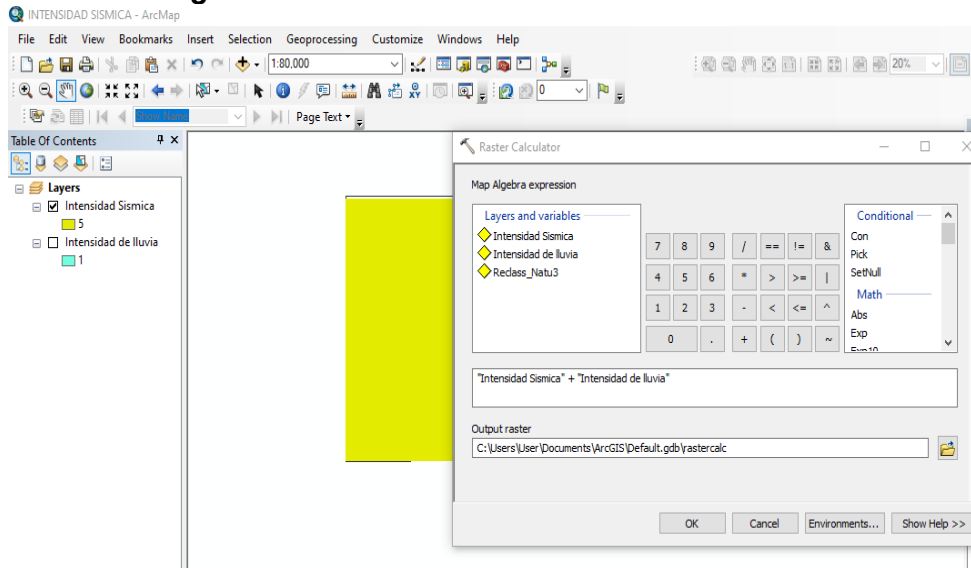
b.3. Áreas con susceptibilidad a deslizamientos método Mora-Vahrson

Para determinar las áreas con susceptibilidad a deslizamiento hicimos uso del software ArcGIS utilizando la herramienta Ráster Calculator con ello se realizó la combinación de los 5 factores que intervinieron en el método Mora vahrson la suma de ambos factores externos en donde se obtuvo como resultado un valor de 6 como se muestra en la figura 13.

$$Fe = (Tp + Ts)$$

** Fe =Factores externos

Figura 13: Suma de los factores externos

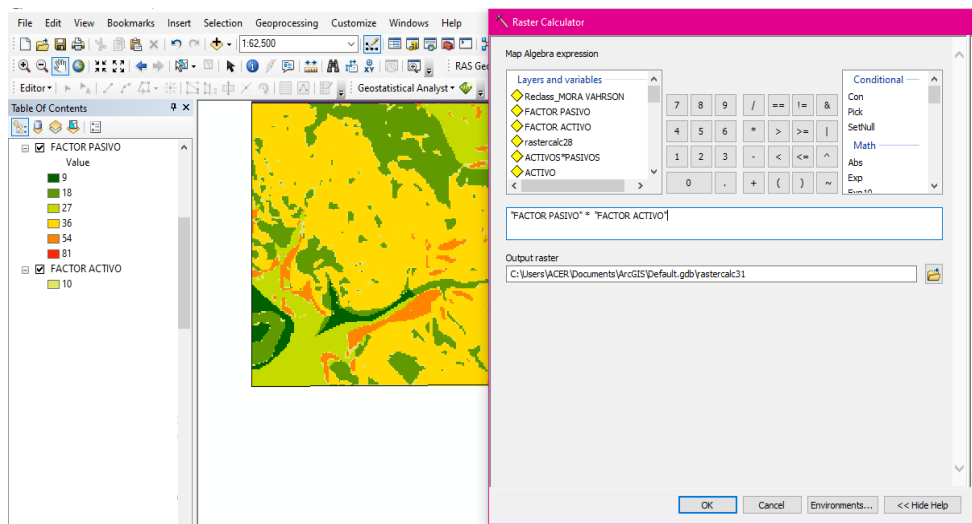


Fuente: Elaboración Propia (2020).

Para determinar el grado de amenaza a susceptibilidad por factores externos aplicamos la siguiente fórmula donde sumamos ambos factores.

$$AD=Fi * Fe$$

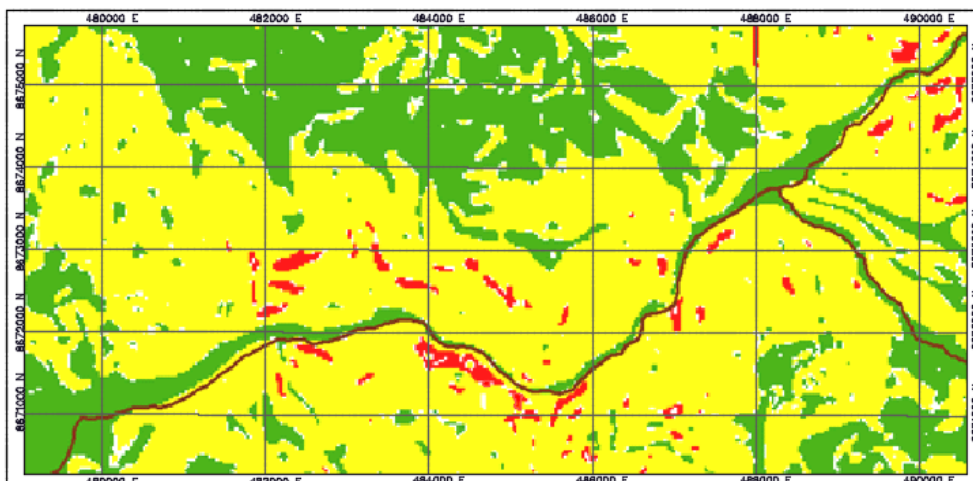
Figura 14: Cálculo del grado amenaza a susceptibilidad por factores externos



Fuente: Elaboración Propia (2020).

Obtuvimos como resultado un mapa de amenazas a susceptibilidad.

Mapa 17: Mapa de susceptibilidad a deslizamientos método Mora-vahrson



Fuente: Elaboración Propia (2020).

c. Cuantificación de las áreas susceptibles Método Mora Vahrson

Para realizar la cuantificación de las áreas susceptibles se tomó como muestra el talud de corte de la carretera Vilcacoto – Chamiseria – Acopalca a 300 m desde el pie del talud como se muestra en la figura 9 teniendo así 10 áreas con susceptibilidad alta.

Figura 15: Áreas susceptibles al deslizamiento analizado mediante el método Mora Vahrson



Fuente: Elaboración propia (2020).

d. Cálculo de las áreas susceptibles método Morfométrico.

Este método tuvo por objetivo predecir la amenaza por fenómenos de remoción en masa. En este modelo se consideraron 4 factores

internos los cuales fueron: la densidad de disección, profundidad de disección, energía de relieve y por último la energía potencial.

d.1. Densidad de disección

Para calcular la densidad de disección la cual determinó la concentración de cauces fluviales en una determinada área y así establecer zonas con mayor y menor concentración de cauces fluviales. Las variables que condicionaron este parámetro son el sustrato, estructuras disyuntivas (fracturas o fallas), cobertura vegetal y por último la inclinación del terreno. Para el cálculo de la densidad de disección unimos las cartas nacionales 24m y 25m para unir la red fluvial para luego dividir el área de estudio en áreas de 1km² utilizando el software ArcGIS y el comando Fishnet. Mediante una herramienta de interpolación calculamos así la concentración de los ríos en un área determinada

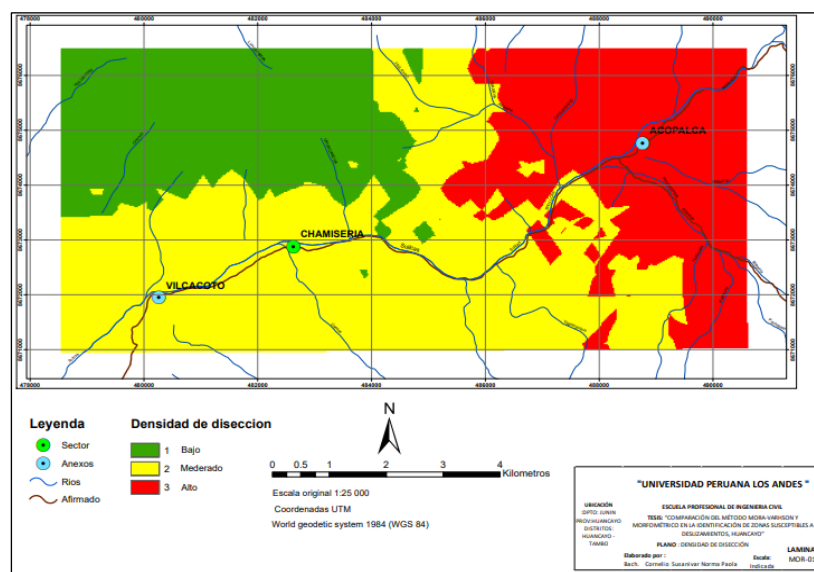
$$D = \frac{\sum Li}{Ai}$$

D= Densidad de disección

$\sum li$ =Longitud total de todos los cauces y drenes

Ai= Área de cada celda

Mapa 18: Densidad de disección



Fuente: Elaboración Propia (2020).

Los valores más altos se localizan en las montañas y colinas de rocas sedimentarias en la zona existe una geomorfología heterogénea en cuanto a la geometría e inclinación del terreno. Estas características geomorfológicas sumadas a la precipitación hacen que existan densas redes fluviales que definen patrones detríticos muy densos. Para establecer su análisis se establecieron tres rangos, así como se presenta en la Tabla 31.

Tabla 31: Reclasificación Densidad de Disección

Old values	New values
0.000253 - 0.000655	1
0.000655 - 0.000979	2
0.000979 - 0.001433	3

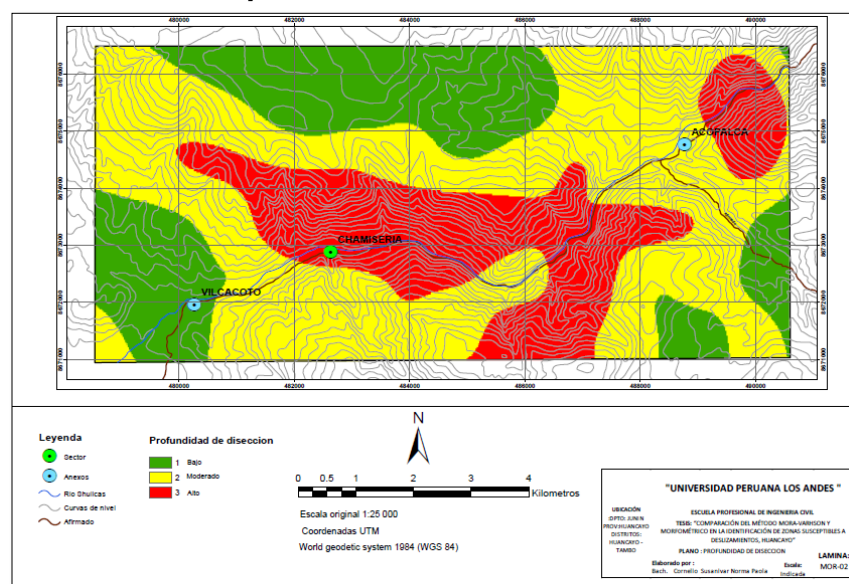
Fuente: *Elaboración Propia* (2020).

d.2. Profundidad de disección

Por medio de este parámetro se lograron conocer las zonas donde la erosión ha sido de mayor intensidad en el relieve. La información se obtuvo al medir la distancia entre el talweg y la ruptura de la pendiente más próxima al borde inferior del valle.

Para ello utilizamos la base topográfica y una malla con la misma área que el anterior. La interpolación se realizó por el método de Kriging con ayuda del software ArcGIS el resultado se muestra en el Mapa 19.

Mapa 19: Profundidad de disección



Fuente: *Elaboración Propia*

Los valles más profundos se presentaron en mayor parte en el relieve montañoso lo contrario ocurrió en las llanuras donde la profundidad es menor.

Para establecer su análisis se establecieron tres rangos, como se presenta en la Tabla 32.

Tabla 32:Reclasificación de la Profundidad de Disección

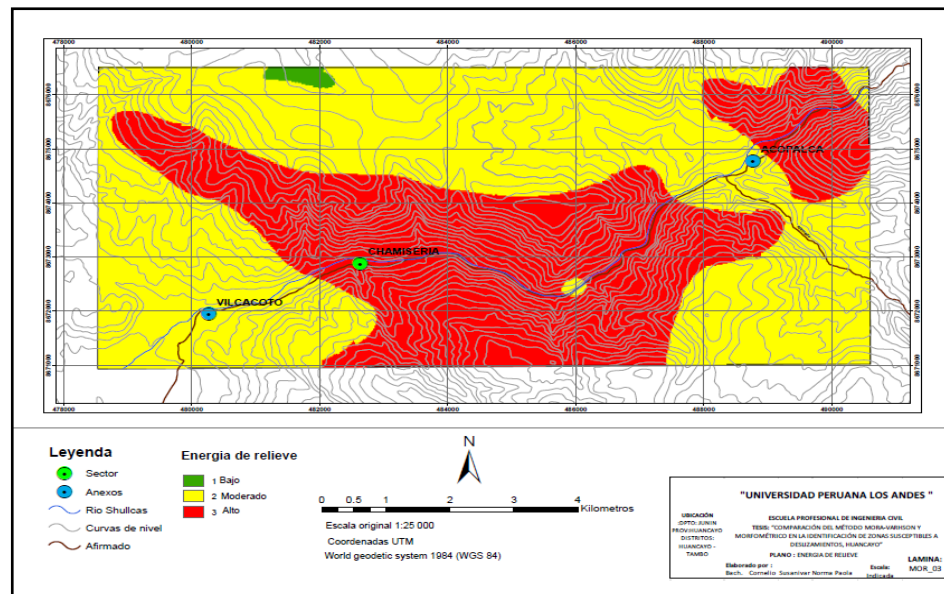
Old values	New values
20.753492 - 243.269499	1
243.269499 - 465.785507	2
465.785507 - 688.301514	3

Fuente: Elaboración Propia (2020).

d.3. Energía de Relieve

Para el cálculo de la Energía de relieve obtuvimos los datos de la diferencia del valor de altitud mayor y menor en una superficie de 1 km² a escala 1/100,000. De esta manera obtuvimos los puntos y con el método de interpolación Kriging realizamos la interpolación haciendo uso del software ArcGIS obteniendo como resultado el Mapa 20.

Mapa 20: Energía de relieve



Fuente: Elaboración Propia (2020).

Se establecieron tres rangos, como se muestra en la Tabla 33.

Tabla 33:Reclasificación de la Energía de relieve

Old values	New values
0 - 60	1
60 - 400	2
400 - 900	3

Fuente: Elaboración Propia (2020).

d.4. Energía Potencial

Para elaborar este parámetro tomamos una base topográfica y una malla con la misma área que el anterior dado que las curvas de nivel registran la huella de los distintos agentes que modelan el terreno. Donde a mayor intensidad y permanencia de un determinado proceso erosivo, mayor densidad de curvas. La interpolación se realizó por método de Kriging con ayuda del software ArcGIS el resultado se muestra en el Mapa 21.

Se obtuvieron los puntos de interpolación en base a la formula siguiente:

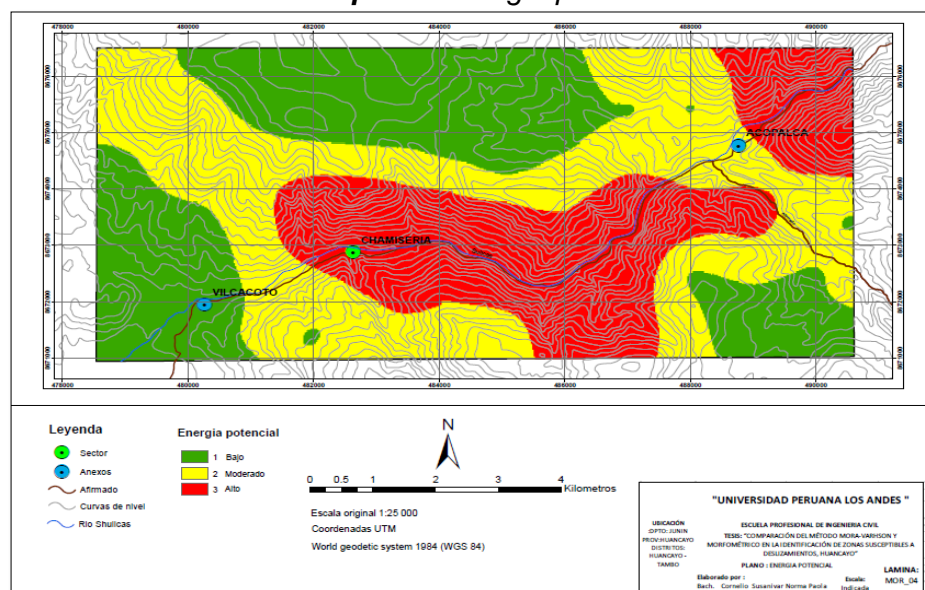
$$E_p = \frac{\sum Li}{A_i}$$

E_p = Erosión Potencial

$\sum li$ = Longitud total de todas las curvas

A_i = Área de cada celda

Mapa 21: Energía potencial



Fuente: Elaboración Propia (2020).

Para establecer su análisis se reclasificaron en tres rangos como se muestra a continuación:

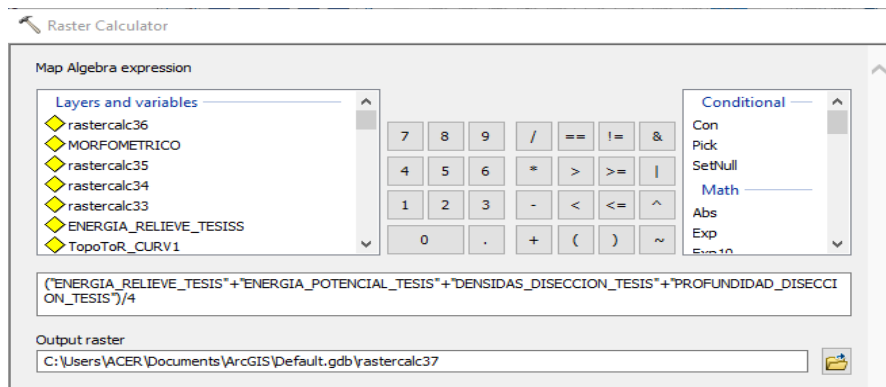
Tabla 34: Reclasificación de la Energía potencial

Old values	New values
0.002304 - 0.006546	1
0.006546 - 0.010081	2
0.010081 - 0.016172	3

Fuente: Elaboración Propia (2020).

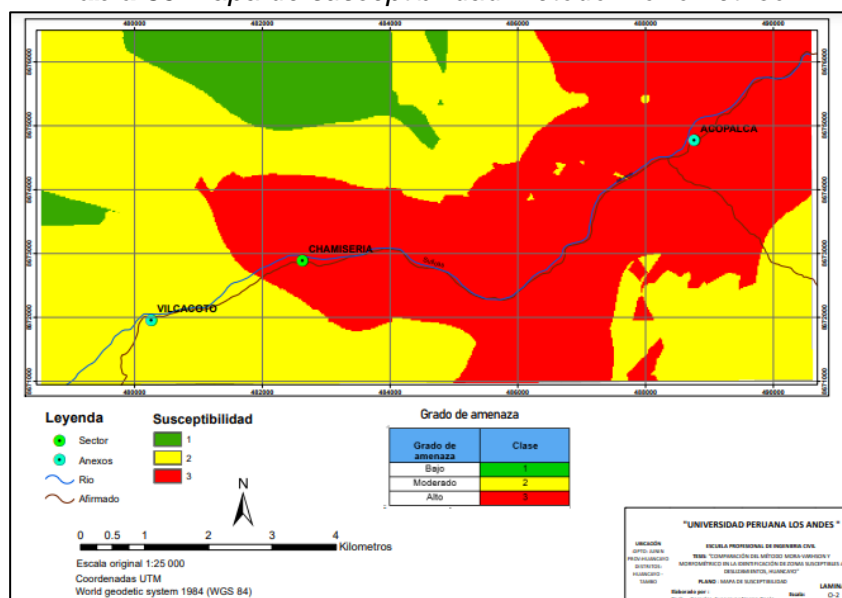
El grado de amenaza a deslizamientos se obtuvo al sacar la media aritmética de los 4 parámetros morfométricos (Energía de relieve, Energía potencial, Densidad de disección y Profundidad de disección) como se aprecia en la Figura 16.

Figura 16: Media aritmética de los factores internos del método Morfométrico



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 35: Mapa de susceptibilidad método Morfométrico

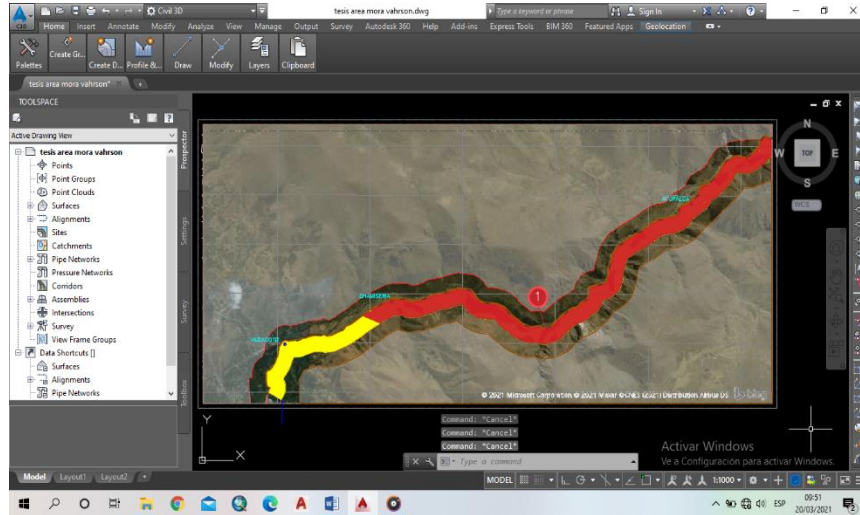


Fuente: Elaboración Propia (2020).

e. Cuantificación de las áreas susceptibles Método Morfométrico

Para realizar la cuantificación de las áreas susceptibles se tomó como muestra el corte del talud de la carretera Vilcacoto – Chamiseria – Acopalca a 300 m desde el pie del talud.

Figura 17: Áreas susceptibles al deslizamiento método Morfométrico



Fuente: Elaboración Propia (2020).

3.14.3. Determinación del grado de susceptibilidad al deslizamiento analizado con los métodos Mora Vahrson y Morfométrico.

a. Grado de susceptibilidad método Mora Vahrson

Para la determinación del grado de susceptibilidad al deslizamiento se muestra la Tabla 36 donde el método Mora Vahrson divide al grado de susceptibilidad en 5 grados de susceptibilidad.

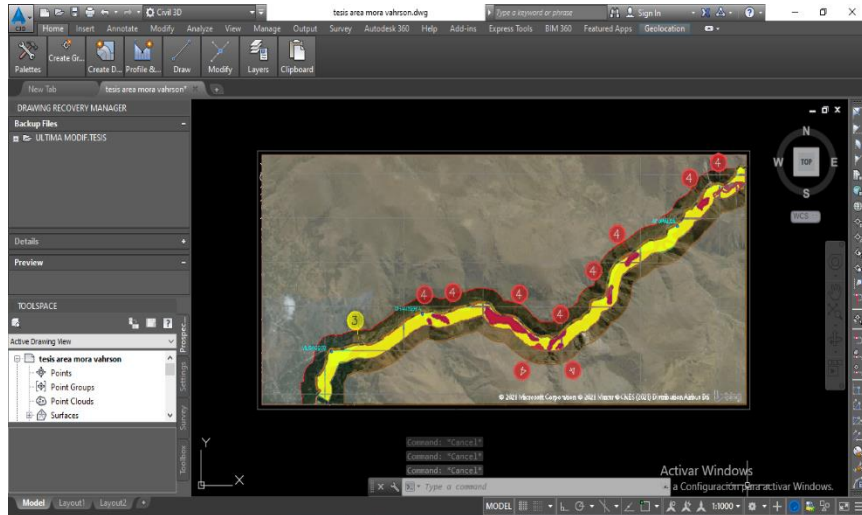
Tabla 36: Grado de susceptibilidad al deslizamiento.

Potencial	Grado de amenaza	Clase
0 - 6	Muy bajo	1
7 - 32	Bajo	2
33 - 512	Moderado	3
513 - 1251	Alto	4
>1251	Muy alta	5

Fuente: Tomando de Mora & Vahrson, 1994

A partir de la clasificación presentada por el método se elaboró el mapa de susceptibilidad frente a deslizamiento, dando como resultado que el talud de corte de la carretera presenta un grado de susceptibilidad Moderada y Alta en todo su trayecto.

Figura 18: Grado de susceptibilidad método Mora Vahrson



Fuente: Elaboración Propia (2020).

b. Cálculo del grado de susceptibilidad método Morfométrico

Para la determinación del grado de susceptibilidad al deslizamiento se muestra la Tabla 37

Tabla 37: Grado de susceptibilidad método Morfométrico.

Potencial	Grado de susceptibilidad	Clase
0 - 3	Bajo	1
4 - 6	Moderado	2
7 - 9	Alto	3

Fuente: Fuente propia

A partir de la clasificación presentada por el método se elaboró el mapa de susceptibilidad frente a deslizamiento, dando como resultado que el talud de corte de la carretera presenta un grado de susceptibilidad Moderada y Alta en todo su trayecto.

CAPITULO IV: RESULTADOS

4.1. Pendientes susceptibles a deslizamiento

a. Método Mora – Vahrson

Tabla 38: Resultado de las pendientes susceptibles método Mora Vahrson

Área expuesta	Progresiva	Pendiente mínima	Pendiente máxima	Área (m2)	Topografía
1	3+000	35.32°	38.47°	48,741.22	Muy escarpado
2	4+000	36.10°	42.03°	96,161.01	Muy escarpado
3	5+500 - 7+000	42.14°	53.06°	395,980.59	Muy escarpado
4	7+500	40.15°	47.12°	92,227.82	Muy escarpado
5	9+000- 9+500	45.12°	51.10°	86,353.42	Muy escarpado
6	10+000	42.30°	45.14°	83,267.69	Muy escarpado
7	12+250- 13+750	46.52°	52.13°	233,594.47	Muy escarpado

Fuente: Elaboración propia (2020).

Tabla 39: Resumen de las pendientes susceptibles método Mora Vahrson

Pendiente mínima	Pendiente máxima	Área (m2)	Topografía
35.32°	53.06°	1,036,326.22	Muy escarpado

Fuente: Elaboración propia (2020).

b. Método Morfométrico

Tabla 40: Resultado de las pendientes susceptibles método Morfométrico

Fuente: Elaboración propia (2020).

Área expuesta	Progresiva	Pendiente mínima	Pendiente máxima	Área (m2)	Topografía
1	3+250-10+400	16.21°	53.06°	2,132,325.96	Escarpado
2	12+000-13+800	22.15°	48.53°	519,061.45	Escarpado

A continuación, se presenta la pendiente mínima y máxima que presenta las áreas expuestas a las pendientes susceptibles.

Tabla 41: Resumen de las pendientes susceptibles método Morfométrico

Pendiente mínima	Pendiente máxima	Área (m2)	Topografía
16.21 °	53.06°	2,651,387.41	Escarpado

Fuente: Elaboración propia (2020).

Resultado

Tabla 42: Resumen Pendientes susceptibles

Método	Pendiente Mínima	Pendiente Máxima
Mora Vahrson	35.32°	53.06°
Morfométrico	16.21°	53.06°

Fuente: Elaboración propia (2020).

Interpretación:

En la estimación de las pendientes susceptibles al deslizamiento el método Mora Vahrson presenta valores más altos con respecto al método morfométrico.

4.2. Áreas susceptibles a deslizamiento

En la siguiente tabla se muestra el resultado de los cálculos en base a las áreas susceptibles siguiendo la metodología Mora vahrson y Morfométrico.

a. Método Mora – Vahrson

Tabla 43: Resultado de las áreas susceptibles método Mora Vahrson

Áreas susceptibles al deslizamiento (grado alto)			
Número	Progresiva	Área (m2)	Área (km2)
1	3+9000	8,057.882	0.008
2	4+000-4+500	35,037.627	0.04
3	5+500-7+000	218,991.631	0.22
4	7+100	21,078.085	0.02
5	7+500	45,639.001	0.05
6	7+500	12,543.644	0.01
7	9+000-9+500	39,388.445	0.04
8	10+000-10+500	42,198.027	0.04
9	12+500-12+800	39,350.355	0.04
10	13+000-13+800	66,697.01	0.06
Area total		528,981.707	0.53

Fuente: Elaboración propia (2020).

b. Método Morfométrico

Tabla 44: Resultado de las áreas susceptibles método Mora Vahrson

Áreas susceptibles al deslizamiento (grado alto)			
Número	Progresiva	Área (m2)	Área (km2)
1	3+000-14+204	3,265,318.67	3.26
Area total		3,265,318.67	3.26

Fuente: Elaboración propia (2020).

Resultado

Tabla 45: Resumen Áreas susceptibles

Método	Área (m2)	Área (km2)
Mora Vahrson	528,981.707	0.53
Morfométrico	3,265,318.67	3.26

Fuente: Elaboración propia (2020).

Interpretación:

Al momento de cuantificar las áreas con alta susceptibilidad al deslizamiento en el talud de corte de la carretera el método Morfométrico presenta un valor mayor con respecto al método Mora Vahrson.

4.3. Grado de susceptibilidad a deslizamiento

Se muestra el grado de susceptibilidad analizados mediante el método Mora Vahrson y Morfométrico.

a. Método Mora – Vahrson

Tabla 46: Grado de susceptibilidad método Mora Vahrson

Progresiva	Grado	Color representativo
0+00 - 4+000	Moderado	Amarillo
4+000 - 4+500	Alto	Rojo
4+500 - 5+500	Moderado	Amarillo
5+500 - 7+000	Alto	Rojo
7+000 - 7+500	Moderado	Amarillo
7+500 - 7+700	Alto	Rojo
7+700 - 9+000	Moderado	Amarillo
9+000 - 9+300	Alto	Rojo
9+300 - 10+000	Moderado	Amarillo
10+000 - 10+500	Alto	Rojo
10+500 - 12+700	Moderado	Amarillo
12+700 - 13+500	Alto	Rojo
13+500 - 13+750	Moderado	Amarillo

13+750 - 14+204	Alto	Rojo
-----------------	------	------

Fuente: Elaboración propia (2020).

b. Método Morfométrico

Tabla 47: Grado de susceptibilidad método Morfométrico

Progresiva	Grado	Color representativo
0+00 - 3 + 440	Moderado	Amarillo
3+ 440 - 14 + 640	Alto	Rojo

Fuente: Elaboración propia (2020).

A continuación, se muestra las características que se debe tener con respecto al grado de susceptibilidad al deslizamiento.

Tabla 48: Características de la zona con respecto al grado de susceptibilidad

Grado de susceptibilidad	Características
Moderada	No se debe permitir la construcción de infraestructura si no se realizan estudios geotécnicos y se realiza el mejoramiento del suelo. Las mejoras pueden incluir movimientos de tierra, estructuras de retención, manejo de aguas superficiales y subterráneas, bioestabilización de terrenos, etc. los sectores con rellenos mal compactados son de especial cuidado. Recomendado para usos urbanos de baja densidad.
Alta	Probabilidad de deslizamiento alta. Para su utilización se debe realizar estudios de estabilidad a detalle y la implementación de medidas correctivas que aseguren la estabilidad del sector, en caso contrario, deben mantenerse como áreas de protección.

Fuente: Tomado de Mora Vahrson (1994).

Interpretación:

Ambos métodos dan como resultado que en todo el talud de corte se presenta una susceptibilidad a deslizamientos de grado alto y moderado.

CAPITULO V: DISCUSION DE RESULTADOS

En el presente trabajo de investigación la cual tuvo como finalidad determinar el grado de susceptibilidad mediante métodos no convencionales y así determinar sus fortalezas y debilidades en la identificación de zonas susceptibles a deslizamientos en Huancayo.

Discusión 1:

Respecto a la hipótesis específica 1: Las pendientes susceptibles al deslizamiento analizados mediante los métodos no convencionales presentan valores mayores a 35° en todo el tramo del talud de corte de la carretera tramo Acopalca – Chamiseria – Vilcacoto, Huancayo 2020.

A partir de la investigación realizada se acepta la hipótesis específica como medianamente válida ya que como resultado se obtuvo mejores resultados con el método Mora vahrsen la que dio como resultado que las pendientes susceptibles fueron mayores a 35.32° mientras que el método morfométrico las pendientes susceptibles fueron mayores a 16.21° para nuestra área de estudio. El resultado del método Morra vahrsen presento mejores resultados ya que los taludes mayores a 30° presentan mayor inestabilidad.

Al respecto el INGEMMET (Instituto geológico, minero y metalúrgico), a través del SIGRID que viene hacer una plataforma geoespacial integrada por organismos como el INDECI, ANA., MINAM ; INGEMMET, SENAMHI donde brindan información a peligros y riesgos de índole natural, donde

muestra capas de cartografía de peligros a movimientos de masa en el territorio peruano muestra el nivel susceptibilidad nacional de manera cuantitativas (valores de pendientes) y cualitativa (escala de colores), mostrando que para nuestra zona de estudio las pendientes que se encuentren entre el rango de 30°- 45°, son considerados de nivel alto .

Como se puede ver los resultados obtenidos por el método Mora vahrsen los resultados son consistentes con los del antecedente.

Discusión 2:

- **Respecto a la hipótesis específica 2:** El área con alta susceptibilidad al deslizamiento analizado mediante los métodos no convencionales es considerable en todo el talud de corte de la carretera tramo Acopalca-Chamiseria-Vilcacoto, Huancayo 2020.

A partir de la investigación realizada se acepta la hipótesis específica como válida ya que como resultado se obtuvo con el método mora vahrsen 0.53 km² de área de susceptibilidad alta y con el método morfométrico se obtuvo 3.26 km² de áreas de susceptibilidad alta. Lo que nos lleva a revisar los antecedentes. Al respecto el INGEMMET (2014) en su estudio “zonas críticas por peligros geológicos en la región Junín”, menciona las zonas identificadas como susceptibles a deslizamientos en toda la región Junín, mencionando que en el sector Acopalca, Km 4+800 – Km 7+100 carretera Huancayo – Carhuacocha es un área con alto grado de susceptibilidad a deslizamientos siendo estas más propensas en épocas de lluvia o en un evento sísmico donde hubo antecedentes donde se vieron afectados gran parte del talud.

Como se puede ver los resultados obtenidos por el método Morfométrico son consistentes con los del antecedente.

Respecto a la hipótesis general: El grado de susceptibilidad al deslizamiento analizado mediante los métodos no convencionales es alto en todo el talud de corte de la carretera tramo Acopalca- Chamiseria-Vilcacoto, Huancayo 2020.

A partir de la investigación realizada se rechaza la hipótesis general obteniendo como resultado en ambos métodos que el área de estudio presenta una susceptibilidad moderada y alta en todo el talud de corte de la carretera tramo Acopalca – Chamiseria – Vilcacoto, Huancayo 2020.

Al respecto el MINAM (2015) “Mapa de susceptibilidad física de zonas propensas a inundaciones y deslizamiento”, muestra el mapa para la región Junín, y donde se aprecia que el área de estudio presenta áreas de movimiento de masa de alta y muy alta susceptibilidad donde se aplicó el método de evaluación multivariable de aspectos que estructuran naturalmente el territorio, mediante el análisis y la evaluación de los siguientes factores: Litológicos, Formas del territorio, Pendientes, Vegetación, Clima en el cual se determinan las zonas propensas a la ocurrencia de deslizamientos y se identifican las áreas con probabilidad alta y muy alta para nuestra área de estudio.

Como se puede ver los resultados obtenidos por ambos métodos no concuerdan con nuestro antecedente.

CONCLUSIONES

- Se logró determinar a partir de los métodos no convencionales que el talud de corte de la carretera tramo Acopalca – Chamiseria - Vilcacoto, presenta en todo el tramo zonas con moderada y alta susceptibilidad a deslizamientos.
- Se logró estimar las pendientes susceptibles a deslizamiento siendo para el método mora vahrsen mayores a 35.32° mientras que para el método morfométrico mayores a 16.21° .
- Se logró cuantificar las áreas susceptibles a deslizamientos dando como resultado que las áreas con alto grado de susceptibilidad para el método Mora vahrsen 0.53 km^2 mientras que para el método morfométrico 3.26 km^2 .

RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la autoridad competente prohibir el asentamiento en los lugares considerados como alta susceptibilidad a deslizamiento de masa en la zona de estudio además de buscar medios de remediación en lugares con un grado moderado de susceptibilidad.
- Se recomienda realizar un estudio geotécnico para la estabilidad de taludes además de peinar los taludes hasta que alcancen pendientes menores a 35°; pues los valores mayores generan inestabilidad.
- Se recomienda considerar las áreas con susceptibilidad alta como zonas agrícolas intangibles. Además de buscar mejoras en la estabilidad del talud con el fin de reducir esas áreas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. **Ruth E. López, Amat D. Zuluaga, Felipe Gómez, Luis Tapia (2020).** Aplicación del Método Mora-Vahrson para evaluar la susceptibilidad a deslizamiento en el Municipio de Manaure, Cesar, Colombia.
2. **Mora, R. Vahrson, w., & Mora, S (1992).** Mapa de Amenaza de Deslizamiento. *Centro de Coordinación para la Prevención de Desastres Naturales en América Central (CEPREDENAC). Valle Central, Costa Rica.*
3. **Barrantes, G., Barrantes, O. y Núñez (2011).** Efectividad de la metodología Mora – Vahrson modificada en el caso de los deslizamientos provocados por el terremoto de Chinchona, Costa Rica, *Geográfica de América Central.*
4. **Mora y Vahrson (1993).** Determinación a priori de la amenaza de deslizamientos utilizando indicadores morfodinámicos.
5. **Barrantes-Castillo, G. y Quesada-Román, A. (2016).** Método morfométrico para determinar áreas susceptibles a procesos de ladera en Costa Rica. II Congreso Centroamericano y del Caribe en Movimientos de Ladera. *Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Tegucigalpa, Honduras*
6. **Quesada, A. & Feoli, S. (2018).** Comparación de la Metodología Mora-Vahrson y el Método Morfométrico para Determinar Áreas Susceptibles a Deslizamientos en la Microcuenca del Río Macho, Costa Rica. *Revista Geográfica de América Central, 61(2), 17-45.*
7. **Mora, S. & Vahrson, W. (1994).** Metodología de microzonificación para la determinación del peligro de deslizamientos de tierra. *Boletín de la Asociación de Ingenieros y Geólogos, 31 (1), 49-58*
8. **Barillas (2008).** Guía metodológica para la evaluación de zonas susceptibles a deslizamientos disparados por lluvias.

- 9. Santacana, N. (2001).** Análisis de susceptibilidad del terreno a la formación de deslizamientos superficiales y grandes deslizamientos mediante el uso de sistemas de información geográfico. Aplicación a la cuenca alta del río Llobregat. *Tesis Doctoral Universidad Politécnica de Cataluña.*
- 10. Galindo & Alcántara (2014).** Inestabilidad de laderas e infraestructura vial: análisis de susceptibilidad en la Sierra Nororiental de Puebla, México. Investigaciones Geográficas, *Boletín del Instituto de Geografía.*
- 12. Ochoa (2016).** Inestabilidad de taludes en el sector de Santa Bárbara de la ciudad de Huancavelica. *Tesis de pre grado Universidad Peruana los Andes.*
- 13. Mora, R (2004).** Evaluación de la susceptibilidad al deslizamiento del Cantón de San José, provincia de San José, costa rica. *Servicios Especializados de Laboratorio de Suelos y Rocas, FUNDEVI 0960, Sección Geotecnia e Hidrogeología, Escuela Centroamericana de Geología, Universidad de Costa Rica.*
- 14. Jaramillo & Pasato (2016).** “Aplicación del Método Mora Vahrson para la clasificación de la Susceptibilidad a los deslizamientos de la Vía Macas - Riobamba en la Parroquia Zuñac”. *Tesis de pregrado en la escuela superior politécnica de chimborazo.*
- 15. Nuñez & Sánchez (2016).** “Riesgo a deslizamiento en taludes del Sistema Vial Lampa – Pariahuanca, Huancayo”. *Tesis de pregrado para optar el título de ingeniero forestal en la Universidad Nacional del Centro del Perú.*
- 18. Barrantes-Castillo, G., Barrantes-Sotela, O & Nuñez-Román, O (2016).** Efectividad de la metodología Mora-Vahrson modificada en el caso de los deslizamientos provocados por el terremoto de Cinchona, Costa Rica. *Revista Geográfica de América Central, vol. 2, núm. 47, julio-diciembre, 2011, pp. 141- 162*

ANEXOS

ANEXO N°01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: “COMPARACIÓN DEL MÉTODO MORA-VAHRSON Y MORFOMÉTRICO EN LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS SUSCEPTIBLES A DESLIZAMIENTOS, HUANCAYO”

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES Y DIMENSIONES	METODOLOGIA
<p>PROBLEMA GENERAL</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿Cuál es el grado de susceptibilidad analizado mediante los métodos no convencionales en la identificación de zonas susceptibles a deslizamientos en el talud de corte de la carretera tramo Acopalca - Chamiseria - Vilcacoto, Huancayo 2020? <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿Qué valores tienen las pendientes susceptibles al deslizamiento analizadas mediante los métodos no convencionales en el talud de corte de la carretera tramo Acopalca - Chamiseria - Vilcacoto, Huancayo 2020? ¿Cuánto es el área susceptible al deslizamiento analizado mediante los métodos no convencionales en el talud de corte de la carretera tramo Acopalca - Chamiseria - Vilcacoto, Huancayo 2020? 	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <ul style="list-style-type: none"> Determinar el grado de susceptibilidad analizado mediante los métodos no convencionales en la identificación de zonas susceptibles a deslizamientos en el talud de corte de la carretera tramo Acopalca - Chamiseria - Vilcacoto, Huancayo 2020 <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> Estimar las pendientes susceptibles al deslizamiento analizadas mediante los métodos no convencionales en el talud de corte de la carretera tramo Acopalca - Chamiseria - Vilcacoto, Huancayo 2020. Cuantificar las áreas susceptibles al deslizamiento analizadas mediante los métodos no convencionales en el talud de corte de la carretera tramo Acopalca - Chamiseria - Vilcacoto, Huancayo 2020. 	<p>HIPÓTESIS GENERAL</p> <ul style="list-style-type: none"> El grado de susceptibilidad al deslizamiento analizado mediante los métodos no convencionales es alto en todo el talud de corte de la carretera tramo Acopalca- Chamiseria- Vilcacoto, Huancayo 2020. <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</p> <ul style="list-style-type: none"> Las pendientes susceptibles al deslizamiento analizados mediante los métodos no convencionales presentan valores mayores a 35° en todo el talud de corte de la carretera tramo Acopalca - Chamiseria - Vilcacoto, Huancayo 2020 El área con alta susceptibilidad al deslizamiento analizado mediante los métodos no convencionales es considerable en todo el talud de corte de la carretera tramo Acopalca- Chamiseria- Vilcacoto, Huancayo 2020. 	<p>VARIABLE X:</p> <p>Métodos no convencionales</p> <p>DIMENSIONES:</p> <ul style="list-style-type: none"> Método Mora Vahrson I1: Humedad del suelo I2: Litología I3: Pendiente I4: Intensidad sísmica I5: Intensidad de lluvia Método Morfométrico I1: Densidad de disección I2: Profundidad de disección I3: Energía de relieve I4: Energía potencial <p>VARIABLE Y:</p> <p>Zonas susceptibles a deslizamiento</p> <p>DIMENSIONES:</p> <ul style="list-style-type: none"> Pendientes susceptibles al deslizamiento I1: 0 – 8 grados I2: 8 – 16 grados I3: 16 – 35 grados I4: > 55 grados Áreas susceptibles a deslizamiento I1: Grado de susceptibilidad bajo I2: Grado de susceptibilidad moderado I3: Grado de susceptibilidad alto 	<p>TIPO DE INVESTIGACIÓN</p> <p>Investigación aplicada</p> <p>NIVEL DE INVESTIGACIÓN</p> <p>Nivel Descriptivo-Comparativo</p> <p>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN</p> <p>Diseño NO experimental</p> <p>POBLACIÓN</p> <p>La población está conformada por el talud de corte de la Carretera tramo Acopalca- Chamiseria- Vilcacoto.</p> <p>MUESTRA</p> <p>La muestra será determinada mediante el método de muestreo no probabilístico intencional teniendo como criterio de selección el nivel de exposición dado que en el talud de corte de la carretera tramo Vilcacoto - Acopalca se encuentra en una zona susceptible a deslizamientos con una distancia total de 14 + 204 Km.</p> <p>MÉTODO DE INVESTIGACIÓN</p> <p>Científico</p>

ANEXO N° 02: DATOS HISORICOS ESTACION SHULLCAS



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Servicio Nacional de Meteorología e
Hidrología del Perú - SENAMHI

Dirección Zonal 11

"AÑO DE LA UNIVERSALIZACION DE LA SALUD"

ESTACIÓN: **HLM SHULLCAS**

LATITUD: 11°59'14.36" Sur

DPTO.: Junin

LONGITUD: 75° 6'12.68" Oeste

PROV.: Huancayo

ALTITUD: 3894 msnm

DIST.: Huancayo

Parametro: **Precipitacion Total Mensual(mm)**

Anexo: Acopcalca

Día	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1998	203.4	231.0	73.5	85.8	7.8	6.1	0.0	10.2	14.4	116.8	107.2	129.1
1999	125.6	212.9	146.1	31.1	21.0	23.3	13.8	0.3	59.3	80.9	84.5	109.6
2000	197.7	177.8	154.5	62.8	10.3	4.1	3.9	39.1	23.0	64.6	18.0	103.0
2001	249.4	107.8	127.7	38.5	33.3	2.9	11.8	4.2	35.3	51.6	67.3	107.7
2002	114.9	160.2	202.3	35.9	16.4	6.1	33.6	14.1	55.9	76.4	81.0	155.8
2003	175.5	181.9	169.1	77.1	27.5	1.0	1.4	53.7	53.3	45.0	73.5	165.5
2004	46.0	165.4	102.9	26.1	22.9	14.0	17.9	20.0	50.9	93.1	104.1	168.3
2005	88.0	115.6	109.5	8.7	14.4	0.1	0.9	8.5	25.4	121.4	62.5	86.8
2006	225.6	110.9	120.8	40.6	2.9	11.5	0.0	25.9	36.7	93.1	108.8	103.6
2007	94.6	112.9	124.1	58.3	26.6	0.1	25.7	15.2	37.6	92.1	94.0	92.7
2008	214.4	131.9	54.5	40.0	15.6	8.2	0.0	8.1	34.1	117.0	68.9	117.3
2009	96.9	169.6	137.8	45.7	26.4	23.0	9.1	34.7	48.0	62.7	99.6	168.5
2010	232.9	198.1	110.1	30.8	10.5	0.5	5.5	5.8	12.2	70.4	39.3	234.4
2011	243.3	248.3	184.3	74.7	21.7	1.0	6.7	2.3	70.3	60.8	68.1	159.9
2012	100.9	202.3	141.2	97.4	0.0	0.0	23.0	22.0	66.2	65.1	72.7	213.9
2013	165.1	165.0	106.0	57.9	22.7	18.4	16.0	31.6	95.2	105.5	69.4	164.4
2014	167.5	108.9	175.0	49.9	31.3	1.2	6.3	10.9	71.6	52.1	72.9	147.5
2015	215.7	115.4	90.1	91.5	56.8	10.1	10.2	10.3	48.5	71.0	106.5	158.2
2016	117.6	173.2	59.7	51.9	32.4	2.1	1.8	13.9	24.7	98.1	83.4	79.0
2017	176.7	102.2	144.7	72.0	25.8	2.7	4.2	10.6	79.2	55.0	71.2	117.1
2018	183.1	121.9	167.0	35.3	14.8	8.1	9.5	27.5	48.9	94.0	39.5	43.4
2019	113.2	144.8	147.4	18.9	22.1	6.9	5.0	0.2	5.3	56.8	112.3	200.6

INFORMACION PREPARADA PARA

BACH. NORMA PAOLA CORNELIO SUSANIVAR
TESISTA

TESIS: "COMPARACION DEL METODO MORA - VARHSON Y MORFOMETRICO EN LA
IDENTIFICACION DE ZONAS SUSCEPTIBLES A DESLIZAMIENTOS, HUANCAYO"

FECHA: 24 DE AGOSTO DEL 2020



Firmado digitalmente por RAMOS
CADILLO Adam Yanina FAU
20131366028 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 14.09.2020 08:21:14 -05:00

VALIDO SOLO CON LA FIRMA DIGITAL



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI

Dirección Zonal 11

"AÑO DE LA UNIVERSALIZACIÓN DE LA SALUD"

ESTACIÓN: HLM SHULLCAS

LATITUD: 11°59'14.36" Sur

DPTO.: Junín

LONGITUD: 75° 6'12.68" Oeste

PROV.: Huancayo

ALTITUD: 3894 msnm

DIST.: Huancayo

Parametro: Precipitación Máxima 24 horas

Anexo: Acoplica

Día	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1998	25.6	58.9	17.5	18.4	5.4	5.6	0.0	2.6	7.3	31.0	15.4	24.2
1999	13.7	19.1	24.9	7.3	6.7	16.5	9.7	0.2	12.3	17.8	19.1	19.2
2000	26.7	18.0	32.8	17.3	4.6	3.8	2.0	8.1	12.3	9.1	5.7	30.2
2001	22.5	16.4	20.4	10.4	20.4	1.2	4.7	1.8	6.3	7.0	10.6	11.2
2002	9.3	21.4	16.9	12.8	3.9	2.5	12.8	5.6	8.6	11.7	15.2	28.7
2003	23.3	21.0	21.7	13.8	8.9	0.8	1.2	16.1	21.8	28.6	21.4	29.3
2004	7.6	34.8	21.0	9.3	12.9	8.5	8.1	7.3	13.9	18.8	19.5	42.4
2005	16.0	32.2	18.0	5.7	7.4	0.1	0.2	4.2	9.1	18.0	15.0	12.5
2006	23.5	19.5	17.1	13.2	2.8	7.4	0.0	5.2	9.1	12.7	14.5	19.6
2007	18.5	19.2	14.2	9.2	11.3	0.1	12.1	8.4	17.2	17.6	13.7	14.5
2008	16.3	16.0	9.8	9.8	7.6	8.2	0.0	6.6	6.8	22.0	19.4	29.1
2009	18.4	27.3	32.8	17.4	20.1	18.4	3.8	18.5	17.5	26.6	16.7	17.3
2010	32.1	27.0	14.5	7.4	10.5	0.5	5.0	2.4	3.6	12.4	9.6	25.0
2011	21.2	18.1	32.0	18.6	9.2	1.0	5.6	1.2	15.6	16.0	15.6	16.2
2012	18.8	33.2	14.1	14.7	0.0	0.0	23.0	22.0	21.1	17.0	9.8	24.1
2013	21.9	16.6	12.4	11.9	5.1	4.0	7.2	11.3	29.2	22.0	27.4	17.5
2014	21.9	14.9	33.0	15.0	7.2	1.2	3.0	3.0	15.5	14.4	19.0	20.8
2015	25.2	24.6	14.3	12.6	8.7	4.1	6.0	5.3	25.2	25.5	20.1	17.6
2016	14.7	21.8	15.0	14.7	8.1	15.0	1.4	7.9	15.8	24.2	18.0	17.6
2017	16.2	18.0	24.6	16.4	8.8	2.0	4.2	6.4	13.0	24.6	20.5	20.0
2018	24.6	13.4	21.3	8.0	4.8	4.7	3.2	7.3	13.5	17.0	12.0	7.0
2019	16.0	26.9	15.2	10.4	6.0	2.9	5.0	0.2	2.0	11.8	12.0	25.4

INFORMACION PREPARADA PARA

BACH. NORMA PAOLA CORNELIO SUSANIVAR

TESISTA

TESIS: "COMPARACION DEL METODO MORA - VARHSON Y MORFOMETRICO EN LA IDENTIFICACION DE ZONAS SUSCEPTIBLES A DESLIZAMIENTOS, HUANCAYO"

FECHA: 24 DE AGOSTO DEL 2020

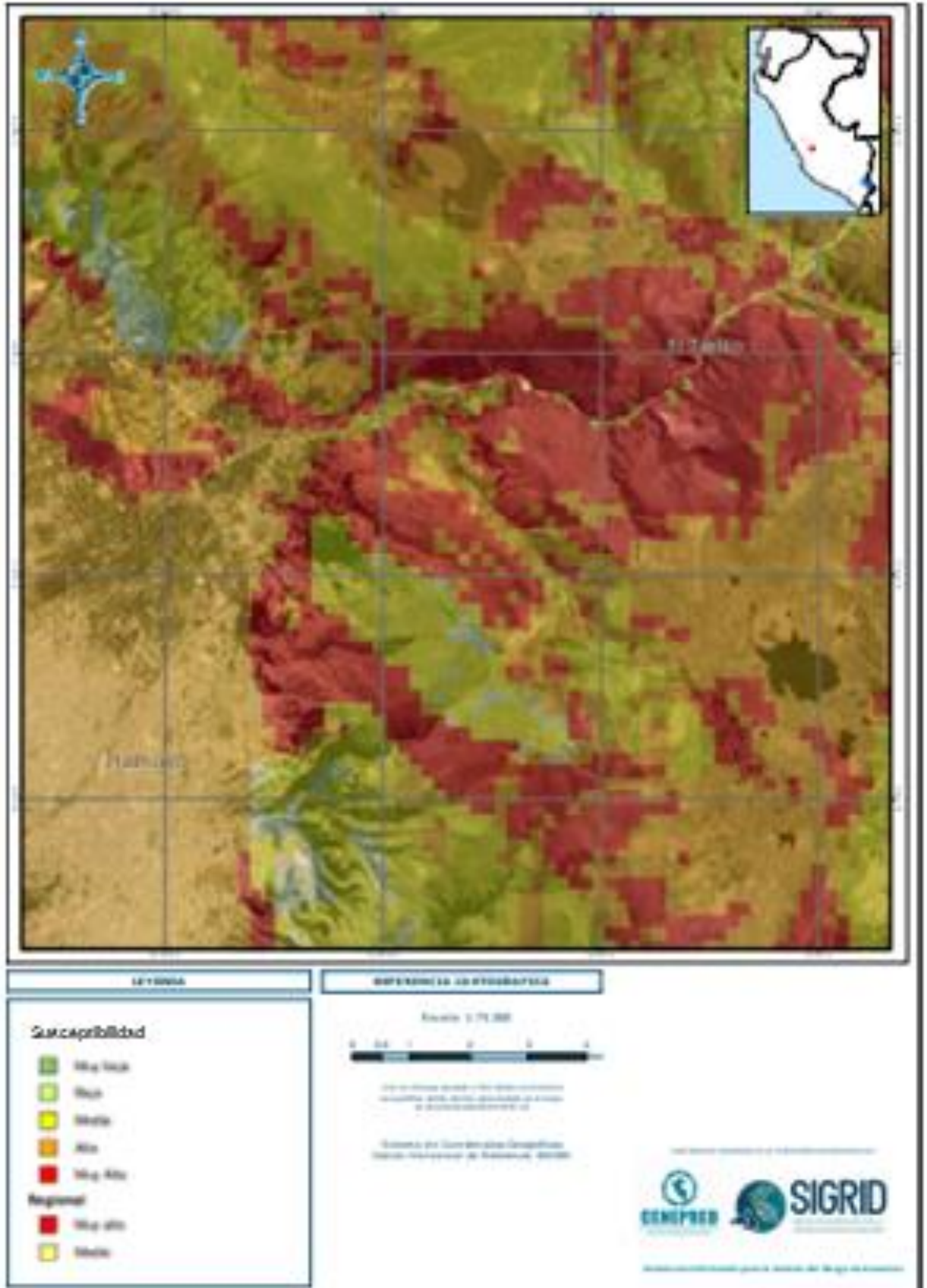


Firmado digitalmente por RAMOS CADILLO Adam Yarina FAU 20131369028 hard Motivo: Soy el autor del documento Fecha: 14.09.2020 08:20:56 -05:00

VALIDO SOLO CON LA FIRMA DIGITAL

ANEXO N° 03: ACREDITACION DE RESULTADOS

MAPA DE SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS DE MASA INGEMMET



ANEXO N° 04: ENCUESTA REALIZADA A LOS EXPERTOS



"UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES"

ENCUESTA

ESPECIALISTA: *Ana María Díaz Ramos*

FECHA: *19/11/20*

"Comparación del método Mora-Vahrson y Morfométrico en la identificación de zonas susceptibles a deslizamientos, Huancayo"

1. ¿Cómo calificas los resultados obtenidos por el método Mora Vahrson para identificar las zonas susceptibles a deslizamientos de masa en Huancayo?
 - Excelente
 - Bueno
 - Regular
 - Malo
 - Deficiente
2. ¿Cómo calificas los resultados obtenidos por el método Morfométrico para identificar las zonas susceptibles a deslizamientos de masa en Huancayo?
 - Excelente
 - Bueno
 - Regular
 - Malo
 - Deficiente
3. ¿Cómo calificas los factores que intervienen en el método Mora Vahrson?
 - Excelente
 - Bueno
 - Regular
 - Malo
 - Deficiente
4. ¿Cómo calificas los factores que intervienen en el método Morfométrico?
 - Excelente
 - Bueno
 - Regular
 - Malo
 - Deficiente
5. ¿Cómo calificas la aplicación de métodos no convencionales en la identificación de zonas susceptibles a deslizamientos en Huancayo?
 - Excelente
 - Bueno
 - Regular
 - Malo
 - Deficiente


Ana María Díaz Ramos
EVALUADOR DE RIESGOS
096-2019 - CENEIPRED - J



"UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES"

ENCUESTA

ESPECIALISTA: *Richard Maycol Rivera Rivera* FECHA: *15/11/2020*

"Comparación del método Mora-Vahrson y Morfométrico en la identificación de zonas susceptibles a deslizamientos, Huancayo"

1. ¿Cómo calificas los resultados obtenidos por el método Mora Vahrson para identificar las zonas susceptibles a deslizamientos de masa en Huancayo?
 - Excelente
 - Bueno
 - Regular
 - Malo
 - Deficiente
2. ¿Cómo calificas los resultados obtenidos por el método Morfométrico para identificar las zonas susceptibles a deslizamientos de masa en Huancayo?
 - Excelente
 - Bueno
 - Regular
 - Malo
 - Deficiente
3. ¿Cómo calificas los factores que intervienen en el método Mora Vahrson?
 - Excelente
 - Bueno
 - Regular
 - Malo
 - Deficiente
4. ¿Cómo calificas los factores que intervienen en el método Morfométrico?
 - Excelente
 - Bueno
 - Regular
 - Malo
 - Deficiente
5. ¿Cómo calificas la aplicación de métodos no convencionales en la identificación de zonas susceptibles a deslizamientos en Huancayo?
 - Excelente
 - Bueno
 - Regular
 - Malo
 - Deficiente


Ing. Richard Maycol Rivera Rivera
EVALUADOR DE RIESGOS
199 - 2019 - CENEPRID - J

ANEXO N°05: VALIDACION DE INSTRUMENTOS POR LOS EXPERTOS

FICHA DE JUICIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES

- a. APELLIDOS Y NOMBRES DEL EXPERTO: ADAM YANINA RAMOS CADILLO
- b. INSTITUCION DONDE LABORA: SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA DEL PERU
- c. INSTRUMENTO MOTIVO DE LA EVALUACION: CUESTIONARIO DE ENCUESTA
AUTOR DEL INSTRUMENTO: BACH. NORMA PAOLA CORNELIO SUSANIVAR
- d. TESIS: "COMPARACIÓN DEL MÉTODO MORA-VAHRSON Y MORFOMÉTRICO EN LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS SUSCEPTIBLES A DESLIZAMIENTOS, HUANCAYO"
ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

INDICADORES	CONTENIDO	DEFICIENTE 0-20	REGULAR 21-40	BUENA 41-60	MUY BUENA 61-80	EXCELENTE 81-100
1. INTENCIONALIDAD	El instrumento responde a los objetivos de la investigación planteada				X	
2. OBJETIVIDAD	El instrumento se encuentra expresado en comportamientos observables.					X
3. ORGANIZACION	El orden de los ítems propuesto 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

II. OPINION DE APLICABILIDAD

APLICA

III. PROMEDIO DE VALORACION

95%

IV. OBSERVACIONES: NINGUNA

FIRMA (del Experto):



Firmado digitalmente por YANINA RAMOS CADILLO
DN: cn=Adam Yanina Ramos, o=Senamhi, ou=Senamhi, email=yanina.ramos@senamhi.gob.pe, c=PE
Fecha: 21.11.2020 12:13:06 -05:00

DNI:

7123084

FECHA:

21 de noviembre del 2020

FICHA DE JUICIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES

- a. APELLIDOS Y NOMBRES DEL EXPERTO: Díaz Ramos Ana María
- b. INSTITUCION DONDE LABORA: Representante legal empresa COMAS E.I.R.L.
- c. INSTRUMENTO MOTIVO DE LA EVALUACION: CUESTIONARIO DE ENCUESTA
 AUTOR DEL INSTRUMENTO: BACH. NORMA PAOLA CORNELIO SUSANIVAR
- d. TESIS: "COMPARACIÓN DEL MÉTODO MORA-VAHRSON Y MORFOMÉTRICO EN LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS SUSCEPTIBLES A DESLIZAMIENTOS, HUANCAYO"
 ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

INDICADORES	CONTENIDO	DEFICIENTE 0-20	REGULAR 21-40	BUENA 41-60	MUY BUENA 61-80	EXCELENTE 81-100
1. INTENCIONALIDAD	El instrumento responde a los objetivos de la investigación planteada			X		
2. OBJETIVIDAD	El instrumento se encuentra expresado en comportamientos observables.					X
3. ORGANIZACION	El orden de los ítems propuesto 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	

II. OPINION DE APLICABILIDAD

SI debe aplicarse

III. PROMEDIO DE VALORACION

85%

IV. OBSERVACIONES

FIRMA (del Experto) *Ana María Díaz Ramos*
 EVALUADOR DE RIESGOS
 DNI 43 991542 005 - 2019 - CENEPRO - J

FECHA 22/11/2020



SIIDE

Sistema Integrado de Información de Evaluadores del Riesgo

jueves 07 noviembre 2019

Registro Nacional de Evaluadores de Riesgo

Ficha del Evaluador



Nombre	ANA MARIA
Apellido Paterno	DIAZ
Apellido Materno	RAMOS
DNI	43801542
Profesión	ING. AMBIENTAL
Nro de Colegiatura	177188
Departamento	JUNIN
Documento de Autorización	086-2019-CENEPRED-J
Fecha de Emisión	2019-09-27

HISTÓRICO DE RESOLUCIONES

Número	Fecha	Descripción
086-2019-CENEPRED-J	2019-09-27	ACREDITACIÓN EVAR

"Promoviendo Cultura de Prevención"

FICHA DE JUICIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES

- a. APELLIDOS Y NOMBRES DEL EXPERTO: RIVERA RIVERA MAYCOL RICHARD
- b. INSTITUCION DONDE LABORA: UNIDAD EJECUTORA "FONDO SIERRA AZUL"
- c. INSTRUMENTO MOTIVO DE LA EVALUACION: CUESTIONARIO DE ENCUESTA
AUTOR DEL INSTRUMENTO: BACH. NORMA PAOLA CORNELIO SUSANIVAR
- d. TESIS: "COMPARACIÓN DEL MÉTODO MORA-VAHRSON Y MORFOMÉTRICO EN LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS SUSCEPTIBLES A DESLIZAMIENTOS, HUANCAYO"
ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

INDICADORES	CONTENIDO	DEFICIENTE 0-20	REGULAR 21-40	BUENA 41-60	MUY BUENA 61-80	EXCELENTE 81-100
1. INTENCIONALIDAD	El instrumento responde a los objetivos de la investigación planteada					X
2. OBJETIVIDAD	El instrumento se encuentra expresado en comportamientos observables.					X
3. ORGANIZACION	El orden de los ítems propuesto 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	

II. OPINION DE APLICABILIDAD

III. PROMEDIO DE VALORACION

IV. OBSERVACIONES

FIRMA (del Experto)

DNI 42-303295

FECHA 20/11/2020


 MAYCOL RIVERA RIVERA
 EVALUADOR DE RIESGOS
 023 - 2016 - CONSERVID - J

Registro Nacional de Evaluadores de Riesgo

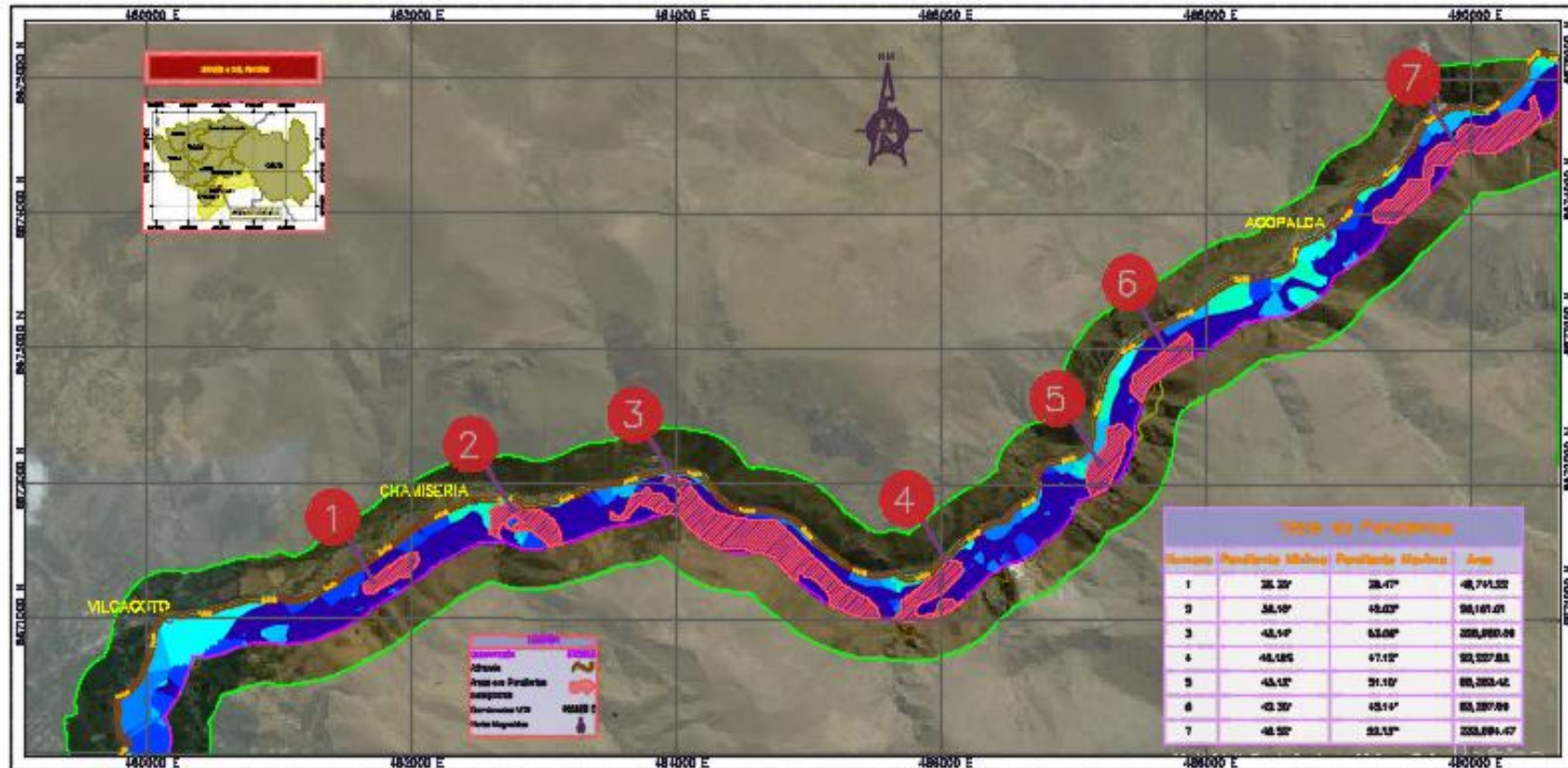
Ficha del Evaluador



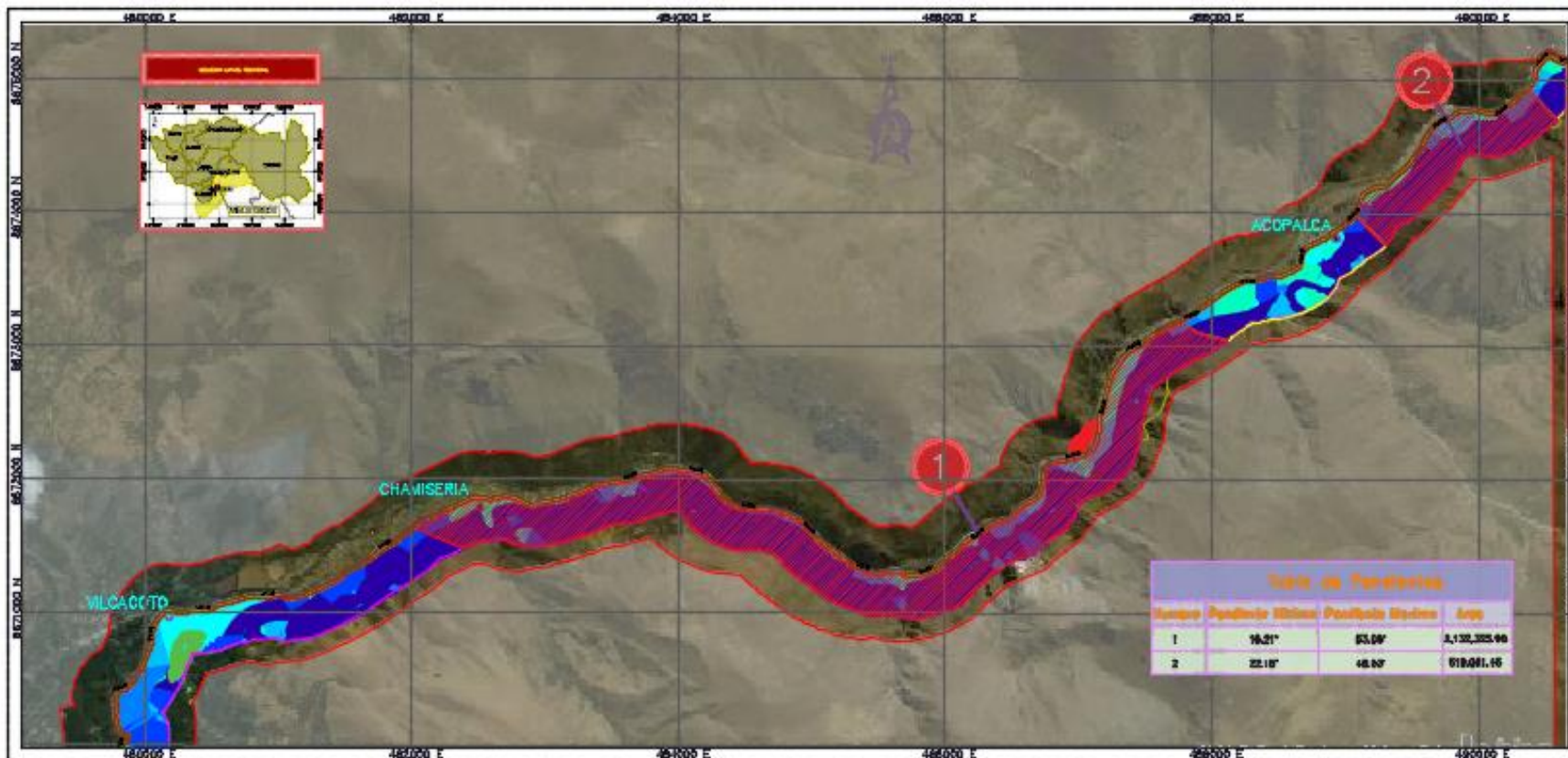
Nombre	RICHARD MAYCOL
Apellido Paterno	RIVERA
Apellido Materno	RIVERA
DNI	4200295
Profesión	ING. CIVIL
Nro de Colegiatura	195163
Documento de Autorización	023-2019-CENEPRED-J
Fecha de Emisión	2019-03-13

HISTÓRICO DE RESOLUCIONES

Número	Fecha	Descripción
023-2019-CENEPRED-J	2019-03-13	ACREDITACIÓN EVAR



	<p>FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</p>	<p>Título: "COMPARACIÓN DEL MÉTODO MORA VAHRSON Y MORFOMÉTRICO EN LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS SUSCEPTIBLES A DESLIZAMIENTOS, HUANCAYO"</p>		<p>Departamento: JUNIN</p>	<p>HUANCAYO</p>
		<p>DATUM: NIVEL MEDIO DEL MAR DATUM HORIZONTAL: WGS84 UTM : ZONA 18 SUR ESCALA : 1/150</p>		<p>Plano: PENDIENTES SUSCEPTIBLES A DESLIZAMIENTOS MÉTODO MORA-VAHRSON</p>	
				<p>Testista: CORNELIO SUSANIVAR, NORMA PAOLA</p>	<p>Fecha: 10/02/2020</p>




UPLA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

DATUM: NIVEL MEDIO DEL MARL
 DATUM HORIZONTAL: WGS84
 UTM : ZONA 18 SUR
 ESCALA : 1/150

Tesis:
 "COMPARACIÓN DEL MÉTODO MORA
 VAHRSON Y MORFOMÉTRICO EN LA
 IDENTIFICACIÓN DE ZONAS SUSCEPTIBLES
 A DESLIZAMIENTOS, HUANCAYO "

Plan: PENDIENTES SUSCEPTIBLES A
 DESLIZAMIENTOS
 MÉTODO MORFOMETRICO

Departamento:
 JUNÍN

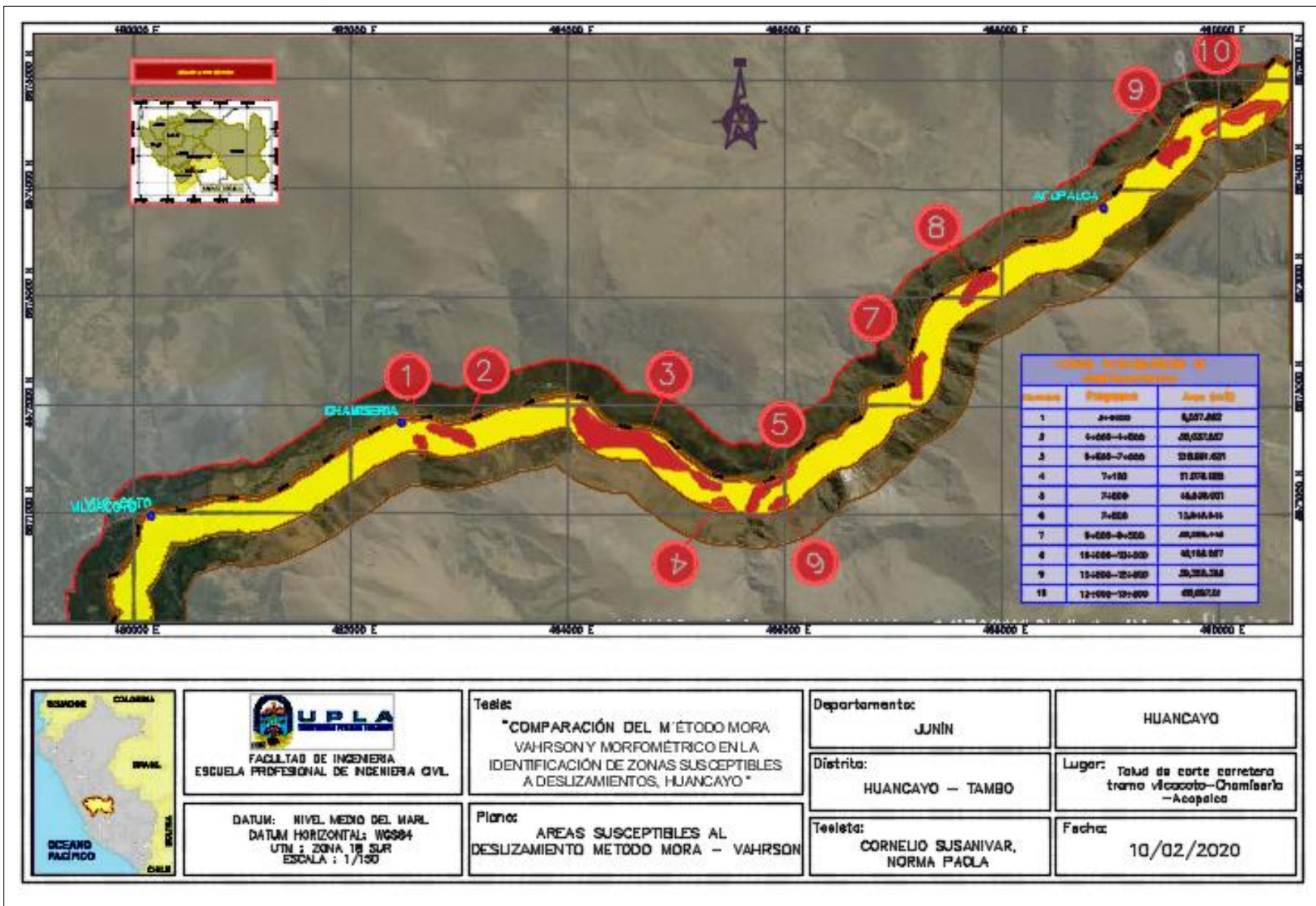
Distrito:
 HUANCAYO – TAMBO

Tesisista:
 CORNELIO SUSANIVAR,
 NORMA PAOLA

HUANCAYO

Lugar: Talud de corte carretera
 tramo vicacota-Chamisera
 –Acopalca

Fecha:
 10/02/2020




UPLA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

DATUM: NIVEL MEDIO DEL MARL
 DATUM HORIZONTAL: WGS84
 UTM : ZONA 18 SUR
 ESCALA : 1/100

Título:
 "COMPARACIÓN DEL MÉTODO MORA
 VAHRSON Y MORFOMÉTRICO EN LA
 IDENTIFICACIÓN DE ZONAS SUSCEPTIBLES
 A DESLIZAMIENTOS, HUANCAYO"

Plano:
 AREAS SUSCEPTIBLES AL
 DESLIZAMIENTO METODO MORA - VAHRSON

Departamento:
 JUNIN

Distrito:
 HUANCAYO - TAMBO

Telista:
 CORNELIO SUSANIVAR,
 NORMA PAOLA

Provincia:
 HUANCAYO

Lugar: Talud de corte carretera
 tramo Vicuacota-Chambera
 -Acopaca

Fecha:
 10/02/2020




UPLA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

DATUM: NIVEL MEDIO DEL MARL
 DATUM HORIZONTAL: WGS84
 UTM : ZONA 18 SUR
 ESCALA : 1/150

Tesis:
 "COMPARACIÓN DEL MÉTODO MORA VAHRSON Y MORFOMÉTRICO EN LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS SUSCEPTIBLES A DESLIZAMIENTOS, HUANCAYO"

Plana: AREAS SUSCEPTIBLES A DESLIZAMIENTOS MÉTODO MORFOMÉTRICO

Departamento:
 JUNIN

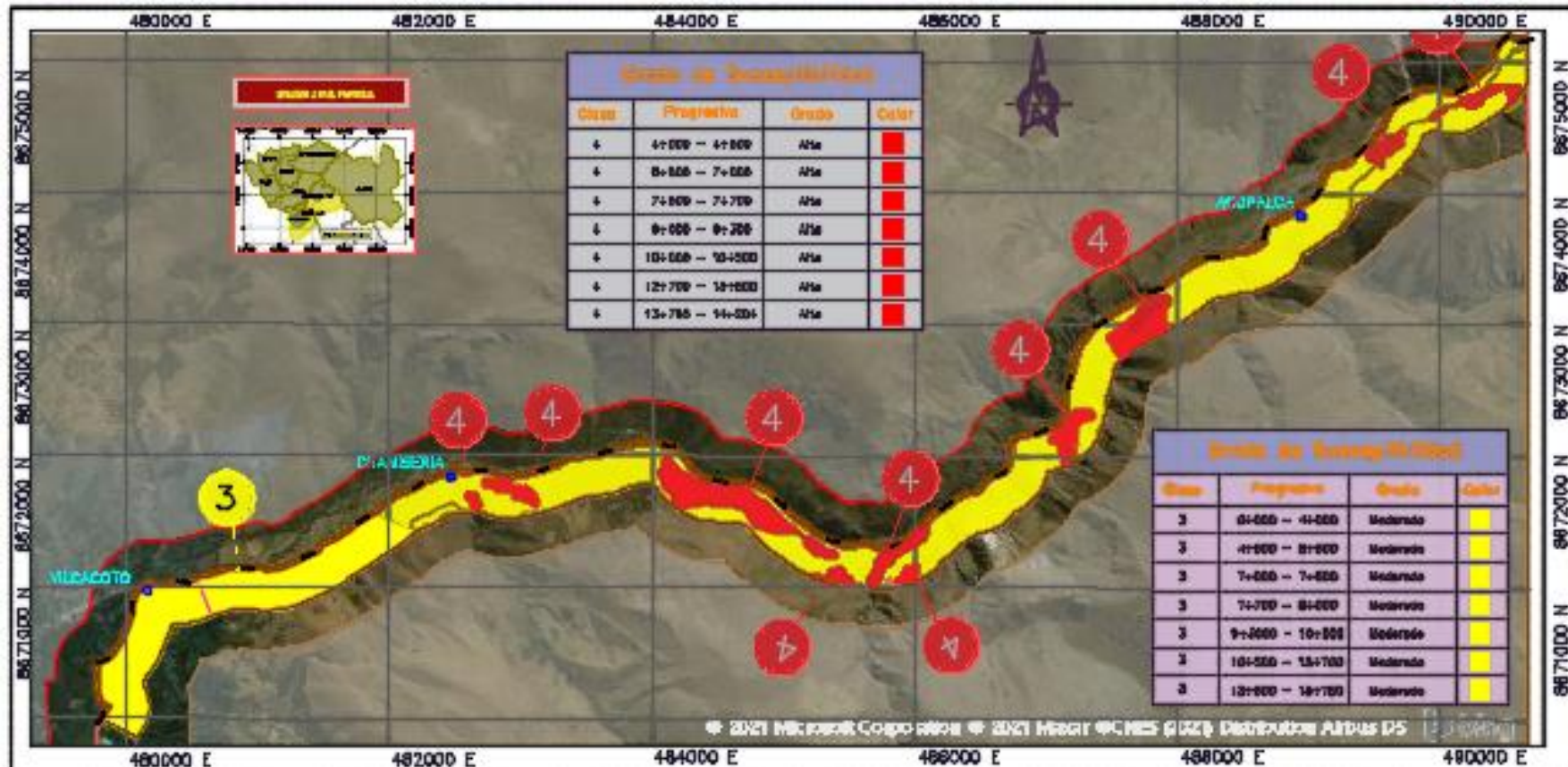
HUANCAYO

Distrito:
 HUANCAYO - TAMBO

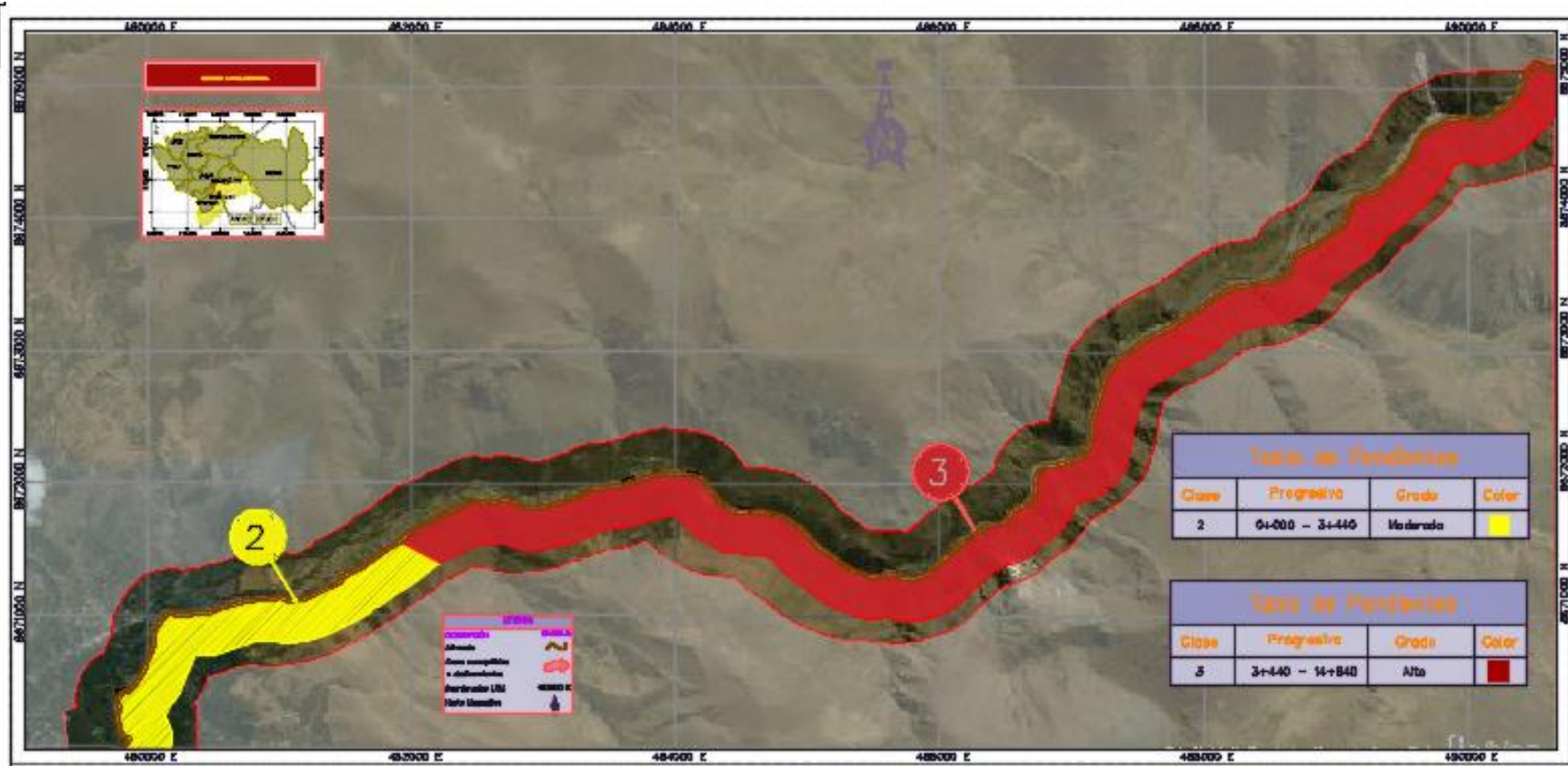
Lugar: Talud de corte carretera tramo Vicosate-Chamberea -Acopalea

Tesista:
 CORNELIO SUSANIVAR,
 NORMA PAOLA

Fecha:
 10/02/2020



	<p>FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</p>	<p>Título:</p> <p>*COMPARACION DEL MÉTODO MORA VAHRSON Y MORFOMÉTRICO EN LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS SUSCEPTIBLES A DESLIZAMIENTOS, HUANCAYO *</p>	<p>Departamento:</p> <p>JUNÍN</p>	<p>HUANCAYO</p>
		<p>DATUM: NIVEL MEDIO DEL MARL DATUM HORIZONTAL: WGS84 UTM : ZONA 18 SUR ESCALA : 1/150</p>	<p>Plano:</p> <p>GRADO DE SUSCEPTIBILIDAD METODO MORA-VAHRSON</p>	<p>Dirección:</p> <p>HUANCAYO - TAMBO</p>
		<p>Autores:</p> <p>CORNELIO SUSANIVAR, NORMA PADLA</p>	<p>Fecha:</p> <p>10/02/2020</p>	




UPLA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Tesis:
 "COMPARACIÓN DEL MÉTODO MORA VAHRSON Y MORFOMÉTRICO EN LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS SUSCEPTIBLES A DESLIZAMIENTOS, HUANCAYO"

Departamento:
 JUNÍN

HUANCAYO

Districto:
 HUANCAYO – TAMBO

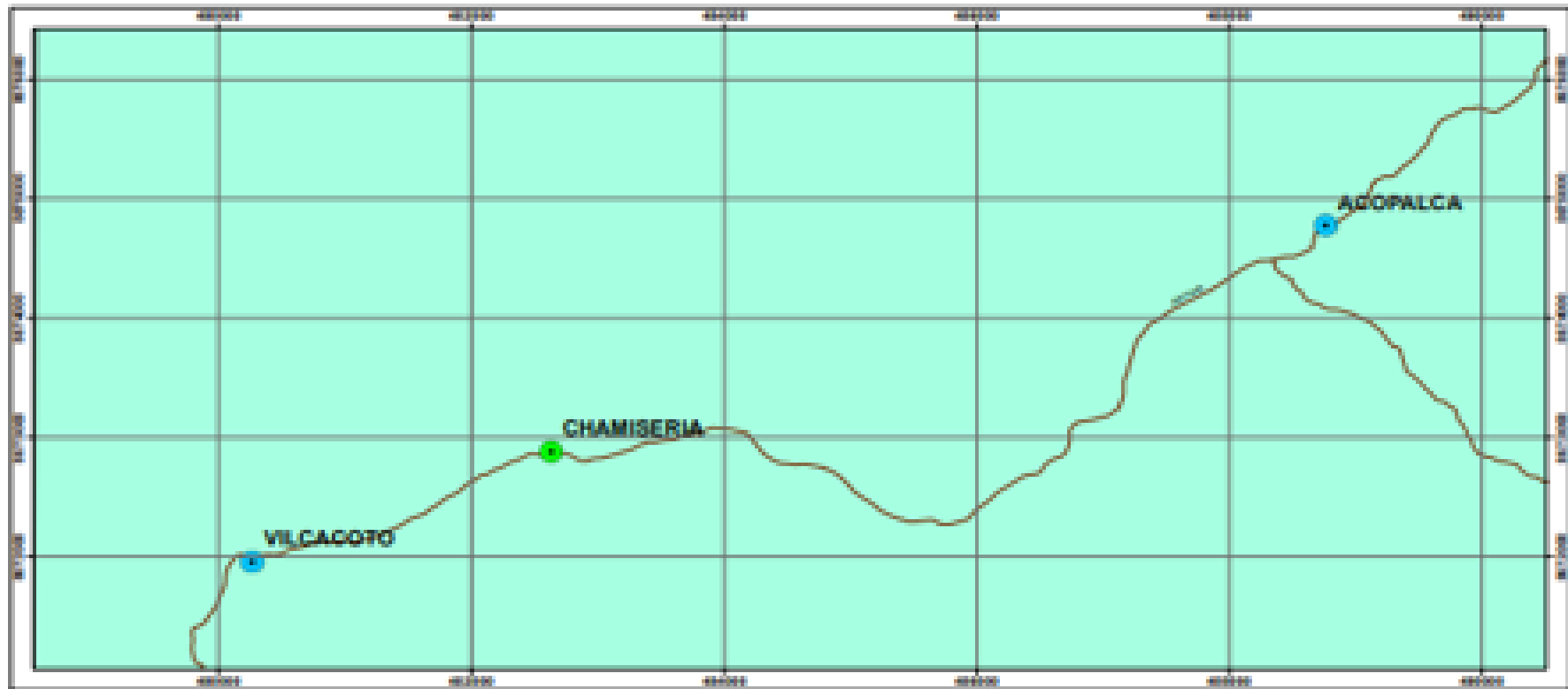
Lugar: Talud de corte carretera tramo Vicosaco-Chamisarta -Acopalca

DATUM: NIVEL MEDIO DEL NARL
DATUM HORIZONTAL: WGS84
UTM : ZONA 18 SUR
ESCALA : 1/150

Plano:
 GRADO DE SUSCEPTIBILIDAD
 MÉTODO MORFOMÉTRICO

Tesista:
 CORNELIO SUSANIVAR,
 NORMA PAOLA

Fecha:
 10/02/2020



Leyenda

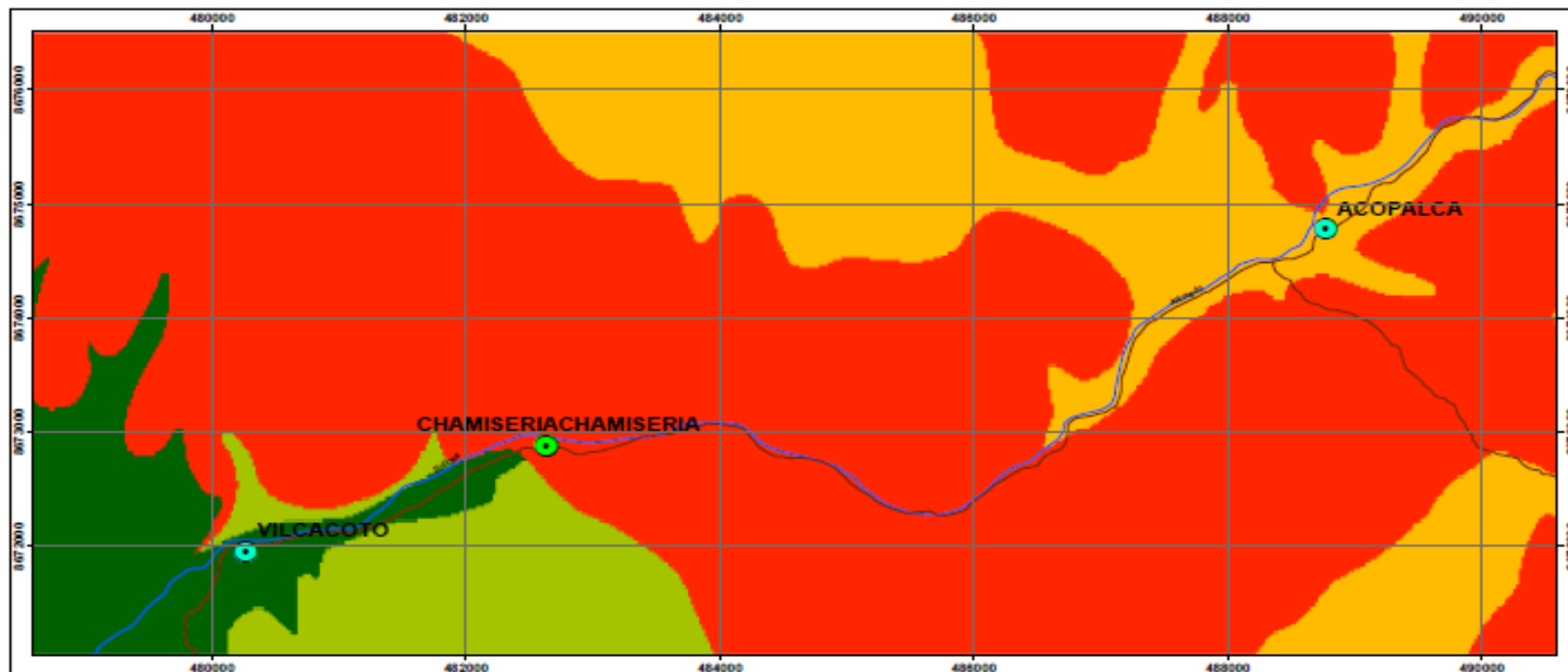
- Sector
- Anexas
- Alameda

Humedad del suelo

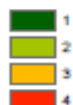


Escala original : 1:25000
 Coordenadas UTM
 World geodetic system 1984 (WGS 84)

"UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES"		
<small> INSTITUCIÓN EDUCATIVA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE EDUCACIÓN SECUNDARIA "LOS ANDES, HUANUCO" UPEL UPEL </small>	<small> INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE EDUCACIÓN SECUNDARIA "LOS ANDES, HUANUCO" INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE EDUCACIÓN SECUNDARIA "LOS ANDES, HUANUCO" UPEL </small>	<small> INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE EDUCACIÓN SECUNDARIA "LOS ANDES, HUANUCO" INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE EDUCACIÓN SECUNDARIA "LOS ANDES, HUANUCO" UPEL </small>
<small> INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE EDUCACIÓN SECUNDARIA "LOS ANDES, HUANUCO" INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE EDUCACIÓN SECUNDARIA "LOS ANDES, HUANUCO" UPEL </small>	<small> INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE EDUCACIÓN SECUNDARIA "LOS ANDES, HUANUCO" INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE EDUCACIÓN SECUNDARIA "LOS ANDES, HUANUCO" UPEL </small>	<small> INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE EDUCACIÓN SECUNDARIA "LOS ANDES, HUANUCO" INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE EDUCACIÓN SECUNDARIA "LOS ANDES, HUANUCO" UPEL </small>



Parámetro litológico



Leyenda



Parámetro	Características	Peso	
Litológico	- Roca intrusiva pérmico superior, riolita. - Depósito aluvial, permeable, compacto. - Roca intrusiva poco fracturada.	1	
	- Rocas sedimentarias muy poco alteradas, poco fisuradas Calizas duras permeables - Fragmentos angulosos arenas y arcillas. - Roca sedimentaria depósito coluvial. rocas calizas - Grupo pucara.	2	
	- Rocas sedimentarias fragmentos angulosos, arenas, arcillas y limos. - Fragmentos gravas arenas y arcillas. - Rocas sedimentarias, depósito glacio fluvial, depósito coluvial - Depósito morrenico.	3	
	- Roca sedimentaria, simplificadas areniscas y limos. - Roca sedimentaria, conglomerados, areniscas, lutitas, andesitas del grupo Mito. - Familia Chambara - Rocas fuertemente alteradas y fracturas con estratificaciones.	4	



Escala original 1:25 000

Coordenadas UTM

World geodetic system 1984 (WGS 84)



"UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES"

UNIONDA
DPTO. AREN
PROVINCIA
EL CENTRO
MUNICIPIO
SABNO

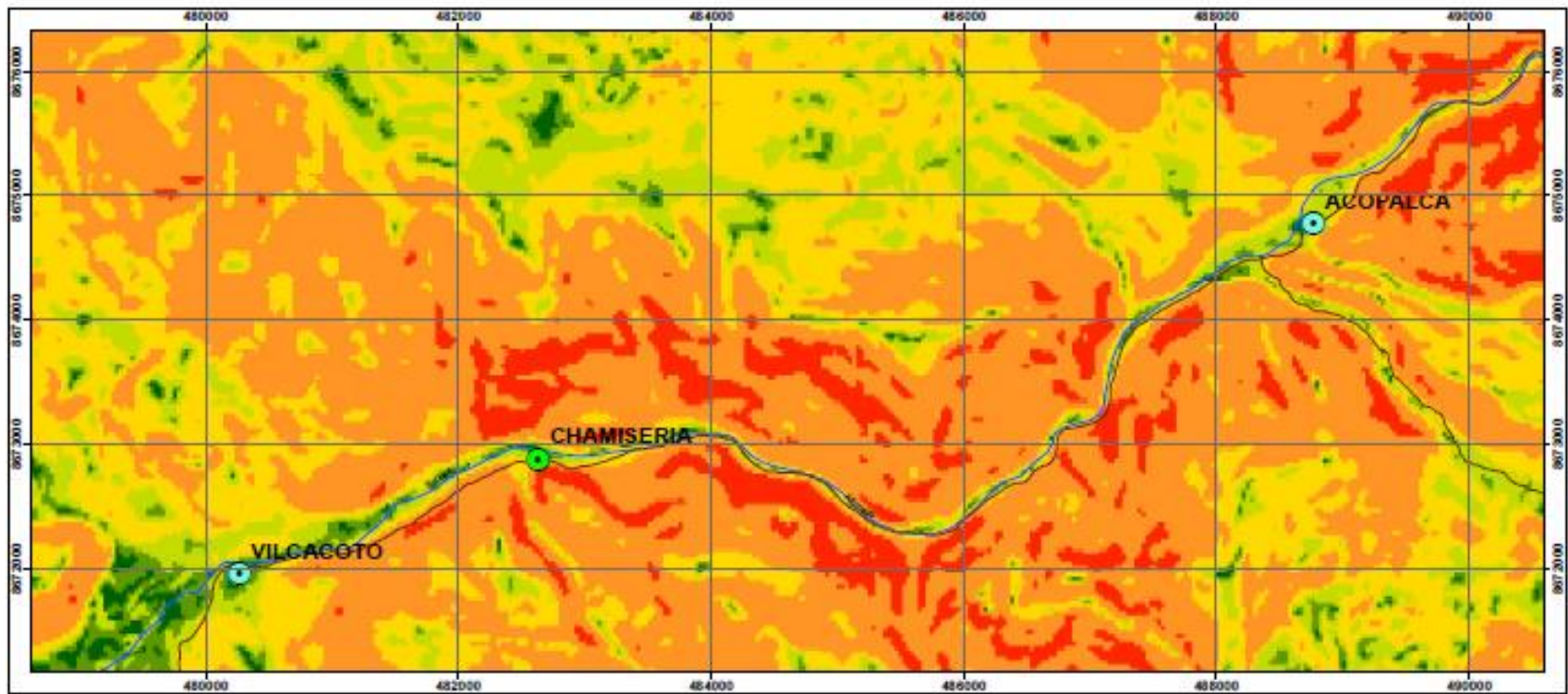
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
TITULO: "COMPARACIÓN DEL MÉTODO MORA-VARSKIN Y MORFOMÉTRICO EN LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS SUSCEPTIBLES A DESGASTOS, HUANCAYO"

PLANO - PARÁMETRO LITOLÓGICO

Elaborado por:
Bach. Gerardo Susacayan Norma Paola

Revisó:
Indicada

LAMINA:
L-01



- Legend**
- Sector
 - Anexos
 - Afirmado
 - Rio
- Pendiente**
- 1
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5
 - 6

Valoración del parametro

Rangos de pendientes (grados)	Procesos y condiciones característicos del terreno	Peso asignado (Sr)
0-2	Plano o casi completamente	1
2-4	Inclinación suave	2
4-8	Pendientes inclinadas	3
8-16	Modelo escarpado	4
16-35	Escarpado	5
35-55	Muy escarpado	6

0 0.5 1 2 3 4 Kilometers

Escala original 1:25 000

Coordenadas UTM

World geodetic system 1984 (WGS 84)



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

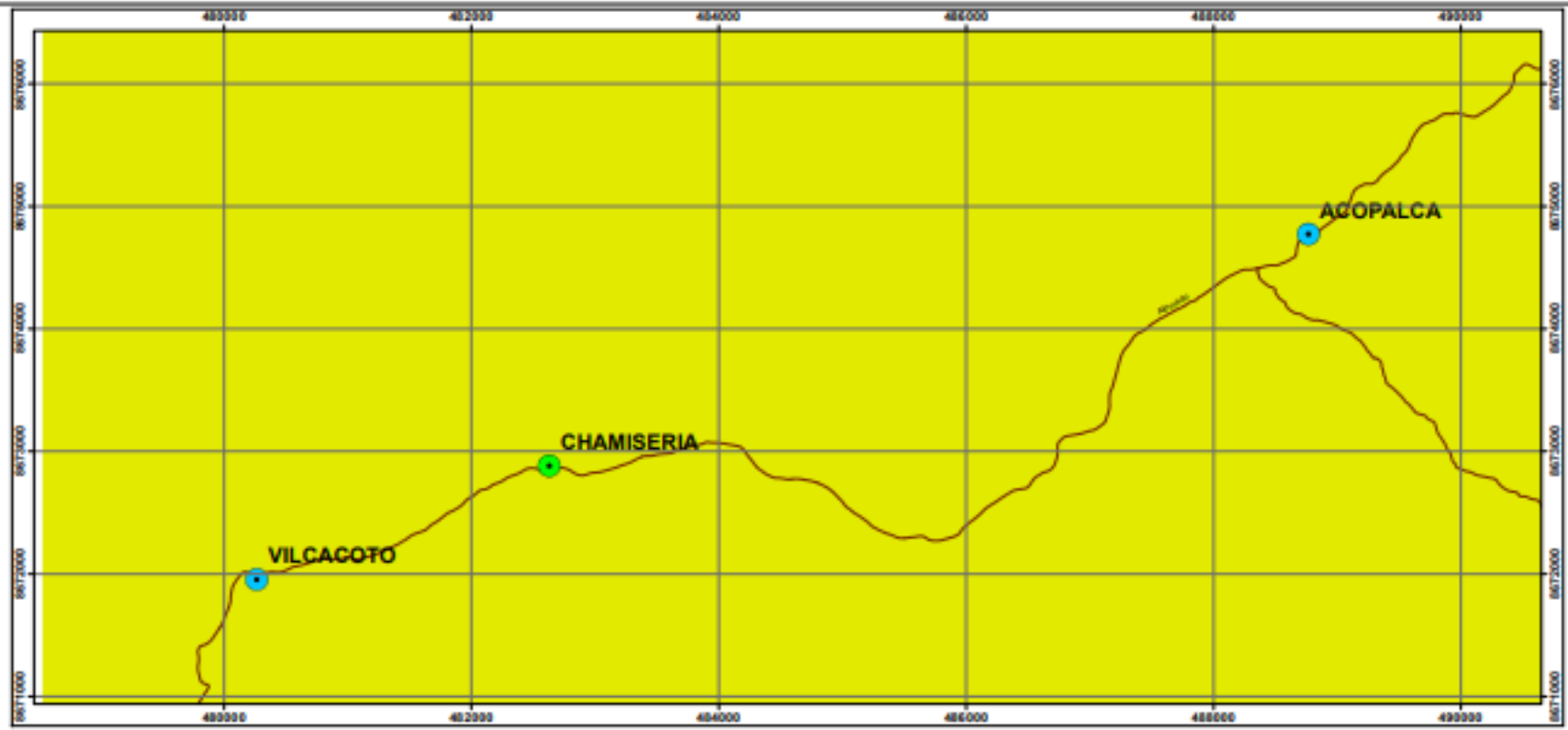
UBICACIÓN: OFICINA DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO, DISTRITO DE HUANCAYO, TAMBORA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 TÍTULO: COMPARACIÓN DEL MÉTODO MOZA-VANSON Y MORFOMÉTRICO EN LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS SUSCEPTIBLES A DESLIZAMIENTOS, HUANCAYO

PLANO: PENDIENTES

Elaborado por: **Bach. Constanza Susannah Norma Padua**

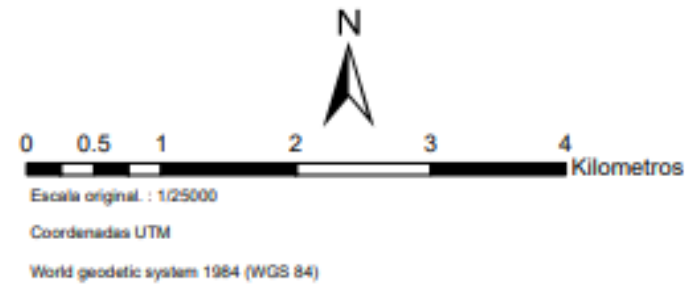
LÁMINA: **P-03**



- Leyenda**
- Sector
 - Anexos
 - Afirmado

Intensidad Sismica

5

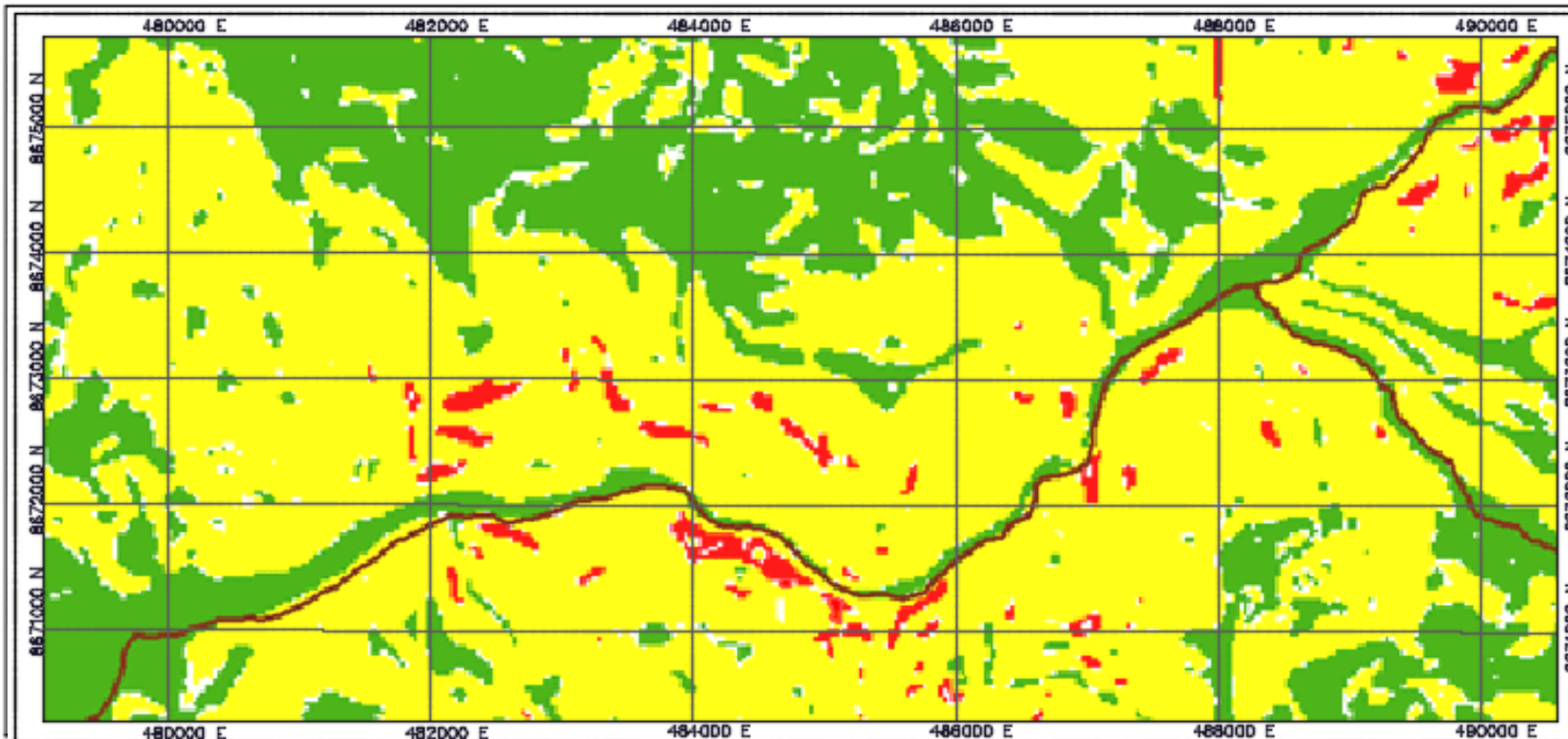


"UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES"

URGENTE OFICINA DE INVESTIGACION Y DESARROLLO TECNOLÓGICO T-1000	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL TÍTULO: "COMPARACION DEL METODO MODAL Y MODAL HARMONICO Y SU APLICACION EN LA IDENTIFICACION DE ZONAS SUSCEPTIBLES DE DESARROLLO, HUBICADO" PLANO - INTENSIDAD SISMICA	LAMINA: 0-2
---	---	----------------

Elaborado por: Escuela: 0-2
 Fecha: Comisión: 2023/2024

SUSCETIBILIDAD A FACTORES EXTERNOS



Leyenda

- Afirmado
- Anexos
- Sector

Grado de susceptibilidad

- 1 Muy bajo
- 2 Bajo
- 3 Moderado



Escala original : 1/25000

Coordenadas UTM

World geodetic system 1984 (WGS 84)

"UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES"

UNIVERSIDAD
LOS ANDES
PROFESORADO
DE INGENIERIA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
TITULO: "COMPARACION DEL METODO MORFOLOGICO Y
MORFOMETRICO EN LA IDENTIFICACION DE ZONAS SUSCEPTIBLES A
DESARROLLOS, HUANCAYO"

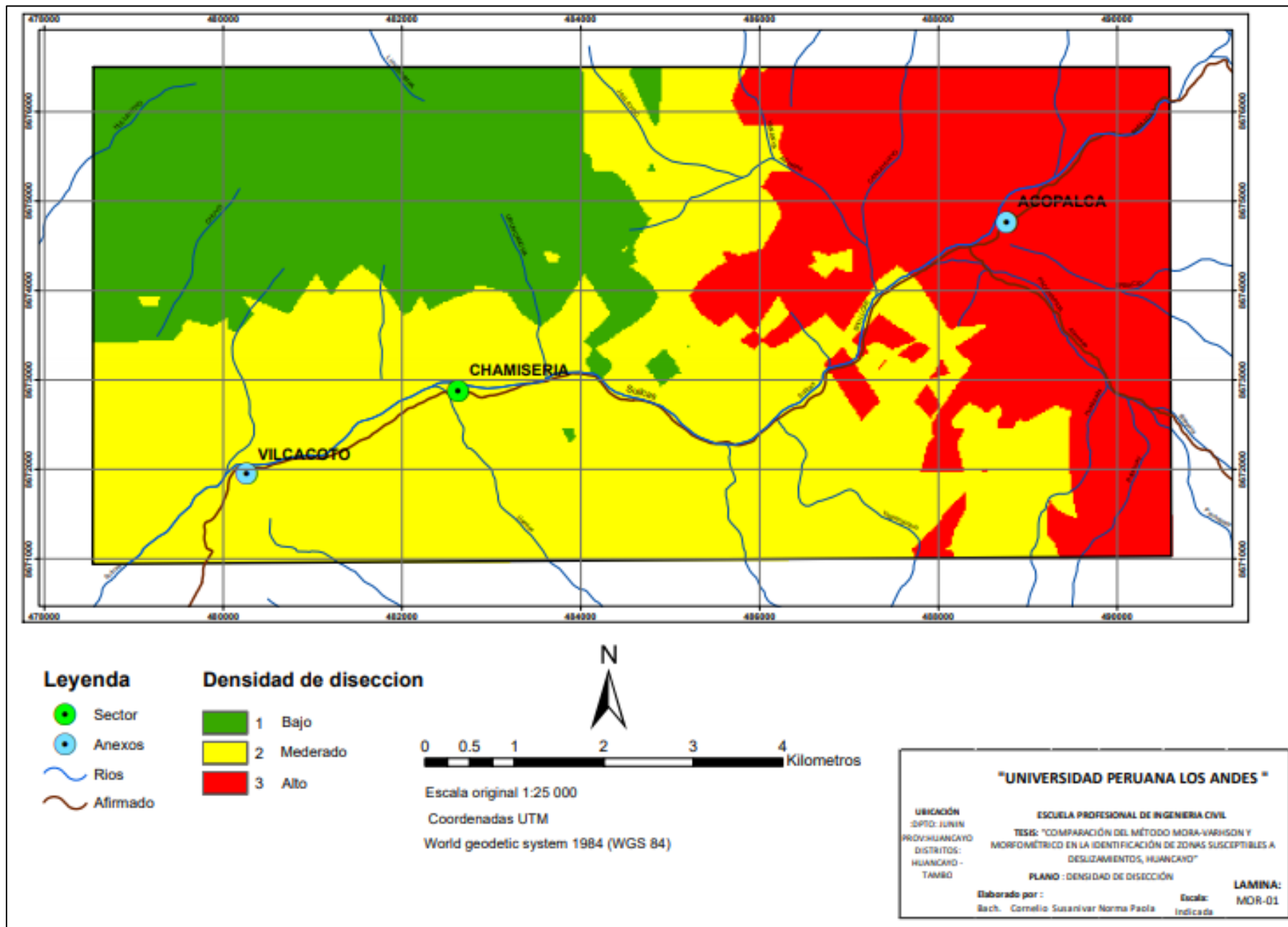
PLANO : SUSCETIBILIDAD A FACTORES EXTERNOS

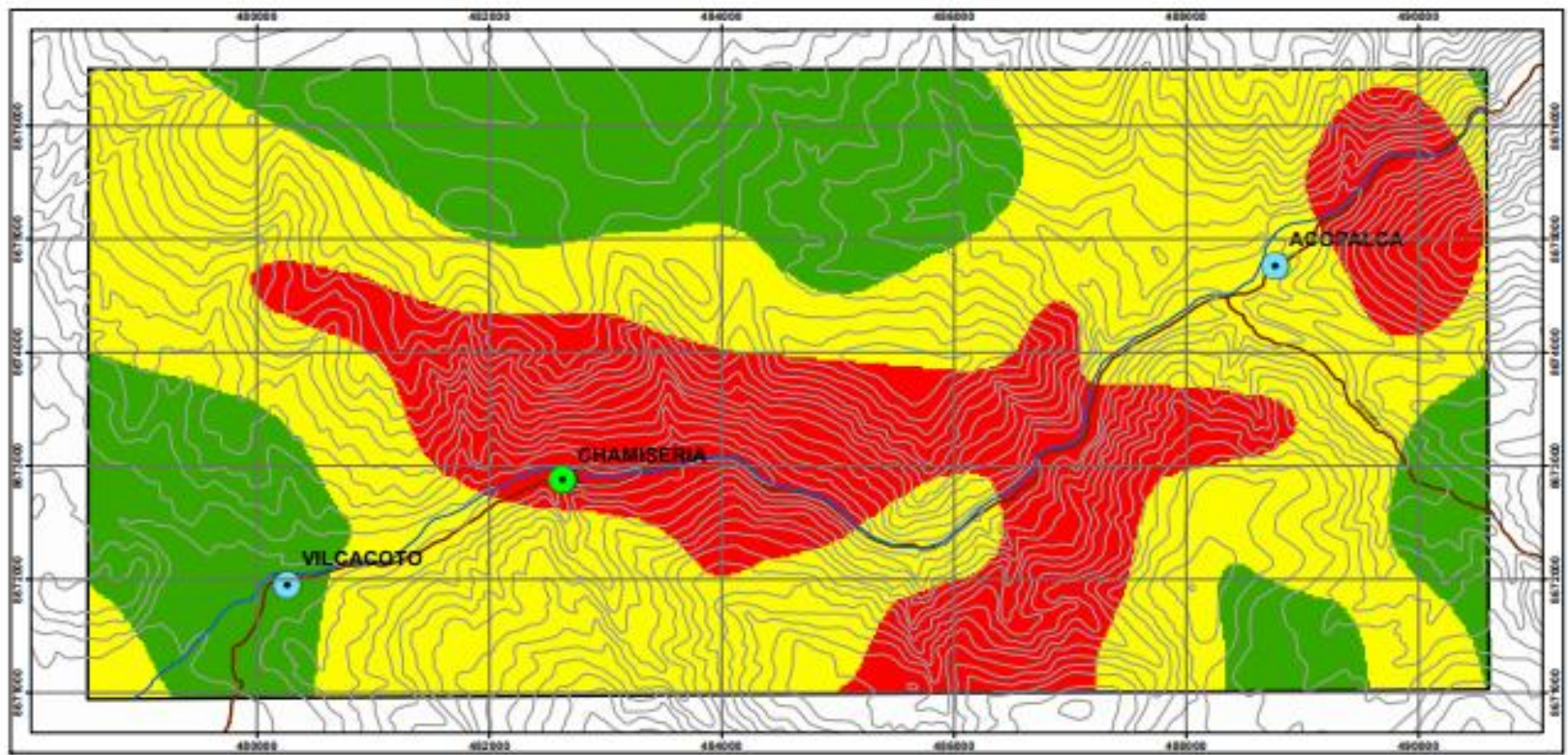
LAMINA:

Elaborado por :
Rach. Camelia Sotomayor Norma Paula

Fecha :
Lima

0-2





Leyenda

- Sector
- Anexa
- Río Strullcas
- Curvas de nivel
- Alfilado

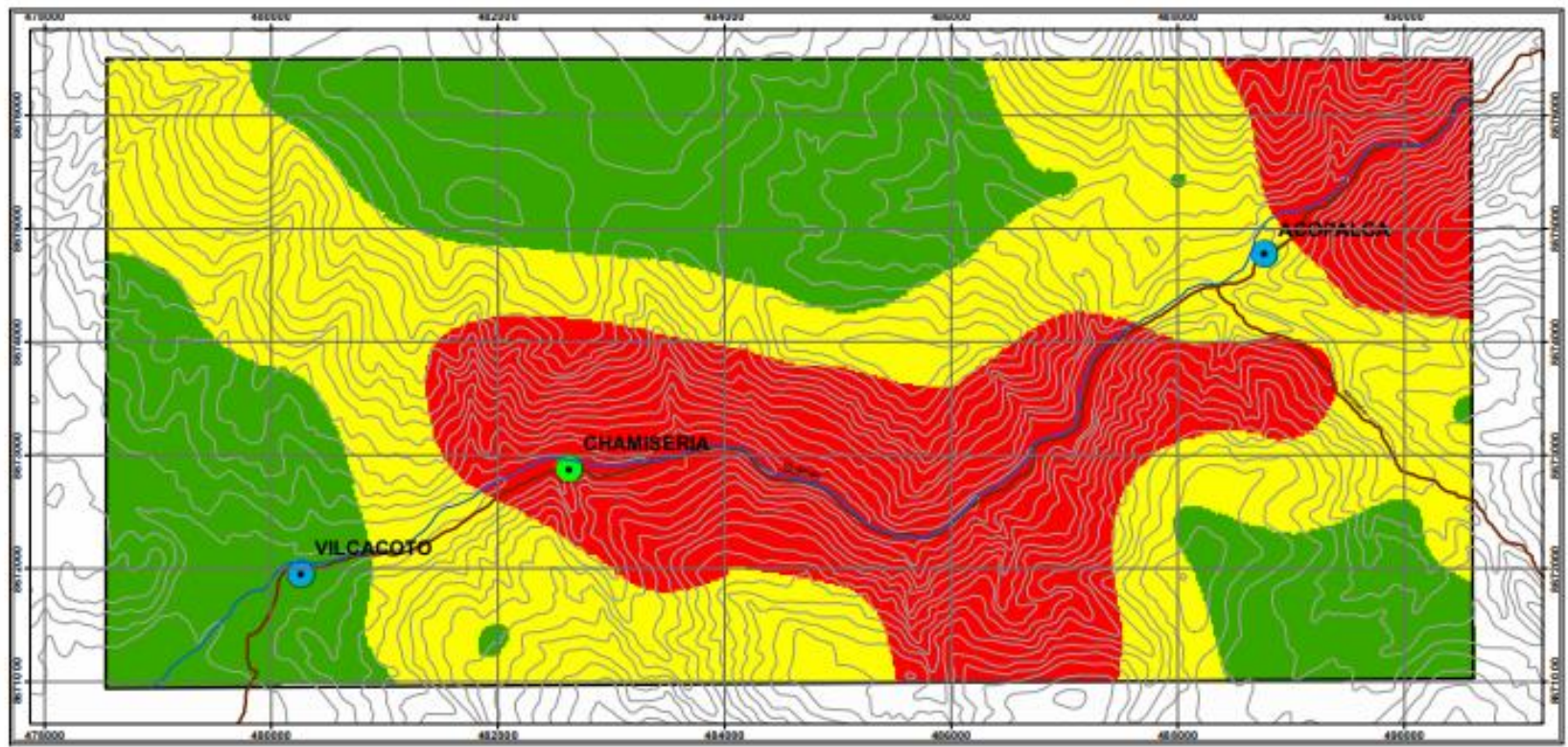
Profundidad de diseccion

- 1 Bajo
- 2 Moderado
- 3 Alto



Escala original 1:25 000
 Coordenadas UTM
 World geodetic system 1984 (WGS 84)

"UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES"	
UBICACIÓN DPTO. JUNIN PROV. HUANCAYO DISTRITOS: HUANCAYO - TAMBO	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL TESIS: "COMPARACIÓN DEL MÉTODO MORA-VARHSON Y MORFOMÉTRICO EN LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS SUSCEPTIBLES A DESLIZAMIENTOS, HUANCAYO" PLANO: PROFUNDIDAD DE DISECCION Elaborado por: Bach. Cornelio Sotriver Norma Paola
	LAMINA: MOR-02 Escala: Indizada



Leyenda

- Sector
- Anexos
- Afirmado
- Curvas de nivel
- Rio Shulfcas

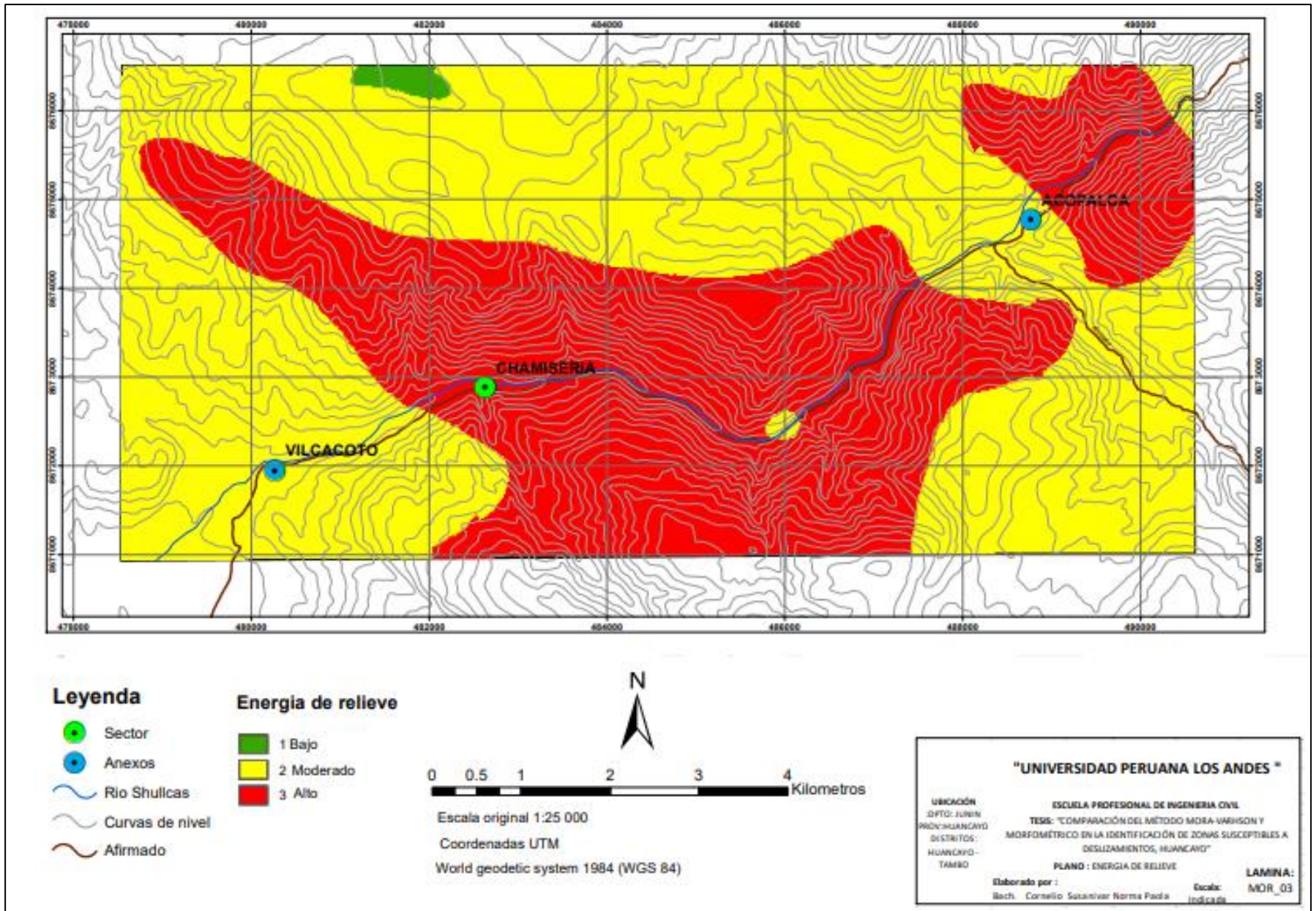
Energia potencial

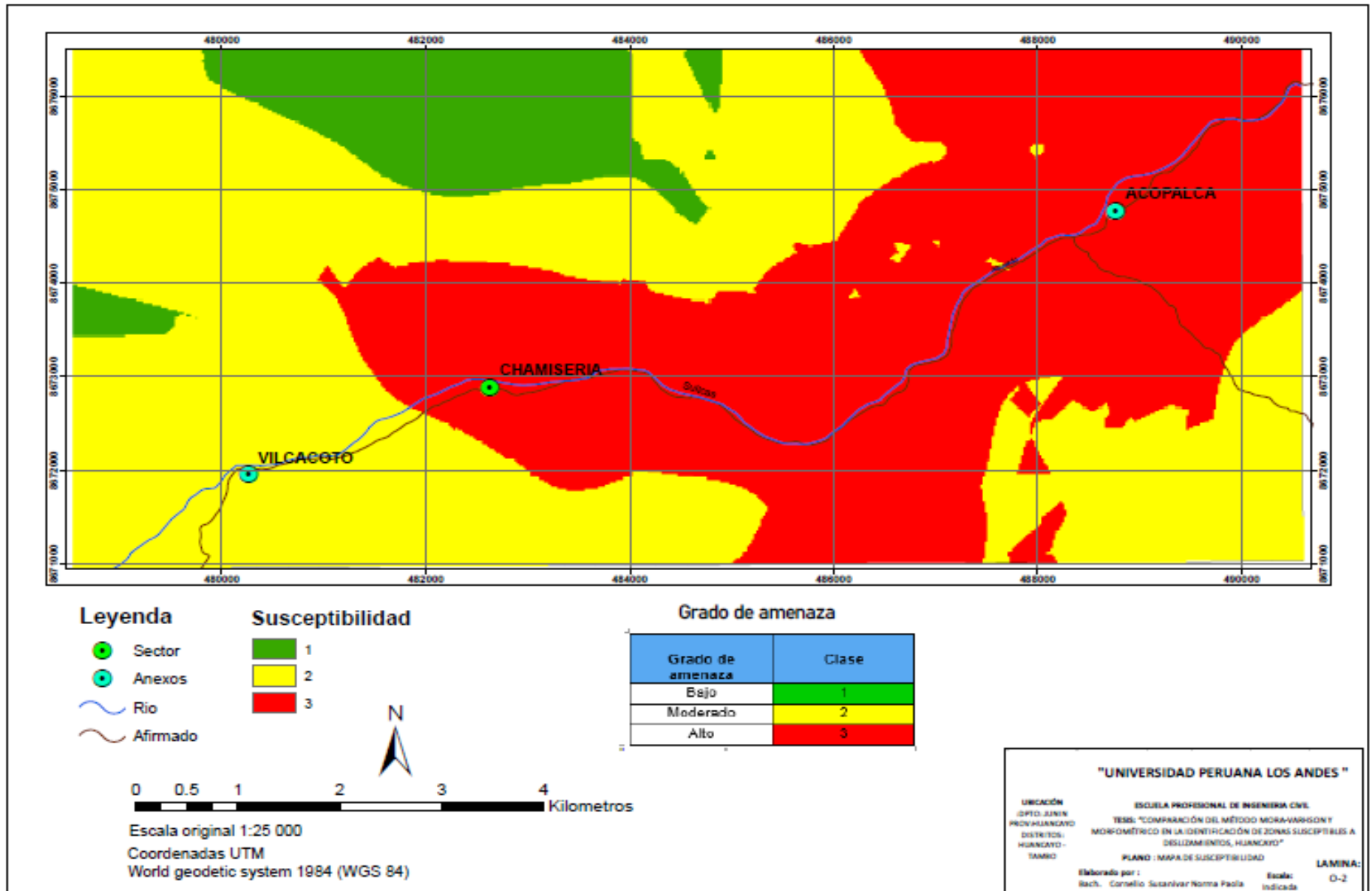
- 1 Bajo
- 2 Moderado
- 3 Alto

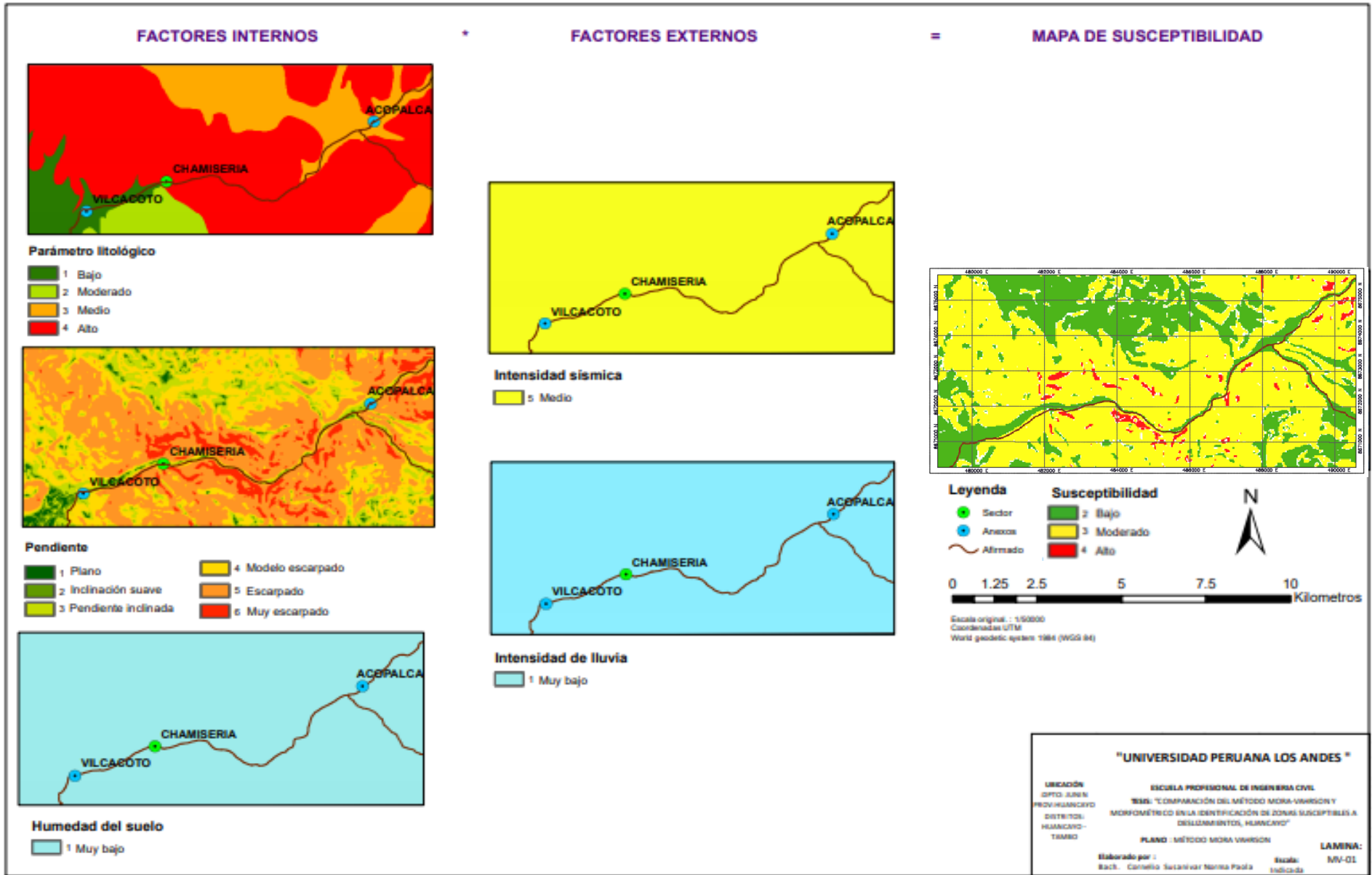


Escala original 1:25 000
 Coordenadas UTM
 World geodetic system 1984 (WGS 84)

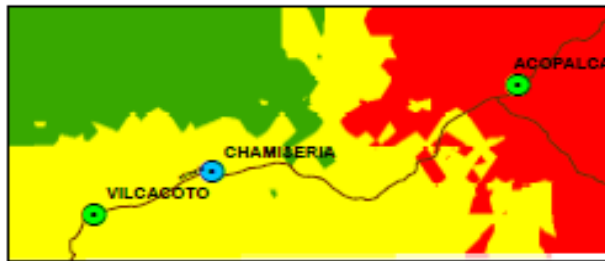
"UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES"	
UBICACIÓN D.FTO.: LIMA PROV. HUANCAYO DISTRITO: HUANCAYO - TAMBO	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL TESIS: "COMPARACIÓN DEL MÉTODO MORA-VARRISON Y MORFOMÉTRICO EN LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS SUSCEPTIBLES A DESLIZAMIENTOS, HUANCAYO" PLANO: ENERGIA POTENCIAL Elaborado por : Bach. Cornelio Susanivar Norma Paola
LAMINA: MOR_04 Escala: Indicada	



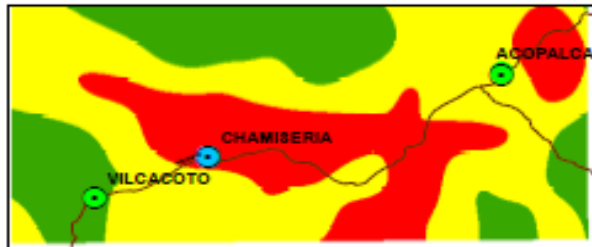
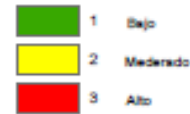




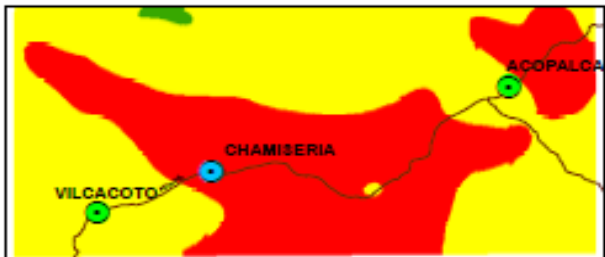
Variables Morfométricas



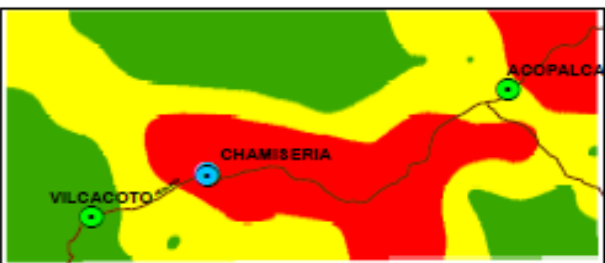
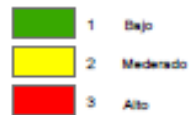
Densidad de disección



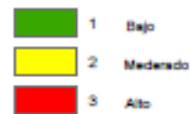
Profundidad de disección



Energía de relieve

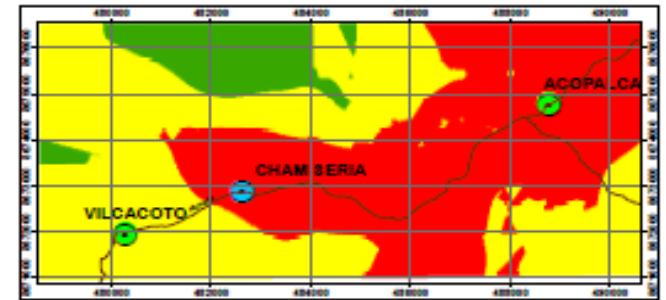


Energía potencial

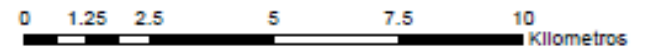


Promedio aritmético de las 4 variables morfométricas

Mapa de susceptibilidad



Susceptibilidad



Escala original 1:50 000

Coordenadas UTM

World geodetic system 1984 (WGS 84)

"UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES"

UBICACIÓN DPTO. JUNÍN	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
PROV. HUANCAYO	TESIS: "COMPARACIÓN DEL MÉTODO MORA-VARSON Y MORFOMÉTRICO EN LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS SUSCEPTIBLES A DESLIZAMIENTOS, HUANCAYO"
DISTRITO: HUANCAYO - TAMBO	PLANO: MÉTODO MORFOMÉTRICO
Elaborado por: Bach. Cornejo Susán Norma Paola	LAMINA: MF-01
Fecha:	Escala: Indicada