

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



T E S I S

**Amenaza geotécnica por deslizamientos en las quebradas Chaquipa,
Maranchacra y Machgyacu del Distrito de Yanahuanca, Provincia
Daniel Alcides Carrión, Región Pasco**

**Para optar el título profesional de:
Ingeniero Civil**

Autor:

Bach. Jamerli Israel CHAVEZ SEGURA

Asesor:

Dr. Eleuterio Andrés ZA VALETA SANCHEZ

Cerro de Pasco - Perú – 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



T E S I S

**Amenaza geotécnica por deslizamientos en las quebradas Chaquipa,
Maranchacra y Machgyacu del Distrito de Yanahuanca, Provincia
Daniel Alcides Carrión, Región Pasco**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Reynaldo MEJIA CACERES
PRESIDENTE

Mg. Eder Guido ROBLES MORALES
MIEMBRO

Mg. José German RAMIREZ MEDRANO
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión
Facultad de Ingeniería
Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 183-2024-UNDAC/UIFI

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en mérito al artículo 23° del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales aprobado en Consejo Universitario del 21 de abril del 2022, La Tesis ha sido evaluado por el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Tesis:

“Amenaza geotécnica por deslizamientos en las quebradas Chaquipa, Maranchacra y Machgyacu del Distrito de Yanahuanca, Provincia Daniel Alcides Carrión, Región Pasco”

Apellidos y nombres de los tesistas:

Bach. CHAVEZ SEGURA, Jamerli Israel

Apellidos y nombres del Asesor:

Dr. ZVALETA SÁNCHEZ, Eleuterio Andrés

Escuela de Formación Profesional

Ingeniería Civil

Índice de Similitud

20 %

APROBADO

Se informa el Reporte de evaluación del software similitud para los fines pertinentes:

Cerro de Pasco, 9 de setiembre del 2024



Firmado digitalmente por MEJIA
CACERES Reynaldo FAU
20154605046 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 09.09.2024 02:05:02 -05:00

DEDICATORIA

A Dios por su grandiosa gracia, en todas las áreas de mi vida.

A mi amada esposa Helen, por su ayuda y compañía en cada desafío.

A mis Padres Israel y Carmen, por su amor y apoyo.

A mi Hermano David por inspirarme a seguir aprendiendo.

A José y Katya por su gran amistad y enseñanza.

AGRADECIMIENTO

A los docentes y colegas de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión por sus enseñanzas y motivación.

Al Ing. Mirko Rodríguez y al Ing. Emerson Ascanao por sus comentarios, ayuda y enseñanzas en este proyecto.

A los colegas y hermanos en la fe que me ayudaron a realizar las investigaciones en campo.

RESUMEN

El presente estudio, de tipo aplicado y diseño no experimental, aborda la amenaza geotécnica por deslizamientos en las quebradas Chaquipa, Maranchacra y Machgyacu del Distrito de Yanahuanca, Provincia Daniel Alcides Carrión, Región Pasco, en el año 2024. La investigación se desarrolla mediante el análisis documental sistemático y la aplicación de métodos multicriterio heurísticos: el método de Mora-Vahrson y el método de Reglas Empíricas. Utilizando herramientas de evaluación multicriterio y el "Model Builder", se asignan valores a variables geológicas, geotécnicas, topográficas, sísmicas e hidrológicas. Los resultados evidencian diversos niveles de amenaza: el método Mora-Vahrson indica niveles Moderado y Medio, mientras que las Reglas Empíricas señalan niveles Alto y Medio. Se identifican factores de susceptibilidad significativos caracterizados por pendientes superiores a 16° , materiales con resistencia al corte moderado, niveles de humedad con precipitación mensual menor a 125 mm y ángulos de fricción menores a 35° . Los factores detonantes muestran una influencia relevante, con precipitaciones menores a 50 mm en períodos menores a 10 años y actividad sísmica inferior a 4.5 en la escala de Richter dentro de un radio de 10 km. La validación del estudio se realiza mediante la correlación entre las zonas de muy alto y alto peligro de deslizamiento con imágenes satelitales proporcionadas por INGEMET. Esta investigación permite establecer un mapa de zonificación de amenaza geotécnica que contribuye significativamente a la gestión de riesgos y la toma de decisiones en materia de planificación territorial y prevención de desastres naturales en el distrito de Yanahuanca.

Palabra clave: deslizamientos, heurística, amenaza, geotecnia.

ABSTRACT

The present study, of applied type and non-experimental design, addresses the geotechnical hazard due to landslides in the Chaquipa, Maranchacra, and Machgyacu ravines of the Yanahuanca District, Daniel Alcides Carrión Province, Pasco Region, in 2024. The research is conducted through systematic documentary analysis and the application of heuristic multicriteria methods: the Mora-Vahrson method and Empirical Rules method. Using multicriteria evaluation tools and "Model Builder," values are assigned to geological, geotechnical, topographic, seismic, and hydrological variables. The results show various hazard levels: the Mora-Vahrson method indicates Moderate and Medium levels, while the Empirical Rules indicate High and Medium levels. Significant susceptibility factors are identified, characterized by slopes greater than 16° , materials with moderate shear strength, humidity levels with monthly precipitation less than 125 mm, and friction angles less than 35° . Triggering factors show relevant influence, with precipitation less than 50 mm over periods less than 10 years and seismic activity below 4.5 on the Richter scale within a 10 km radius. The study validation is performed through correlation between very high and high landslide hazard zones with satellite images provided by INGEMET (Geological, Mining and Metallurgical Institute). This research establishes a geotechnical hazard zonation map that significantly contributes to risk management and decision-making regarding territorial planning and natural disaster prevention in the Yanahuanca district.

Key word: landslides, heuristic, threat, geotechnics.

INTRODUCCIÓN

Debido a que la ciudad de Yanahuanca se encuentra ubicada en un valle interandino angosto, rodeada por varias quebradas y teniendo como única posibilidad de crecimiento territorial los márgenes del río tanto para el este, el oeste y la zona del cementerio, se encuentra expuesto a recibir daños, ante un deslizamiento, debido a que las lluvias, la topografía, la geotecnia, los sismos y la geología afectan a estas quebradas, siendo los eventos más conocidos e importantes los ocurridos en marzo de 1921 y en abril del 2009, ya que estos fueron los que generaron mayores desastres, con el colapso de varias edificaciones, dejando a la ciudad sin servicios de agua, electricidad, y pérdidas humanas.

Por esta razón, se determina el nivel de amenaza geotécnica por deslizamiento en las quebradas Chaquipa, Maranchacra y Machgyacu, dividida en zonas, que afectan la estabilidad del suelo, para así contar con una zonificación de amenaza geotécnica y con información previa para poder generar estudios de ingeniería, así disminuir el peligro a que está expuesta la ciudad de Yanahuanca.

La importancia de conocer el nivel la amenaza geotécnica por deslizamiento radica en generar un mapa zonificado según los niveles de amenaza geotécnica por deslizamiento. Esta se convierte en una herramienta muy útil para la toma de decisiones, especialmente en las primeras etapas de planeamiento para proyectos ante desastres naturales. Suárez (2009) afirma que la zonificación consiste en la división del terreno en áreas homogéneas y la calificación de cada una de estas áreas de acuerdo con el grado real o potencial de amenaza.

El estudio se realizó en el área donde se ubican las quebradas Chaquipa, Maranchacra y Machgayacu, para cumplir con los objetivos de la investigación.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema.....	1
1.2. Delimitación de la investigación.....	3
1.2.1. Espacial:	3
1.2.2. Temporal:	3
1.2.3. Temática:	3
1.3. Formulación del problema	4
1.3.1. Problema general.....	4
1.3.2. Problemas específicos	4
1.4. Formulación de objetivos.....	4
1.4.1. Objetivo general	4
1.4.2. Objetivos específicos	4
1.5. Justificación de la investigación	5
1.6. Limitaciones de la investigación.....	5

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio	7
2.1.1. Antecedentes internacionales	7
2.1.2. Antecedentes nacionales	14
2.2. Bases teóricas – científicas	20
2.2.1. Geotecnia.....	20
2.2.2. Deslizamiento.....	37
2.2.3. Amenaza a los deslizamientos	44
2.2.4. Metodología de evaluación de amenazas	46
2.2.5. Sistema de información geográfica SIGs.....	67
2.3. Definición de términos básicos	73
2.4. Formulación de hipótesis	75
2.4.1. Hipótesis general	75
2.4.2. Hipótesis específicas	75
2.5. Identificación de variables	76
2.5.1. Variable independiente.....	76
2.5.2. Variable dependiente.....	76
2.5.3. Variable interviniente.....	76
2.6. Definición operacional de variables e indicadores	76
2.6.1. Variable Dependiente:.....	76
2.6.2. Variable Independiente:	77
2.6.3. Variable Interviniente:	77

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación	79
----------------------------------	----

3.2. Nivel de investigación.....	79
3.3. Métodos de investigación.....	80
3.4. Diseño de investigación	80
3.5. Población y muestra.....	81
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	82
3.6.1. Técnicas de Recolección de Datos	82
3.6.2. Instrumentos de Recolección de Datos	83
3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación	83
3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	84
3.9. Tratamiento estadístico	84
3.10. Orientación ética filosófica y epistémica.....	84

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo.....	86
4.1.1. Características Generales de la Zona de Estudio	86
4.1.2. Metodología Heurística MORA – VAHRSON.....	87
4.1.3. Metodología Heurística MORA - VAHRSON + Factor GEOTÉCNICO	122
4.1.4. Modelo Heurístico Basado en REGLAS EMPIRICAS	129
4.1.5. Modelo Heurístico Basado en REGLAS EMPÍRICAS + Factor GEOTÉCNICO	157
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados	168
4.2.1. Resultados del Método MORA - VAHRSON	168
4.2.2. Resultados del Método MORA - VAHRSON + Factor GEOTÉCNICO	169
4.2.3. Resultados del Método Basado en REGLAS EMPÍRICAS	170
4.2.4. Resultados del Método Basado en REGLAS EMPÍRICAS + Factor GEOTÉCNICO	171

4.3. Prueba de hipótesis.....	172
4.3.1. Prueba de Hipótesis General	172
4.3.2. Prueba de Hipótesis Específica 1	174
4.3.3. Prueba de Hipótesis Específica 2	175
4.4. Discusión de resultados.....	176
4.4.1. Hallazgos Principales	176
4.4.2. Respuesta a las Preguntas de Investigación	177
4.4.3. Cumplimiento de Objetivos	178
4.4.4. Presentación de Mapas	179

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Coeficientes de Permeabilidad y Capacidad de Infiltración	36
Tabla 2 Tamaño de Poros y Conductividad Hidráulica (Lee, 1996).....	37
Tabla 3 Clasificación de la Susceptibilidad al Deslizamiento.....	53
Tabla 4 Clases de Pendientes, Condiciones del Terreno, Colores Sugeridos y Valoración del Parámetro (Sr).....	55
Tabla 5 Clasificación del factor litológico valorando la susceptibilidad a la inestabilidad de las laderas (Sl).....	56
Tabla 6 Valoración del Parámetro Susceptibilidad Litológica, Caso Suelos (Sg)	57
Tabla 7 Valores Asignados a los Promedios Mensuales de Lluvia (Mora, R. et al., 1992)	58
Tabla 8 Valoración del Parámetro Humedad del Terreno (Sh) (Mora, R. et al., 1992) .	59
Tabla 9 Determinación del Factor de Intensidad Sísmica Basado en el Evento de 100 Años en la Escala Mercalli Modificada (Ts).....	60
Tabla 10 Factor de Intensidad de Precipitación (Tp)	61
Tabla 11 Clasificación de Peligrosidad o Amenaza (H) por Deslizamiento de Laderas	61
Tabla 12 Parámetros Característicos del Suelo	65
Tabla 13 Cuadro de litologías.....	93
Tabla 14 Rangos de Pendientes en Formato de Ángulos	97
Tabla 15 Tabla de atributos de la capa	100
Tabla 16 Precipitaciones mensuales del año 2022	112
Tabla 17 Valoración del parámetro Sh.....	113
Tabla 18 Cuadro de valores para el factor Ts.....	115
Tabla 19 Cuadro Proporcionado por el SENAMHI	116
Tabla 20 Cuadro para hallar el factor Tp.....	117
Tabla 21 Análisis geotécnicos hechos en campo	123

Tabla 22 Cuadro de escala numérica de Saaty	130
Tabla 23 Matriz de Comparación de Pares - Factor Geología	131
Tabla 24 Matriz de Normalización – Factor Geología.....	131
Tabla 25 Peso por criterio – Factor Geología.....	132
Tabla 26 Rangos para cada categoría geológica.....	132
Tabla 27 Cálculo del Factor W – Factor Geológico.....	133
Tabla 28 Matriz de Comparación de Pares - Factor Pendiente	135
Tabla 29 Matriz de Normalización – Factor Pendiente.....	136
Tabla 30 Peso por criterio – Factor Pendiente.....	136
Tabla 31 Rangos para las categorías de las pendientes basadas en los ángulos.....	137
Tabla 32 Cálculo del Factor W – Factor Pendiente.....	137
Tabla 33 Matriz de Comparación de Pares - Factor Precipitación	140
Tabla 34 Matriz de Normalización – Factor Precipitación	140
Tabla 35 Peso por criterio – Factor Precipitación	141
Tabla 36 Rangos para las categorías de precipitación.....	141
Tabla 37 Cálculo del Factor W – Factor Precipitación	142
Tabla 38 Datos del Sentinel-2	144
Tabla 39 Matriz de Comparación de Pares - Factor Cobertura Vegetal.....	145
Tabla 40 Matriz de Normalización – Factor Cobertura Vegetal	146
Tabla 41 Peso por criterio – Factor Cobertura Vegetal.....	146
Tabla 42 Rangos para las categorías de Cobertura Vegetal	147
Tabla 43 Cálculo del Factor W – Factor Cobertura Vegetal	147
Tabla 44 Matriz de Comparación de Pares - Factores Condicionantes.....	151
Tabla 45 Matriz de Normalización – Factores Condicionantes	151
Tabla 46 Peso por criterio – Factores Condicionantes	151
Tabla 47 Cálculo de área entre peso.....	152

Tabla 48 Ubicación de pesos para los factores condicionantes y el factor detonante..	154
Tabla 49 Cálculo de la Susceptibilidad 1	154
Tabla 50 Cálculo de la Susceptibilidad 2	155
Tabla 51 Cálculo de la Susceptibilidad 3	155
Tabla 52 Definición del peso de los criterios	157
Tabla 53 Representatividad por criterio	158
Tabla 54 Peso por criterio.....	158
Tabla 55 Rango para las categorías de los ángulos	159
Tabla 56 Cálculo del área entre el peso.....	159
Tabla 57 Definición del peso de los criterios	161
Tabla 58 Representatividad por criterio	162
Tabla 59 Peso por criterio.....	162
Tabla 60 Cálculo del área entre el peso.....	162
Tabla 61 Heurístico + Geotecnia.....	164
Tabla 62 Ubicación de factores condicionantes y factores detonantes	164
Tabla 63 Susceptibilidad 1	165
Tabla 64 Susceptibilidad 2	165
Tabla 65 Susceptibilidad 3	166
Tabla 66 Tabla Comparativa de Áreas	173
Tabla 67 Tabla de Resultados por Cada Factor Condicionante	175
Tabla 68 Tabla de Resultados por Cada Factor Detonante	175

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Representación Gráfica de la Ecuación de Columb.....	22
Figura 2 Curvas Esfuerzo de Corte-Desplazamiento en un Ensayo de Corte Directo ...	25
Figura 3 Envolventes de Falla de las Resistencias Pico y Residual.....	26
Figura 4 La Presión de Poros trata de separar las partículas y de esta forma, se disminuye la Resistencia a la Fricción.....	27
Figura 5 Saturación y Niveles Freáticos.....	29
Figura 6 Dirección de los Esfuerzos Principales en la Falla de un Talud.....	31
Figura 7 Envolvente de Falla y Círculo de Mohr.....	32
Figura 8 Envolvente de Falla de Mohr y Criterio de Rotura de Mohr-Coulomb.....	33
Figura 9 Trayectoria de Esfuerzos.....	34
Figura 10 Fuentes y Ciclo del Agua Subterránea en un Talud.....	35
Figura 11 Nomenclatura de las diferentes partes que conforman un Deslizamiento.....	38
Figura 12 Esquema de Caídos de Roca y Residuos.....	39
Figura 13 Procesos que Conducen al Volcamiento o Inclinación en Materiales Residuales.....	40
Figura 14 Esquema de un Proceso de Reptación.....	41
Figura 15 Deslizamiento Rotacional Típico.....	42
Figura 16 Deslizamiento de traslación en la Vía Tijuana - Ensenada (México).....	42
Figura 17 Hundimientos Confinados.....	43
Figura 18 Flujo de Detritos o Residuos.....	44
Figura 19 Modelo “raster”.....	70
Figura 20 Plataforma GEOCATMIN.....	88
Figura 21 Cuadrante 21 - J.....	88
Figura 22 Ubicación del área de investigación.....	89
Figura 23 Datos en el software ArcGIS.....	90

Figura 24 Plano geológico de la investigación.....	90
Figura 25 Asignación de valores	94
Figura 26 Plano Litológico.....	94
Figura 27 Plano DEM de la Zona de Estudio.....	95
Figura 28 Software ARCGIS para obtención de datos.....	96
Figura 29 Utilización de la herramienta SLOPE (Rango en Modo Ángulo)	97
Figura 30 Asignación de los rangos en el programa ARCGIS.....	98
Figura 31 Resultados después de calibrar los rangos	99
Figura 32 Ubicación de calculate geometry	101
Figura 33 Aprobación en el Calculate Geometry	101
Figura 34 Ubicación de Select by attributes.....	102
Figura 35 Selección del archivo para trabajar	102
Figura 36 Eliminación de polígonos que sean menores o iguales a 1.6 ha	103
Figura 37 Resultado de la creación del archivo.....	103
Figura 38 Generalización del mapa por el área mínima cartografiable (los polígonos pequeños se funden al área más grande)	104
Figura 39 Se abre la tabla de atributos	105
Figura 40 Plano de Pendientes	105
Figura 41 Estación del año 2022 (1).....	106
Figura 42 Estación del año 2022 (2).....	107
Figura 43 Estación del año 2022 (3).....	107
Figura 44 Estación del año 2022 (4).....	108
Figura 45 Estación del año 2022 (5).....	108
Figura 46 Estación del año 2022 (6).....	109
Figura 47 Estación del año 2022 (7).....	109
Figura 48 Estación del año 2022 (8).....	110

Figura 49 Estación del año 2022 (9).....	110
Figura 50 Estación del año 2022 (10).....	111
Figura 51 Estación del año 2022 (11).....	111
Figura 52 Estación del año 2022 (12).....	112
Figura 53 Plano que refleja toda el área de estudio.....	113
Figura 54 Plano para obtener los datos sísmicos.....	114
Figura 55 Asignación de Valores	117
Figura 56 Plano de Intensidad de Precipitación	118
Figura 57 Convertidor de formato shp a raster.....	119
Figura 58 Ubicación de la opción raster calculator	120
Figura 59 Digitación de la Ecuación de Mora-Vahrson.....	120
Figura 60 Resultado de Operación entre Mapas.....	121
Figura 61 Asignación de Valores según la escala de Mora-Vahrson.....	122
Figura 62 Plano de Amenaza por el Método Mora-Vahrson	122
Figura 63 Plano de Ubicación de las Calicatas realizadas en Campo	124
Figura 64 Integración de los datos geotécnicos en el software ArcGIS.....	125
Figura 65 Selección de la herramienta Kriging en ArcGIS.....	126
Figura 66 Plano con Información Geotécnica	126
Figura 67 Delimitación del Área de Influencia para el Plano Geotécnico	127
Figura 68 Adición del Factor Geotécnico a la Ecuación Mora-Vahrson	128
Figura 69 Resultado de la Operación entre Mapas y el Factor Geotécnico	128
Figura 70 Plano de Amenaza Geotécnica por el Método Mora-Vahrson	129
Figura 71 Adición de los valores de pesos al plano geológico.....	135
Figura 72 Adición de los valores de pesos al plano de pendientes	139
Figura 73 Ubicación de la zona de trabajo en la página Copernicus.....	144
Figura 74 Se muestra la ecuación para calcular NDVI con la selección de bandas.....	145

Figura 75 Información Cargada de la Cobertura Vegetal	149
Figura 76 Plano Final de la Cobertura Vegetal	149
Figura 77 Adición de los valores de pesos al plano de Cobertura Vegetal	150
Figura 78 Se convierte de SHP a Raster.....	156
Figura 79 Cálculo de la Susceptibilidad 1	156
Figura 80 Cálculo de la Susceptibilidad 2.....	157
Figura 81 Asignación de los valores	161
Figura 82 Convertir de SHP a Raster Fuente: Elaboración propia.....	166
Figura 83 Cálculo de la susceptibilidad 1 Fuente: Elaboración propia.....	167
Figura 84 Cálculo de la susceptibilidad 1.....	167
Figura 85 Plano resultante.....	168
Figura 86 Primer obtención de resultados donde los valores oscilan entre bajo y moderado	169
Figura 87 Segunda obtención de resultados donde los valores oscilan entre medio y moderado	170
Figura 88 Obtención de resultados por las reglas empíricas 1ra etapa.....	171
Figura 89 Obtención de resultados por las reglas empíricas 2ra etapa.....	172
Figura 90 Presentación de datos del análisis de coincidencia	174
Figura 91 Mapa Geológico.....	180
Figura 92 Mapa de Pendientes	180
Figura 93 Mapa de Humedad del Suelo	181
Figura 94 Mapa de la Intensidad Sísmica.....	181
Figura 95 Mapa de Precipitaciones	182
Figura 96 Mapa de Geotecnia.....	182
Figura 97 Mapa de Cobertura Vegetal	183
Figura 98 Comparación de métodos.....	184

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

Debido a que la ciudad de Yanahuanca se encuentra ubicada en un valle interandino angosto, rodeada por varias quebradas como son Gochachaca, Chaquipa, Ranracancha, Santorragra, Maranchacra, Gashan, Gosearragra y Machgyacu, teniendo como única posibilidad de crecimiento territorial los márgenes del río tanto para el este, el oeste y la zona del cementerio, se encuentra expuesto a recibir daños, ante un deslizamiento, debido a que, las lluvias, la topografía, la geotecnia, los sismos y la geología afectan a estas quebradas, siendo los eventos más conocidos e importante los registrados en marzo de 1921, donde el Diario El Minero Ilustrado (2016) menciona que “una torrencial lluvia en Yanahuanca provocó un huayco devastador que arrastró casas, árboles y cercos, dejando a los habitantes en estado de alarma. El deslizamiento de lodo y piedras causó la desaparición total de algunas viviendas y daños significativos en la alameda "Cisneros", afectando cultivos y animales. Las familias quedaron desamparadas, dependiendo de la caridad pública para sobrevivir”, y en abril del

2009, donde Diwer (2009) afirma que “un huayco en Yanahuanca, tras intensas lluvias, arrasó viviendas y centros educativos, dejando una persona fallecida, cuatro desaparecidos y nueve heridos. Aproximadamente 105 viviendas fueron afectadas, con 17 colapsadas y 44 kioscos destruidos, lo que resultó en la suspensión de actividades educativas y daños significativos a la infraestructura local”.

Por esta razón se determina el nivel de amenaza geotécnica por deslizamiento en las quebradas Chaquipa, Maranchacra y Machgyacu, dividida en zonas, que afectan la estabilidad del suelo, para así contar con una zonificación de amenaza geotécnica y con información previa para poder generar estudios de ingeniería, así disminuir el peligro a que está expuesta la ciudad de Yanahuanca.

La importancia de conocer el nivel la amenaza geotécnica por deslizamiento, radica en generar un mapa zonificado según los niveles de amenaza geotécnica por deslizamiento, esta se convierte en una herramienta muy útil para la toma de decisiones, especialmente, en las primeras etapas de planeamiento para proyectos ante desastres naturales. Suárez (2009) afirma que la zonificación consiste en la división del terreno en áreas homogéneas y la calificación de cada una de estas áreas de acuerdo con el grado real o potencial de amenaza.

El estudio se realiza en el área donde se ubican las quebradas Chaquipa, Maranchacra y Machgayacu, para cumplir con los objetivos de la investigación se tendrán que realizar trabajos de topografía y estudio de mecánica de suelos, de estos estudios obtener los factores principales que afectan a la estabilidad del terreno como son la cohesión y ángulo de fricción, después crear un mapa de zonificación geotécnica, sin necesidad de capacidad de carga ya que no se piensa construir edificaciones en el área de estudio por ahora, buscar mapas geológicos, mapas

hidrológicos, mapas sísmicos, mapas de uso de suelo para finalmente unirlos según el Método de Mora – Vahrson y Reglas Empíricas, después asignar pesos, y definir un mapa de amenaza geotécnica por deslizamiento final.

1.2. Delimitación de la investigación

1.2.1. Espacial:

La investigación se realizará en las quebradas Chaquipa, Maranchacra y Machgayacu del Distrito de Yanahuanca, Provincia Daniel Alcides Carrión, Región Pasco, el área se delimita por 4 puntos cuyas coordenadas UTM-WGS84 son, 333583.69 - 8839496.72, 335372.70 - 8839991.96, 333724.40 - 8837435.75 y 335520.32 - 8837440.28. No se tomarán en cuenta otras quebradas alrededor de la ciudad de Yanahuanca porque no generan un cono de eyección que afecte de forma frontal a esta ciudad, solo se estudiarán las quebradas mencionadas.

1.2.2. Temporal:

El estudio abarca un período desde el inicio del proyecto con fecha octubre del 2019 hasta su culminación con fecha octubre del 2024, enfocado en analizar las condiciones actuales del terreno y los factores que pueden influir en la estabilidad geotécnica de las áreas estudiadas.

1.2.3. Temática:

Se enfoca en la identificación y evaluación de la amenaza geotécnica por deslizamientos, mediante el análisis de factores como geológicas, geotécnicas, topográficas, sísmicas e hidrológicas, para generar un mapa de zonificación geotécnica que sirva como base para futuros estudios y proyectos de control de riesgos en la región.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuál es el nivel de amenaza geotécnica por deslizamiento en las quebradas Chaquipa, Maranchacra y Machgayacu en el Distrito de Yanahuanca de la Provincia Daniel Alcides Carrión en la Región Pasco, en el año 2024?

1.3.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es el factor de susceptibilidad que afecta el nivel de amenaza geotécnica por deslizamiento en las quebradas Chaquipa, Maranchacra y Machgayacu en el Distrito de Yanahuanca de la Provincia Daniel Alcides Carrión en la Región Pasco, en el año 2024?
- ¿Cuál es el factor detonante que afecta el nivel de amenaza geotécnica por deslizamiento en las quebradas Chaquipa, Maranchacra y Machgayacu en el Distrito de Yanahuanca de la Provincia Daniel Alcides Carrión en la Región Pasco, en el año 2024?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar el nivel de amenaza geotécnica por deslizamientos en las quebradas Chaquipa, Maranchacra y Machgayacu en el Distrito de Yanahuanca de la Provincia Daniel Alcides Carrión en la Región Pasco, en el año 2024.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar el factor de susceptibilidad que afecta el nivel de amenaza geotécnica por deslizamiento en las quebradas Chaquipa, Maranchacra y Machgayacu en el Distrito de Yanahuanca de la Provincia Daniel Alcides Carrión en la Región Pasco, en el año 2024.

- Determinar el factor detonante que afecta el nivel de amenaza geotécnica por deslizamiento en las quebradas Chaquipa, Maranchacra y Machgayacu en el Distrito de Yanahuanca de la Provincia Daniel Alcides Carrión en la Región Pasco, en el año 2024.

1.5. Justificación de la investigación

Debido a las diferentes condiciones naturales donde se encuentran ubicadas las quebradas Chaquipa, Maranchacra y Machgayacu, la probabilidad de que existan deslizamientos de cualquier tipo, es alto; Así que determinar la amenaza geotécnica por deslizamiento y dividir el área de estudio según una Zonificación de Amenaza Geotécnica, nos servirá como antecedente para realizar proyectos de ingeniería y evaluar nuevas tecnologías que puedan disminuir el peligro a la que está expuesta la ciudad de Yanahuanca.

1.6. Limitaciones de la investigación

La investigación no tomará en cuenta otras quebradas que se encuentran alrededor de la ciudad de Yanahuanca porque no generan un cono de eyección que afecte de forma frontal a esta ciudad, solo se estudiarán las quebradas Chaquipa, Maranchacra y Machgayacu, ya que estas sí la generan. En la parte de geotécnica el estudio no abarcará la parte de Mecánica de Rocas, solo la parte de Mecánica de Suelos, porque los ensayos de suelos son accesibles en la ciudad de Cerro de Pasco, lugar donde se encuentra el laboratorio en el que se realizaron los ensayos de mecánica de suelos.

Para la Zonificación Geotécnica no obtendremos datos de capacidad portante, ya que no se construirán edificaciones en el área de estudio. Para generar el cruce de mapas no se usarán Métodos Determinísticos, ni Métodos Estadísticos,

solo se realizará con el Método Heurístico, como es Mora – Vahrson y Reglas Empíricas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

2.1.1. Antecedentes internacionales

- **Título:** Caracterización geotécnica de los flujos de tierra en las barrancas del río Paraná, en Santa Elena, provincia de Entre Ríos, Argentina

Autor: Soffiantini, Javier, Brunetto, Ernesto

Institución: Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas

Año: Publicado en el año 2023

Lugar: Argentina

Objetivo General: “caracterizar el tipo proceso de remoción en masa ocurrido en Santa Elena, mediante el análisis de parámetros geotécnicos medidos a través de una serie de perforaciones”

Resumen: “La ciudad de Santa Elena, ubicada en el noroeste de la provincia de Entre Ríos, expone enormes barrancas sobre la costa del río Paraná. Además del magnífico escenario natural que exhibe la ciudad, la actividad retrocedente

de las barrancas, representa una verdadera amenaza geológica para los habitantes del lugar. Este fenómeno se manifiesta mediante súbitos y repentinos movimientos gravitacionales. El último episodio causante de grandes daños fue en 2016, coincidente con un periodo de grandes lluvias y crecidas extraordinarias del río Paraná producto de un fuerte Niño-Oscilación del Sur (ENSO). El evento húmedo aumentó considerablemente el nivel del río y la saturación de los sedimentos que conforman las barrancas. A partir de un detallado reconocimiento de campo que incluyó estudios estratigráficos y reconocimiento de los principales rasgos dejados por el movimiento gravitacional, junto con datos aportados por una serie de 6 perforaciones geotécnicas, fue posible construir un modelo de remoción en masa. Las características geomorfológicas y los parámetros geotécnicos medidos en las perforaciones sugieren la ocurrencia de un proceso de tipo Flujo de Tierra. La identificación de las causas que precipitan la desestabilización de la barranca junto con un adecuado modelo interpretativo de remoción en masa permite adecuar las obras de ingeniería factibles de mitigar o neutralizar potenciales daños”

- **Título:** Identificación de posibles deslizamientos en la vía Salamina – San Félix mediante el procedimiento de flujo de acumulación utilizando herramientas SIG

Autor: Serna Arango, Yerly Paola

Institución: Universidad Nacional de Colombia

Año: Publicado en el año 2023

Lugar: Colombia

Objetivo General: “Identificar los sitios inestables de posible deslizamiento en la vía Salamina – San Félix, mediante el procedimiento de flujo de acumulación, utilizando herramientas SIG (Sistemas de Información Geográfica), teniendo como información de entrada el modelo digital de elevación y el reconocimiento de los factores antrópicos que tienen incidencia directa con la vía objeto de estudio.”

Resumen: “Los deslizamientos de tierra corresponden a una de las principales causas de amenaza para la vida humana y la infraestructura; en el caso de Colombia, es considerado un país con una alta susceptibilidad a dicho fenómeno, dadas las características topográficas de tipo montañoso, las condiciones climáticas y la diversidad en el uso del suelo. Con el fin de lograr una identificación temprana de los posibles deslizamientos que pueden ocurrir la vía Salamina – San Félix, se propone el estudio de estos mediante la técnica de flujo de acumulación, utilizando como información base las imágenes satelitales y el modelo digital del terreno (MDT); información que será procesada mediante programas SIG, con el fin de obtener por medio de la acumulación de píxeles, los rangos con mayor susceptibilidad al deslizamiento, en zonas denominadas como unidades geomecánicas de comportamiento independiente (UGI), las cuales presentan fenómenos que favorecen los deslizamientos, basados en la topografía y factores antrópicos existentes. A partir de los resultados obtenidos y la constante verificación en campo, fue posible determinar los rangos adecuados para la identificación de zonas con alto flujo de acumulación, a partir de 1000 píxeles, y de este modo delimitar las zonas de amenaza para la posterior generación del mapa de riesgos de movimiento en masa, con el fin de servir como insumo para la toma de

decisiones de alertas tempranas y/o la proyección de las obras necesarias en proyectos de infraestructura vial (Texto tomado de la fuente)”

- **Título:** Análisis comparativo entre tres metodologías de evaluación del riesgo por deslizamientos, en la ladera norte del aeropuerto de Pereira

Autor: Ríos Arango, Diego Alberto

Institución: Universidad Nacional de Colombia

Año: Publicado en el año 2023

Lugar: Colombia

Objetivo General: “Contrastar los resultados de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo obtenidos mediante la metodología de zonificación de Susceptibilidad HSQI y HAZUS, con los obtenidos mediante la implementación de Guía Metodológica SGC-UNAL (2016) en el estudio del deslizamiento de Portal de La Villa, 2019.”

Resumen: “Este trabajo presenta un análisis a nivel de calibración y contraste de tres (3) metodologías diferentes para la zonificación del riesgo ante fenómenos de remoción en masa, aplicadas en un deslizamiento de 200 metros de ancho por 300 metros de largo, ocurrido en la urbanización Portal de La Villa, al norte de la pista del Aeropuerto de Pereira en junio de 2019. Con estos resultados se buscó obtener una herramienta que permita evaluar y cualificar el riesgo por deslizamiento aplicable a otros sectores. Esta nueva metodología de evaluación se aplicó a un corredor de 2275 metros de largo por 300 metros de ancho, en el mismo sector norte de la Pista del Aeropuerto de Pereira, el cual conserva condiciones similares topográficas y geológicas. La primera metodología de análisis es la propuesta por el Servicio Geológico Colombiano – Universidad Nacional en el año 2016, método para el cual se realizó la

zonificación de riesgo a los deslizamientos ocurridos en la urbanización Portal de la Villa en los años 2019 y 2020. La segunda metodología, se denomina HSQI (Hillslope Quality Index) propuesta por la Escuela de Minas de la Universidad de Nancy en 1989 (Francia), cuya aplicabilidad principal es la de permitir la evaluación de riesgo por deslizamientos en grandes zonas o corredores; haciendo acopio de teorías de análisis de varios autores para obtener valores de susceptibilidad a deslizamiento y a partir de ahí mapas de amenaza, vulnerabilidad y riesgo. La tercera se denomina Hazard US (HAZUS) propuesta por la Agencia Federal de Manejo de Desastres de los Estados Unidos de América (FEMA), el cual propone una zonificación de riesgo por movimientos en masa inducidos por sismo a partir de una robusta base de datos de sismicidad, información geológica y de curvas de daño de diferentes tipos de estructuras. Los resultados obtenidos demostraron que la metodología del SGC-UN (2016), aplicada en 2019; fue muy acertada en la evaluación de la amenaza, particularmente en la proyección de la morfología y corona de rotura de un segundo deslizamiento, el cual se produjo realmente a mediados de 2020; situación que permitió en campo, una real verificación de resultados y, con base en ellos, calibrar las metodologías de evaluación de riesgo para grandes áreas como son HAZUS y HSQI; obteniendo con esta última datos muy ajustados a la realidad en la magnitud de los deslizamientos ocurridos en el área. (Texto tomado de la fuente)”

- **Título:** Análisis de riesgo por deslizamiento en el relleno sanitario Doña Juana en Bogotá

Autor: Lozano López, Juan Diego

Institución: Universidad Nacional de Colombia

Año: Publicado en el año 2024

Lugar: Colombia

Objetivo General: “Realizar el estudio de riesgo por remoción en masa del Relleno Sanitario Doña Juana a partir de la información disponible.”

Resumen: “En el presente trabajo, se llevó a cabo un análisis de los riesgos asociados a posibles deslizamientos de residuos sólidos en el relleno sanitario Doña Juana, Bogotá. Las emergencias ocurridas de los movimientos de remoción en masa han sido críticas para la operación del relleno sanitario, afectando la prestación del servicio público de aseo e incluso comprometiendo el recurso hídrico, como sucedió en el deslizamiento de 1997 con el represamiento y contaminación del Río Tunjuelo. Dada la ocurrencia de estos eventos adversos, surge la necesidad de llevar a cabo una evaluación de los riesgos asociados a un posible deslizamiento por la operación del relleno sanitario. Para la evaluación de los riesgos se emplearon los lineamientos de la Guía Metodológica del SGC-UNAL (Ávila et al. 2016) para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por remoción en masa. Los análisis de amenaza se realizan utilizando una metodología cuantitativa en la que se calculan los factores de seguridad en diferentes perfiles del relleno. Adicionalmente, se llevó a cabo un análisis de probabilidad de falla utilizando el método Montecarlo, lo que posibilitó la zonificación de la amenaza. Este análisis reveló una amenaza media en el talud norte del área evaluada y en la zona actual de operación, mientras que se identificó una amenaza baja para el resto del área. Es importante destacar que no se encontraron zonas de amenaza alta. Para el análisis de vulnerabilidad se evaluó la exposición de los barrios y del río Tunjuelo y se pudo concluir que, dadas las posibles distancias de viaje,

no resultarían directamente afectados, pero las estructuras existentes en Doña Juana para la operación, como son la Planta de Tratamiento de Biogás, las vías de acceso, las chimeneas y la instrumentación, son altamente vulnerables a un posible evento de remoción en masa. La determinación del nivel de Riesgo se realizó mediante un proceso semicuantitativo, usando la matriz de riesgo que relaciona los niveles de amenaza y vulnerabilidad. Se encontró que tanto el talud norte como la zona actual de operación presentan niveles de riesgo alto, mientras el resto del área se sitúa en un riesgo medio. (Texto tomado de la fuente).”

- **Título:** Mapa geotécnico urbano de Duitama a partir de una base de datos existente mediante Q-GIS

Autor: Perico Rodríguez, Ramón Eduardo

Institución: Universidad Nacional de Colombia

Año: Publicado en el año 2023

Lugar: Colombia

Objetivo General: “Aplicar una herramienta SIG para la generación de un mapa geotécnico superficial de la zona urbana del municipio de Duitama por medio de la asociación de datos geotécnicos provenientes de estudios de suelos existentes con ensayos SPT, clasificación de suelos y niveles freáticos.”

Resumen: “La presente investigación, tiene como objetivo principal la creación de un compilado de Mapas Geotécnicos para la zona urbana de la ciudad de Duitama (Colombia), a partir de una base de datos soportada en estudios de suelos existentes que fueron recopilados durante la investigación. Para el proceso se utiliza interpolaciones por el método de Kriging y polígonos de Thiessen mediante el uso del software Q-GIS; realizando previamente un

análisis estadístico a los datos de entrada, para así obtener los mejores resultados que se ajusten a la realidad del terreno. Los entregables obtenidos tienen como alcance datos hasta una profundidad de 9 m, en donde se presentan mapas cada metro, con los valores esperados de N para el ensayo SPT, clasificación de suelos, estratigrafías y un mapa general de niveles freáticos; a su vez, se realizan validaciones por medio de mapas temáticos complementarios y cuantificación de errores en las mediciones para su correcto análisis e implementación en miras de convertirse en una herramienta de apoyo para el desarrollo del municipio. (Texto tomado de la fuente)”

2.1.2. Antecedentes nacionales

- **Título:** Mitigación del riesgo y vulnerabilidad sísmica ante eventos por deslizamiento de taludes

Autor: Cabrera Minauro, Roberson Jair, Escalante Regalado, Hans Meles

Institución: Universidad Ricardo Palma

Año: Publicado en el año 2020

Lugar: Lima, Perú

Objetivo General: “Mitigar el riesgo, vulnerabilidad y proponer medidas de prevención y reducción del riesgo de desastres ante eventos por deslizamiento de material de taludes en los AA. HH. Clorinda Málaga de Prado, Sol Naciente y Tupac Amaru II – Comas.”

Resumen: “La presente investigación tiene como finalidad la evaluación del riesgo ante desprendimiento de material de taludes en los AA.HH. Clorinda Málaga de Prado, Tupac Amaru II y Sol Naciente en el distrito de Comas; el área estudiada pertenece a los lotes habitados, según la ficha de identificación de Zonas críticas por peligro. Se observa presencia de viviendas en pendientes

bajas (0° - 10°), pendientes moderadas (11° - 30°) en tierra suelta y pequeños fragmentos de roca, la parte alta de la loma presenta pendiente alta (31° - 50°) que representa un riesgo de deslizamiento muy alto de material de taludes, ahí se observó en campo con ayuda del Drone phantom 4 pro profesional V2 los taludes y los elementos expuestos a riesgos por deslizamiento de material de taludes (Rocas), ya en oficina se procedió a analizar y estimar la trayectoria generada por la caída de rocas utilizando el software Rocfall Cuando la pendiente está en riesgo de caída de rocas. Gracias al Rocfall exploramos la energía, velocidad y la altura de rebote de las rocas; ya con las trayectorias estimadas y los datos proporcionados por el PPRRDC 2019 – 2022 y los dirigentes de los AA.HH. en estudio además se calcularon los niveles de vulnerabilidad y riesgo utilizando el manual CENEPRED (2014). Se obtuvo como resultado mediadas de control, niveles y mapas siendo los más importantes de amenaza, vulnerabilidad y riesgo.”

➤ **Título:** Riesgo geotécnico de deslizamiento en los taludes del terreno del Colegio "San Carlos" - Bambamarca

Autor: Zamora García, Angel Iván Mateo

Institución: Universidad Nacional de Cajamarca

Año: Publicado en el año 2019

Lugar: Cajamarca, Perú

Objetivo General: “Determinar el nivel de riesgo geotécnico de deslizamiento en los taludes del terreno del colegio “San Carlos” – Bambamarca.”

Resumen: “Los deslizamientos de suelos son fenómenos que, dadas las condiciones de vulnerabilidad, se convierten en un gran peligro para la sociedad. El Perú, atravesado por la Cordillera de los Andes, tiene un relieve

muy accidentado en la región de la sierra. Por esta razón es recomendable que, en los trabajos de movimiento de tierras en carreteras y grandes explanaciones, se tenga una etapa de diseño para evitar la aparición de futuros inconvenientes. Este proceso no se respetó en el terreno asignado para la ejecución del proyecto “Adecuación, Mejoramiento y Sustitución de la Infraestructura Educativa y Equipamiento de la I.E. San Carlos, Cajamarca– Hualgayoc – Bambamarca”, excavado masivamente en el inicio de la obra, sin ningún diseño de movimiento de tierras. El proyecto fue cancelado por inconvenientes en el expediente técnico, dejando a las viviendas adyacentes al terreno mencionado vulnerables ante un posible deslizamiento. El objetivo de la presente investigación es determinar el Nivel de Riesgo Geotécnico de Deslizamiento en los taludes del terreno del colegio “San Carlos” – Bambamarca. Para esto, se realizaron exploraciones, se obtuvieron datos topográficos y muestras de suelo alteradas (para las pruebas de clasificación de suelos, peso específico, permeabilidad), e inalteradas (para la prueba de corte directo). En gabinete se eligieron los perfiles estratigráficos de estudio. Todos estos datos fueron modelados en rangos de cotas para una evaluación más realista, en el software Geo 5, obteniendo Factores de Seguridad (FS) mediante el método de Morgenstern – Price. De estos Factores se obtuvieron valores de Peligro Geotécnico de Deslizamiento, y valores y niveles de Riesgo Geotécnico de Deslizamiento. Los resultados arrojan que para los rangos de cotas comprendidos entre los 2590 m.s.n.m y 2635 m.s.n.m. existe un nivel alto de Riesgo Geotécnico de Deslizamiento, con un valor mínimo del 87 %. Finalmente, para mitigar este riesgo, se proponen medidas técnicas que incluyen anclajes, clavos y refuerzos.”

➤ **Título:** Niveles de riesgo por deslizamiento de tierra en la expansión Urbana – Sector 9 - de la Ciudad de Chota, aplicando metodología del cenepred, 2021.

Autor: Idrogo Diaz, Yover Eli

Institución: Universidad Nacional Autónoma de Chota

Año: Publicado en el año 2022

Lugar: Chota, Perú

Objetivo General: “Determinar los niveles de riesgo por deslizamiento de tierras en la zona de expansión urbana -sector 9 - de la ciudad de Chota, aplicando Metodología del CENEPRED, 2021.”

Resumen: “Los deslizamientos de tierra son peligros naturales cuyos efectos son letales a todo tipo de ecosistemas (Zumpano et al., 2021), incrementándose la exposición de estos fenómenos geotécnicos debido a la creciente expansión de las ciudades (Zhang et al., 2019). El objetivo fue “Evaluar los niveles de Riesgo por deslizamiento de tierras en la zona de expansión urbana -sector 9 - de la ciudad de Chota, aplicando Metodología del CENEPRED”. La muestra para el análisis de peligrosidad se ha determinado por conveniencia, tomando como referencia noticias locales del área afectada por deslizamientos (AndinaRadio, 2021), la misma que abarca 54.28 hectáreas de expansión urbana del sector 9, en cambio, la muestra para vulnerabilidad fue probabilística en función al número de viviendas, encuestando a 285 familias. Determinando que, el peligro frente a deslizamientos de tierras es muy alto, alto y medio en el 32.08%, 48.13% y 19.80% del área; la vulnerabilidad es muy alta, alta, media, baja y muy baja en el 4.91%, 79.30%, 11.23%, 3.16% y 1.40% de las viviendas; y el nivel de riesgo a deslizamientos de tierras es bajo, medio, alto y muy alto en el 1.88%, 78.61%, 19.40% y 0.12% del área de la zona de expansión urbana

del sector 9 en Chota. Por lo que, se realizó el análisis de estabilidad de las laderas de riesgo alto y/o muy alto, con la aplicación del programa Slide, verificando que, los taludes están estables, el factor de seguridad varía de 1.874 a 2.136 en estado estático, y de 1.233 a 1.566 en estado dinámico; no obstante, cualquier factor externo como sismo o lluvia podría causar su deslizamiento.”

➤ **Título:** Evaluación del nivel de riesgo sísmico aplicando la metodología CENEPRED en la localidad de La Jalca, Chachapoyas, Amazonas, Perú 2022.

Institución: Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas

Año: Publicado en el año 2023

Lugar: Chachapoyas, Perú

Objetivo General: “Evaluar el nivel de riesgo sísmico aplicando la metodología CENEPRED en la localidad de la Jalca, Chachapoyas, Amazonas, Perú”

Resumen: “El presente estudio se realizó a fin de evaluar el nivel de riesgo sísmico aplicando la metodología CENEPRED en la localidad de la Jalca, Chachapoyas, Amazonas, Perú. La Investigación se realizó bajo un enfoque cuantitativo y diseño descriptivo, teniendo como población y Muestra a la localidad de la Jalca. La recolección de datos se llevó a cabo a través de las páginas oficiales instituciones técnico-científicas del Perú y mediante encuestas elaboradas según guía del CENEPRED. Para la evaluación de riesgo sísmico se calculó primeramente el nivel de peligro, considerando como parámetro de evaluación a la intensidad sísmica, como factores condicionantes a la geología, geomorfología y pendiente de la zona de estudio y finalmente como factor desencadenante la magnitud de sismo. Luego se procedió a la evaluación del

nivel de vulnerabilidad, para lo cual se empleó el formato de recolección de datos validado por profesionales certificados por el CENEPRED, en la etapa final del estudio se calculó el nivel de riesgo, el cual es el producto del nivel de peligro por el nivel de vulnerabilidad, el resultado fue representado en un mapa de riesgos elaborado en ArcGIS. Mapa que evidencia que el nivel de riesgo predominante en la localidad de estudio es de nivel alto.”

- **Título:** Peligrosidad y evaluación geomorfológica, geológica, geodinámica y geotecnia de la Quebrada Pomatales – Pachar Cusco

Institución: Universidad Nacional de San Agustín

Año: Publicado en el año 2019

Lugar: Arequipa, Perú

Objetivo General: “determinar, evaluar y analizar los fenómenos de la geodinámica externa causantes de los deslizamientos en la Quebrada Pomatales a través de las características geológicas, geodinámicas, geomorfológicas, geotectónicas e hidrológicas de las unidades geológicas de la zona de estudio”

Resumen: “El Calentamiento global y sus grandes consecuencias, en las últimas décadas, ha traído una gran variación de climas manifestándose en fenómenos naturales. El área de estudio se enmarca dentro de una zona con alta geodinámica y en un sector con deslizamientos continuos, en los cuales existen grandes movimientos de masas. Geológicamente, la Quebrada de Pomatales está constituida por materiales fluvio-aluvionales, siendo evidentes todos los factores de riesgo, se incrementa su amenaza y vulnerabilidad por fenómenos de origen geodinámico. El presente estudio está orientado a dar respuesta a la problemática relacionada con la geodinámica y sus diferentes fenómenos que se presentan como agrietamientos, deslizamientos y derrumbes de suelo y roca

los cuales se han incrementado en los últimos años en la quebrada Pomatales. El objetivo principal es determinar, evaluar y analizar los fenómenos de la geodinámica externa causantes de los deslizamientos en la Quebrada Pomatales a través de las características geológicas, geodinámicas, geomorfológicas, geotectónicas e hidrológicas de las unidades geológicas de la zona de estudio. Los deslizamientos se pueden atribuir a los factores: agua, cohesión de los granos, pendiente y la gravedad, que han actuado sobre un plano inclinado entre dos elementos de consistencia muy diferente, que son los materiales detríticos heterogéneos y las rocas del subsuelo que uno se comporta en forma móvil y el otro en forma estacionaria. En la zona de estudio se presentan fallas que disectan a las formaciones geológicas de la Quebrada de Huarocondo observándose en el área de evaluación una falla principal y tres secundarias; tectónicamente está controlada por fallas regionales inversas, que siguen la dirección del valle (N20°W), también hay fallas secundarias paralelas a la falla principal, las que afectan el flanco NE del valle de Pomatales siendo uno de los causantes principales de los deslizamientos en la zona de estudio.”

2.2. Bases teóricas – científicas

2.2.1. Geotecnia

Es la aplicación de métodos científicos y principios de ingeniería para generar, interpretar y aplicar conocimientos sobre los materiales y procesos que ocurren en la corteza terrestre para resolver problemas de ingeniería. Para su cabal desarrollo requiere la aplicación de diferentes campos del conocimiento, entre ellos, la mecánica de suelos, la mecánica de rocas, la geología, la geofísica, la hidrología, la hidrogeología y las ciencias relacionadas. (Hoyos, 2012, p. 94)

Es la rama de la ingeniería civil que enfoca su estudio en las propiedades mecánicas e hidráulicas de suelos y rocas, tanto en superficie como en el subsuelo, incluyendo la aplicación de los principios de la mecánica de suelos y mecánica de rocas en el diseño de los cimientos, estructuras de contención y las estructuras de tierra. (Das, 2013, p. 1).

2.2.1.1. Propiedades físicas, mecánicas e hidrológicas

1. Resistencia al corte

La representación matemática del fenómeno de falla cortante, para un deslizamiento, son las mismas teorías que se usan en resistencia de materiales (Suárez, 2009).

a) Ecuación de Coulomb para Suelos Saturados

El comportamiento que tienen las rocas y los suelos al fallar por cortante, están de acuerdo con las teorías tradicionales de fricción y cohesión, según la ecuación de Coulomb de la Figura 1, para suelos saturados, con grado de saturación mayor a 85%, es (Suárez, 2009):

$$\tau = c' + (\sigma - \mu) \tan \phi' \text{ (para suelos saturados)}$$

Donde:

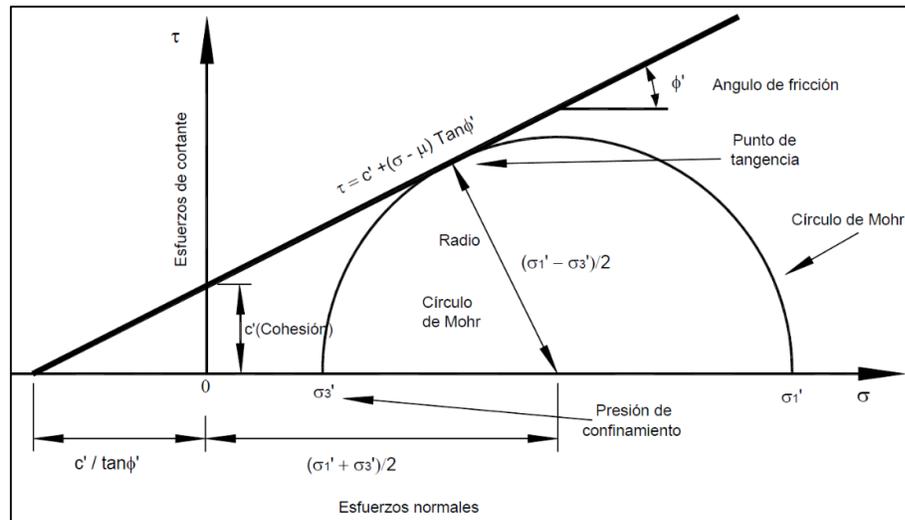
τ = Esfuerzo de resistencia al corte

c' = Cohesión o cementación efectiva

σ = Esfuerzo normal total

μ = Presión del agua intersticial o de poros

Figura 1
Representación Gráfica de la Ecuación de Coulomb



Nota. Adaptado de Deslizamientos. Tomo I: Análisis Geotécnico (p. 75), por Suarez, (2009), Universidad Industrial Santander.

Los factores intrínsecos del suelo que actúan en la ecuación de Coulomb, son el ángulo de fricción y cohesión. Al usar esta ecuación en suelos saturados también actúa el factor μ , presión de poro, que se genera por la presencia del agua el cuál reduce la presión normal total, que es la resistencia natural que existe en el suelo, y esta interacción de esfuerzos se conoce como presión efectiva σ' .

$$\sigma' \text{ (Presión efectiva)} = \sigma - \mu$$

$$\phi' = \text{Ángulo de fricción para presiones efectivas.}$$

$$c' = \text{Cohesión para presiones efectivas.}$$

b) Ecuación de Coulomb para Suelos No saturados

Para suelos con grado de saturación menor a 85%, se aplica los principios de la mecánica de suelos no saturados y la ecuación de Coulomb usada es:

$$\tau = c' + (\sigma_n - u_a) \tan \phi' + (u_a - u_w) \tan \phi^b \text{ (para suelos no saturados)}$$

Donde:

σ_n = Esfuerzo Normal Total

u_a = Presión en el Aire de los Poros

u_w = Presión en el Agua de los Poros, la cual comúnmente es negativa.

ϕ^b = ángulo de fricción igual a la pendiente de la curva de succión matricial

$(u_a - u_w)$ contra resistencia al cortante τ cuando $(\sigma_n - u_a)$ se mantiene constante.

El valor de ϕ' , permanece constante para cualquier valor de succión. Mayormente el valor de ϕ^b es menor o igual al valor de ϕ' , y este valor se obtiene mediante unas modificaciones en los equipos convencionales para ensayos matriciales o de corte directo (Suárez, 2009).

c) Factores Fundamentales

c.1) Ángulo de Fricción

Matemáticamente el ángulo de fricción se representa con el coeficiente de rozamiento. Para suelos granulares secos el ángulo de fricción coincide con el ángulo de reposo, y todos los suelos poseen ángulo de fricción, pero para fines matemáticos los suelos arcillosos con ángulo de fricción muy baja son despreciables, a este tipo de suelo se conoce como suelos cohesivos, $\phi = 0$, y el ángulo de fricción depende de muchos factores importantes que afectan de forma directa a esta las cuales son (Suárez, 2009):

- Tipo de mineral constitutivo de las partículas.

- Tamaño de los granos o partículas. Cuanto mayor sea el tamaño de las partículas, mayor será el ϕ .
- Forma de partícula o gránulo. Para partículas angulares, ϕ es mayor.
- Distribución granulométrica de grano o partícula. En suelos bien graduados, ϕ es mayor que el valor en suelos homogéneos.
- Fábrica o microestructura (organización de las partículas).
- Densidad.
- Permeabilidad (Fácil de drenaje).
- Presión normal o presión de confinamiento
- Presión de Pre-consolidación.

c.2) Cohesión

En mecánica de suelos la cohesión es la representación del esfuerzo cortante debido a la adherencia que existe entre las partículas, por otra parte, la física la usa para representar la resistencia a la tensión, para suelos granulares que no contengan material adhesivo la cohesión es igual a cero, a este tipo de suelos se las conoce como suelos no cohesivos, $c = 0$, y para suelos no saturados la tensión debida a la succión del agua en los poros, produce un fenómeno de adherencia entre partículas por fuerzas capilares la cual desaparece con la adición de agua en el suelo (Suárez, 2009).

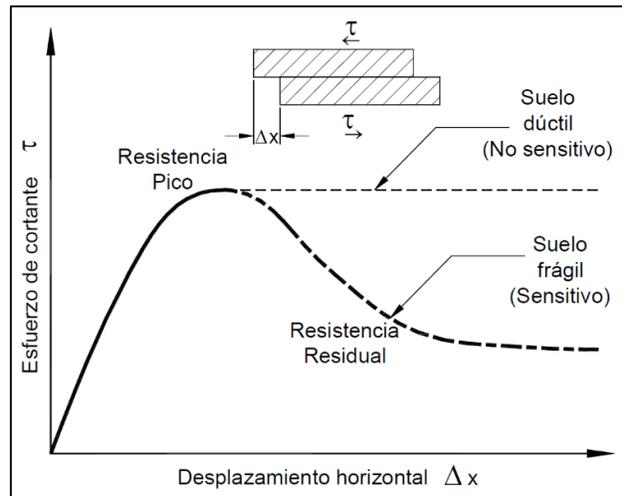
2. Relación esfuerzo deformación

a) Resistencia Pico o Máxima

Es la máxima resistencia al corte que posee un suelo, corresponde al punto más alto en la curva esfuerzo - deformación de la Figura 2, y para el análisis en estabilidades de terreno se debe tener en cuenta que al asumir la resistencia pico actuar simultáneamente en toda la superficie de falla puede producir errores en el análisis.

Figura 2

Curvas Esfuerzo de Corte-Desplazamiento en un Ensayo de Corte Directo



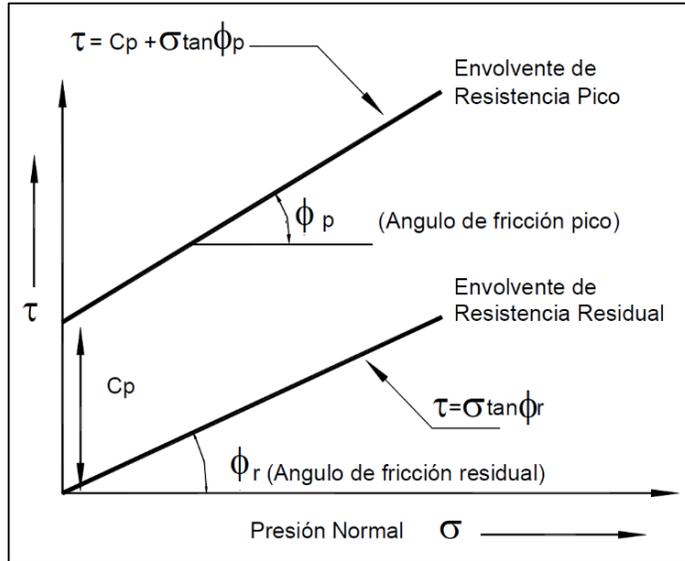
Nota. Adaptado de Deslizamientos. Tomo I: Análisis Geotécnico (p. 77), por Suarez, (2009), Universidad Industrial Santander.

b) Resistencia Residual

Es la resistencia al corte que posee el material después de haber ocurrido la falla, existen dos formas en la que la resistencia residual se comporta, para suelos dúctiles la resistencia residual es muy similar a la resistencia pico y en los suelos frágiles al producirse la falla la diferencia entre la resistencia residual y pico es significativa, debido a este comportamiento se puede conocer la fragilidad de los suelos como se muestra en la Figura 2, y también la falla por corte está relacionada principalmente con la cohesión, el ángulo de fricción pico (ϕ_p) es muy similar al ángulo de fricción

residual (ϕ_r) pero en diferentes escalas debido a la cohesión como muestra la Figura 3 (Suárez, 2009).

Figura 3
Envoltantes de Falla de las Resistencias Pico y Residual



Nota. Adaptado de Deslizamientos. Tomo I: Análisis Geotécnico (p. 78), por Suárez, (2009), Universidad Industrial Santander.

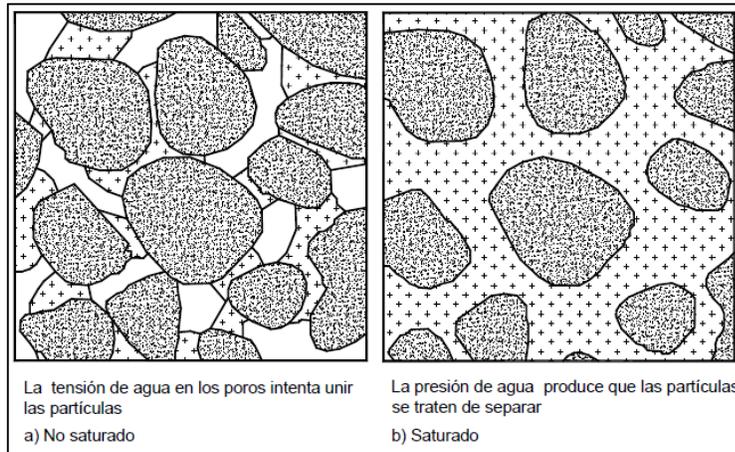
c) Parámetros Presión de Poro

c.1) Presión de Poro

Se representa con el símbolo “ μ ”, es la presión que genera el agua en los poros del suelo, esta presión genera que los esfuerzos normales efectivos entre las partículas disminuyan al tratar de separarlas, también disminuye las resistencias a la fricción entre estas partículas como indica la Figura 4. Al existir una carga esta puede producir un cambio en la presión de poros que se denomina como $\Delta\mu$ (exceso de presión de poros) o deficiencia de presión de poros inducidos por las condiciones de carga (Suárez, 2009).

Figura 4

La Presión de Poros trata de separar las partículas y de esta forma, se disminuye la Resistencia a la Fricción



Nota. Adaptado de Deslizamientos. Tomo I: Análisis Geotécnico (p. 78), por Suarez, (2009), Universidad Industrial Santander.

El agua se encuentra en diferentes formas y por esa razón la presión de poro cambia:

- Cuando el agua está en movimiento, la altura del agua genera un fenómeno de presión hidrostática:

$$\mu = \gamma_w \cdot Z_w$$

Donde:

γ_w = peso unitario del agua

Z_w = profundidad vertical del punto por debajo del nivel de agua freática.

- Cuando el agua está en movimiento, la presión de poro puede ser superior a $\gamma_w \cdot Z_w$, en este caso se debe determinar la cabeza hidrostática h_u por medio de un piezómetro o una red de flujo. Y se calcula por medio de la siguiente expresión:

$$\mu = \gamma_w \cdot h_u$$

Si existiera una superficie freática inclinada a un ángulo θ con la horizontal, la cabeza piezométrica es igual a:

$$h_u = h_w \cos^2 \theta$$

Donde: h_u es la distancia vertical a la línea del nivel freático.

El efecto que generan los taludes respecto a la presión de poro debido a las temporadas de lluvias es aumentar y en temporadas de sequía es disminuir, por lo cual es importante entender y cuantificar la variación temporal y espacial de este parámetro, y como ejemplo tenemos, que la variabilidad es mayor en la cuesta que en el pie del talud (Suárez, 2009).

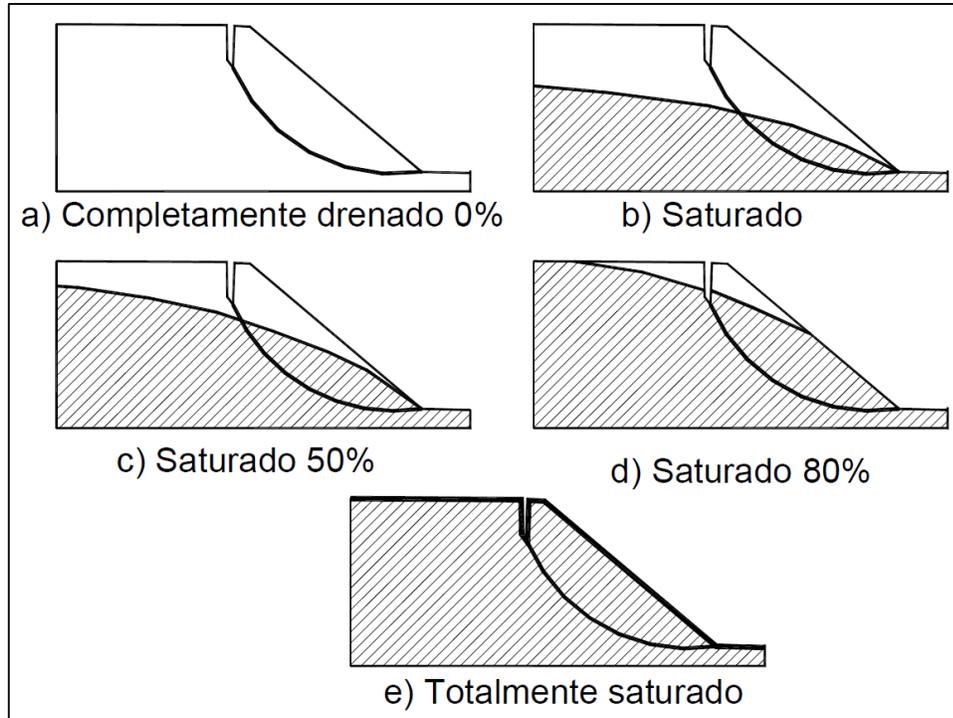
c.2) Nivel Freático

La línea de presión de poro correspondiente a la ubicación del nivel freático es cero, lo que corresponde a una presión neta en ese lugar igual a la presión atmosférica. El nivel del agua determina el nivel de presión hidrostática en la superficie local. Por debajo de este nivel el valor de la presión es negativo y por encima de este nivel el suelo tiene succión. En los taludes naturales de laderas, la línea de nivel freático general sigue una línea aproximadamente paralela a la superficie del terreno y este nivel sube debido a la infiltración (Suárez, 2009).

Debajo del nivel freático, el suelo está en un estado saturado, lo que corresponde a que el agua llena todos los poros del suelo, como se muestra en la Figura 5. El agua en la zona saturada se llama comúnmente agua freática y su superficie superior es el nivel freático.

Cuando las circunstancias geológicas y topográficas son más complejas, podrá haber más de una zona de saturación y, por consiguiente, más de un nivel freático en una localidad determinada (Suárez, 2009).

Figura 5
Saturación y Niveles Freáticos



Nota. Adaptado de Deslizamientos. Tomo I: Análisis Geotécnico (p. 78), por Suarez, (2009), Universidad Industrial Santander.

c.3) Configuración del Nivel Freático

La configuración del nivel freático depende de la forma del relieve superficial, también depende de la permeabilidad del terreno y del abastecimiento de agua. Comúnmente, se aleja de la superficie del terreno bajo colinas y elevaciones, y se acerca a ésta en los valles, especialmente en los ríos y en los lagos (Suárez, 2009).

La altura del nivel freático en un lugar particular depende de varios factores, como las fluctuaciones en las precipitaciones, el flujo y las filtraciones de los cuerpos de agua. El nivel del agua puede basarse en la base del talud o puede suspenderse a través de una carcasa impermeable en el talud. En el primer caso, las fallas a producirse serán preferentemente de pie, mientras que, en el segundo caso, las fallas tienden a estar por la mitad del talud (Suárez, 2009).

Usualmente en los períodos de sequía existe un abatimiento significativo del nivel freático, en tanto que se eleva en los períodos de fuertes lluvias. Estas fluctuaciones suelen ser muy marcadas en los terrenos granulares permeables y menos fuerte, en las impermeables así logramos tener un máximo y un mínimo de datos en los niveles cuya diferencia en algunos casos, puede ser hasta de más de un metro (Suárez, 2009).

d) Círculo de Mohr

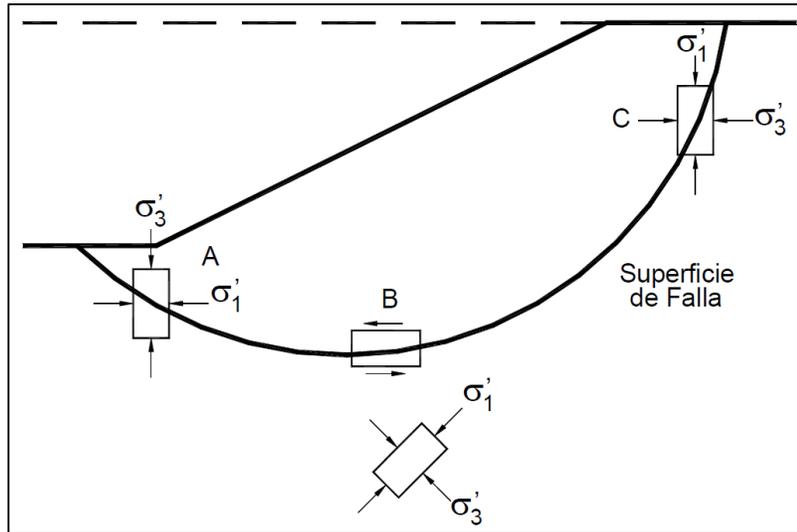
El círculo de Mohr representa la prueba triaxial y la envolvente del círculo de Mohr representa el estado de tensión en el momento de la falla por corte. En el análisis bidimensional, la tensión en un punto se puede representar mediante elementos infinitesimales que llevan las tensiones σ_x , σ_y y τ_{xy} . Si estas tensiones se trazan en coordenadas $\tau - \sigma$, se puede dibujar un círculo de tensiones de Mohr. En este círculo se definen los valores máximos de σ (σ_1) y mínimo de σ (σ_3), que se denominan tensiones principales. Para interpretar correctamente el fenómeno de falla por cortante en taludes, se debe considerar la dirección principal de la tensión en

cada ubicación de la superficie de falla. El esfuerzo σ_1 es vertical en la parte superior de la falla y horizontal en la parte inferior

Figura 6. (Suárez, 2009, p. 82)

Figura 6

Dirección de los Esfuerzos Principales en la Falla de un Talud

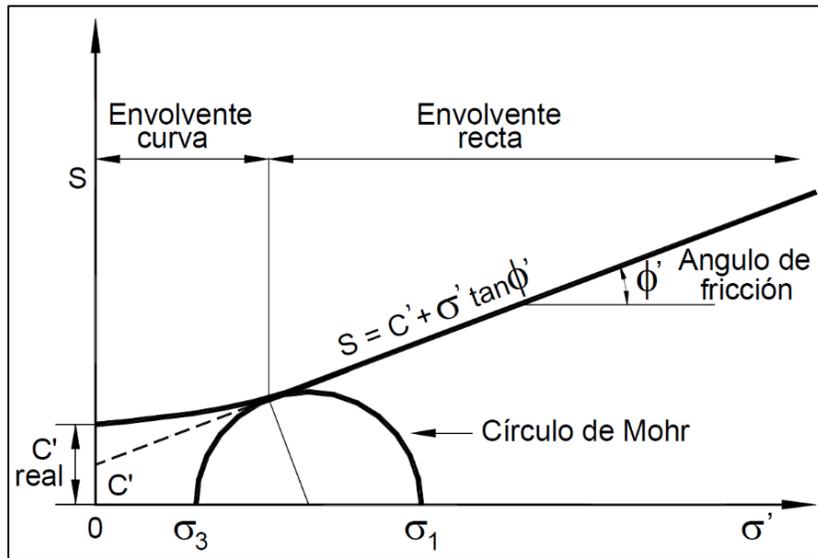


Nota. Adaptado de Deslizamientos. Tomo I: Análisis Geotécnico (p. 82), por Suárez, (2009), Universidad Industrial Santander.

e) Envolvente de Falla

(Suárez, 2009) explica que: “En la práctica normal de ingeniería, generalmente, esta curva se define como una recta aproximada dentro de un rango seleccionado de esfuerzos (Figura 7)” (p. 82).

Figura 7
Envolvente de Falla y Círculo de Mohr



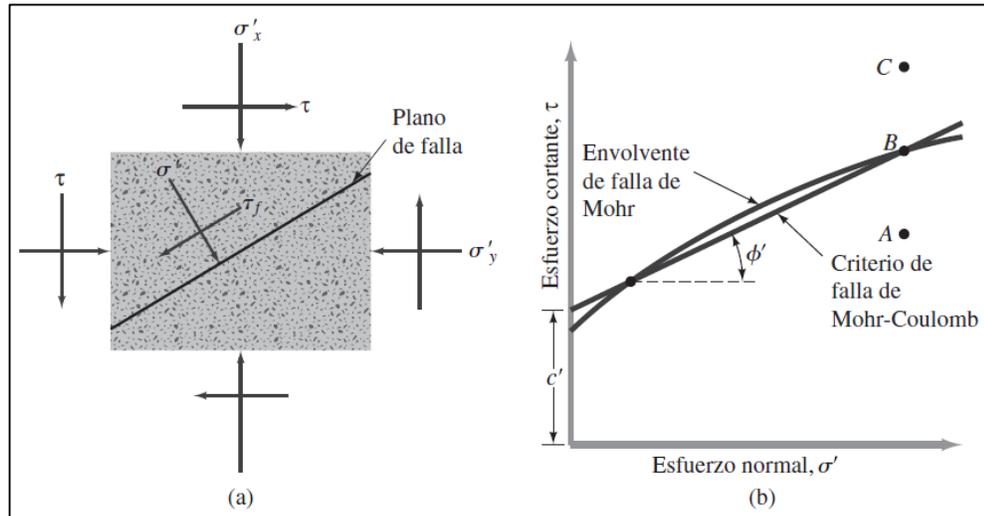
Nota. Adaptado de Deslizamientos. Tomo I: Análisis Geotécnico (p. 82), por Suarez, (2009), Universidad Industrial Santander.

La importancia de la envolvente de falla se puede explicar de la siguiente manera: si el esfuerzo normal y el esfuerzo cortante sobre un plano en una masa de suelo (Figura 8a) son tales que se grafican como el punto A en la Figura 8b, entonces la falla de cizalla o corte se produce a lo largo de ese plano. Si el esfuerzo normal y el esfuerzo cortante sobre el plano se grafican como el punto B (que cae sobre la envolvente de falla), entonces la falla de corte se producirá a lo largo de ese plano.

La importancia de la envolvente de falla se puede explicar de la siguiente manera: si el esfuerzo normal y el esfuerzo cortante están ubicados en un plano en la masa del suelo (Figura 8a) de manera que se representan como el punto A en la Figura 8b, entonces falla por corte ocurre a lo largo del plano. Si la tensión normal y la tensión cortante en el plano están representadas por el punto B (ubicado en la envolvente de falla), entonces la falla cortante ocurrirá a lo largo de este plano. Un

estado de esfuerzo sobre un plano representado por el punto C no puede existir porque su gráfica está por encima de la envolvente de falla, y la falla de corte en un terreno se habría producido ya. (Das, 2013, p. 229)

Figura 8
Envolvente de Falla de Mohr y Criterio de Rotura de Mohr-Coulomb

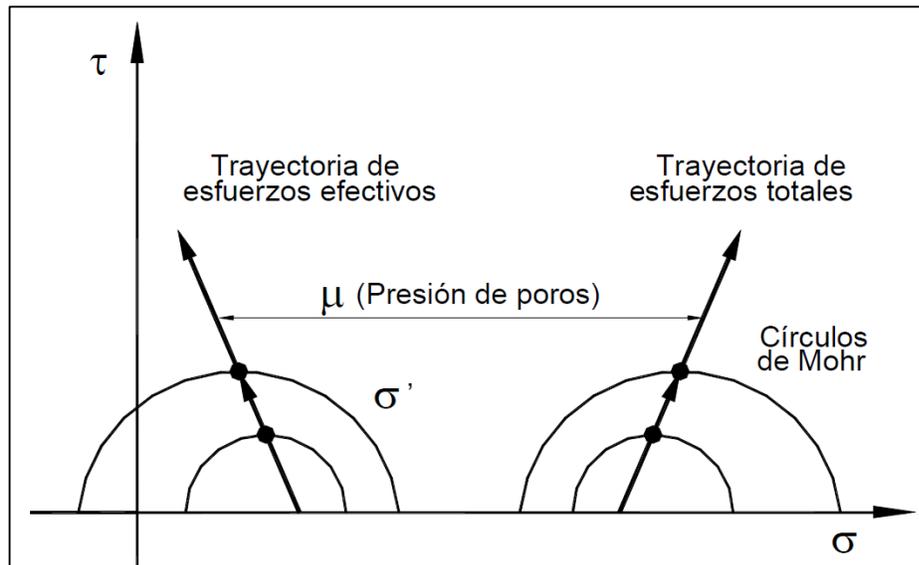


Nota. Adaptado de Fundamentos de Ingeniería Geotécnica (p. 230), por Das, (2013), Cengage Learning Editores.

f) Trayectoria de Esfuerzos

Los procedimientos y análisis que utilizan trayectorias de tensiones permiten el estudio del comportamiento del suelo en el campo o en el laboratorio. La trayectoria de la tensión muestra su continuo en el espacio de tensión p-q, donde p y q corresponden a la tensión normal máxima y la tensión cortante en el círculo de Mohr. Para mayor claridad, los círculos de Mohr no se trazan, sólo se traza el diagrama de trayectoria de esfuerzos (Figura 9). en estas trayectorias de esfuerzos se puede ver el comportamiento típico de los elementos del suelo. (Suárez, 2009, p. 84)

Figura 9
Trayectoria de Esfuerzos



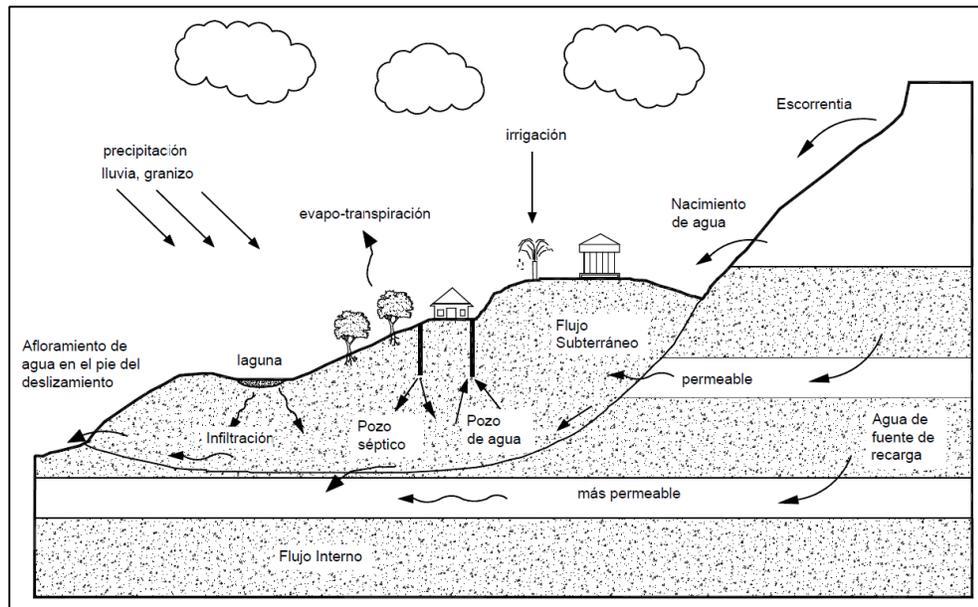
Nota. Adaptado de Deslizamientos. Tomo I: Análisis Geotécnico (p. 82), por Suarez, (2009), Universidad Industrial Santander.

g) Efectos del Agua

El agua es el factor más frecuentemente asociado con la inestabilidad de las laderas, ya que la mayoría de los deslizamientos de tierra ocurren después de fuertes lluvias o durante la temporada de lluvias, y el control del agua subterránea es uno de los sistemas más efectivos para estabilizar los deslizamientos de tierra. La interpretación más frecuente del efecto del agua es que las lluvias por infiltración, saturan el talud y la presión de poros, induce a una disminución de la resistencia al cortante, la cual, a su vez, puede activar un deslizamiento (Figura 10). (Suárez, 2009, p. 209)

Figura 10

Fuentes y Ciclo del Agua Subterránea en un Talud



Nota. Adaptado de Deslizamientos. Tomo I: Análisis Geotécnico (p. 209), por Suarez, (2009), Universidad Industrial Santander.

h) Porosidad

La porosidad es la relación entre el volumen de huecos y el volumen total, mientras que la relación de vicios es la relación entre el volumen de huecos, poros o vacíos y el volumen de partículas sólidas. La porosidad suele multiplicarse por 100 para obtener un valor porcentual. La fracción de huecos se expresa como un decimal (por ejemplo, fracción de huecos 0,55, etc.) y puede alcanzar valores superiores a 1. Tanto la porosidad como la fracción de huecos expresan el porcentaje relativo del volumen de poros en una muestra de suelo. Esta cavidad está llena de líquido, gas o líquido, pero normalmente agua. Aunque ambos términos se utilizan en mecánica de suelos, la relación de vacíos es el más

comúnmente utilizado. Existe la siguiente relación entre la porosidad n y la relación de vacíos e .

$$n = \frac{e}{1 + e} \quad y \quad e = \frac{n}{1 - n}$$

El grado de saturación indica el porcentaje de volumen de huecos que está relleno de agua. Así pues, un valor de $S = 0$, indica un suelo seco, $S = 100\%$ corresponde a un suelo saturado y un valor comprendido entre 0 y 100%; indica un suelo semisaturado o parcialmente saturado. (Lambe & Whitman, 2004, p. 41)

i) Conductividad Hidráulica o “Coeficiente de Permeabilidad”

La facilidad con que el suelo fluye a través de un material, se denomina “conductividad hidráulica” (permeabilidad) y el parámetro que permite cuantificar este fenómeno se llama “coeficiente de permeabilidad” y se encuentra en la literatura con la simbología de la letra K . La conductividad hidráulica depende del tamaño de los vacíos o poros, es alta en las gravas y baja en las arcillas (Tablas 1 y 2). (Suárez, 2009, p. 227)

Tabla 1
Coefficientes de Permeabilidad y Capacidad de Infiltración

Material	Tamaño de Poros	Conductividad Hidráulica (Permeabilidad) (cm/seg)
Arcilla	$<10^{-4} - 10^{-3}$	$<10^{-6}$
Limo	$10^{-3} - 10^{-2}$	$10^{-6} - 10^{-4}$
Arenas	$10^{-2} - 10^{-1}$	$10^{-4} - 10$
Gravas	$10^{-1} +$	$10 - 10^{-2}$

Nota. Adaptado de Deslizamientos. Tomo I: Análisis Geotécnico (p. 227), por Suárez, (2009), Universidad Industrial Santander.

Tabla 2
Tamaño de Poros y Conductividad Hidráulica (Lee, 1996)

Suelo	Conductividad Hidráulica (Permeabilidad) K (cm/seg)	Capacidad de Infiltración (mm/hora)
Arcillas	$<10 \times 10^{-9}$	0.25 a 2.5
Limos	1×10^{-9} a 1×10^{-7}	2.5 a 8
Arenas Finas	1×10^{-7} a 1×10^{-5}	8 a 13
Arenas Gruesas	1×10^{-5} a 1×10^{-2}	13 a 20
Gravas	$> 1 \times 10^{-2}$	20 a 30

Nota. Adaptado de Deslizamientos. Tomo I: Análisis Geotécnico (p. 227), por Suarez, (2009), Universidad Industrial Santander.

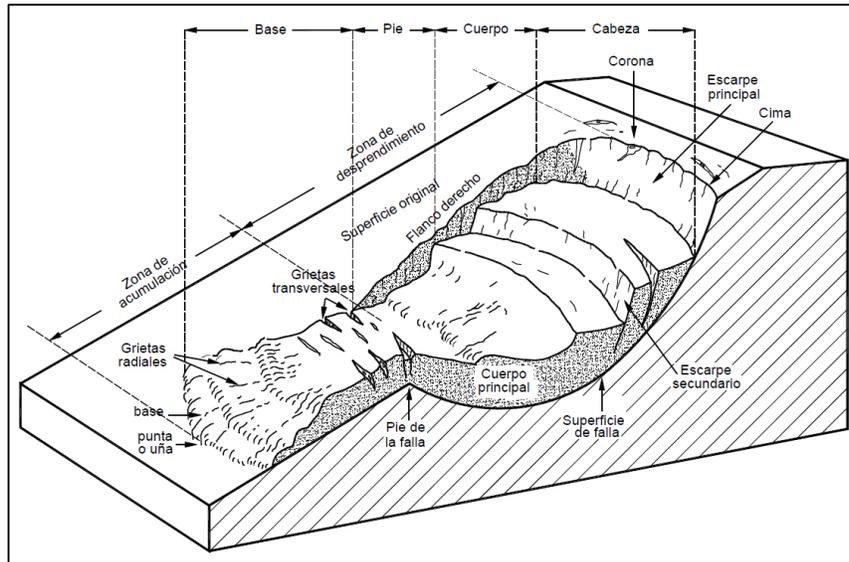
2.2.2. Deslizamiento

(Kuroiwa, 2002) afirma: “Con el término genérico de Deslizamientos se conoce a una amplia variedad de movimientos cuesta abajo de suelos y rocas generados por acción de la gravedad en terrenos inclinados” (p. 290)

Suarez (2009) El movimiento generalmente ocurre a lo largo de las superficies de las fallas mediante caída libre, movimiento de masas, erosión o flujo. Algunas partes de la pendiente pueden descender, mientras que otras pueden ascender. Los fenómenos de inestabilidad a menudo implican una combinación de procesos interrelacionados y a menudo mixtos de erosión y denudación. Los procesos de denudación pueden activar procesos de erosión y viceversa. Los procesos erosivos suelen actuar sobre las capas inferiores del perfil, y los procesos de denudación o "eliminación de masa" pueden afectar al perfil a una profundidad considerable. Figura 11.

Figura 11

Nomenclatura de las diferentes partes que conforman un Deslizamiento



Nota. Adaptado de Deslizamientos. Tomo I: Análisis Geotécnico (p. 4), por Suarez, (2009), Universidad Industrial Santander.

2.2.2.1. Clasificación de los deslizamientos

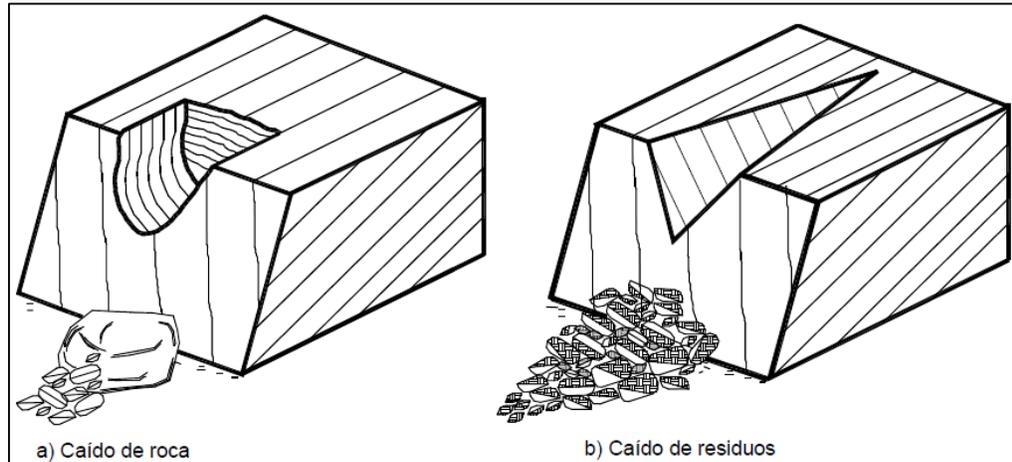
1. Caído

Suarez (2009) Es el desprendimiento y caída de materiales del talud. Durante un caído, una masa de cualquier tamaño se desprenderá de una pendiente pronunciada a lo largo de una superficie donde se produce un desplazamiento mínimo o nulo. Este desplazamiento se produce principalmente por caída libre, a saltos o rodando (Figura 12). Los caídos de suelo en pendientes casi verticales representan un gran peligro para los elementos debajo de la pendiente.

Los caídos pueden estar formados por tierra y partículas relativamente pequeñas de hasta varios metros cúbicos. Los fragmentos vienen en diferentes tamaños y a menudo se rompen al caer. Los “caídos de roca” corresponden a bloques de roca relativamente sana; los caídos de

residuos o “detritos”, están compuestos por fragmentos de materiales pétreos y los caídos de tierra, corresponden a materiales compuestos de partículas pequeñas de suelo o masas blandas. (Suárez, 2009, p. 8)

Figura 12
Esquema de Caídos de Roca y Residuos



Nota. Adaptado de Deslizamientos. Tomo I: Análisis Geotécnico (p. 8), por Suarez, (2009), Universidad Industrial Santander.

2. Inclinación o volcamiento

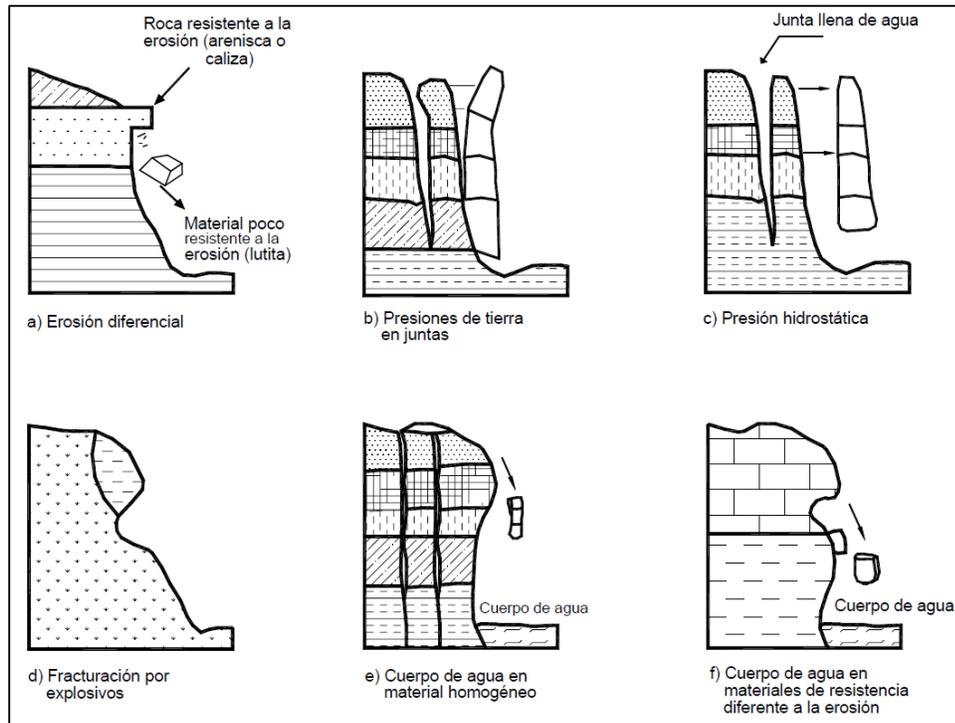
Este tipo de movimiento implica la rotación hacia adelante de uno o más elementos del material del suelo con el centro de rotación debajo del centro de gravedad del elemento. Generalmente, los volcamientos ocurren en las formaciones rocosas, pero también, se presentan en suelos cohesivos secos y en suelos residuales (Figura 13). Las inclinaciones pueden cubrir áreas muy pequeñas o incluir volúmenes de hasta varios millones de metros cúbicos. Las características estructurales de las formaciones geológicas determinan cómo se produce la inclinación. Las características de buzamiento y estratificación de los grupos de discontinuidades definen el proceso, la

naturaleza del proceso, la altura y el tamaño del bloque inclinado.

(Suárez, 2009, p. 11)

Figura 13

Procesos que Conducen al Volcamiento o Inclinación en Materiales Residuales



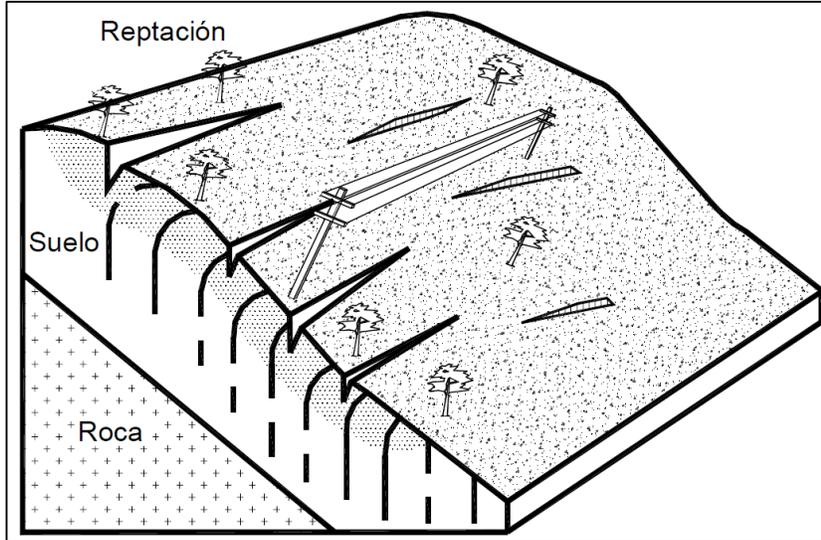
Nota. Adaptado de Deslizamientos. Tomo I: Análisis Geotécnico (p. 10), por Suárez, (2009), Universidad Industrial Santander.

3. Reptación (CREEP)

Suarez (2009) Consiste en movimientos de la parte subsuperficial del suelo, desde muy lentos a extremadamente lentos sin una superficie de falla definida. La profundidad de este movimiento varía desde unos pocos centímetros hasta varios metros. Normalmente, los desplazamientos horizontales son de unos pocos centímetros por año y afectan grandes superficies de tierra, Figura 14. El arrastre puede preceder a movimientos más rápidos, como el flujo o el deslizamiento, y se pueden ver signos de arrastre en la inclinación de postes y cercas y en la inclinación o curvatura de los troncos de árboles y arbustos.

Dado que el movimiento es muy lento, la mejor forma de analizar el proceso de "CREEP" es controlar y utilizar un inclinómetro.

Figura 14
Esquema de un Proceso de Reptación

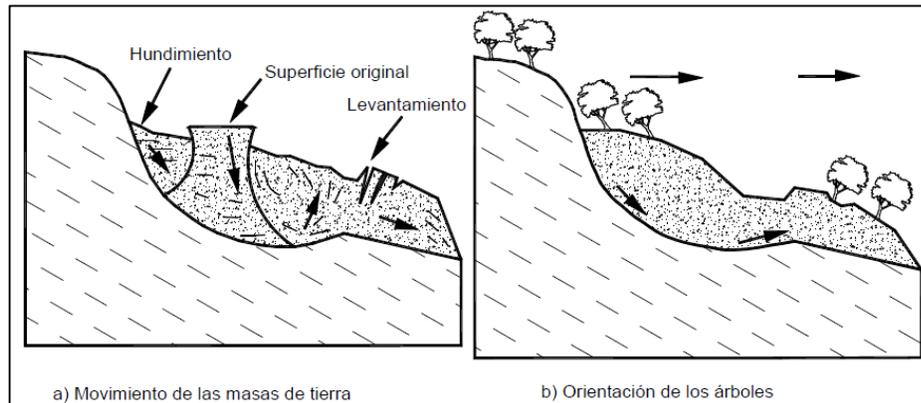


Nota. Adaptado de Deslizamientos. Tomo I: Análisis Geotécnico (p. 13), por Suarez, (2009), Universidad Industrial Santander.

4. Rotacional

En el desplazamiento rotacional, la superficie de la falla es cóncava hacia arriba y el movimiento es rotacional alrededor de un eje paralelo a la superficie y transversal al deslizamiento. El centro de rotación está por encima del centro de gravedad del movimiento. En vista en planta, el cursor giratorio tiene una serie de grietas cóncavas concéntricas en la dirección del movimiento. Este movimiento crea una zona de hundimiento superior y una zona de deslizamiento de tierra inferior, lo que a menudo resulta en el flujo de material debajo de la base del deslizamiento de tierra Figura 15. La cabeza del movimiento bascula hacia atrás y los árboles se inclinan, de forma diferente, en la cabeza y en el pie del deslizamiento. (Suárez, 2009, p. 14)

Figura 15
Deslizamiento Rotacional Típico

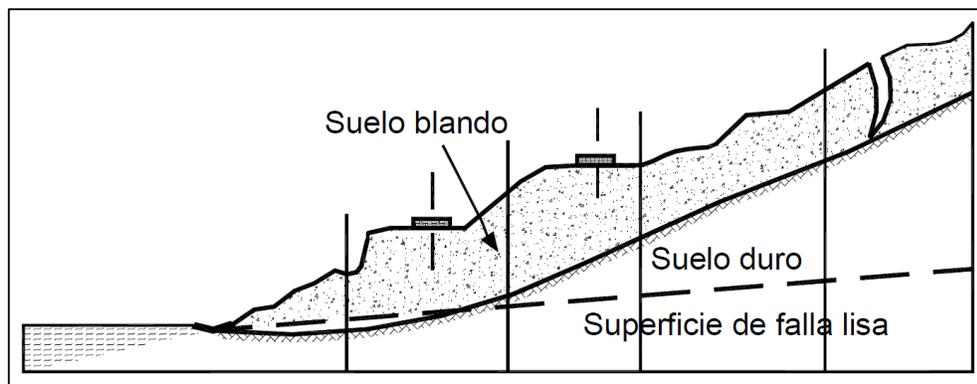


Nota. Adaptado de Deslizamientos. Tomo I: Análisis Geotécnico (p. 14), por Suarez, (2009), Universidad Industrial Santander.

5. Traslacional

En el movimiento traslacional, la masa se desliza hacia afuera o hacia abajo a lo largo de una superficie plana o ligeramente ondulada o hay poca o ninguna rotación o movimiento de volteo. Figura 16. En muchos desplazamientos de traslación, la masa se deforma y/o se rompe y puede convertirse en flujo, especialmente en las zonas de pendiente fuerte. (Suárez, 2009, p. 14)

Figura 16
Deslizamiento de traslación en la Vía Tijuana - Ensenada (México)



Nota. Adaptado de Deslizamientos. Tomo I: Análisis Geotécnico (p. 18), por Suarez, (2009), Universidad Industrial Santander.

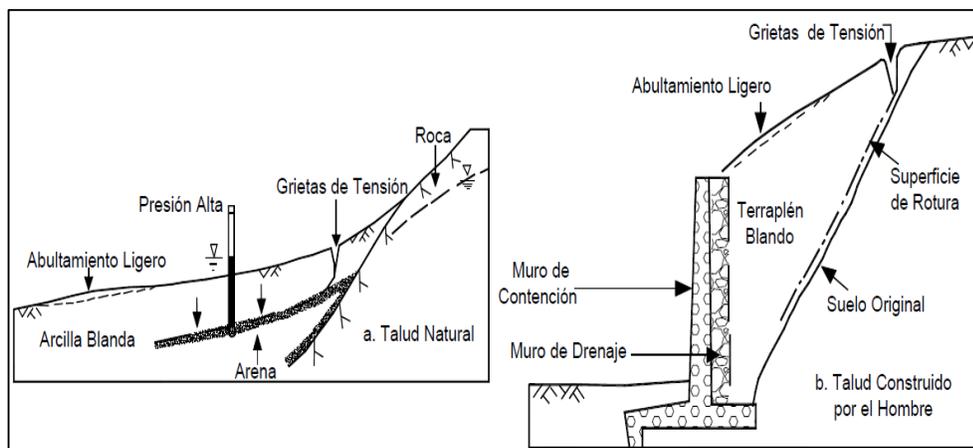
6. Compuestos

Los movimientos comunes incluyen movimientos de traslación y rotación en patrones de desplazamiento general, movimientos de traslación y de rotación. Estos movimientos se denominan "movimientos compuestos". Además, el hundimiento o la extensión lateral pueden ocurrir simultáneamente. La mayoría de los movimientos incluyen varios tipos de desplazamiento, aunque sólo predomina uno. (Suárez, 2009, p. 17)

7. Hundimientos

El asentamiento suele ser un movimiento vertical de tierra que resulta en una reducción del volumen total de la tierra. Los procesos de hundimiento masivo se clasifican como parte de movimientos de masa o deslizamientos de tierra, aunque la presencia de pendientes no siempre es un requisito previo para su ocurrencia. Pueden ser grandes o relativamente pequeños. Los hundimientos obedecen a diferentes causas naturales. (Suárez, 2009, p. 20)

Figura 17
Hundimientos Confinados



Nota. Se muestra que ocurren hundimientos y desplazamientos dentro del terreno, en condiciones confinadas o semi-confinadas, sin que se presenten superficies de

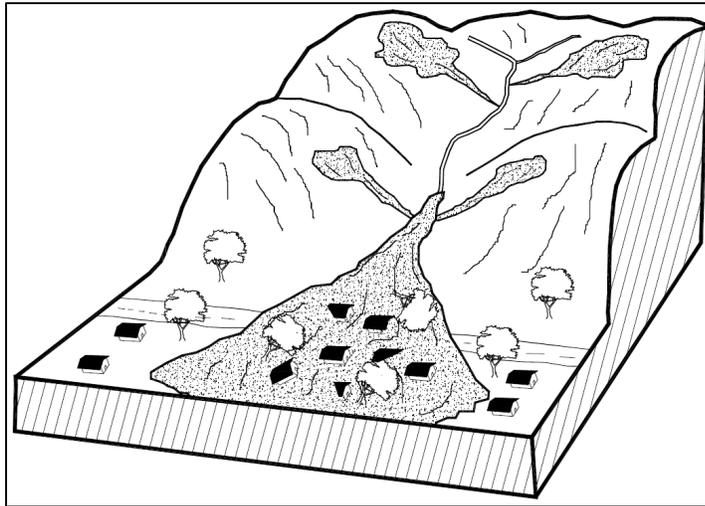
falla completas. Adaptado de Deslizamientos. Tomo I: Análisis Geotécnico (p. 18), por Suarez, (2009), Universidad Industrial Santander.

8. Flujos

En "flujo", el movimiento relativo de partículas o pequeños trozos de una masa en movimiento o deslizamiento se produce sobre una superficie. La deformación relativa interna es muy grande y el flujo se asemeja a un fluido viscoso. El flujo puede ser laminar a turbulento. Al aumentar la densidad y la viscosidad, el flujo puede transportar grandes bloques hacia la parte superior. (Suárez, 2009, p. 21)

Figura 18

Flujo de Detritos o Residuos



Nota. Adaptado de Deslizamientos. Tomo I: Análisis Geotécnico (p. 18), por Suarez, (2009), Universidad Industrial Santander.

2.2.3. Amenaza a los deslizamientos

La evaluación de la amenaza de deslizamientos de tierra implica un estudio preliminar de la susceptibilidad y probabilidad de que ocurra un evento desencadenante. Para que se presente la amenaza, se requiere que se presenten conjuntamente la susceptibilidad y el evento detonante. (Suárez, 2009, p. 542)

$$\text{SUSCEPTIBILIDAD} + \text{EVENTO DETONANTE} = \text{AMENAZA}$$

2.2.3.1. Amenaza

Navarro (2012) define como:

“La probabilidad de ocurrencia del fenómeno dentro de un periodo de tiempo determinado y en un área específica. Implica, por tanto, localizar las áreas inestables y las potencialmente inestables. La amenaza se expresa como función de la susceptibilidad del terreno a deslizarse y el detonante.”

(p. 23)

2.2.3.2. Susceptibilidad

(Navarro, 2012) afirma que “La favorabilidad del ambiente físico y de los elementos inherentes de las masas de terreno y superficie como la geología, pendiente, geomorfología, usos del suelo, etc., a la ocurrencia de deslizamientos.” (p. 23)

2.2.3.3. Evento detonante

Navarro (2012) afirma que “es la acción de inicio o disparo del fenómeno del movimiento de ladera, que normalmente se identifica con fuertes lluvias o con terremotos.” (p. 23)

Los fenómenos de explosión o activación de deslizamientos de tierra implican una serie compleja de procesos que a veces se superponen con factores exacerbantes. Las presentaciones de diapositivas se pueden iniciar inmediatamente o paso a paso. El resultado suele ser un aumento del esfuerzo cortante. Estos esfuerzos aumentan a lo largo de la superficie de falla hasta que ocurre el movimiento (Suarez, 2009).

Los factores externos más comunes que pueden provocar deslizamientos de tierra son:

- Corte de soporte en la base de la presa debido a erosión o actividad humana, como la construcción de carreteras.
- Lluvias intensas o prolongadas y/o fuertes fluctuaciones en los niveles freáticos.
- Terremotos o temblores fuertes.
- Colocar la carga en la pendiente.
- Una combinación de varios factores previos.

2.2.4. Metodología de evaluación de amenazas

2.2.4.1. Métodos de evaluación

1. Métodos Heurísticos

También llamado semi-cuantitativo y como García (2008) afirma que:

El análisis semi-cuantitativo está basado en la combinación de diferentes mapas de factores para la obtención del mapa final de zonificación de inestabilidad. Los resultados se pueden extrapolar a áreas libres de deslizamientos de tierra con combinaciones similares de factores mitigantes de la inestabilidad de las pendientes. (p. 65)

Suárez (2009) firma que:

Los métodos heurísticos se basan en el estudio conceptual de los procesos de ocurrencia de los deslizamientos y requiere del análisis por parte de profesionales con conocimientos y experiencia tanto de la región estudiada como de los procesos.

En el análisis heurístico, los mapas de amenazas se crean utilizando el conocimiento profesional de una ubicación específica, mediante interpretación fotográfica o trabajo de campo. Este mapa se puede

crear directamente en el sitio o transcodificando un mapa del terreno. El proceso consiste en asignar subjetivamente pesos o valores a los factores y subcategorías relevantes para obtener una suma relativa de sensibilidad a las amenazas. (p. 48)

Entre los métodos más comunes encontramos:

a) Evaluación de un Experto

Define reglas estándar para la estabilidad y el desarrollo del movimiento, basadas en la experiencia de expertos en situaciones similares, por lo que es el método de mapeo más utilizado.

La ventaja de la evaluación de expertos es que permite el análisis multicriterio de información detallada in situ, se puede analizar a diferentes escalas y, en ausencia de información, se realiza una interpolación subjetiva, por lo que el método es simple y comprensible. La principal desventaja es la subjetividad en cuanto a los criterios, a más de requerir de un conocimiento muy amplio y específico de las causas y factores que producen la inestabilidad en las áreas estudiadas y del conocimiento previo de la ocurrencia histórica de los deslizamientos. (Salazar, 2016, p. 20)

b) Método Mora y Vahrson

Mora (2004) afirma que:

Esta metodología permite obtener una zonificación de la susceptibilidad del terreno a deslizarse, mediante la combinación de la valoración y peso relativo de diversos indicadores morfodinámicos, la cual es sencilla de implementar en un sistema de información geográfica (SIG). El objetivo es dividir el área de estudio en sectores

con comportamiento similar y proporcionar una base para comprender las características de cada sector.

El método es sencillo, fácil de recordar y comprender, y la terminología utilizada incluye los factores más importantes desde el punto de vista de la estabilidad de taludes, que pueden determinarse in situ de forma rápida y económica; en los parámetros de oficina, así como la evaluación, incluido el peso relativo de los parámetros. (p. 2)

Este método será usado en esta tesis y será explicado de manera detallada títulos más adelante.

2. Métodos Estadísticos

Salazar (2016) afirma que:

Los métodos estadísticos, como su nombre indica, se basan en la determinación estadística de los factores que afectan la inestabilidad del terreno y el grado de su influencia, y la determinación de correlaciones entre los factores observados y las distribuciones de deslizamientos de tierra pasados y presentes. Por lo tanto, la evaluación de la susceptibilidad a los deslizamientos de tierra puede ser lo más objetiva posible. Se consideran métodos cuantitativos porque utilizan procedimientos numéricos para cuantificar las tendencias de la inestabilidad del terreno. (p. 26)

Existen 2 grupos estadísticos más usados, bivariante y multivariante, conceptualizados en el siguiente párrafo.

a) Bivariante

El método estadístico bivariado toma en cuenta el factor dependiente (en este caso la ocurrencia de deslizamientos de tierra)

y el factor independiente. La importancia o peso de cada factor se analiza por separado, aunque también se pueden crear combinaciones específicas de variables combinando mapas en nuevas variables. El método bivariante se basa fundamentalmente en la cuantificación de los factores más influyentes o importantes, que son susceptibles a los movimientos de ladera, mediante el cálculo de la densidad de deslizamiento para cada variable, o el peso específico de cada factor. (García, 2008, p. 76)

En este grupo encontramos técnicas como:

- Teoría de Probabilidad Condicionada Bayesiana
- Método del Valor de Información
- Pesos de Evidencias
- Factor Certeza
- Método Matriz

b) Multivariante

Los métodos estadísticos multivariados examinan las interacciones y dependencias de un conjunto de factores que actúan simultáneamente con la ocurrencia de deslizamientos de tierra para determinar el grado de influencia de cada factor. Se trata de una aproximación más objetiva que otras técnicas, siendo un procedimiento que obtiene buenos resultados en la predicción espacial de deslizamientos. (García, 2008, p. 87)

En este grupo encontramos técnicas como:

- Análisis Discriminante
- Regresión Logística

3. Métodos Determinísticos

Suárez (2009) afirma lo siguiente:

En el enfoque determinista, el grado de amenaza se expresa mediante el factor de seguridad de la pendiente. Con base en la información obtenida, se crea un modelo de análisis de estabilidad de taludes y se calcula el factor de seguridad del flujo suelo-roca. Estos modelos requieren información específica sobre las capas de materiales, la estructura, las propiedades de resistencia y los modelos de simulación del nivel freático basados en períodos de retorno.

El objetivo es crear una imagen de amenaza cuantitativa basada en factores de seguridad. Con el análisis de talud infinita, el análisis se puede realizar píxel por píxel y se pueden explorar áreas más grandes analizando superficies de defectos específicas. (p. 555)

Entre los métodos más comunes encontramos:

- Método del Talud Infinito
- Método California
- Método SINMAP (Stability INdex MAPping)

2.2.4.2. Metodología MORA - VAHRSON

Este método se ha usado en varios países de América Central como es Nicaragua, El Salvador y Costa Rica, dando muy buenos resultados, gracias a su rapidez y a su sencillo procedimiento de aplicación, que pueden ser trabajados en un Sistema de Información Geográfico (SIG), para obtener un mapa potencial de amenaza geotécnica por deslizamientos. (Barrantes, et al., 2011)

García (2008) afirma que “Este método identifica los factores que inciden sobre las fuerzas que generan el deslizamiento (sismo y lluvia) y los factores que aumentan la susceptibilidad de los taludes a deslizamiento (relieve, litología y humedad relativa)” (p. 68). Estos factores son los más importantes desde un enfoque de amenaza geotécnica ante deslizamientos, y los parámetros que brindan se pueden conseguir de manera rápida y económica

García (2008) establece lo siguiente:

El modelo determina la distribución espacial potencial de inestabilidad de laderas, delimitando las zonas con diferentes niveles de afectación: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto. Las zonas clasificadas como especialmente peligrosas requieren una investigación y un análisis geotécnico más detallado. Este método determina indicadores morfodinámicos, los cuales se pueden dividir en dos grupos: factores pasivos o susceptibilidad inherente a deslizamientos (S) determinados por factores de pendiente, factores de litología y condiciones de humedad relativa del suelo, factores activos o desencadenantes (T) determinados por factores como los factores de pendiente, factores litológicos y condiciones de humedad relativa del suelo. Determinado por una combinación de factores de intensidad del terremoto y de intensidad de las precipitaciones. La combinación de estos factores determina el nivel relativo de peligro o amenaza según la expresión (H): (p. 68).

$$H = S * T$$

$$H = (S_r * S_l * S_h) * (T_s + T_p) \text{ (Ecuación 1)}$$

Donde:

S_r : Factor Pendiente o Relieve Relativo

S_l : Factor Litológico

S_h : Factor Humedad Relativa del Suelo

T_s : Factor de Intensidad Sísmica

T_p : Factor de Intensidad de Precipitación

Según (Barrantes, et al., 2011) habla de estos factores, primeramente de los factores pasivos o condicionantes, los cuales están contruidos por: las propiedades intrínsecas del propio terreno (litología, estratigrafía, resistencia al corte, grado de meteorización), las característica morfológicas y geométricas de la ladera (topografía, pendiente), condiciones hidrogeológicas (humedad del terreno, nivel freático) y otros factores como estructuras geológicas, discontinuidades y estados de tensión-deformación. Y finalmente de los factores desencadenantes, activos o de disparo que correspondientes a períodos prolongados de fuertes precipitaciones (que afectan los niveles freáticos y provocan erosión), movimientos sísmicos, actividades antrópicas (excavaciones, presas, sobrecargas de edificios, construcción de carreteras, pendientes, infiltración en zonas urbanas) y esporádicas. vulcanismo (deslizamientos de tierra, lahares o flujos de escombros asociados con la actividad volcánica).

Mora (2004) afirma lo siguiente:

Para los resultados de la combinación de todos los factores no se puede establecer una escala de valores única, pues los mismos dependen de las condiciones de cada área estudiada. Por este motivo, se sugiere dividir el rango de valores obtenidos, para el área de estudio, en cinco clases de

susceptibilidad y asignar los calificativos que se presentan en el (Tabla 3). El calificativo de susceptibilidad son una representación cuantitativa de diferentes niveles de amenaza y muestran solo el área relativa de amenaza en un lugar determinado, no la amenaza absoluta. (p. 4)

Tabla 3
Clasificación de la Susceptibilidad al Deslizamiento

Clase	Calificativo de Susceptibilidad al Deslizamiento	Característica
I	Muy baja	Sectores estables, no se requieren medidas correctivas. Se debe considerar la influencia de los sectores aledaños con susceptibilidad de moderada a muy alta. Sectores aptos para usos urbanos de alta densidad y ubicación de edificios indispensables como hospitales, centros educativos, estaciones de policía, bomberos, etc.
II	Baja	Sectores estables que requieren medidas correctivas menores, solamente en caso de obras de infraestructura de gran envergadura. Se debe considerar la influencia de los sectores aledaños con susceptibilidad de moderada a muy alta. Sectores 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.
III	Moderada	No se debe permitir la construcción de infraestructura si no se realizan estudios geotécnicos y se mejora la condición del sitio. 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. Recomendable para usos urbanos de baja densidad.
IV	Alta	Probabilidad de deslizamiento alta (< 50%) en caso de sismos de magnitud importante y lluvias de intensidad

		alta. Para su utilización se deben 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.
V	Muy alta	Probabilidad de deslizamiento muy alta (> 50%) en caso de sismos de magnitud importante y lluvias de intensidad alta. Prohibido su uso con fines urbanos, se recomienda usarlos como áreas de protección.

Nota. Adaptado de Evaluación de la Susceptibilidad al Deslizamiento del Cantón De San José, Provincia De San José, Costa Rica (p. 5), por Mora, (2004), Universidad de Costa Rica.

1. Factores Condicionantes (S)

“Este factor representa las propiedades intrínsecas del terreno y sus propiedades mecánicas. Las propiedades contempladas para el análisis son el relieve, la composición litológica y la humedad del suelo” (García, 2008, p. 69).

a) Factor Pendiente o Relieve Relativo (Sr)

Chaverri (2016) afirma que este factor “se refiere al efecto que tiene la inclinación del terreno como agente pasivo en la susceptibilidad a deslizamientos, se supone que conforme se incrementa la pendiente, la probabilidad de que ocurra un deslizamiento aumenta también.” (p. 12)

Los parámetros que se usarán para este factor serán los presentados en el trabajo de Van Zuidam (1986, como citó en Mora, 2004) en la que describen los procesos característicos y esperados, y las condiciones del terreno, así como una leyenda de colores sugerida por el mismo autor, presentadas en el (Tabla 4).

Tabla 4

Clases de Pendientes, Condiciones del Terreno, Colores Sugeridos y Valoración del Parámetro (Sr)

Clase de Pendiente		Condiciones del Terreno	Color Sugerido	Valor del Parámetro Sr
Grados	Porcentaje			
0-2	0-2	Planicie, sin denudación apreciable	Verde oscuro	0
2-4	2-7	Pendiente muy baja, peligro de erosión	Verde claro	1
4-8	7-15	Pendiente baja, peligro severo de erosión	Amarillo	2
8-16	15-30	Pendiente moderada, deslizamientos ocasionales, peligro severo de erosión	Naranja	3
16-35	30-70	Pendiente fuerte, procesos denudacionales intensos (deslizamientos), peligro extremo de erosión de suelos	Rojo claro	4
35-55	70-140	Pendiente muy fuerte, afloramientos rocosos, procesos denudacionales intensos, reforestación posible	Rojo oscuro	5
> 55	> 140	Extremadamente fuerte, afloramientos rocosos, procesos denudacionales severos (caída de rocas), cobertura vegetal limitada	Morado	6

Nota. Adaptado de Evaluación de la Susceptibilidad al Deslizamiento del Cantón De San José, Provincia De San José, Costa Rica (p. 6), por Mora, (2004), Universidad de Costa Rica.

b) Factor Litológico (Sl)

Chaverri (2016) afirma que “este factor caracteriza la estructura de suelos y rocas, tomando en cuenta aspectos como composición, grado de alteración, resistencia, porosidad, permeabilidad.” (p. 13)

Los parámetros que se usarán para este factor serán los presentados por Mora y Vahrson en 1991 en el trabajo de Chaverri del 2016, en el (Tabla 5).

Tabla 5
Clasificación del factor litológico valorando la susceptibilidad a la inestabilidad de las laderas (Sl)

Litología	Características Físico-Mecánicas	Clasificación	Factor (Si)
<p>Aluviones: gruesos, permeable, compacto, con nivel freático bajo.</p> <p>Calizas: duras, permeables.</p> <p>Intrusivos: poco fisurados, bajo nivel freático.</p> <p>Basaltos, andesita, ignimbritas y similares: sanas, permeables y poco fisuradas.</p> <p>Rocas metamórficas: sanas, poco fisuradas, nivel freático bajo.</p> <p>Rocas sedimentarias: poco alteradas, estratificación maciza (decamétrica o métrica), poco fisuradas, nivel freático bajo.</p>	<p>Sanos con poca o ninguna meteorización, resistencia a la corte elevada, fisuras sanas sin rellenos.</p>	Bajo	1
<p>Rocas intrusivas, calizas duras, lava, ignimbritas o metamórficas: medianamente fisuradas o alteradas, nivel freático o profundidades intermedias.</p>	<p>Resistencia a la corte media a elevada, fracturas cizallables</p>	Moderado	2
<p>Rocas sedimentarias, rocas intrusivas, calizas duras, lava ignimbritas, tobas poco soldadas o metamórficas: medianamente alteradas.</p> <p>Coluvios, lahares, arenas, suelos regolíticos levemente compactados: drenaje poco desarrollado, niveles freáticos relativamente altos.</p>	<p>Resistencia al corte: moderada a media, fracturación importante</p>	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.	Resistencia al corte: moderada a baja.	Alto	4
Materiales aluviales, coluviales y regolíticos 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.	Resistencia al corte: muy baja, materiales blandos con muchos finos.	Muy alto	5

Nota. Adaptado de Zonificación de la susceptibilidad a deslizamiento, por medio de la metodología Mora-Vahrson, en la microcuenca del Río Macho, San José, Costa Rica (p. 14), por Chaverri, (2016), Instituto Tecnológico de Costa Rica.

También existen valores con respecto a las características geotécnicas principales de los suelos como son la cohesión y ángulo de fricción, como se muestra en la (Tabla 6).

Tabla 6
Valoración del Parámetro Susceptibilidad Litológica, Caso Suelos (Sg)

Ángulo de Fricción Efectiva [grados]	Cohesión Efectiva [kPa]	Descripción	Valoración del Parámetro S ₁
0-15	0-10	Muy Bajo	5
15-20	10-15	Bajo	4
20-25	15-20	Medio	3
25-30	20-25	Alto	2
>30	>25	Muy alto	1

Nota. Adaptado de Evaluación de la Susceptibilidad al Deslizamiento del Cantón De San José, Provincia De San José, Costa Rica (p. 7), por Mora, (2004), Universidad de Costa Rica.

c) Factor Humedad Relativa del Suelo (Sh)

Mora, R. et al. (1992, como se citó en Mora, 2004) afirma que:

En este caso, se realiza un balance hídrico simplificado utilizando la precipitación promedio mensual, suponiendo una evaporación potencial de 125 mm/mes. Por tanto, precipitaciones mensuales inferiores a 125 mm aumentan la humedad del suelo, mientras que precipitaciones entre 125 y 250 milímetros aumentan. aumentará la humedad del suelo y las precipitaciones mensuales superiores a 250 mm darán como resultado una humedad del suelo muy alta. Luego asigne los valores de la Tabla 7 al promedio mensual y sume estos valores durante los 12 meses del año para obtener un valor entre 0 y 24 unidades. Los resultados reflejan aspectos relacionados con la saturación de humedad del suelo y su distribución temporal. La estimación de parámetros se muestra en la Tabla 8. (p. 8)

Tabla 7
Valores Asignados a los Promedios Mensuales de Lluvia (Mora, R. et al., 1992)

Promedio de Precipitación Mensual [mm]	Valor Asignado
< 125	0
125-250	1
>250	2

Nota. Adaptado de Evaluación de la Susceptibilidad al Deslizamiento del Cantón De San José, Provincia De San José, Costa Rica (p. 8), por Mora, (2004), Universidad de Costa Rica.

Tabla 8*Valoración del Parámetro Humedad del Terreno (Sh) (Mora, R. et al., 1992)*

Suma de Valores Asignados a Cada Mes	Descripción	Valoración del Parámetro S_h
0-4	Muy Bajo	1
5-9	Bajo	2
10-14	Medio	3
15-19	Alto	4
20-24	Muy alto	5

Nota. Adaptado de Evaluación de la Susceptibilidad al Deslizamiento del Cantón De San José, Provincia De San José, Costa Rica (p. 8), por Mora, (2004), Universidad de Costa Rica.

2. Factores desencadenantes (T)

García (2008) afirma que:

Este factor refleja la acción de fuerzas externas y la probabilidad de que ocurran. Además, se tienen en cuenta dos factores: la intensidad del terremoto y la intensidad de las precipitaciones. (p. 71)

a) Factor de Intensidad Sísmica (T_s)

Quesada & Feoli, (2018) afirma que “este factor se determina mediante el análisis de los deslizamientos de tierra provocados por terremotos para establecer la influencia de intensidades sísmicas” (p. 27).

Mora y Vahrson se encargaron de analizar registros históricos con periodo de retorno de 100 años y plantear una relación entre la intensidad sísmica (Escala Modificada de Mercalli) y los desplazamientos observados en Centroamérica, determinando el factor de intensidad sísmica de acuerdo con la Tabla 9. (García, 2008, p. 71)

Tabla 9
Determinación del Factor de Intensidad Sísmica Basado en el Evento de 100 Años en la Escala Mercalli Modificada (Ts)

Intensidad	Aceleración PGA		Grado de Susceptibilidad	Valor Factor Ts
	MM	(% g) (m/s ²)		
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

Nota. Adaptado de Zonificación de la susceptibilidad a deslizamiento, por medio de la metodología Mora-Vahrson, en la microcuenca del Río Macho, San José, Costa Rica (p. 17), por Chaverri, (2016), Instituto Tecnológico de Costa Rica.

b) Factor de Intensidad de Precipitación (Tp)

El valor de la precipitación está dado por la cantidad de agua caída por un tiempo determinado y medida como la altura de la capa de agua que habría de formarse si se hubiese evitado la evotranspiración y la escorrentía. (Salazar, 2016, p. 24)

A partir de los valores de precipitación máxima diaria se consideran dos casos: en el primer caso, la serie temporal es mayor o menor a 10 años, la precipitación máxima se calcula mediante la probabilidad de Gumbel para un periodo de 100 años. En caso contrario, si la serie temporal es inferior a 10 años, el valor medio anual se toma del máximo diario. La Tabla 10 muestra los criterios de calificación del factor intensidad de precipitación para diferentes niveles de lluvia máxima diaria. (García, 2008, p. 71)

Tabla 10
Factor de Intensidad de Precipitación (Tp)

Lluvia Máxima (mm) n>10 años Tr=100 años	Lluvia (mm) n<10 años	Descripción	Factor Tp
<100	<50	Muy Bajo	1
101-200	51-90	Bajo	2
201-300	91-130	Medio	3
301-400	131-175	Alto	4
>401	>175	Muy alto	5

Nota. Adaptado de Metodologías para la Evaluación de Peligrosidad a los Deslizamientos Inducidos por Terremotos (p. 71), por Garcia, (2008), Universidad de Alcalá.

3. Nivel Relativo de Amenaza (H)

Una vez que se han obtenido los factores que intervienen en la metodología, se estima la evaluación de amenaza (H) de acuerdo con la Ecuación 1. La amenaza por deslizamiento se clasifica en seis niveles según la Tabla 11 (García, 2008).

Tabla 11
Clasificación de Peligrosidad o Amenaza (H) por Deslizamiento de Laderas

Amenaza (H)	Clase	Clasificación de peligrosidad potencial al deslizamiento
<6	I	Insignificante
7-32	II	baja
33-162	III	Moderada
163-512	IV	Media
513-1250	V	Alta
>1250	VI	Muy Alta

Nota. Adaptado de Metodologías para la Evaluación de Peligrosidad a los Deslizamientos Inducidos por Terremotos (p. 72), por Garcia, (2008), Universidad de Alcalá.

Mora, Vahrson & Mora (1992, como se citó en Barrantes, et al., 2011) afirma que en caso del factor detonante se puede usar de manera independiente las lluvias intensas o sismos de gran magnitud, también

esta metodología resulta apropiada para su aplicación en países en vías de desarrollo, la mayor ventaja de esta metodología es su aporte en la toma de decisiones en procesos de planificación de terrenos urbanos, evaluaciones regionales de amenazas por deslizamientos y en planes de gestión de riesgo, sin la sustitución de estudios necesarios para el diseño de obras civiles y una desventaja primordial es la incapacidad de determinar el tipo de deslizamiento que se podría presentar.

2.2.4.3. Zonificación Geotécnica

Lopez & Robayo (2007) afirma que:

Las zonificaciones geotécnicas se presentan como un importante instrumento técnico que permite definir aspectos como: estimación de grado de amenaza por factores naturales, caracterización geotécnica de suelos y rocas, identificación y caracterización de las fuentes de materiales de construcción, definición de la estabilidad posible de cada zona ante obras civiles como edificios o vías, y llegar al uso recomendado del suelo desde el punto de vista de estabilidad. (p. 19)

1. Metodología de Zonificación

Lopez & Robayo (2007) afirma que:

Las metodologías de zonificación son muy diversas, pero tienden siempre a llegar a un mismo objetivo, que es el de modelar gráficamente una zona partiendo de información geológica y geotécnica. Algunas características generales que los métodos suelen incluir son: (p. 21-22).

- Incluye los parámetros básicos necesarios.

- Recomienda un procedimiento de análisis flexible dependiendo de la gravedad y el impacto del problema. Adecuado para una variedad de análisis específicos y trabajos de diversos tamaños.
- El resultado final debe ser comprensible para personas ajenas al evento.
- El lenguaje debe ser técnico pero sencillo al mismo tiempo.

El método tiene en cuenta factores como la geología, las propiedades geomecánicas del suelo, la pendiente, la hidrología, el clima, la vegetación y el uso actual del suelo.

Según Lopez & Robayo (2007), la geología, estudia los materiales del suelo y el subsuelo, con el objetivo de que sean identificados, seleccionados y tratados en las cimentaciones de construcciones de obras civiles. Caracterización geomecánica, realiza una descripción detallada del suelo, como la resistencia, plasticidad, entre otros, también de la roca con información a nivel de macizo rocoso. Pendiente, relación basada con la estabilidad de taludes, describe la topografía del terreno. Finalmente, Hidrología, Clima y Vegetación, que con la participación de agua contribuye a la licuación y asentamientos de obras civiles debido a la consolidación. Analizados desde un punto de vista de ingeniería podrán tener influencia en la estabilidad del terreno, en la generación de amenazas y en el comportamiento de futuras obras civiles. (p. 22-23)

2. Etapas de Zonificación

Según Forero Dueñas (1994, como se citó en Lopez & Robayo, 2007), confirma que una zonificación geotécnica comprende cinco etapas básicas que son: (p. 23-25).

a) Recopilación y Análisis de la Información Existente

La información que se puede encontrar tanto en bibliotecas como en agencias gubernamentales, ya sea del alcalde o de la oficina de planificación, muchas veces queda en un segundo plano y no se valora, faltando muchas veces pequeños datos que afectan el desarrollo futuro de la obra. Adicionalmente, conocer la ubicación del estudio y tener en cuenta las condiciones generales del sitio es importante, ya que da una idea del alcance y escala del proyecto.

b) Investigación de Campo

Esta actividad es importante porque aquí se realiza un análisis preliminar de los aspectos más significativos del estudio, se revelan algunos detalles inicialmente poco claros y se identifican áreas teóricamente menos representativas pero representativas. La diferencia ya es visible en el acto. Dependiendo del tipo de zonificación y para lograr sus objetivos, Forero Dueñas insiste en organizar observaciones detalladas en zonas centrales como laderas afectadas por remociones a gran escala, áreas de erosión y áreas con problemas de derrumbe, áreas con exceso de población y sitios de expansión. Se muestran sitios y sectores donde el manejo inadecuado de la tierra es un problema.

El trabajo de campo es el más costoso de cualquier proyecto de zonificación, por lo que su éxito depende de una buena planificación y un buen cronograma, de lo contrario se desperdiciará tiempo y dinero.

c) Ensayos de Laboratorio

Las pruebas de suelo en laboratorio se pueden dividir en cuatro categorías: pruebas de propiedades básicas, pruebas de resistencia al corte, pruebas de deformación y pruebas de permeabilidad. Durante el desarrollo de este trabajo se utilizaron pruebas de caracterización básica, proporcionando resultados relacionados con el contenido de humedad natural, límites de Atterberg (límites líquido y plástico), mediciones de partículas, gravedad específica, gravedad específica y las más importantes de ellas, como cohesión y fricción.

En la Tabla 13, se muestran parámetros característicos del suelo enfocados en la cohesión y ángulo de fricción en cada tipo de suelo, importante para comparar los datos de laboratorio de esta investigación.

Tabla 12
Parámetros Característicos del Suelo

TIPOS DE SUELO	DENSIDADES APARENTES		ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA	COHESIÓN		
	Sobre Nivel Freático			Bajo Nivel Freático	Tn/m ²	Kg/cm ²
	Húmedo	Saturado				
NO COHESIVOS	(Tn/m ³)	(Tn/m ³)	(Tn/m ³)	(grados)		
Arena suelta (compacidad 0,3)	1.7	1.9		30°		

Arena media compacta (compacidad 0,3 - 0,5)	1.8	2.0		32,5°		
Arena compacta (compacidad 0,5)	1.9	2.1		35°		
Grava	1.7	2.0		35°		
Grava - Arena (heterogénea)	1.9	2.1		35°		
Piedras, piedra picada	1.7			35°		
COHESIVOS						
Arcilla media dura	2.1		1.1	15°	2.5	0.25
Arcilla rígida	2.0		1.0	15°	1.0	0.1
Arcilla plástica	1.8		0.8	15°	0	0
Arcilla arenosa (marga) rígido duro	2.2		1.2	22,5°	0.5	0.05
Arcilla arenosa (marga) plástica limo rígido duro	2.1		1.1	22,5°	0	0
Limo rígido plástico duro	2.0		1.0	22,5°	0.2	0.02
Limo plástico	1.9		0.9	22,5°	0	0
Limo orgánico (arcilla orgánica)	1.7		0.7	10°	0	0
Turba	1.1		0.1	15°	0	0

Nota. Adaptado de Zonificación Mediante el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) Y la Capacidad Portante del Suelo, para Viviendas Unifamiliares en la Expansión Urbana del Anexo Lucmacucho Alto - Sector Lucmacucho, Distrito de Cajamarca (p. 52), por Briones & Irigion, (2015), Universidad Privada del Norte.

d) Procesamiento, Análisis de Resultados, Conclusiones y Recomendaciones

Se trata de un resumen de toda la información recogida en los pasos anteriores para finalmente crear un mapa temático que sintetice gráficamente la teoría. El modelo refleja la división regional desde una perspectiva conductual. Estas áreas o zonas mostrarán su vulnerabilidad y comportamiento frente a los peligros naturales.

Cada paso se completa en un orden específico, pero si desea volver a un paso anterior para reorganizarlo y arreglar parte del flujo de retroalimentación, puede hacerlo.

2.2.5. Sistema de información geográfica SIGs

2.2.5.1. Historia de los SIGs

Suárez (2009), afirma que:

El primer sistema de información geográfica computarizado fue desarrollado en los años 1960s, pero su real utilización empezó en los años 1970s. El primer SIG empleado para zonificar los deslizamientos, fue reportado por Newman y otros (1978) para un trabajo en California. La utilización de SIGs para el análisis de susceptibilidad a los deslizamientos, ha sido reportada en varias ocasiones por el U.S. Geological Survey (Brabb 1978, 1984, 1995). Estos estudios tienen en cuenta otros factores como la geología, las pendientes y los deslizamientos activos. Posteriormente se realizó un trabajo basado en análisis estadístico multivariado,

especialmente en Carrara, Italia. Recientemente, el uso de modelos deterministas en SIG se ha vuelto popular debido a factores de seguridad. (p. 531)

2.2.5.2. Partes de un SIG

Según Burrough (1986, como se citó en Suarez, 2009) Los SIG se definen como un conjunto de poderosas herramientas para recopilar, almacenar, recuperar, transformar y presentar datos en forma espacial. (p. 531)

El sistema de información geográfica incluye los siguientes componentes:

- Entrada y validación de datos.
- Almacenamiento y manipulación de datos.
- Conversión y análisis de datos.
- Salida y presentación de información.

Suarez (2009) afirma que “el análisis de amenaza a los deslizamientos, requiere de la modelación de interacciones complejas entre un número grande de factores parcialmente interrelacionados y de la evaluación de las relaciones entre varias condiciones del terreno y la ocurrencia de deslizamientos” (p. 531).

Existen diferentes sistemas, los cuales difieren entre sí con respecto a:

- Tipo de estructura de datos.
- Técnicas de compresión de información.
- Dimensión (dos o tres dimensiones).
- Hardware requerido.

- Interface de usuario.

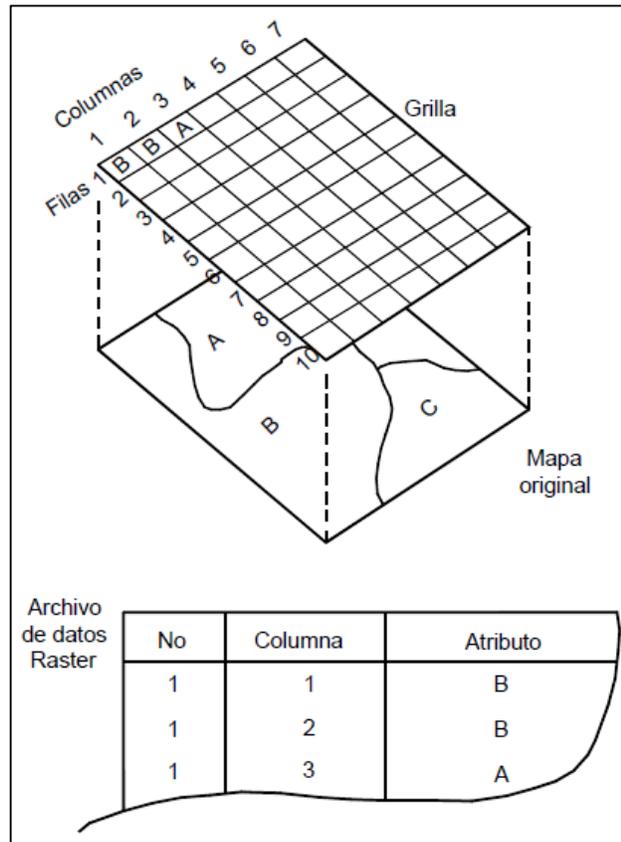
2.2.5.3. Modelo “raster”

Suárez (2009), opina que:

El modelo “raster” utiliza celdas o píxeles sobre un mapa. Cada celda posee unas determinadas propiedades las cuales se muestran en la Figura 19. Los datos o atributos de la entidad se almacenan en capas. SIG manipula información en cada capa. Al utilizar la tecnología SIG, es importante que cada capa de información esté formada por el mismo tipo de elementos (puntos, líneas o polígonos). A cada mapa o capa se le asigna un valor de calificación o escala, y el mapa se deriva en base a un modelo que integra todas las variables.

El sistema puede procesar imágenes como fotografías aéreas escaneadas e imágenes de satélite y debería poder realizar análisis espaciales en múltiples mapas y tablas de atributos. Las funciones requeridas incluyen superposiciones de mapas, reclasificación y otras funciones espaciales que involucran restricciones lógicas o aritméticas. En muchos casos, el modelado de deslizamientos de tierra requiere la aplicación interactiva de análisis similares utilizando diferentes parámetros. Por lo tanto, los SIG deberían permitir el uso de grupos de archivos y macros para ayudar a desarrollar estas interacciones. (p. 532).

Figura 19
 Modelo “raster”



Nota. Adaptado de Deslizamientos. Tomo I: Análisis Geotécnico (p. 531), por Suarez, (2009), Universidad Industrial Santander.

2.2.5.4. Ventajas y Desventajas del Uso de SIGs

Suarez (2009) asegura que “Las ventajas de utilizar SIGs para la zonificación de amenazas de deslizamiento son las siguientes:” (p. 532).

- Se puede utilizar una gama más amplia de métodos analíticos porque los métodos computacionalmente rápidos y complejos requieren superponer una gran cantidad de mapas y tablas.
- Puede refinar modelos, evaluar resultados y ajustar variables de entrada. En ocasiones se utiliza un sistema de prueba y error,

ejecutando el modelo varias veces hasta obtener resultados satisfactorios.

- En general, el proceso de análisis produce nueva información que puede actualizarse rápidamente en el modelo.

Las desventajas del uso de los SIGs, para la zonificación de amenazas de deslizamiento, son el tiempo relativamente largo de digitalización y el peligro de dar mucha importancia al análisis de datos con poca influencia de la experiencia profesional, lo cual es muy útil y generalmente indispensable para que el modelo no termine siendo un ejercicio teórico, no aplicable. (Suárez, 2009, p. 532).

2.2.5.5. La Recolección de Datos

Suarez (2009) asegura que “La recolección de los datos y su estructuración debe contener:” (p. 532).

- Bases cartográficas homogéneas a una determinada escala, donde los niveles climáticos en una misma base deben coincidir entre sí, por ejemplo, deben tener la misma escala de trabajo y el mismo sistema de proyecciones geográficas.
- Construir información de forma jerárquica. La base de datos debe estar compuesta por elementos temáticos independientes, y cada elemento temático debe tener información con el mismo contenido y fuente. Se debe incluir la fuente de información, fecha y validez, escala y sistema de coordenadas utilizado.

2.2.5.6. Escala de los Mapas

Según Van Westen (2005, como se citó en Suarez, 2009), Asegurar que la zonificación se pueda realizar a diferentes escalas según las siguientes escalas recomendadas por la Asociación Internacional de Ingeniería Geológica (1976), IAEG y otros autores: (p. 532).

- Escala nacional (más de 1: 1.000.000). A esta escala, se pueden tomar decisiones de política general, pero es posible que no se definan enfoques de prevención o gestión.
- Escala regional (1:100.000 a 1:500.000).
- Escala media (1:15.000 a 1:50.000). Este nivel proporciona información sobre la amenaza o riesgo y permite evaluar el coste. Áreas de hasta 200 kilómetros cuadrados mediante métodos estadísticos.
- Escala grande (1:5.000 a 1:15.000). Esta escala permite tomar decisiones de prevención y manejo. Generalmente, la escala 1:5.000 es la mejor para establecer planes de manejo de los riesgos (Leroi, 1996).
- Escala detallada (1:5.000 a 1:2.000). Para realizar planes detallados utilizando métodos numéricos o deterministas.

Dependiendo de la escala se pueden obtener mapas de diversa utilidad, por ejemplo, para la planeación general, se pueden utilizar mapas a escala regional, trabajando áreas hasta 1.000 kilómetros cuadrados, pero para la zonificación urbana, se requiere trabajar en escalas detalladas que permitan trazar líneas muy claras de delimitación de las áreas de amenaza o de riesgo. (Suárez, 2009, p. 533).

2.3. Definición de términos básicos

- **Amenaza Geotécnica:** "Probabilidad de ocurrencia de un fenómeno potencialmente destructivo de origen geotécnico en un período específico y en un área determinada" (Suárez, 2019, p. 45).
- **Vulnerabilidad:** "Grado de pérdida de un elemento o conjunto de elementos en riesgo, como resultado de la probable ocurrencia de un suceso desastroso" (Cardona, 2020, p. 78)
- **Peligro:** "Probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural o inducido por la actividad humana, potencialmente dañino, para un período específico y una localidad o zona conocida" (CENEPRED, 2021, p. 12)
- **Hidrometeorológica:** "Fenómenos hidrometeorológicos son aquellos generados por la acción violenta de los agentes atmosféricos, tales como: huracanes, inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres; tormentas de nieve, granizo, polvo y electricidad; heladas, sequías, ondas cálidas y gélidas" (CENAPRED, 2019, p. 17)
- **Zonificación:** "Proceso de sectorización de un territorio en unidades espaciales relativamente homogéneas según criterios preestablecidos" (González, 2018, p. 156)
- **Topografía:** "Ciencia que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la superficie terrestre" (Wolf & Ghilani, 2021, p. 3)
- **Geotecnia:** "Rama de la ingeniería geológica e ingeniería civil que se encarga del estudio de las propiedades mecánicas, hidráulicas e ingenieriles de los materiales provenientes de la Tierra" (Das, 2020, p. 4)

- **Geología:** "Ciencia que estudia la Tierra, su composición, estructura, procesos físicos y biológicos, y su historia" (Tarbuck & Lutgens, 2019, p. 2)
- **Esfuerzo de Cedencia:** "Punto en la curva esfuerzo-deformación donde ocurre un incremento de la deformación sin incremento del esfuerzo" (Beer et al., 2020, p. 89)
- **Quebrada:** "Valle estrecho y abrupto excavado por una corriente de agua estacional o permanente" (Instituto Geográfico Nacional [IGN], 2019, p. 45).
- **Imagen SHP:** "Formato de archivo informático propietario de datos espaciales desarrollado por ESRI, que se ha convertido en formato estándar de facto para el intercambio de información geográfica" (ESRI, 2021, p. 12)
- **Imagen Raster:** "Matriz de celdas o píxeles organizados en una cuadrícula donde cada celda contiene un valor que representa información" (Campbell & Wynne, 2021, p. 67)
- **Erosión Cárstica:** "Proceso de disolución química de las rocas carbonatadas que produce formas características del relieve" (Ford & Williams, 2020, p. 123)
- **Clivaje:** "Propiedad de algunos minerales y rocas de romperse según planos paralelos bien definidos" (Klein & Dutrow, 2018, p. 234)
- **Pelíticos:** "Referente a rocas sedimentarias de grano fino compuestas principalmente por minerales arcillosos" (Boggs, 2019, p. 156)
- **Microconglomeráticas:** "Rocas sedimentarias formadas por clastos redondeados de tamaño pequeño, generalmente entre 2 y 4 mm de diámetro" (Tucker, 2018, p. 89).
- **Clastos:** "Fragmentos de roca preexistente o mineral que han sido transportados y depositados para formar una nueva roca sedimentaria" (Nichols, 2019, p. 45)

- **DEM (modelos Digitales de Elevación):** "Representación digital de la superficie del terreno por medio de un conjunto de valores de elevación en una matriz de números" (Wilson & Gallant, 2020, p. 7)
- **Kriging:** "Método geoestadístico de interpolación que predice valores desconocidos de una variable a partir de datos observados en puntos conocidos" (Webster & Oliver, 2019, p. 182)

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Los deslizamientos en las quebradas Chaquipa, Maranchacra y Machgayacu, que pertenecen al Distrito de Yanahuanca, en la Provincia Daniel Alcides Carrión, Región Pasco, presentan una amenaza geotécnica, moderada, evidenciado por los resultados de los métodos de Mora-Vahrson y Reglas Empíricas, que consideran la interacción entre factores condicionantes y detonantes en la zona de estudio.

2.4.2. Hipótesis específicas

- Los factores de susceptibilidad que determinan el nivel de amenaza geotécnica en las quebradas estudiadas presentan condiciones significativas, caracterizadas por pendientes superiores a 16° , presencia de materiales con resistencia al corte moderado, niveles de humedad con una precipitación mensual menor a 125 mm y propiedades geotécnicas desfavorables con un ángulo de fricción menor a 35° .
- Los factores detonantes incrementan significativamente el nivel de amenaza geotécnica, evidenciado por precipitaciones menores a 50 mm por un tiempo menor a 10 años y una actividad sísmica caracterizada

por eventos de magnitud menor a 4.5 en la escala de Richter en un radio de 10 km de la zona de estudio.

2.5. Identificación de variables

2.5.1. Variable independiente

- Amenaza Geotécnica

2.5.2. Variable dependiente

- Deslizamientos

2.5.3. Variable interviniente

- Factores Condicionantes
- Factores Desencadenantes

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

2.6.1. Variable Dependiente:

- **VARIABLE**

Deslizamientos

- **DEFINICIÓN CONCEPTUAL**

Los deslizamientos son desplazamientos de masas compuestas por suelo, roca y/o vegetación que se mueven cuesta abajo debido a la acción de la gravedad, provocados por la pérdida de equilibrio del terreno.

- **INDICADORES Y UNIDAD DEL INDICADOR**

- Tipo de Suelo - Clasificación SUCS
- Tipo de Roca - Clasificación litológica

- Elevación del Terreno - Metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.)
- Pendiente de Terreno – Grados (°) y/o Porcentaje (%)

2.6.2. Variable Independiente:

➤ VARIABLE

Amenaza Geotécnica

➤ DEFINICIÓN CONCEPTUAL

La amenaza geotécnica se define como la probabilidad de que se produzca un fenómeno geotécnico, como un deslizamiento de tierra, que pueda generar impactos negativos en la población, las infraestructuras o el entorno natural en una región específica y durante un período determinado.

➤ INDICADORES Y UNIDAD DEL INDICADOR

- Nivel de Susceptibilidad - Porcentaje (%)
- Tipo de Evento Detonante - Clasificación nominal (precipitación, sismicidad, etc.)
- Ángulo de Fricción del Suelo - Grados (°)
- Cohesión del Suelo - Kilopascales (kPa)

2.6.3. Variable Interviniente:

➤ VARIABLE

Factores Condicionantes

Factores Desencadenantes

➤ DEFINICIÓN CONCEPTUAL

Los factores condicionantes y desencadenantes son elementos geológicos, topográficos y climáticos que afectan de manera directa la

probabilidad de deslizamientos de tierra, influyendo en la estabilidad o inestabilidad de una pendiente.

➤ **INDICADORES Y UNIDAD DEL INDICADOR**

- Elevación del Terreno - Metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.)
- Pendiente de Terreno - Grados (°) y/o Porcentaje (%)
- Tipo de Roca - Clasificación litológica
- Promedio de Precipitación Mensual - Cantidad de agua precipitada en un período mensual (mm)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

El tipo de **Investigación es Aplicada**, porque el fin de este proyecto es generar un mapa de amenaza geotécnica para que los gobernantes de la ciudad de Yanahuanca puedan tener más recursos ante una toma de decisiones para la gestión de riesgo, porque según Valderrama (2015) este tipo de investigación se encuentra ligada a la investigación básica, porque depende de sus descubrimientos y aportes teóricos el generar beneficios y bienestar a la sociedad.

También el enfoque de esta investigación es **Cuantitativo** porque deseamos determinar la magnitud de la amenaza geotécnica, como menciona Hernández (2014) “un enfoque cuantitativo es fundamental evaluar y cuantificar la frecuencia y la intensidad con la que ocurren los fenómenos o problemas de investigación, entendiendo cada cuánto se presentan y la magnitud de su impacto”.

3.2. Nivel de investigación

Como menciona Carrasco (2006) “el nivel descriptivo de una investigación se centra en responder preguntas como: ¿cómo se presentan?, ¿dónde se

encuentran?, ¿cuál es su cantidad? y ¿quiénes están involucrados? Este enfoque permite detallar las características, propiedades y aspectos clave de los hechos y fenómenos tal como son en un contexto específico y en un momento histórico determinado”, en base a lo mencionado por Carrasco, esta investigación tiene un **Nivel Descriptivo**, porque esta investigación busca determinar el nivel de amenaza geotécnica por deslizamiento en las quebradas Chaquipa, Maranchacra y Machgyacu.

3.3. Métodos de investigación

El método usado en este proyecto es el **Método Descriptivo**, según Hernández (2014) El objetivo de este método es conocer las propiedades, características y perfiles del fenómeno analizado. Es decir, están destinados únicamente a medir o recopilar información individual o colectivamente sobre los conceptos o variables a los que se refieren, y no pretenden mostrar cómo se relacionan esos conceptos o variables.

En este proyecto se tomaron muestras representativas de suelo en las tres quebradas Chaquipa, Maranchacra y Machgayacu, para analizar el tipo de suelo y propiedades a fines de amenaza geotécnica, se procesaron imágenes satelitales, se usó la superposición de mapas de Geología, Pendientes, Humedad de Suelo, Intensidad Sísmica, Precipitación, Cobertura Vegetal, para hallar el nivel de amenaza de la zona estudiada, divididas en áreas homogéneas.

3.4. Diseño de investigación

El Diseño de la investigación es **No Experimental – Transeccional – Descriptiva**, de acuerdo Hernández (2014) “afirma que, en un estudio no experimental, no genera ninguna situación, sino que se observan situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente en la investigación por quien la

realiza”. También nos comenta que la clasificación transeccional tiene como propósito, describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Y que el nivel descriptivo tiene como objetivo indagar la incidencia de las modalidades o niveles de una o más variables.

Por estas razones se analiza y evalúa la amenaza geotécnica en un área donde se encuentran las 3 quebradas en su estado natural, se estudian los niveles de amenaza y se plasman en un mapa para una mejor comprensión y así tener más recursos en el área de gestión de riesgos, para una buena toma de decisiones en esta ciudad.

3.5. Población y muestra

El tipo de muestra para esta tesis es, no probabilística, como menciona Hernández (2014) Las muestras no probabilísticas se eligen en función de las características de la investigación y no buscan representar a toda la población, lo que limita su capacidad de generalización estadística. Aunque no permiten calcular con precisión el error estándar ni aplicar estadística inferencial con total fiabilidad, son útiles en estudios donde se requiere seleccionar casos específicos. En enfoques cualitativos, estas muestras resultan valiosas, pues permiten profundizar en casos que aportan gran riqueza y contexto para el análisis.

Gracias a esta teoría se seleccionan las quebradas Chaquipa, Maranchacra y Machgayacu, porque responde a criterios específicos para esta investigación en términos de amenaza geotécnica por deslizamiento, ya que impacta directamente a la seguridad para la ciudad de Yanahuanca.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas de Recolección de Datos

Según Carrasco (2006) afirma que las técnicas más importantes que pueden emplearse son las siguientes:

- Técnicas para la recolección de información mediante el análisis de documentos.
- Técnicas para la recolección de información de datos llamado también técnicas para la investigación de campo.
- Técnicas de Laboratorio, se emplea para realizar investigaciones especialmente en laboratorio.
- Técnicas Estadísticas, se emplean para el muestreo, el procesamiento de datos, así como la presentación de resultados.

Este proyecto cuenta con 3 de estas técnicas:

- Técnica de Análisis Documental
 - Imágenes Satelitales
- Técnica de Investigación de Campo
 - Calicatas en Campo
 - Densidad de Campo
- Técnicas de Laboratorio
 - Cálculo de Humedad
 - Granulometría
 - Límites de Attemberg
 - Corte Directo

3.6.2. Instrumentos de Recolección de Datos

Como menciona Hernández (2014) “Un instrumento de medición adecuado es aquel que registra datos observables que representan verdaderamente los conceptos o las variables que el investigador tiene en mente”

a) Instrumentos de Campo

➤ Levantamiento de Información

- Cámara Fotográfica
- Tarjeta MicroSD

➤ Levantamiento Topográfico

- Estación Total
- GPS
- Cuaderno de Campo

➤ Estudio de Mecánica de Suelos en Campo

- Fichas de Densidad de Campo

➤ Estudio de Mecánica de Suelos en Laboratorio

- Fichas de los Diferentes Ensayos (granulometría y corte directo)

b) Instrumentos en Gabinete

- Documentos de INGEMMET y CENEPRED y proyectos de investigación de diversos autores.
- Instrumentos del laboratorio de suelos (documentos de Límites de Atterberg, Granulometría, y Corte directo)

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

Para esta investigación, se obtuvieron datos de campo y de laboratorio, y para la validación y confiabilidad de los valores de los estudios de mecánica de suelos se usaron materiales e instrumentos debidamente calibrados del Laboratorio

de Mecánica de Suelos y Concreto “ZEMCO”, cuyos resultados se adjuntan en el Anexo 1.

Para los datos topográficos se utilizaron imágenes ráster de la página web GEOCATMIN e INGEMMET y se procesaron con el programa ArcGIS.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Las Técnicas de Procesamiento que se usaron en esta investigación, son softwares para procesar Imágenes Satelitales, Mapas Digitales, como son ArcGIS, Google Earth y Autocad Civil 3d.

El Análisis de Datos se realizó mediante cuadros, tablas y modelos matemáticos.

3.9. Tratamiento estadístico

Según Hernández (2014) “la tarea de la estadística descriptiva es describir los datos, los valores o las puntuaciones obtenidas para cada variable, de esa manera se logrará describir la distribución de las puntuaciones o frecuencias de cada variable”. Por esta razón la **estadística descriptiva** se usará para responder los objetivos de esta investigación, mediante el software Microsoft Excel.

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica

Esta investigación nace de la necesidad de comprender y prevenir los riesgos naturales que afectan a la población local. Como señala González-Herrera (2019), "el estudio de las amenazas geológicas requiere un enfoque integral que combine el rigor científico con la responsabilidad social, priorizando siempre el bienestar de las comunidades afectadas" (p. 45). Este principio guía la orientación ética de nuestro estudio, donde la generación de conocimiento está íntimamente ligada con su aplicación práctica en beneficio de la sociedad.

La base filosófica se sustenta en la observación directa y medición de la realidad física del territorio, reconociendo que "la comprensión de los procesos geológicos requiere una aproximación objetiva pero sensible al contexto local y sus particularidades" (Mendoza-López, 2021, p. 78). Este enfoque nos permite integrar el conocimiento científico con las necesidades reales de prevención y mitigación de riesgos en la zona.

Nuestra aproximación epistemológica combina la rigurosidad del método científico con la sensibilidad hacia el conocimiento local, empleando datos oficiales y observaciones de campo para construir una comprensión profunda de los procesos de deslizamiento. Los resultados de este estudio no solo buscan aportar al conocimiento académico, sino también proporcionar herramientas prácticas para la toma de decisiones en la gestión del riesgo local.

En conclusión, esta investigación reconoce su responsabilidad en la generación de información que impactará directamente en la seguridad pública, manteniendo siempre la transparencia y objetividad en la presentación de resultados.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

4.1.1. Características Generales de la Zona de Estudio

➤ Ubicación

La ciudad de Yanahuanca, capital administrativa de la provincia Daniel Alcides Carrión, se encuentra estratégicamente situada en la región central del Perú, específicamente en el departamento de Pasco. Su localización geográfica resulta particularmente significativa debido a su emplazamiento en un fértil valle interandino, presentando una altitud de 3,190 m.s.n.m., característica que influye determinadamente en sus condiciones climáticas y desarrollo socioeconómico.

➤ Geomorfología

Desde una perspectiva geomorfológica, la urbe se asienta en la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes, específicamente en la sierra central peruana. Su territorio se caracteriza por estar bañado por las aguas del río Chaupihuaranga, tributario del sistema hidrográfico

del Huallaga, factor que ha configurado significativamente el paisaje y las dinámicas territoriales de la región.

➤ **Delimitación Territorial**

En cuanto a su delimitación territorial, la ciudad presenta las siguientes colindancias:

- Sector Septentrional: Limita con el distrito de Goyllarisquizga
- Sector Meridional: Colinda con el distrito de Yanahuanca
- Sector Oriental: Se encuentra delimitado por el distrito de Ticsacayán
- Sector Occidental: Presenta límites con el distrito de San Pedro de Pillao

La posición geográfica de Yanahuanca reviste particular importancia al constituirse como núcleo articulador de actividades administrativas y comerciales en la provincia Daniel Alcides Carrión. Su ubicación privilegiada en el valle interandino ha determinado condiciones microclimáticas específicas que han influido sustancialmente en el desarrollo de las actividades económicas y manifestaciones socioculturales de la población local.

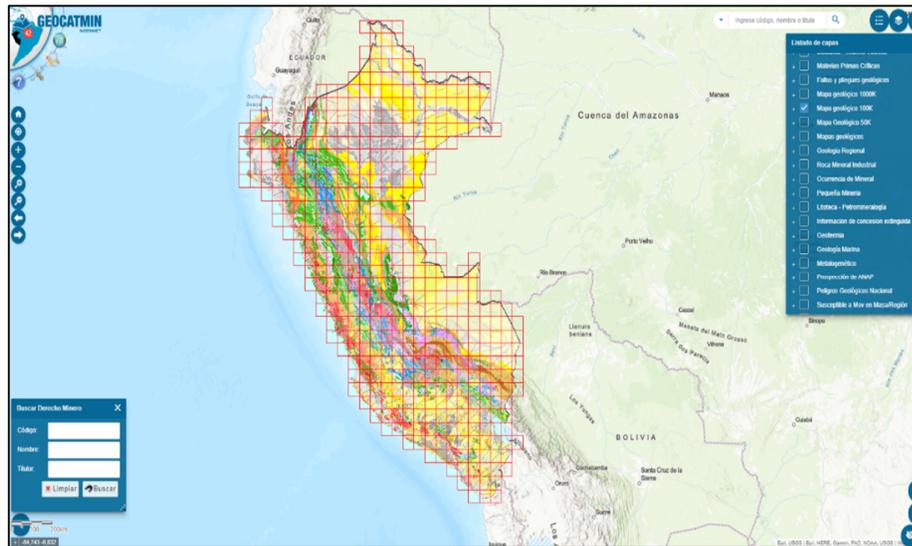
4.1.2. Metodología Heurística MORA – VAHRSON

4.1.2.1. Factores Condicionantes

1. Factor Litológico (SI)

La extracción de datos para el plano geológico se realiza desde la plataforma web GEOCATMIN.

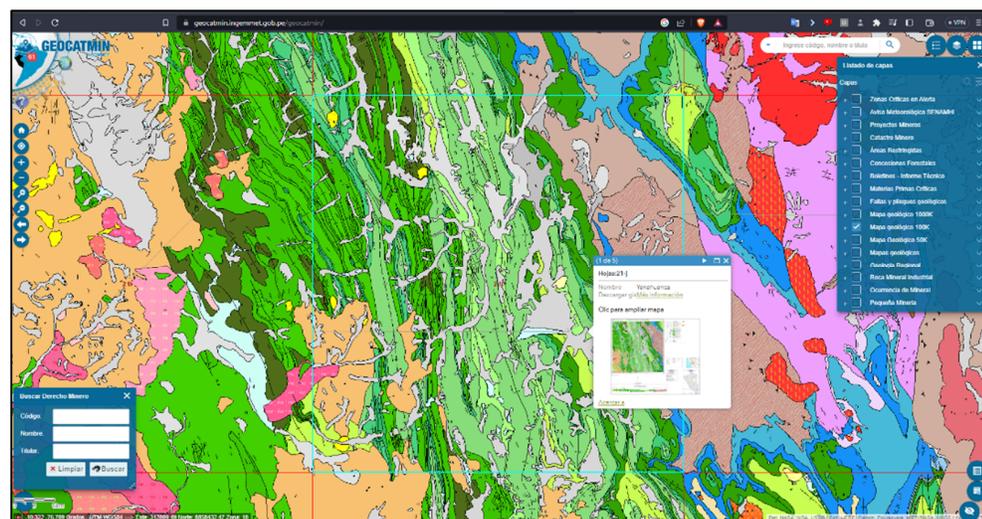
Figura 20
Plataforma GEOCATMIN



Fuente: <https://geocatmin.ingemmet.gob.pe/geocatmin/>

Según **La Carta Geológica Nacional** a escala **1:100,000** está conformada por 501 cuadrángulos, los cuales fueron cartografiados entre los años 1960 y 1999. Desde la página web se procede a ubicar el cuadrante donde se encuentra el área de investigación, en este caso es el cuadrante 21-J, y se procede a descargar el archivo.

Figura 21
Cuadrante 21 - J



Fuente: <https://geocatmin.ingemmet.gob.pe/geocatmin/>

Debido a que la página web proporciona información geológica a escala 1:50 000, se ha constatado que, en el caso específico del proyecto, el área de investigación no cuenta aún con información geológica disponible a esta escala.

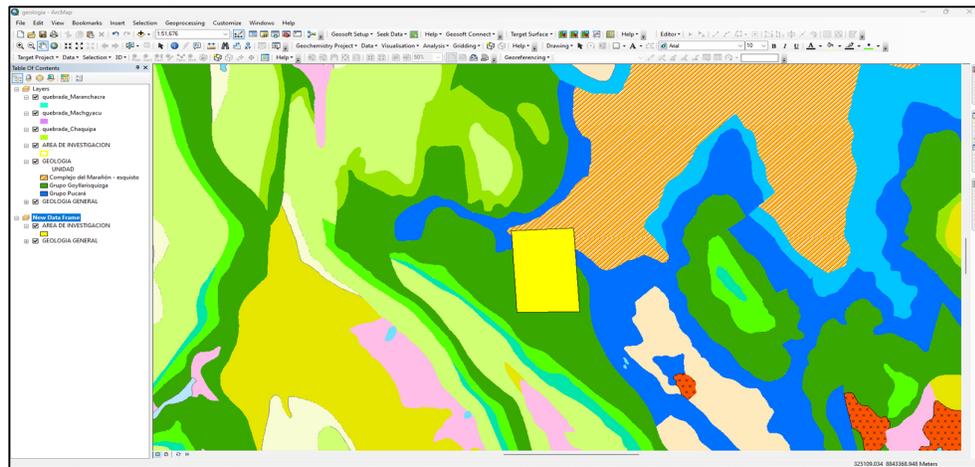
Figura 22
Ubicación del área de investigación



Fuente: <https://geocatmin.ingemmet.gob.pe/geocatmin/>

Al obtener los archivos de la página web, se continúa con el procesamiento de datos en el software ArcGIS con el fin de generar un archivo SHP que se ajuste al tamaño del área de investigación correspondiente. Dicho archivo será utilizado posteriormente en el tratamiento de datos.

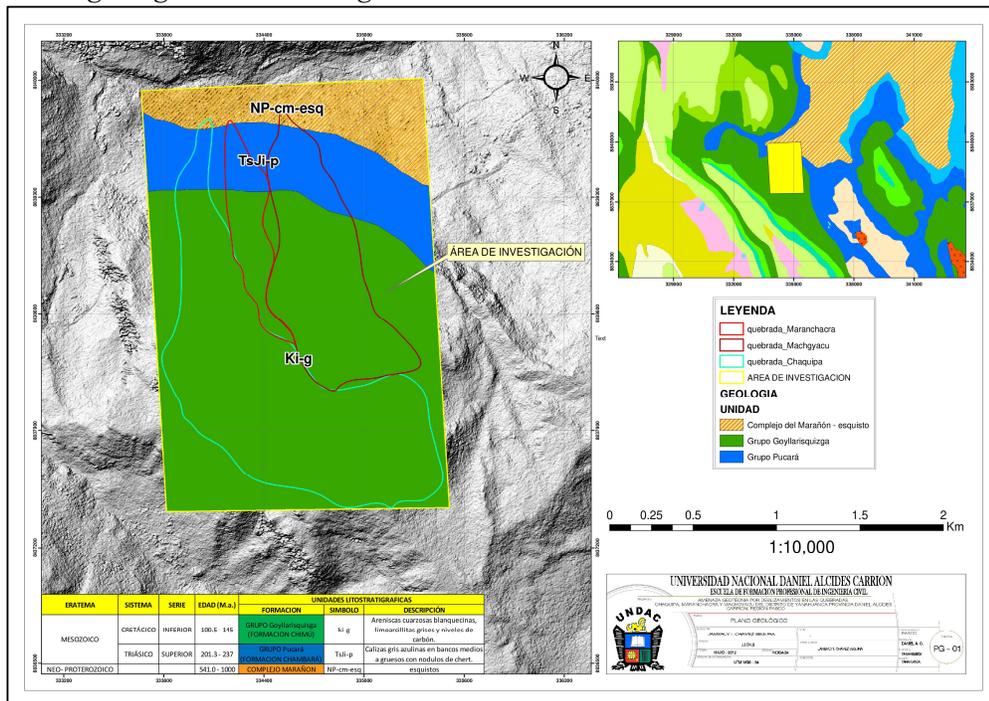
Figura 23
Datos en el software ArcGIS



Fuente: Elaboración propio

Después de procesar los datos que brindan la página de INGEMET se obtiene el siguiente plano Geológico del área de investigación:

Figura 24
Plano geológico de la investigación



Fuente: Elaboración propio

Se observa que se presentan las siguientes formaciones:

- a) Grupo GOYLLARISQUISGA (FORMACIÓN CHIMÚ):** La Formación Chimú consiste Principalmente de estratos comunes de areniscas blancas y macizas en capas de 1 a 3 m de espesor y en total la secuencia completa de la unidad puede variar entre 600 m en la parte Sur a 100 m en la parte Norte. (Boletín A 76, pág. 84, <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/199>).
- b) Grupo PUCARÁ (FORMACIÓN CHAMBARÁ):** La litología observada en la mayoría de las ocurrencias de esta unidad corresponde a calizas bastante afectadas por la meteorización y erosión cárstica, mostrando costras pardo-amarillentas con óxidos de Hierro, se distinguen trazas de cuarzo, opacos y cloritas. No se han observado restos de fósiles. (Boletín A 76, pág. 63, <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/199>).
- c) Complejo MARAÑÓN:** En la parte oriental del cuadrángulo de La Unión y Yanahuanca se presentan afloramientos rocosos de edad Neoproterozoica. Las rocas en la ventana geológica son lutitas, lutitas y filitas de color marrón a gris, con areniscas masivas esporádicas de unos 30 cm de espesor. Hay muchas vetas pequeñas de cuarzo que pueden ser el resultado de un desprendimiento de metamorfismo regional de bajo grado. La división está bien desarrollada pero su distribución es extremadamente irregular. (Boletín A 76, pág. 44, <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/199>)
- **Esquistos:** Entre Jivia y Pichogoragra (Yanahuanca) existe un cinturón de esquistos irregular de hasta 14 km de ancho. La roca rica es una lutita laminada de color gris oscuro a tostado con capas

de entre 10 y 60 cm de espesor. Se pueden encontrar capas intermedias de ciertas clases de conglomerados que consisten en fragmentos de cuarzo, cuarcita, esquisto y secciones de microconglomerados. La cuarcita gris erosionada también se encuentra en abundantes vetas de cuarzo y en algunos diques de diabasa de color gris verdoso oscuro. (Boletín Chiquián 21i, pág. 44,

<https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/199>)

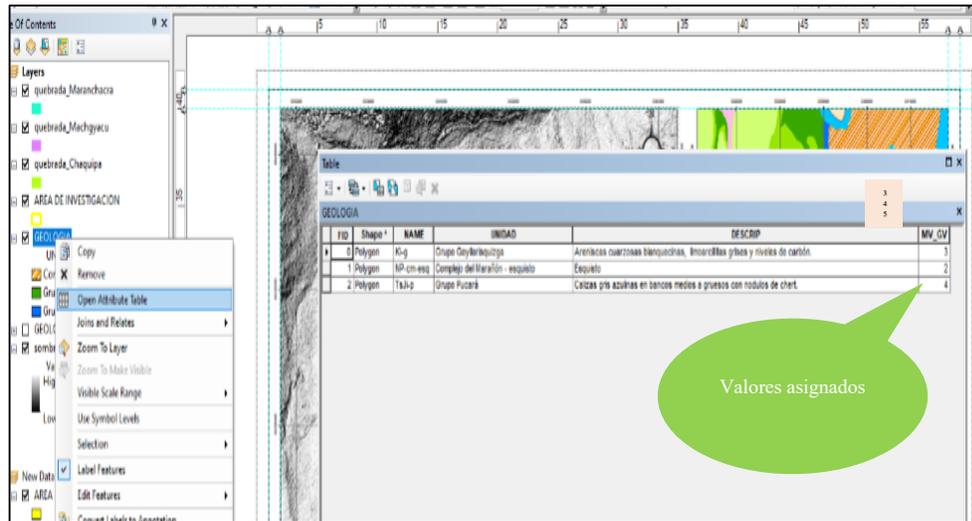
Después de obtener el plano geológico y los datos de litología correspondientes, es necesario asignar valores a dichos datos. Para esta asignación se abre la tabla de atributos del archivo SHP generado y se crea una nueva columna. En esta columna, se asignarán valores basados en un criterio subjetivo determinado por la tabla Mora-Vahrson, esta asignación de valores es esencial para el posterior proceso de análisis de los datos geológicos y litológicos.

Tabla 13
Cuadro de litologías

Litología	Características Físico-Mecánicas	Clasificación	Factor (S)
<p>Aluviones: gruesos, permeable, compacto, con nivel freático bajo.</p> <p>Calizas: duras, permeables.</p> <p>Intrusivos: poco fisurados, bajo nivel freático.</p> <p>Basaltos, andesita, ignimbritas y similares: sanas, permeables y poco fisuradas.</p> <p>Rocas metamórficas: sanas, poco fisuradas, nivel freático bajo.</p>	Sanos con poca o ninguna meteorización, resistencia al corte elevada, fisuras sanas sin rellenos.	Bajo	1
<p>Rocas sedimentarias: poco alteradas, estratificación maciza (decamétrica o métrica), poco fisuradas, nivel freático bajo.</p> <p>Rocas intrusivas, calizas duras, lava, ignimbritas o metamórficas: medianamente fisuradas o alteradas, nivel freático o profundidades intermedias.</p>	Resistencia al corte media a elevada, fracturas cizallables	Moderado	2
<p>Rocas sedimentarias, rocas intrusivas, calizas duras, lava ignimbritas, tobas poco soldadas o metamórficas: medianamente alteradas.</p> <p>Coluvios, lahares, arenas, suelos regolíticos levemente compactados: drenaje poco desarrollado, niveles freáticos relativamente altos.</p>	Resistencia al corte: moderada a media, fracturación importante	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.	Resistencia al corte: moderada a baja.	Alto	4
Materiales aluviales, coluviales y regolíticos 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.	Resistencia al corte: muy baja, materiales blandos con muchos finos.	Muy alto	5

Fuente: Mora (1994)

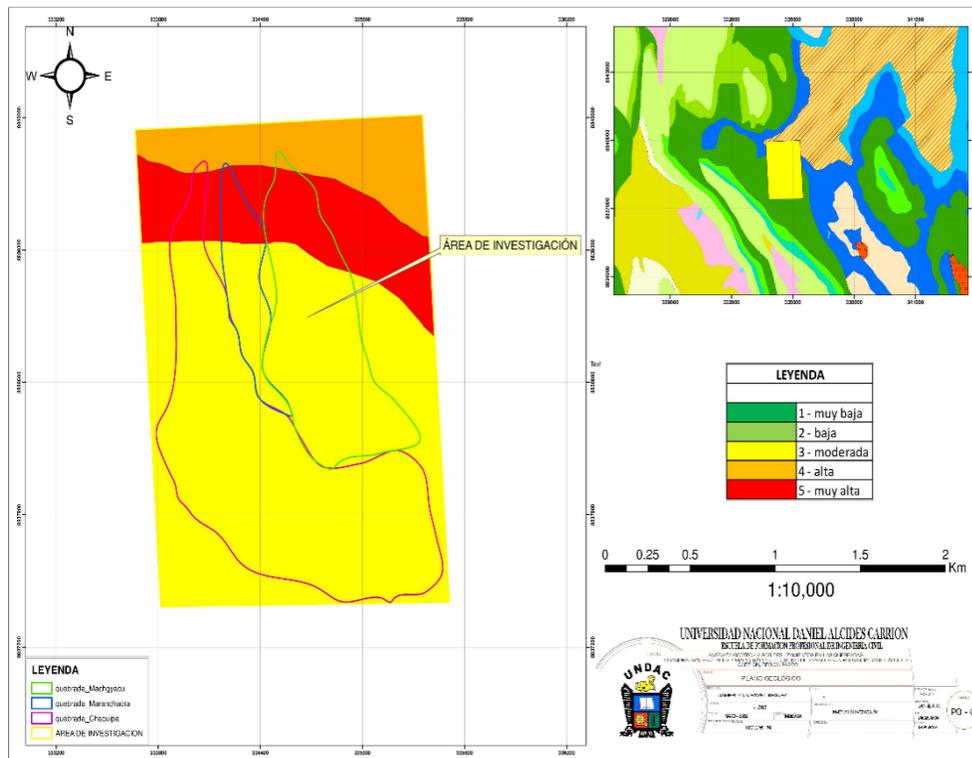
Figura 25
Asignación de valores



Fuente: Elaboración propio

Según la asignación de valores litológicos de Mora-Vahrson se obtiene el siguiente plano litológico.

Figura 26
Plano Litológico

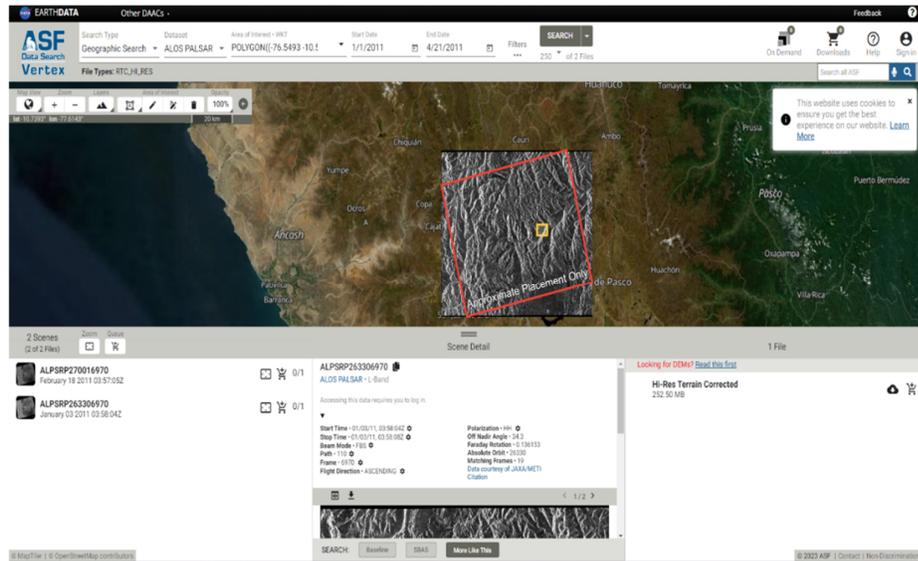


Fuente: Elaboración propio

2. Factor Pendiente o Relieve Relativo (Sr)

Para obtener el plano de pendientes, se necesita un plano en formato DEM (Modelos Digitales de Elevación) debido a sus propiedades, este archivo se obtendrá en la siguiente página:
<https://search.asf.alaska.edu/#/>

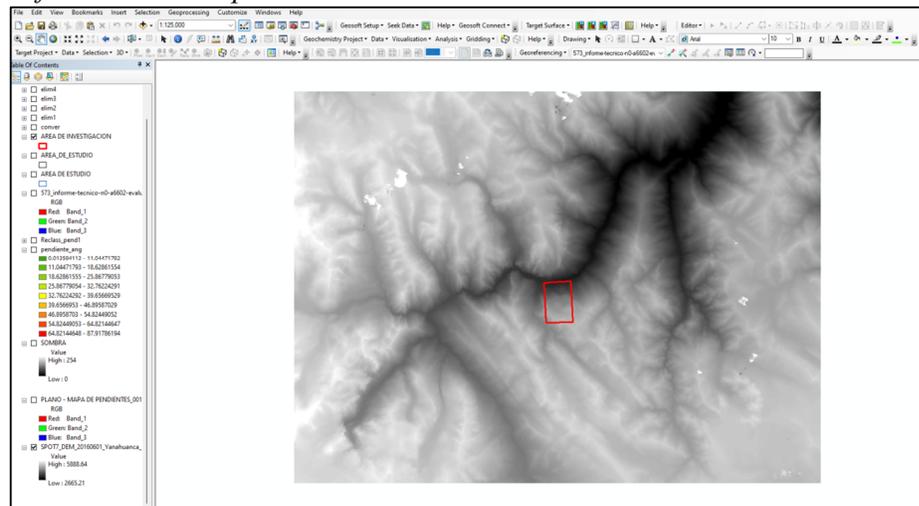
Figura 27
Plano DEM de la Zona de Estudio



Fuente: Elaboración propio

Después de descargar el archivo de tipo DEM, se pasa a procesar en el software ArcGIS para obtención de datos.

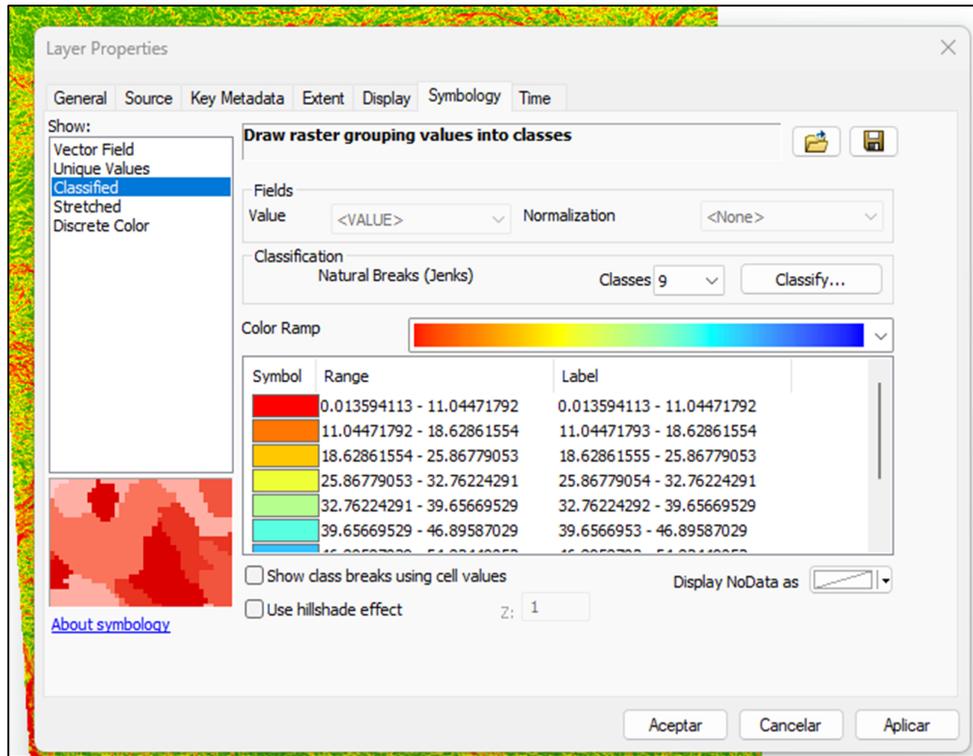
Figura 28
Software ARCGIS para obtención de datos



Fuente: Elaboración propio

Se corta al área de investigación para un mejor procesamiento, posteriormente se emplea la herramienta SLOPE para obtener información sobre las pendientes en el área de investigación, se selecciona la opción en grados (DEGREE) en lugar del porcentaje. Esta elección nos permitirá obtener información más detallada y precisa sobre las características topográficas del área de estudio.

Figura 29
Utilización de la herramienta SLOPE (Rango en Modo Ángulo)



Fuente: Elaboración propio

Se observa en la Figura 29, el rango por defecto de los ángulos, para este proyecto recalibraremos los ángulos en los siguientes rangos que son:

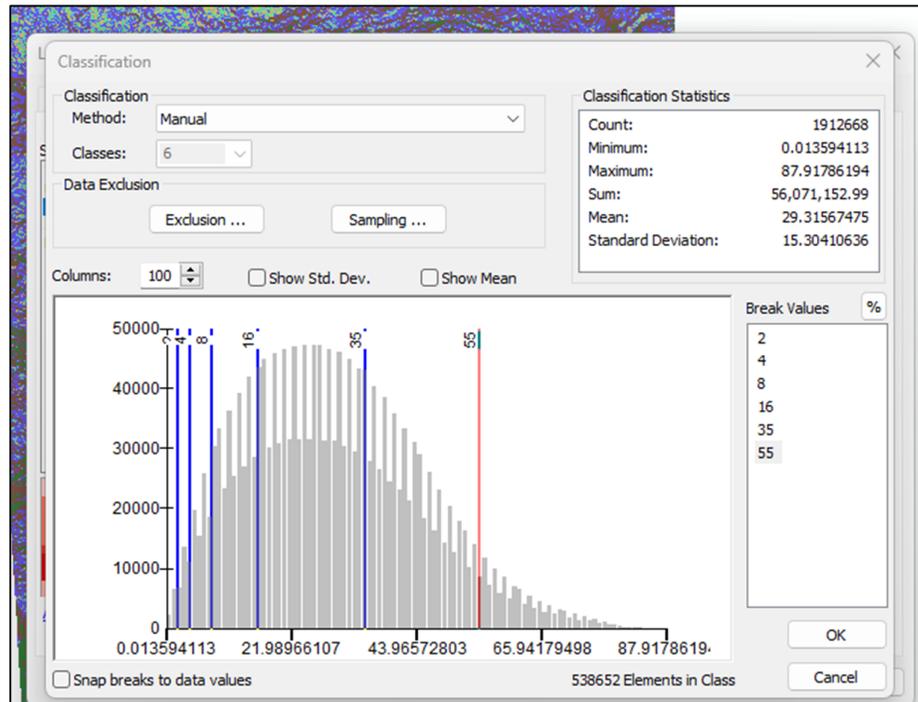
Tabla 14
Rangos de Pendientes en Formato de Ángulos

CLASE DE PENDIENTE		CONDICIONES DEL TERRENO	COLOR	valor del paramatro
GRADOS	PORCENTAJE			
0-2	0-2	Planicie, sin denudacion apreciable.		0
2-4	2-7	Pendiente muy baja, peligro erosión.		1
4-8	7-15	Pendiente baja, peligro severo de erosión		2
8-16	15-30	Pendiente moderada, deslizamientos ocasionales, peligro severo de erosión.		3
16-35	30-70	Pendiente fuerte, procesos denudacionales intensos (deslizamientos), peligro extremo de erosión de suelos.		4
35-55	70-140	Pendiente muy fuerte, afloramientos rocosos, procesos denudacionales intensos, reforestaci ó n posible.		5
>55	>140	Extremadamentefuerte, afloramientos rocosos, procesos denudacionales severos (caidas de rocas), cobertura vegetal limitada.		6

Fuente: Mora (1994)

En la Figura 29, se selecciona el botón “classify”, después se asignan los rangos correspondientes a la Tabla 14, para la evaluación mediante el método de Mora – Vahrson.

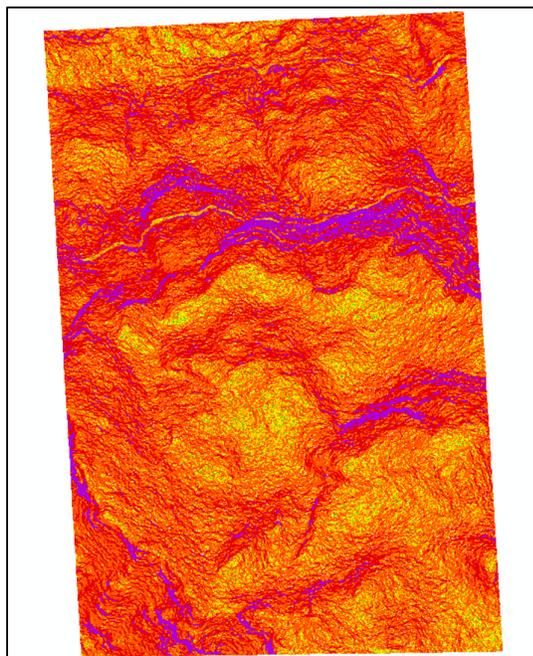
Figura 30
Asignación de los rangos en el programa ARCGIS



Fuente: Elaboración propio

Después de calibrar los rangos y pasando el archivo a formato SHP, se obtendrá el siguiente resultado.

Figura 31
Resultados después de calibrar los rangos



Fuente: Elaboración propio

Para realizar el geoprocesamiento con estos datos es necesario tener en cuenta la unidad mínima cartografiada, por ende, no es recomendable utilizar los datos, iniciales, tenemos que generalizarlo, basándonos en la Tabla 15.

Nota: La unidad mínima cartografiada se refiere a la escala más pequeña a la cual se pueden representar los detalles geográficos en un mapa o en un sistema de información geográfica (SIG). Esta unidad varía dependiendo del propósito y la escala del mapa, así como de la precisión y la resolución de los datos utilizados en su elaboración.

Este mapa se está trabajando a una escala 1:10 000 y según la Tabla 15, procederemos a generalizar las áreas a 1600m².

Tabla 15*Tabla de atributos de la capa*

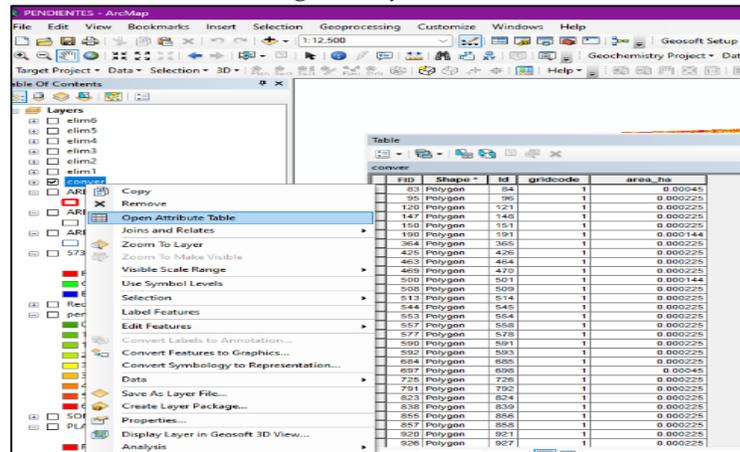
Escala	Área mínima Cartografiable (m ²)
1:500	4
1:1.000	16
1:2.000	64
1:5.000	400
1:10.000	1.600
1:20.000	6.400
1:25.000	10.000
1:50.000	40.000
1:100.000	160.000
1:250.000	1.000.000
1:500.000	4.000.000
1:1.000.000	16.000.000
1:2.000.000	64.000.000
1:5.000.000	400.000.000

Fuente: <https://www.gisandbeers.com/area-minima-cartografiable-mapa/>

El procedimiento es el siguiente:

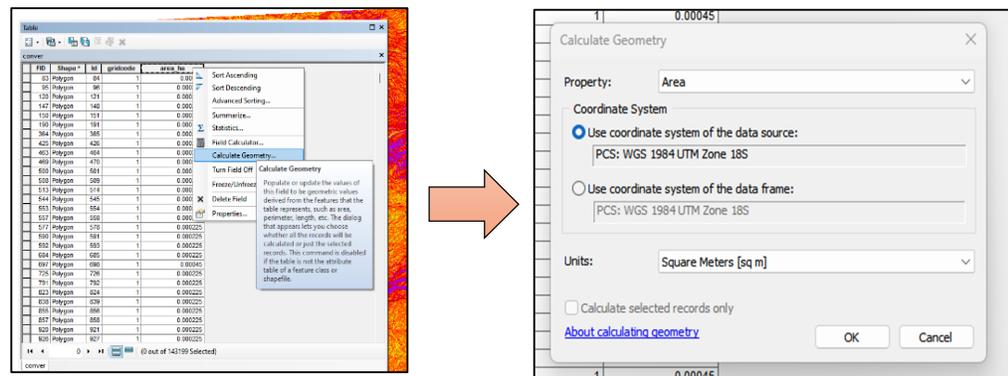
- Primero se ingresa a la tabla de atributos de la capa y creamos una columna llamada área en hectáreas para calcular el área de los polígonos generados.
- Para calcular las áreas de los polígonos simplemente en la columna creada, con clic derecho, vamos a la herramienta calculate geometry, después de seleccionar esta opción, saldrá un cuadro que por defecto indicará que calculará el área, especificamos las unidades y seleccionamos en ok.

Figura 32
Ubicación de calculate geometry



Fuente: Elaboración propio

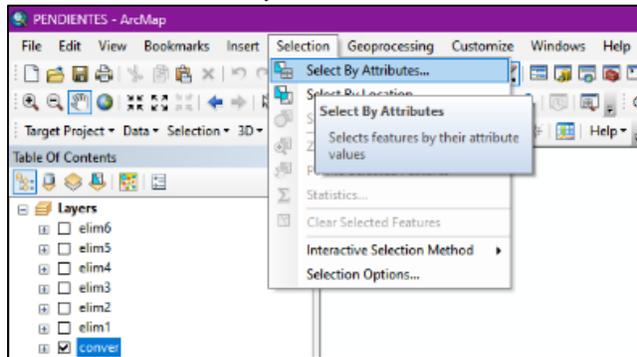
Figura 33
Aprobación en el Calculate Geometry



Fuente: Elaboración propio

- Después de obtener las áreas de los polígonos, en la barra de menú se selecciona la pestaña selection, luego la opción select by attributes y nos saldrá una ventana donde podremos seleccionar todos los polígonos menores a 1.6 ha.

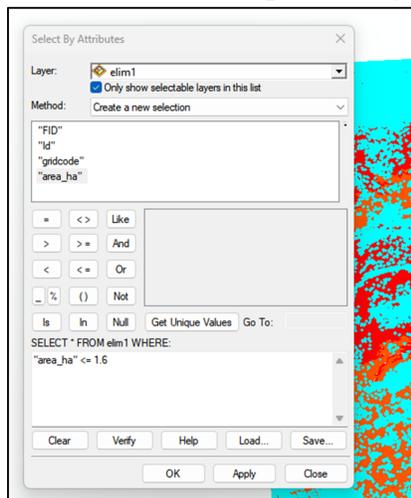
Figura 34
Ubicación de Select by attributes



Fuente: Elaboración propio

- De la ventana emergente, se selecciona el archivo que vamos a trabajar, luego el nombre de la columna y en la parte inferior indicaremos mediante los comandos, que seleccione a todos los polígonos menores a 1.6 ha.

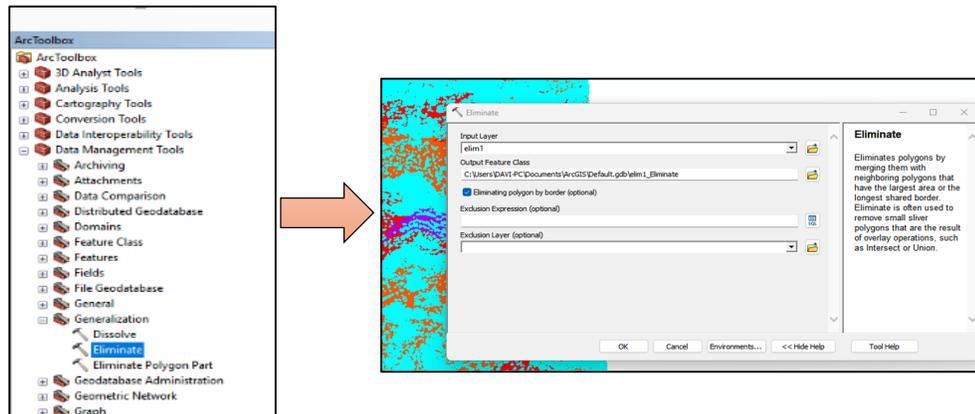
Figura 35
Selección del archivo para trabajar



Fuente: Elaboración propio

- Después de seleccionar Apply, los polígonos con áreas menores o iguales a 1.6 ha cambiaron de color a celeste, como se puede muestra en la Figura 35, después nos dirigimos a la caja de herramientas Arctoolbox, luego en data management tolos, luego en Generalization y finalmente en eliminate.

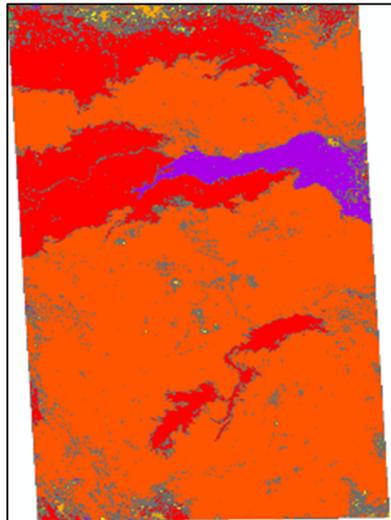
Figura 36
Eliminación de polígonos que sean menores o iguales a 1.6 ha



Fuente: Elaboración propio

- En input layer, se ubica el archivo creado previamente, luego se aceptan los datos y se obtiene un archivo así:

Figura 37
Resultado de la creación del archivo



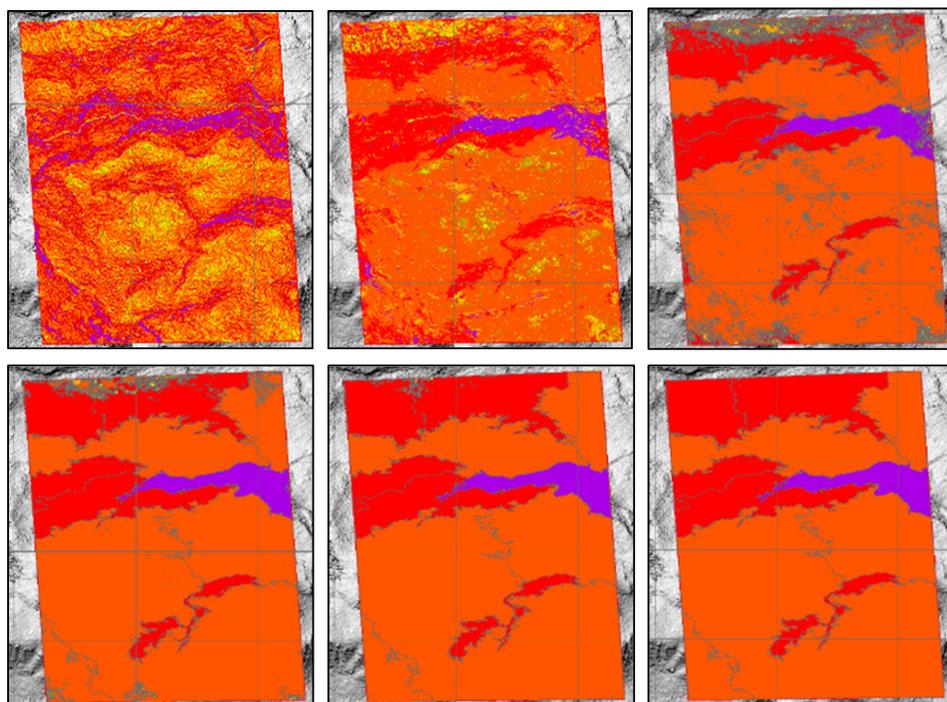
Fuente: Elaboración propio

- Se observa que el plano inicial ha sido modificado de cierta manera a comparación del archivo anterior. En este archivo se ha llevado a cabo una generalización de los pequeños polígonos con áreas más amplias del mismo atributo, específicamente, con la pendiente más influyente de esa zona. No obstante, se puede observar la

permanencia de algunos polígonos pequeños. Por consiguiente, este proceso se repite hasta que el programa no seleccione ningún polígono.

Figura 38

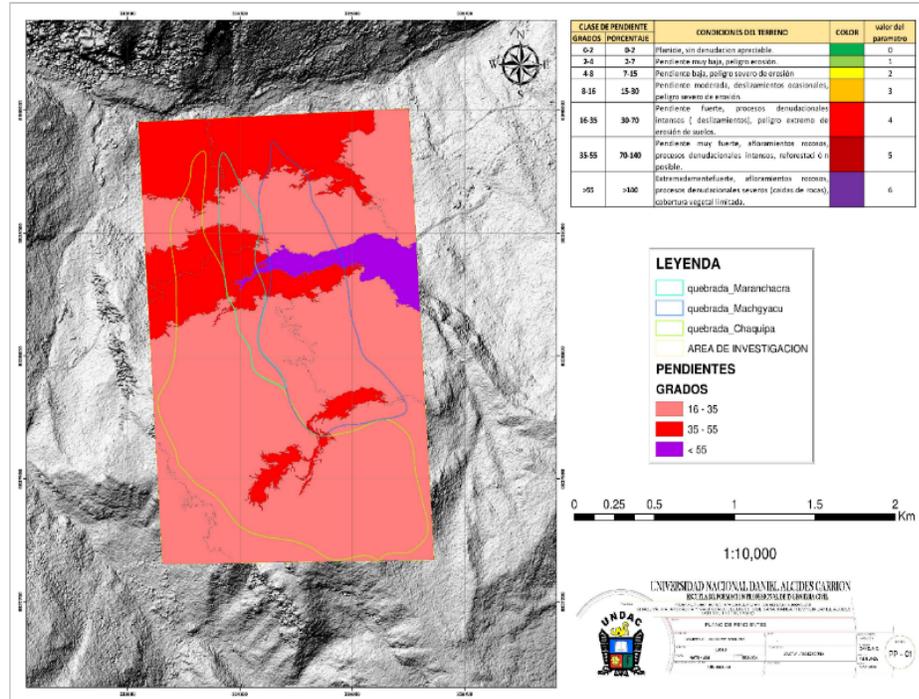
Generalización del mapa por el área mínima cartografiable (los polígonos pequeños se funden al área más grande)



Fuente: Elaboración propio

- Para asignar los valores de las pendientes nos basamos en la Tabla 14, con las pendientes en formato ángulos:
- Para la asignación de valores se realiza el mismo proceso que se hizo en el plano geológico, abrir la tabla de atributos del archivo creado anteriormente y crear una nueva columna donde se asigne el valor en base a los rangos de la Tabla 14.

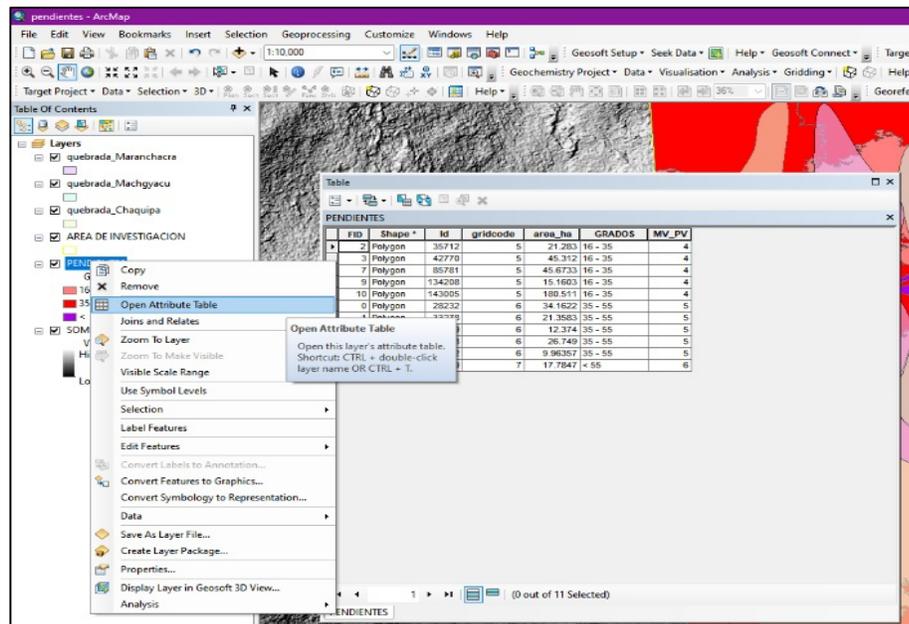
Figura 39
Se abre la tabla de atributos



Fuente: Elaboración propio

Después de terminar este procedimiento, se obtiene el plano final de pendientes para el análisis:

Figura 40
Plano de Pendientes



Fuente: Elaboración propio

3. Factor Humedad Relativa del Suelo (Sh)

Para el factor de Humedad Relativa del Suelo, se necesitan los promedios mensuales de precipitación, para luego ser evaluado en base a la Tabla 16.

Los datos a evaluar se tomaron de la estación meteorológica YANAHUANCA del año 2022, las cuales son:

Figura 41
Estación del año 2022 (1)

Estación : YANAHUANCA, Tipo Convencional - Meteorológica												
Departamento : PASCO			Provincia : DANIEL ALCIDES CARRION				Distrito : YANAHUANCA			Ir : 2022-01		
Latitud : 10° 29' 22.57"			Longitud : 76° 30' 46.48"				Altitud : 3137					
Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitación (mm)		Direccion del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Ene-2022	24.8	7.2	9.2	22.8	17	9	16.8	14.6	0	0	NW	10
02-Ene-2022	23.8	7.8	9.8	21.8	15.8	9.6	16.6	13.2	0	0	NE	10
03-Ene-2022	24	9.4	10.6	22.4	14.8	10.2	16.4	12.4	0	0	E	8
04-Ene-2022	23.8	6.8	8.2	23.2	11	7.8	16.4	10.6	0	.7	E	16
05-Ene-2022	21.2	8	8.8	19.2	10.2	8.6	15.4	9	.1	3.2	NE	6
06-Ene-2022	20.2	7.8	9.4	19.4	10.4	9.2	14.6	9.2	.2	1.2	E	16
07-Ene-2022	22.8	6.8	9.2	19.6	16	9	14.4	13	.1	0	NW	8
08-Ene-2022	23.4	10.6	11.4	22	17	11.2	16.2	14	0	0	E	16
09-Ene-2022	24.2	10	10.8	18.2	14.6	10.6	14	11.6	.5	0	E	16
10-Ene-2022	23.4	9.6	10.2	22	16.8	9.8	16	13.2	.5	0	E	8
11-Ene-2022	23	9.8	10.4	18	10.6	10.2	14.6	10	2.1	1.2	E	10
12-Ene-2022	17.4	9	9.8	14	10	9.6	10.4	9.8	.1	4.8	C	
13-Ene-2022	16.6	8	8.6	10.4	10.6	8.4	9.4	9.8	1	2.4	NE	8
14-Ene-2022	20.2	7	7.8	15.8	14.6	7.6	12.8	12.6	.1	0	NE	8
15-Ene-2022	20.8	8.8	9.2	15.6	11.8	9.2	13.4	11.4	2.3	2	NE	12
16-Ene-2022	18.2	9	9.6	16.2	12.6	9.4	13	10.6	1.2	.9	NW	6
17-Ene-2022	23	7.2	8.2	21.6	14.4	7.6	15.4	11	0	0	NE	10
18-Ene-2022	20.8	7	8.6	19.8	10.6	8.4	15	9	1.5	2.4	NW	8
19-Ene-2022	21.8	6.8	8.2	20.2	14.2	8.2	14.8	12.8	0	0	NE	10
20-Ene-2022	22.8	7.2	7.6	21.6	15.6	7.4	16.4	13	5.2	0	NE	16
21-Ene-2022	22.2	9.8	10.4	20.6	12.8	10.2	15.8	12	2.5	1	E	10
22-Ene-2022	22.8	10	10.8	22.2	16.4	10.4	16.6	13.8	0	0	E	8
23-Ene-2022	23	8.8	9.2	19.8	12.8	9	15.6	12.2	6	1.5	E	6
24-Ene-2022	16.8	10.8	11.2	14.4	12.4	11	12.6	12	3	1.5	NE	8
25-Ene-2022	20.6	9.6	10	18.8	13.4	9.8	15.2	11.8	11.2	.5	NE	12
26-Ene-2022	20	8.2	8.6	12.8	13.6	8.6	11.4	12.2	12.5	.7	SW	8
27-Ene-2022	21.8	7.6	8.2	19.6	15.6	8	15	13.6	0	0	NE	6
28-Ene-2022	22.2	9.6	10	15.6	14.2	9.8	13	12.6	2	0	NE	8
29-Ene-2022	19.6	9.2	9.8	17.2	14.6	9.6	14.2	12.6	0	0	NE	6
30-Ene-2022	15	9.6	10.2	10	10.4	10	9.6	10.2	.4	5.6	C	
31-Ene-2022	18.8	9	9.4	16.8	14.4	9.2	13.8	12.8	0	0	NE	4

* Fuente : SENAMHI - Oficina de Estadística

Fuente: Página web del Senamhi

Figura 42
Estación del año 2022 (2)

Estación : YANAHUANCA, Tipo Convencional - Meteorológica												
Departamento : PASCO			Provincia : DANIEL ALCIDES CARRION			Distrito : YANAHUANCA			Ir : 2022-02			
Latitud : 10° 29' 22.57"			Longitud : 76° 30' 46.48"			Altitud : 3137						
Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitación (mm)		Dirección del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Feb-2022	20.8	6.8	7.7	19	14.4	7.6	14.6	12.4	0	0	NE	8
02-Feb-2022	20	7	9.6	18	13.8	7.2	14.2	11.6	.7	0	E	16
03-Feb-2022	21.2	9.4	10	20	15.8	9.8	14.6	12.2	0	0	NE	10
04-Feb-2022	22.4	10.2	10.8	21.2	11.2	10.6	15	11	0	1.2	NE	12
05-Feb-2022	21.2	10	10.4	20.2	10	10.2	14.8	9.6	2.3	2.2	NE	16
06-Feb-2022	16.8	9.2	9.6	12	13.2	9.6	9.8	11	.5	9	W	10
07-Feb-2022	19.8	10	10.8	17.4	11.6	10.4	13.4	10.8	2.7	4.8	E	8
08-Feb-2022	20	9.8	10.2	17.2	14.8	10	13.2	12.6	2.7	.2	NE	6
09-Feb-2022	21.2	9.4	10	19.6	14	9.8	15	12	2.6	.2	E	10
10-Feb-2022	20.2	8.4	9	18.2	11.6	8.8	14.2	11.2	4.4	.7	NE	10
11-Feb-2022	20	8.2	9.6	17.6	10.4	9.6	13.4	10.2	1.3	3.6	E	16
12-Feb-2022	22.8	7.8	8.4	16.2	12	8	12.6	11.2	9	.1	NE	10
13-Feb-2022	21.2	8.2	8.6	19.8	12.6	8.6	13.4	11.6	0	.2	NE	10
14-Feb-2022	20.2	8	8.6	17.6	14.8	8.4	13.2	12.2	5.1	0	NE	8
15-Feb-2022	22	9.8	10.4	15.8	13.8	10.4	12.6	11.6	0	0	NW	8
16-Feb-2022	20.4	10.2	10.6	14.4	13	10.4	13.2	12.4	2.5	1	C	
17-Feb-2022	19.6	9.2	9.4	11.6	13.2	9.4	10.4	12.4	10.4	4.6	C	
18-Feb-2022	18.8	10.2	10.6	15.2	10.4	10.4	13.2	10	.7	5.8	NW	6
19-Feb-2022	19.4	8.8	9.2	17.6	13.4	9.2	13.6	12.6	1.1	0	NW	8
20-Feb-2022	20	7.6	8.2	19.2	13.6	8	13.8	10.6	.3	.4	NW	6
21-Feb-2022	20.4	7.6	8	17.8	13	7.8	14	10.2	0	0	C	
22-Feb-2022	19.6	7.4	8.2	14.8	13.4	8	12.2	11.6	0	0	NE	8
23-Feb-2022	19.8	10	10.4	17.8	13.4	10.4	13.6	12	.2	.4	E	8
24-Feb-2022	20	10.2	10.6	18.2	15.2	10.4	13.2	12.2	2	4.6	NE	8
25-Feb-2022	20.2	10.4	11	19.8	13.2	10.6	14.4	11	1.1	2	NE	10
26-Feb-2022	19.2	8.6	8.8	14.2	10.2	8.8	11.8	9.4	8.6	8.2	C	
27-Feb-2022	19.4	8.8	9.4	17	12.2	9.4	12.4	11.8	5.4	1.5	E	16
28-Feb-2022	21.4	9.6	9.8	20.4	13.8	9.8	15.2	12.4	0	.1	E	10

* Fuente : SENAMHI - Oficina de Estadística

Fuente: Página web del Senamhi

Figura 43
Estación del año 2022 (3)

Estación : YANAHUANCA, Tipo Convencional - Meteorológica												
Departamento : PASCO			Provincia : DANIEL ALCIDES CARRION			Distrito : YANAHUANCA			Ir : 2022-03			
Latitud : 10° 29' 22.57"			Longitud : 76° 30' 46.48"			Altitud : 3137						
Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitación (mm)		Dirección del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Mar-2022	20.4	10.4	10.6	14.2	14.8	10.6	11.6	11.4	0	.5	C	
02-Mar-2022	18	9.2	9.6	17	11	9.4	13.2	11	5.5	2.4	C	
03-Mar-2022	17.8	8.2	9.8	17.2	12.4	9.6	13.8	11.4	8.5	1	NE	6
04-Mar-2022	21.4	8.8	9.4	20.4	10.8	9.2	15.2	10.4	.4	3.8	NE	8
05-Mar-2022	20.4	7.8	8.2	18.6	13.4	8.2	14.2	12.2	1	0	E	8
06-Mar-2022	19.8	9.6	10.2	14.8	13.6	10	12.2	12.4	.5	0	NE	6
07-Mar-2022	16.4	10	10.4	14.2	12.6	10.4	12	12.2	1.2	0	NE	8
08-Mar-2022	20	8	9.6	15.6	13	9.6	12.4	11.8	0	.2	NE	6
09-Mar-2022	19.6	8.6	9	14.8	10.4	8.8	11.4	10.2	4.2	5.6	C	
10-Mar-2022	20.4	9.2	9.6	19.6	13.2	9.6	14.8	11	5	.2	NE	8
11-Mar-2022	19.8	9.8	10.2	14.6	11.8	10.2	12.2	11.6	2.3	.6	E	6
12-Mar-2022	18.8	9.4	9.8	16.2	14	9.6	13.6	12.4	1.2	0	NE	10
13-Mar-2022	20.2	8.2	8.6	14.6	12.8	8.4	11.8	12.2	12.6	.9	NE	8
14-Mar-2022	19	7	9.2	18.8	12.4	9	15	11.8	2.3	.3	NE	12
15-Mar-2022	19.4	9	9.4	15.8	11.6	9.4	13.4	11	.5	.3	NE	4
16-Mar-2022	20.6	8.4	10.4	19.8	13.4	9.2	14.6	11.4	.1	.1	NE	16
17-Mar-2022	22	7.6	10.2	20.2	15.8	10.2	14.8	11.8	0	0	NE	6
18-Mar-2022	21.8	7.2	9.6	18.8	15.2	9.6	13.6	12.2	0	0	NW	4
19-Mar-2022	21.6	10.4	10.8	19	13.6	10.6	14.4	11.8	.1	.6	NE	4
20-Mar-2022	17	10.6	10.8	15.8	11.6	10.8	12.8	11	.9	.7	NE	6
21-Mar-2022	17.8	9.8	10.2	15.6	11	10	12.2	10.8	3.2	4.7	NE	8
22-Mar-2022	19.8	10	10.2	16.8	13.2	10.2	13.8	12.2	4.6	.5	E	10
23-Mar-2022	20.2	8.6	9.2	16.2	12.2	9	12.6	10.8	.1	.1	NE	6
24-Mar-2022	19.8	9.8	10.2	18	15.2	10.2	14.2	12.8	1.5	0	NE	8
25-Mar-2022	21.6	9.2	10.2	19.2	14.6	10.2	14.6	13	0	0	NE	10
26-Mar-2022	19.8	9.6	10	16	11.4	9.8	13.2	11.2	3.3	2.6	NW	6
27-Mar-2022	17.6	8.2	8.8	16.6	13.4	8.6	13.6	11.8	3.4	.5	NE	4
28-Mar-2022	19.2	9.8	10.2	17	13.2	10	13.8	12.6	2.6	.7	NE	12
29-Mar-2022	21	7.6	8.2	20.4	15	8	14.8	13.2	.4	0	NE	8
30-Mar-2022	21.4	9	9.6	19.2	13	9.6	14.6	12.2	12	.7	E	10
31-Mar-2022	19	8.2	8.6	17.8	13.8	8.4	13.8	12.2	0	0	NE	14

* Fuente : SENAMHI - Oficina de Estadística

Fuente: Página web del Senamhi

Figura 44
Estación del año 2022 (4)

Estación : YANAHUANCA , Tipo Convencional - Meteorológica												
Departamento : PASCO			Provincia : DANIEL ALCIDES CARRION				Distrito : YANAHUANCA			Ir : 2022-04		
Latitud : 10° 29' 22.57"			Longitud : 76° 30' 46.48"				Altitud : 3137					
Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitación (mm)		Dirección del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Abr-2022	20	10	10.4	17	13.8	10.2	13.4	11.8	.2	.2	NE	8
02-Abr-2022	18.2	9.4	9.8	18	10	9.8	14.2	9.8	8.4	9	E	10
03-Abr-2022	19.4	8.8	9.2	18.2	10.4	9	14.6	10.2	4.7	4	NE	8
04-Abr-2022	17.4	8.4	8.8	15.8	12.2	8.8	13.2	11.6	3.5	1	E	10
05-Abr-2022	19.6	8.8	9.2	18.2	13.2	9.2	14.4	11.8	.2	.5	NE	10
06-Abr-2022	19.4	7.8	8	18.4	11.6	8	14.6	11	.7	1	E	10
07-Abr-2022	20	8	9.2	16.8	13.2	9	13.8	11.2	.1	.1	C	
08-Abr-2022	19.8	9.6	10	15.8	11.4	9.8	13.2	11.2	1.9	1.7	C	
09-Abr-2022	20	9	9.4	16.8	14	9.4	14.6	12.6	.3	0	NE	8
10-Abr-2022	20.4	9.2	9.8	17.6	11.4	9.6	14.4	11.4	6.5	1.2	NE	10
11-Abr-2022	20.2	8	9.6	19.6	12.2	9.4	15.4	11.2	.7	0	E	8
12-Abr-2022	21.4	7.6	8.2	19	13.6	8	15	11.4	0	0	NW	6
13-Abr-2022	20.4	8.8	11.6	19.2	12	11.6	14	11.6	0	.3	E	16
14-Abr-2022	21.4	10	10.6	20.8	13.6	10.6	14.8	11.8	0	0	NE	10
15-Abr-2022	21.2	8	9.2	12.2	11.4	9.2	11	10.4	0	3	C	
16-Abr-2022	22	7.6	8.6	21.2	13.6	8.6	15.8	11.8	0	0	NE	10
17-Abr-2022	21.8	7.2	7.8	21	13	7.8	17	11.6	0	0	NE	6
18-Abr-2022	22.2	7	9.4	20.8	13.2	9.2	15.8	12.4	0	0	NW	8
19-Abr-2022	22.4	8.2	8.6	21.2	13.6	8.6	15.4	11.4	0	0	NW	6
20-Abr-2022	22.2	6.6	7.2	20.8	14	7	14.8	12	0	0	NE	8
21-Abr-2022	21.2	9	9.6	20	14.2	9.6	14.8	12.2	0	0	E	12
22-Abr-2022	22.8	9	10	21.2	15	10	15.4	13	0	0	E	14
23-Abr-2022	22.6	7.6	9.6	22.4	15.4	9.4	16.2	12.8	0	0	E	16
24-Abr-2022	22.4	8.6	10.8	20.8	14.8	10.6	14.8	12.6	0	0	NE	6
25-Abr-2022	21.2	9	10.4	16.2	12.6	10	12.8	11.6	0	.5	SW	4
26-Abr-2022	22	10.4	10.6	21.2	12	10.6	15.2	10.4	0	.7	NE	10
27-Abr-2022	22.4	6.8	8.8	20.8	14	8.8	15.4	12.4	0	0	NE	8
28-Abr-2022	20.4	8.4	10.2	19.4	12.6	10	14.2	10.4	0	.3	E	14
29-Abr-2022	19.8	7.8	8.4	16.4	13.2	8.4	12.6	11.2	0	0	NE	6
30-Abr-2022	19.8	9.4	10	17.6	12.6	9.8	13.8	10.4	1	1.8	NE	4

* Fuente : SENAMHI - Oficina de Estadística

Fuente: Página web del Senamhi

Figura 45
Estación del año 2022 (5)

Estación : YANAHUANCA , Tipo Convencional - Meteorológica												
Departamento : PASCO			Provincia : DANIEL ALCIDES CARRION				Distrito : YANAHUANCA			Ir : 2022-05		
Latitud : 10° 29' 22.57"			Longitud : 76° 30' 46.48"				Altitud : 3137					
Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitación (mm)		Dirección del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-May-2022	22.8	7.6	8.2	21.4	12.2	8	15.4	9.6	1.2	1.2	NE	8
02-May-2022	22.4	5.4	7.8	21.4	13.8	7.8	14	11	0	0	NW	8
03-May-2022	22.2	7.2	9.4	21.6	14.2	9.2	14.2	12.6	0	0	W	10
04-May-2022	20.6	8.6	9.6	19.2	13.8	9.6	14.2	12.2	0	0	E	16
05-May-2022	20	8	9.2	18.2	14.2	9	13.8	12	0	0	E	4
06-May-2022	22.6	6.4	8.2	22	13.4	8	13.6	11.4	0	0	NE	8
07-May-2022	21.6	9.2	9.8	21	13.4	9.8	13.2	10.4	0	0	E	6
08-May-2022	21.8	7.2	8	20.6	14.2	7.8	12.8	12.4	0	0	E	10
09-May-2022	21.6	9.4	10.2	20	10.4	10	12.8	9.8	0	2.8	E	16
10-May-2022	20.6	10	10.4	20.4	12.2	10.4	13.6	10	.3	0	E	14
11-May-2022	20.8	8.2	10.8	20	11.8	10.6	13.8	11.4	0	1.7	E	8
12-May-2022	18.2	9.2	9.4	13.6	14	9.4	12.6	13.2	6.8	2.7	W	4
13-May-2022	17.8	8.8	9.2	15.4	13.2	9	13.4	12	.5	.2	NW	6
14-May-2022	18.6	7.6	7.8	18	13.4	7.8	12.8	12.2	0	0	NW	8
15-May-2022	22.2	9.8	10.2	21.6	13	10	14.6	11.4	0	0	E	8
16-May-2022	21.2	9.4	9.8	20.4	15.2	9.8	14.6	12.4	0	0	NE	8
17-May-2022	21.6	9.4	10.6	13.2	10.8	10.4	12.2	10.6	.7	3.5	C	
18-May-2022	20.4	6.6	8.4	19.8	15.4	8.2	14.4	11.4	1.4	.1	E	10
19-May-2022	21.8	6.8	8.6	20.2	14.8	8.6	14.8	14.2	0	0	E	16
20-May-2022	21.6	9.6	10	21	14.4	9.8	15	11.8	0	0	NW	8
21-May-2022	21.8	6.2	8.4	21.4	15.6	8.2	12.8	11.2	0	0	E	16
22-May-2022	22.2	6	8.2	21.2	15.2	8	14.8	11.6	0	0	E	16
23-May-2022	21.6	4.4	5.4	20.2	13	5.2	14	11	0	0	SE	10
24-May-2022	20.8	5.4	8.4	20.2	12.4	8.4	13.2	10.4	0	.2	NW	12
25-May-2022	20.2	8.4	9.2	19.2	13.8	9	12.6	10.6	0	0	E	16
26-May-2022	20.4	9	9.8	18.4	13.4	9.4	12	11	0	0	NW	8
27-May-2022	18	9.2	9.4	16	11.8	9.4	12.2	9.8	1.8	.2	C	
28-May-2022	20	8.4	9	19	12.2	8.8	13	10.2	0	0	E	10
29-May-2022	20.4	6.4	6.8	18.4	13.6	6.6	11.8	9.8	0	0	C	
30-May-2022	22.4	5	7.8	20.8	13.4	7.8	13.8	11.4	0	0	E	10
31-May-2022	20.2	6.2	8.4	19	10.8	8.4	13.2	10.8	0	1.7	E	10

* Fuente : SENAMHI - Oficina de Estadística

Fuente: Página web del Senamhi

Figura 46
Estación del año 2022 (6)

Estación : YANAHUANCA, Tipo Convencional - Meteorológica												
Departamento : PASCO			Provincia : DANIEL ALCIDES CARRION						Distrito : YANAHUANCA		Ir : 2022-06	
Latitud : 10° 29' 22.57"			Longitud : 76° 30' 46.48"						Altitud : 3137			
Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitación (mm)		Dirección del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Jun-2022	20	5	6.2	17.6	13.6	6	13	11	1	1	E	8
02-Jun-2022	19.8	9.4	9.8	14.2	11.8	9.6	11.4	10.4	.4	.6	NE	6
03-Jun-2022	17.8	9	9.4	16	13.4	9.2	13	11.4	0	0	C	
04-Jun-2022	19.8	8.8	9.2	14.8	11.6	9	11.8	10.4	.6	.4	C	
05-Jun-2022	19.4	9.2	9.6	15.4	10.6	9.6	12.6	10.4	.1	.7	C	
06-Jun-2022	21.6	6	7.4	20.6	14.6	7.4	14.6	12.6	.2	0	E	8
07-Jun-2022	21.8	9.4	9.8	20.8	13.2	9.6	15.2	11	0	0	C	
08-Jun-2022	22.2	6.4	8.4	20.6	13	8.2	14.4	10.6	0	0	NE	6
09-Jun-2022	22.4	7.2	9.4	21.2	14.8	9.2	13.2	10.8	0	0	E	8
10-Jun-2022	21.2	6.2	8.6	18.2	12.2	8.6	12.8	10	4.7	0	NE	8
11-Jun-2022	20.8	8.4	9.6	20	13.6	9.6	13.8	11.2	.4	0	W	10
12-Jun-2022	21	7.2	7.8	19.4	10.6	7.8	13	9.6	0	0	NW	6
13-Jun-2022	20.4	7.4	8.6	19.6	11.4	8.4	12.6	8.8	0	0	NE	12
14-Jun-2022	21.2	3	5.4	20.2	11	5.4	11.4	7.6	0	0	E	10
15-Jun-2022	20.6	4.6	6.2	19.6	11.4	6.2	14.2	6.2	0	0	E	8
16-Jun-2022	22.2	-1.8	5.2	21.2	11.8	5.2	9.4	6.4	0	0	NE	10
17-Jun-2022	22.4	-4	5.6	21.4	13	5.4	9.8	8.2	0	0	E	10
18-Jun-2022	20.2	6.4	7.6	18.2	11.4	7.6	10.3	7.4	0	0	E	10
19-Jun-2022	17.8	7.6	8.6	16.4	11.4	8.4	10.4	8.4	0	0	NW	8
20-Jun-2022	19	7.4	8.4	18.2	10.8	8.4	10.2	7.8	0	0	E	16
21-Jun-2022	20.4	3.8	6.2	19.6	12.4	6	13	9.8	0	0	NE	8
22-Jun-2022	20.2	5	5.4	20	12.2	5.2	10.6	8.6	0	0	E	16
23-Jun-2022	18.4	4	6.8	16.2	10.4	6	10.4	8.8	0	0	E	8
24-Jun-2022	20.2	7.2	8	19	12.8	7.8	12	9.8	0	0	NW	16
25-Jun-2022	19.2	6.8	7.4	10.2	8.4	7.2	7	7.6	2.7	2.5	NW	4
26-Jun-2022	19.6	4.2	6.4	18.4	12.8	6.2	10.4	9.2	0	0	E	10
27-Jun-2022	22.2	2.4	5.2	21	12.4	5	12.2	7.8	0	0	NE	6
28-Jun-2022	22.6	3.4	6.4	21.2	12.2	6.4	12.2	8	0	0	NE	6
29-Jun-2022	21.2	3	5.6	20.2	11.6	5.6	11.8	7	0	0	NW	8
30-Jun-2022	22.8	3.6	5.8	22.6	11.8	5.4	13.8	7.2	0	0	E	10

* Fuente : SENAMHI - Oficina de Estadística

Fuente: Página web del Senamhi

Figura 47
Estación del año 2022 (7)

Estación : YANAHUANCA, Tipo Convencional - Meteorológica												
Departamento : PASCO			Provincia : DANIEL ALCIDES CARRION						Distrito : YANAHUANCA		Ir : 2022-07	
Latitud : 10° 29' 22.57"			Longitud : 76° 30' 46.48"						Altitud : 3137			
Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitación (mm)		Dirección del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Jul-2022	22.6	1.8	4.8	22	11.6	4.8	11.2	8.2	0	0	E	12
02-Jul-2022	21.2	2.6	5.4	20.4	11	5.4	11.8	7.2	0	0	NE	10
03-Jul-2022	20	3.4	5.6	18.8	13.2	5.4	12.4	10.4	0	0	E	16
04-Jul-2022	20.2	4.6	6.6	17.6	12.4	6.4	11.6	9.4	0	0	E	16
05-Jul-2022	20.4	2.8	6.2	19.8	12.4	6	10.6	7.8	0	0	E	16
06-Jul-2022	21.2	3.6	6.8	20.2	13	6.8	13.4	9.4	0	0	NE	6
07-Jul-2022	22.2	5	7.6	20.8	12.4	7.6	12.6	9.2	0	0	E	8
08-Jul-2022	18.8	5.2	5.8	16	11.4	5.4	11.8	8.8	0	0	C	
09-Jul-2022	17.6	7	8.6	14.6	10	8.4	10.8	8	0	.2	E	4
10-Jul-2022	22.4	5.4	7.6	20.6	15.2	7.4	12.8	11	0	0	NE	4
11-Jul-2022	23.2	5.2	8.2	22	13.4	8	13.8	10.2	0	0	NE	8
12-Jul-2022	22.4	6.2	6.8	21.2	12.6	6.8	13.2	9.4	0	0	E	16
13-Jul-2022	20.8	9.2	10	18.8	13.2	9.8	12.4	9.6	0	0	E	8
14-Jul-2022	23	4.8	8.4	22	16	8.4	14.2	11.8	0	0	E	8
15-Jul-2022	23.4	5.2	8.6	22.4	16.4	8.4	13.6	12	0	0	N	4
16-Jul-2022	23.2	5.8	9	21.8	15.4	8.8	13.8	11	0	0	E	12
17-Jul-2022	22.2	9	9.4	21.2	15.8	9.4	13	11.2	0	0	E	16
18-Jul-2022	20.4	8.2	8.8	15.2	12.6	8.4	11.2	10.4	4.1	.6	E	8
19-Jul-2022	21.6	5.8	6.8	18.8	14.6	6.6	11	9.6	.2	0	E	16
20-Jul-2022	22.4	3.4	6.2	21.6	11.8	6	11.4	7.2	0	0	E	8
21-Jul-2022	22.6	2.4	6	21.6	14	5.8	11	8.4	0	0	E	10
22-Jul-2022	23.2	1.8	5.8	22	12.8	5.8	11.6	7.4	0	0	NW	14
23-Jul-2022	23	2.6	6.2	21.2	14.4	6.2	11.4	9.4	0	0	NE	8
24-Jul-2022	23.2	4.2	7.6	22.6	14.2	7.6	12.8	9.2	0	0	C	
25-Jul-2022	20.6	7.6	8.6	18.2	8.4	8.6	11.6	8	0	10	E	6
26-Jul-2022	19.8	8.2	8.4	18	9.8	8.4	11.8	9.4	0	1.2	NE	10
27-Jul-2022	20.4	8	8.8	19	11.8	8.8	12.2	8.4	1.4	0	NW	10
28-Jul-2022	22.8	3.4	6	21.2	13.6	5.8	10.6	7.8	0	0	E	10
29-Jul-2022	22.6	.1	4.2	21.6	13.4	4	9	7.4	0	0	E	14
30-Jul-2022	22.4	1	5.2	21.2	13.2	4.8	10.2	8.8	0	0	NW	10
31-Jul-2022	23.4	3	6.4	22.2	14.4	6.2	11.4	10	0	0	NE	8

* Fuente : SENAMHI - Oficina de Estadística

Fuente: Página web del Senamhi

Figura 48
Estación del año 2022 (8)

Estación : YANAHUANCA , Tipo Convencional - Meteorológica												
Departamento : PASCO			Provincia : DANIEL ALCIDES CARRION				Distrito : YANAHUANCA			Ir : 2022-08		
Latitud : 10° 29' 22.57"			Longitud : 76° 30' 46.48"				Altitud : 3137					
Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitación (mm)		Direccion del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Ago-2022	22.2	5.8	9.6	20.8	14.2	9.6	12.2	9.4	0	0	E	10
02-Ago-2022	21.8	8.8	9.8	18.8	14	9.8	11.4	9.8	0	0	E	4
03-Ago-2022	22.8	8.6	10	21.8	13.6	9.8	12.2	9.2	0	0	E	16
04-Ago-2022	20	7.8	9.9	17.2	11.2	8.6	11	8.4	0	.1	E	16
05-Ago-2022	16.4	7.4	8.2	15.6	10.4	8.2	13	9.6	1	1.2	C	
06-Ago-2022	17.8	7.2	7.8	15.4	12.6	7.8	12.4	12	1.8	.5	NW	8
07-Ago-2022	19.2	8.8	9.2	18.2	10.4	9	13.8	10.2	2.2	2.2	NE	10
08-Ago-2022	16.6	8.2	8.4	13.6	11.2	8.4	11.2	10.4	1	0	NW	8
09-Ago-2022	20.2	9	9.6	18.2	15.2	9.4	12.4	11.4	.4	0	E	10
10-Ago-2022	21.6	8.4	8.6	14.8	13.8	8.6	11	10.8	2.8	.3	NW	16
11-Ago-2022	22.4	7.4	7.8	21.2	15.6	7.6	13.6	10.6	0	0	E	10
12-Ago-2022	22.2	6.2	8.4	21.4	14.4	8.2	13.8	10.4	0	0	NW	10
13-Ago-2022	22	7.8	8.8	21	15.8	8.8	13.8	10.8	0	0	E	4
14-Ago-2022	22.6	5.6	6.4	21.4	14.6	6.4	12.8	10	0	0	E	8
15-Ago-2022	24.2	5.4	8.2	23.2	14.8	8	11.8	10.4	0	0	NW	8
16-Ago-2022	23.8	5.2	8.6	22.8	15.8	8.4	12.4	11.2	0	0	NW	12
17-Ago-2022	24.4	5	8.4	23.2	15.6	8.2	13	11.4	0	0	E	10
18-Ago-2022	23.8	2.6	6.2	22.6	16.4	6.2	13.2	12.2	0	0	NW	10
19-Ago-2022	22.8	9.2	10.4	11.2	11	10.2	9.4	9.2	0	.7	C	
20-Ago-2022	21.6	7	8.2	19.6	14	8	12.4	10.4	0	0	E	16
21-Ago-2022	21.8	7.8	8.6	20.4	14.4	8.4	11.8	10.2	0	0	NW	6
22-Ago-2022	20.8	7.6	9.2	19.4	14.2	9	11.2	9.4	0	0	NW	10
23-Ago-2022	22.2	3.8	6.6	21	13.6	6.6	12.2	11.2	0	0	E	16
24-Ago-2022	22.8	2.4	5.2	21.8	15	5.2	14.2	11.4	0	0	NW	10
25-Ago-2022	23	2.2	5	21.6	14.6	4.8	12.6	10.2	0	0	E	16
26-Ago-2022	22.4	3.8	6.4	21.2	13.6	6.2	13	10.6	0	0	E	16
27-Ago-2022	22.6	3.2	5.6	21.4	14	5.4	13.6	9.6	0	0	E	16
28-Ago-2022	21.8	3.6	6.6	20.8	12.2	6.6	13.4	10.4	0	0	E	10
29-Ago-2022	20.2	5.2	7.4	19.4	13.2	7.2	13	10.2	0	0	E	16
30-Ago-2022	20	8	9.4	18.4	14.2	9	13.2	11.6	0	0	E	4
31-Ago-2022	23.4	7.4	8.4	22.4	15.8	8.2	14.4	11.4	0	0	E	16

* Fuente : SENAMHI - Oficina de Estadística

Fuente: Página web del Senamhi

Figura 49
Estación del año 2022 (9)

Estación : YANAHUANCA , Tipo Convencional - Meteorológica												
Departamento : PASCO			Provincia : DANIEL ALCIDES CARRION				Distrito : YANAHUANCA			Ir : 2022-09		
Latitud : 10° 29' 22.57"			Longitud : 76° 30' 46.48"				Altitud : 3137					
Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitación (mm)		Direccion del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Sep-2022	24.2	5.4	7.8	23.4	15.4	7.6	14.4	11	0	0	NW	8
02-Sep-2022	23.2	3.6	7.2	22.2	15.6	6.8	13.4	10.4	0	0	E	10
03-Sep-2022	21.4	3.4	7.2	20	15.2	7	13	11	0	0	E	16
04-Sep-2022	22.4	8.6	9.6	21.4	14.4	9.4	13.8	14.2	0	0	NE	16
05-Sep-2022	22.2	9	9.8	20.8	14.2	9.6	13	10.2	0	0	E	16
06-Sep-2022	22.4	7.2	8.4	21	14.6	8.4	12	9.8	0	0	NE	16
07-Sep-2022	24.2	3.6	6.6	22.4	16.4	6.4	12.2	9.2	0	0	E	16
08-Sep-2022	24.6	3.2	6.8	22.2	15.2	6.8	12.6	9.6	0	0	NE	16
09-Sep-2022	21.6	4.8	8.2	19	13.4	8	10.8	9.4	0	0	E	16
10-Sep-2022	22.2	8.8	10.2	21.2	15.4	10	12.4	10.6	0	0	E	16
11-Sep-2022	24.2	9.4	11.2	22.4	16.4	10.8	13.8	11.6	0	0	NE	10
12-Sep-2022	25.2	10	11.6	24	17.4	11.4	15	12.6	0	0	NE	10
13-Sep-2022	23.4	9.6	11.2	20	16.8	11	12.8	11.8	0	0	E	16
14-Sep-2022	20.8	6.8	10.6	18.2	15.2	10.4	12.4	11.2	.1	0	NW	8
15-Sep-2022	21.8	9.2	10.4	20	14.2	10.2	13	11.2	0	0	C	
16-Sep-2022	20.6	7.4	8.8	18.6	9.2	7.8	11	9	8.7	2.6	C	
17-Sep-2022	23.2	7.2	8.6	21.4	8.4	8.2	13.6	7	3.8	11.5	NE	8
18-Sep-2022	24.8	5.2	7.8	22.2	16.8	7.8	13.8	10.2	.1	0	NW	8
19-Sep-2022	22.4	5	8	21.2	14.8	7.6	13.8	11.8	.1	0	NE	8
20-Sep-2022	22.2	7.4	8.4	21.6	13.6	8.4	13.6	11.4	0	.3	NE	10
21-Sep-2022	23.2	6.4	9.4	21.8	12.8	9.2	14	10.4	1.3	.1	NE	10
22-Sep-2022	22.4	6.6	9.8	21.2	16	9.8	14.6	12.6	0	0	E	16
23-Sep-2022	22.2	6.8	9.6	21.6	9.8	9.4	16.8	9.6	0	3	E	16
24-Sep-2022	20.2	7.8	8.6	17.6	9.8	8.6	14.2	9.8	3.8	5.6	NE	2
25-Sep-2022	21.8	7.2	7.8	19	11.2	7.6	13.8	10.6	4.2	1	C	
26-Sep-2022	21.2	7	7.6	18.2	10.2	7.4	14.2	9.4	12.5	3	NW	6
27-Sep-2022	21	7.4	8.2	19.2	13.8	8	14.6	11.2	0	.3	NE	8
28-Sep-2022	22.6	6.6	9.4	21.4	13.4	9.4	15.4	11	0	.4	NE	10
29-Sep-2022	23.2	8	9.2	22	13.2	9.2	16.4	12	0	0	NW	10
30-Sep-2022	20.8	9.2	10.2	18.8	10.6	10.2	14.4	9	0	.5	C	

* Fuente : SENAMHI - Oficina de Estadística

Fuente: Página web del Senamhi

Figura 50
Estación del año 2022 (10)

Estación : YANAHUANCA , Tipo Convencional - Meteorológica												
Departamento : PASCO			Provincia : DANIEL ALCIDES CARRION					Distrito : YANAHUANCA		Ir : 2022-10		
Latitud : 10° 29' 22.57"			Longitud : 76° 30' 46.48"					Altitud : 3137				
Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitación (mm)		Direccion del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Oct-2022	16.6	8.6	9.2	14.4	12.8	9	11.4	10.8	0	0	SE	6
02-Oct-2022	20.2	8.8	9.4	19.4	13.6	9.2	13.8	11.2	0	0	NE	14
03-Oct-2022	22.8	9.2	9.8	21	14.8	9.8	14	11.4	0	0	E	8
04-Oct-2022	23	9.6	10.6	21.2	14.4	10.6	15	11.2	0	.1	NE	10
05-Oct-2022	23.6	6.8	8	22.4	14.2	7.8	16.8	12	.1	.5	NW	6
06-Oct-2022	25	8	11.2	22.6	17.6	11	15.8	13.8	0	0	NE	8
07-Oct-2022	23.8	8.4	10.2	17.4	14.6	10.2	13.2	11.8	0	0	NW	4
08-Oct-2022	22.4	9.6	10	22	10.2	9.8	16.2	10	.4	12.6	E	10
09-Oct-2022	22.6	7.8	8.2	21.2	14.6	8.2	15.6	11.8	3.4	0	NE	16
10-Oct-2022	21.2	9.8	10.4	20.4	15.2	10.2	15	12.6	0	0	NE	8
11-Oct-2022	22.2	8.8	9.6	20.6	13.6	9.4	14.8	11.4	0	0	NE	10
12-Oct-2022	24.8	6.6	9.8	23	16.6	9.6	16.2	12.6	0	0	NE	4
13-Oct-2022	25.4	3.4	7.7	23.4	16.4	7.7	16	13.4	0	0	E	6
14-Oct-2022	24	8.2	11.2	22.6	15.2	11	15.8	13.2	0	0	E	10
15-Oct-2022	21.8	10	11.4	18.4	10.4	11.2	13.8	9.4	1.2	0	SE	10
16-Oct-2022	22.8	8.2	10.2	21.6	16.6	10	15.2	13.6	0	0	NE	16
17-Oct-2022	23.2	9.8	10.4	21	16	10.4	12.6	11.2	.4	0	E	8
18-Oct-2022	21.6	7.2	8.4	20.4	15.2	8.4	12.4	12.2	.1	0	E	10
19-Oct-2022	23.2	9.4	10.6	21.6	15.4	10.6	13.2	10.4	1.8	0	E	16
20-Oct-2022	23	9.2	11.6	22.6	12.8	11.4	14.2	11.2	0	5.5	E	10
21-Oct-2022	22.8	8.8	11.2	21.4	14	11	13.2	9.6	0	0	NW	10
22-Oct-2022	23.8	4	7.6	22.4	16.6	7.6	14.8	12.2	0	0	E	16
23-Oct-2022	24	7.4	8.4	22.6	16.2	8.4	15.8	13.2	0	0	E	16
24-Oct-2022	22.8	9.4	11	20.2	13.8	10.8	15	10.4	.6	2	E	10
25-Oct-2022	24.4	7.6	8.8	22.8	16.2	8.8	16.6	13.6	0	0	E	12
26-Oct-2022	26.6	9.2	11.6	26.2	11	11.4	17.6	10	0	.9	NE	10
27-Oct-2022	25	7	9.2	22	18.4	9.2	16	13.2	0	0	NE	6
28-Oct-2022	25.8	6.8	10.6	24	16.6	10.4	17	12.4	0	0	C	0
29-Oct-2022	28.2	5.6	9.8	16.4	17.4	9.6	13.8	13.8	0	0	E	16
30-Oct-2022	26.4	6.8	10.6	24.8	16	10.4	16	12.6	.2	0	E	16
31-Oct-2022	26.4	5.4	7.8	25	9.4	7.8	16.6	9	0	1	E	12

* Fuente : SENAMHI - Oficina de Estadística

Fuente: Página web del Senamhi

Figura 51
Estación del año 2022 (11)

Estación : YANAHUANCA , Tipo Convencional - Meteorológica												
Departamento : PASCO			Provincia : DANIEL ALCIDES CARRION					Distrito : YANAHUANCA		Ir : 2022-11		
Latitud : 10° 29' 22.57"			Longitud : 76° 30' 46.48"					Altitud : 3137				
Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitación (mm)		Direccion del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Nov-2022	21.2	7.8	10.4	20.2	12.4	10.2	15.4	11.4	0	.3	C	0
02-Nov-2022	21.4	8.8	9.4	18.2	15.2	9.4	15	14.2	6.5	0	NW	8
03-Nov-2022	23.4	9.2	9.6	21.4	16.6	9.4	16.2	13.8	.2	0	E	10
04-Nov-2022	24.8	9.4	10.4	23	17	10.2	16.4	13.6	0	0	E	10
05-Nov-2022	25.8	6.4	9.4	24.8	15.6	9.4	12.2	11.8	0	0	E	10
06-Nov-2022	24.6	7	9.2	24	15.8	9	16	12.8	0	0	E	4
07-Nov-2022	24.8	8.4	11.4	24.2	16.2	11.2	14.8	12.2	0	0	NW	12
08-Nov-2022	24.2	7.6	10.2	22.2	16.6	10.2	15	12.6	.1	0	E	16
09-Nov-2022	24.8	10	11.2	24	16	11	15.8	12.2	0	0	E	16
10-Nov-2022	24.4	7.6	8.6	22.6	14.6	8.6	15.6	11.6	0	0	E	16
11-Nov-2022	25	7.4	9.8	23	17.2	9.8	18.2	12.4	0	0	NW	16
12-Nov-2022	26.2	5.2	9.6	24.4	17.6	9.4	13	12.2	0	0	NW	10
13-Nov-2022	26.8	5.8	10.8	25.4	17.4	10.6	14.6	12.6	0	0	NW	6
14-Nov-2022	23.8	11	12.6	16.2	14.6	11.2	11.4	11.4	0	0	NW	14
15-Nov-2022	22.6	7.2	8.2	20.6	16.8	8	14.8	12.2	0	0	E	10
16-Nov-2022	23	10.2	11.4	15.6	13.8	11.2	11.8	11	0	.5	C	0
17-Nov-2022	22.4	6.2	10.4	20.2	15.2	10.4	13.2	11.2	0	0	NW	10
18-Nov-2022	23.4	7	9.6	22.4	16.6	9.4	12.6	11.4	0	0	E	16
19-Nov-2022	25.2	5.8	10.2	23.6	18.4	10.2	14.6	13.6	0	0	NW	10
20-Nov-2022	26.2	9	13	24.4	14.6	12.8	15.6	11.2	0	.9	NW	10
21-Nov-2022	25.6	7.6	10.2	24.6	10.4	10	17.4	10.2	0	6	C	0
22-Nov-2022	21.4	7.2	10.2	19.6	14.2	10.2	14	11.8	0	2.8	NE	8
23-Nov-2022	23	8	11.2	22	10.6	11	14.4	10.4	0	8	NW	10
24-Nov-2022	20.8	8.4	9.6	19.2	14.8	9.4	13.4	11.2	0	0	E	16
25-Nov-2022	21.2	9	10	15	15.2	9.8	11.4	11	5.6	0	C	0
26-Nov-2022	21.6	7.4	8.2	19.2	13.4	8.2	11.4	10.2	.2	0	NW	10
27-Nov-2022	22.2	7.6	9.6	20	14.2	9.4	12.4	10.4	0	0	NW	8
28-Nov-2022	24.4	6.6	10.6	22.4	17	10.6	14.6	12	0	0	E	16
29-Nov-2022	23.8	9	10.4	23	14.8	10.4	14.6	11.8	7.2	0	C	0
30-Nov-2022	26.6	5.8	10.8	24.6	17.6	10.6	15.4	14	0	0	NW	8

* Fuente : SENAMHI - Oficina de Estadística

Fuente: Página web del Senamhi

Figura 52
Estación del año 2022 (12)

Estación : YANAHUANCA , Tipo Convencional - Meteorológica												
Departamento : PASCO		Provincia : DANIEL ALCIDES CARRION				Distrito : YANAHUANCA		Ir : 2022-12				
Latitud : 10° 29' 22.57"		Longitud : 76° 30' 46.48"				Altitud : 3137						
Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitación (mm)		Direccion del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Dic-2022	25.8	6.4	9.8	24.2	16.6	9.6	15	12.8	0	0	E	10
02-Dic-2022	24.4	2.4	8.2	23.2	14.6	8.2	11.8	8.6	0	0	E	10
03-Dic-2022	23.6	3.2	7.6	22	14.6	7.6	11.6	10.8	0	0	E	16
04-Dic-2022	24.4	2.8	7.2	23.4	11.6	7	14.2	9.8	0	1.6	E	16
05-Dic-2022	21.6	5	8.2	19.4	14	8	12.6	10.4	0	0	E	12
06-Dic-2022	22.8	8.4	10.2	14.2	13.2	10	13	8.4	0	0	E	14
07-Dic-2022	19.8	5.6	13.8	19.2	13.2	13.8	12.4	9	0	.2	E	8
08-Dic-2022	24.2	6	9.2	22.4	12.6	9	13.6	9.8	0	2.8	E	16
09-Dic-2022	22.2	8.2	9.6	20	12	9.6	13	10.2	.2	1.5	E	16
10-Dic-2022	20.2	8.4	9.6	19	11.6	9.4	13.2	9.6	17.6	1.2	E	16
11-Dic-2022	21.6	8.2	9.2	19.6	15.2	8.8	12.4	11.4	1.6	0	NW	8
12-Dic-2022	22.8	8.2	8.6	12.6	11.2	8.6	10.4	10.6	4.5	3.5	C	
13-Dic-2022	17.8	8	9	14	9.8	8.8	11	9.6	2	2.8	C	
14-Dic-2022	22.6	9.4	10	18	13.6	9.8	12.4	10.8	.4	.4	W	8
15-Dic-2022	22.6	9.2	10.4	19.4	10.4	10.2	14.2	9.8	0	4.1	NW	8
16-Dic-2022	16.8	9	10.2	14.4	11.6	10	11.2	10.6	0	1.8	NW	10
17-Dic-2022	18.4	9.4	9.8	14.8	12.2	9.6	11.4	10.4	2.3	.6	C	
18-Dic-2022	21.2	8.6	9.2	19.2	12.6	9	14.4	11.6	0	.7	NE	8
19-Dic-2022	22.6	9.8	10.4	20.4	17	10.2	13.6	12	0	0	NW	16
20-Dic-2022	22.8	9.6	10.2	18	15.4	9.8	13.2	12	0	0	NE	10
21-Dic-2022	21.8	9.4	10	15.2	14.8	9.8	11.6	11.8	.5	0	NE	8
22-Dic-2022	22.2	10	10.6	20	17.6	10.4	13.6	12.8	0	0	E	16
23-Dic-2022	24	10.4	11.2	20.6	16.4	11	13.8	13	0	0	NE	8
24-Dic-2022	25.4	7	9.8	23.4	13.4	9.8	15.2	11	0	.9	E	10
25-Dic-2022	20.6	6.2	9.6	19.6	13.6	9.6	13.8	10.8	0	0	C	
26-Dic-2022	20	9.4	10.2	17.8	9.2	10	12.8	8.2	0	6	E	10
27-Dic-2022	22.8	6.4	7.6	22	10.6	7.6	14.4	10	0	1.6	NE	4
28-Dic-2022	18.2	6.2	8	21.6	12.6	7.8	14.2	10.2	1.3	4.6	E	10
29-Dic-2022	21.6	7.4	10	19.2	16.2	9.8	13.6	12.2	.2	0	E	10
30-Dic-2022	22.6	9.4	10.2	16.4	13	10	12.6	9.6	2.5	0	NE	8
31-Dic-2022	19.6	9	9.6	16.4	8.8	9.4	12.2	8.6	.6	12.3	N	4

* Fuente : SENAMHI - Oficina de Estadística

Fuente: Página web del Senamhi

Después de analizar los datos proporcionados por la estación meteorológica de Yanahuanca, perteneciente a Senamhi, se procede a elaborar la Tabla 16, el cual permite observar las precipitaciones mensuales con el fin de ser evaluadas posteriormente por el método de Mora-Vahrson.

Tabla 16

Precipitaciones mensuales del año 2022

Mes	Precipitación mm/d	Días por mes	Precipitación mm/m	Mayor o menor que 125	Valor asignado
1	2.65	31	82.1	< 125 =>	0
2	4.09	28	114.4	< 125 =>	0
3	3.36	31	104.3	< 125 =>	0
4	1.78	30	53.5	< 125 =>	0
5	0.87	31	27.0	< 125 =>	0
6	0.51	30	15.3	< 125 =>	0
7	0.57	31	17.7	< 125 =>	0
8	0.46	31	14.2	< 125 =>	0
9	2.10	30	62.9	< 125 =>	0
10	0.99	31	30.8	< 125 =>	0
11	1.28	30	38.3	< 125 =>	0
12	2.59	31	80.3	< 125 =>	0

Fuente: Elaboración propio

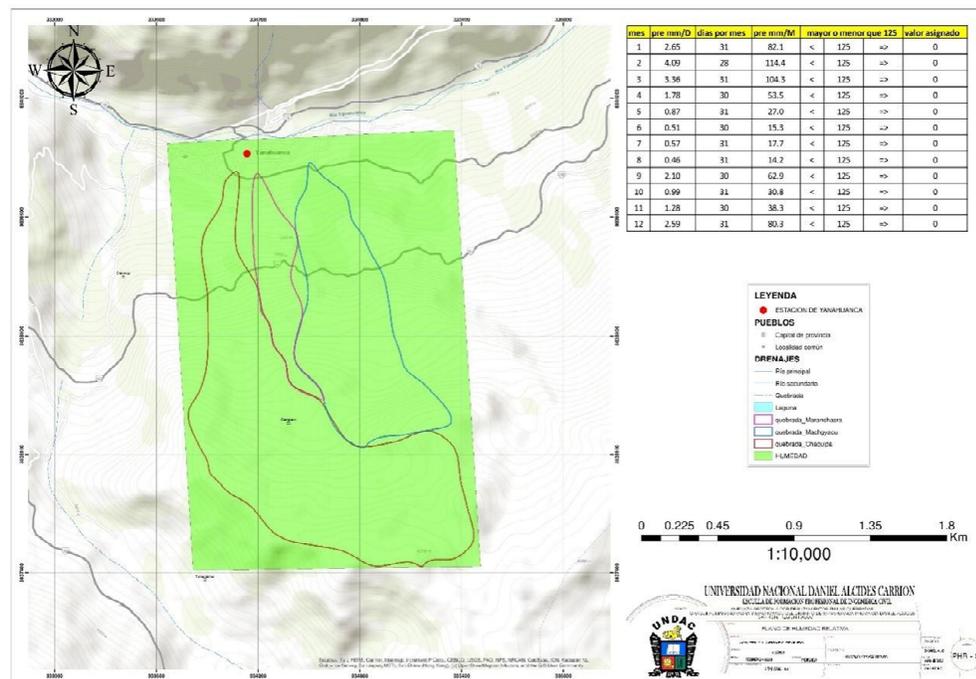
A continuación, se aprecia que las precipitaciones mensuales no exceden en promedio los 125 mm, y según la Tabla 17 la suma de valores obtiene un valor de 0, con un parámetro de S_h igual a 1. Con esta información, se observa que toda el área de estudio tiene un solo valor presentado en la Figura 53.

Tabla 17
Valoración del parámetro S_h

Suma de Valores Asignados a Cada Mes	Descripción	Valoración del Parámetro S_h
0-4	Muy Bajo	1
5-9	Bajo	2
10-14	Medio	3
15-19	Alto	4
20-24	Muy alto	5

Fuente: Mora (1994)

Figura 53
Plano que refleja toda el área de estudio



Fuente: Elaboración propia

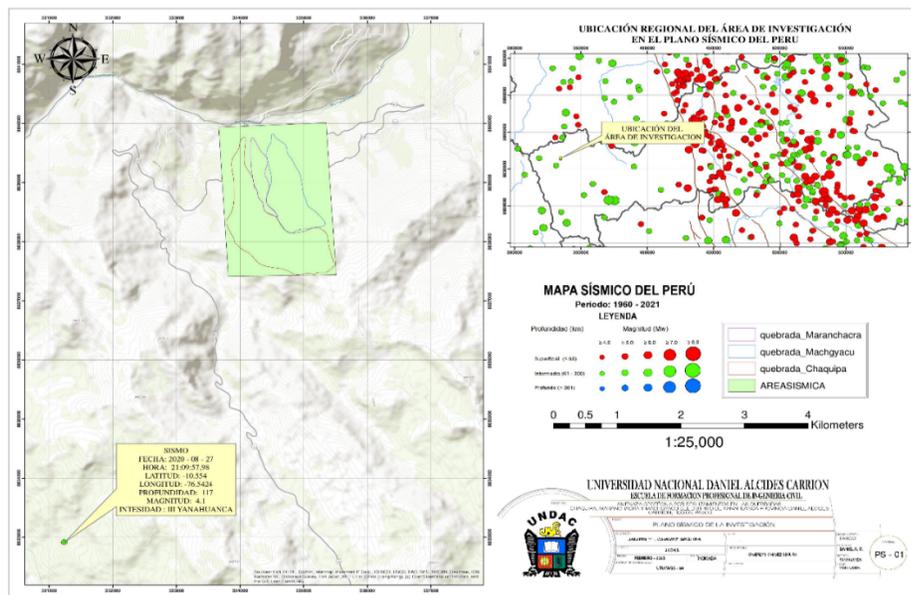
Donde se refleja que toda el área de estudio tendrá el valor de $S_h = 1$.

4.1.2.2. Factores Desencadenantes

1. Factor Intensidad Sísmica (Ts)

Para determinar este factor, se descarga información desde la página web <https://ultimosismo.igp.gob.pe/mapas-sismicos>, la cual es de carácter gubernamental. Una vez procesado los datos, se genera el siguiente plano como se muestra en la Figura 54.

Figura 54
Plano para obtener los datos sísmicos



Fuente: Elaboración propia

De la información obtenida, se observa que:

- El área de investigación se encuentra en una región caracterizada por una actividad sísmica baja.
- El sismo más cercano al área de investigación se encuentra a una distancia aproximada de 7 kilómetros, con una intensidad de III en la escala de Mercalli, comparado a una magnitud de 4.1 en la escala de Richter y una profundidad de 117 kilómetros.

Tabla 18
Cuadro de valores para el factor T_s

Intensidad MM	Aceleración PGA		Grado de Susceptibilidad	Valor Factor T_s
	(% g)	(m/s ²)		
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: Mora (1994)

- En conclusión, se asume que el valor para el factor de intensidad sísmica en el área de estudio es de $T_s = 1$.

2. Factor Intensidad de Precipitación (T_p)

Para determinar este factor, se calculará la precipitación máxima anual, que se usa para el método de Mora-Vahrson, este valor se presenta en la Tabla 20.

Tabla 19

Cuadro Proporcionado por el SENAMHI

ESTACIÓN		YANAHUANCA / 000475 / DZ11					LATITUD:		10° 29' 22.57" S		DEPARTAMENTO:		PASCO	
PROPIETARIO:		SENAMHI					LONGITUD:		76° 30' 46.26" W		PROVINCIA:		DANIEL ALCIDES CARRIÓN	
PARÁMETRO:		PRECIPITACIÓN MÁX. EN 24 H (mm)					ALTITUD:		3150 msnm.		DISTRITO:		YANAHUANCA	
AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	Pp máx. Anual	
2009	20	17.6	27	31.5	13.4	2.3	15.7	8.3	6	15	30	18	31.5	
2010	21	20	12.9	9.9	2.8	5.8	0	0	5.2	12	31.3	25.5	31.3	
2011	21.2	21.8	25.5	21.5	3.2	0	5.1	2.2	4	11	17.1	28	28.0	
2012	13.7	17.2	11.9	17.1	4.2	15.8	5.8	2.2	18.2	13	23.4	33	33.0	
2013	17.8	19.2	19	10.3	4.7	4.1	4.1	7.1	4.1	13	15.2	12	19.2	
2014	14.8	17.9	17.8	10.6	10.1	5.9	7.8	4.3	12	12	15.8	20.7	20.7	
2015	23.6	30.7	32.0	23.8	19.6	9.0	8.7	12.6	18.3	24.5	31.1	31.7	32.0	
2016	18.4	20.3	28.8	12.3	2.8	4.2	10.2	7.8	10.5	12.1	7.1	19.2	28.8	
2017	23.3	17.2	30	16.1	10.8	15.0	6.1	5.6	22.7	11.8	15.4	20	30.0	
2018	27.7	29	22.6	32.6	12.7	11.3	4.8	23.5	10.8	17.6	14.5	13.6	32.6	
N° AÑOS	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
Pprom.	20.2	21.1	22.7	18.6	8.4	7.3	6.8	7.4	11.2	14.2	20.1	22.2	28.7	
Pmáx.	27.7	30.7	32.0	32.6	19.6	15.8	15.7	23.5	22.7	24.5	31.3	33.0	33.0	
Pmin.	13.7	17.2	11.9	9.9	2.8	0.0	0.0	0.0	4.0	11.0	7.1	12.0	19.2	

Fuente: Raraz (2024)

Se observa que, para un periodo de 10 años, según la tabla de Mora-Vahrson, el promedio máximo anual, no sobrepasa de los 50 mm, por esta razón se asume que el valor para el factor de intensidad de precipitación en el área de estudio es de $T_p = 1$.

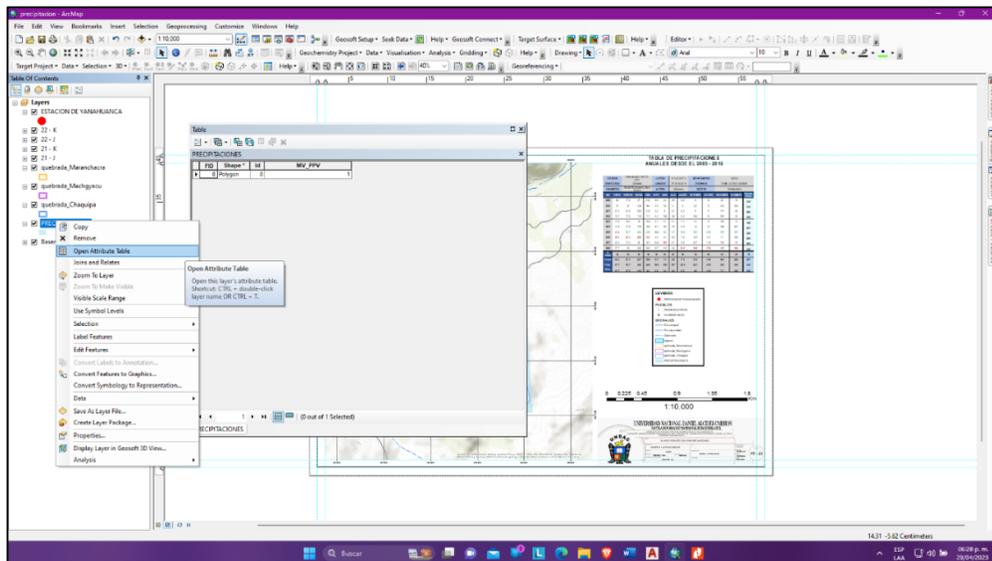
Tabla 20
Cuadro para hallar el factor T_p

Lluvia Máxima (mm) $n > 10$ años $T_r = 100$ años	Lluvia (mm) $n < 10$ años	Descripción	Factor T_p
<100	<50	Muy Bajo	1
101-200	51-90	Bajo	2
201-300	91-130	Medio	3
301-400	131-175	Alto	4
>401	>175	Muy alto	5

Fuente: Elaboración propia

Para la asignación de valores se realiza el mismo procedimiento que en los planos anteriores, trabajando en la tabla de atributos y creando una nueva columna donde se almacena el valor de este plano, como se muestra en la Figura 55.

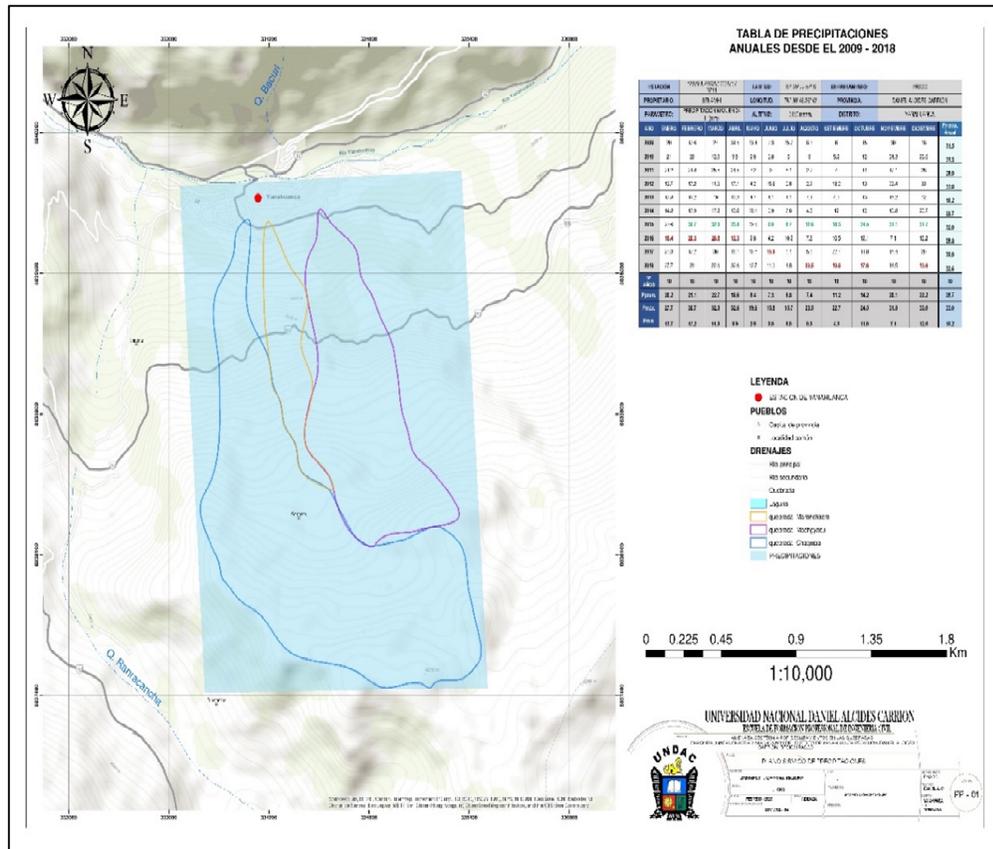
Figura 55
Asignación de Valores



Fuente: Elaboración propia

Finalmente se obtiene el plano del factor de intensidad de precipitación como se muestra en la Figura 56.

Figura 56
Plano de Intensidad de Precipitación



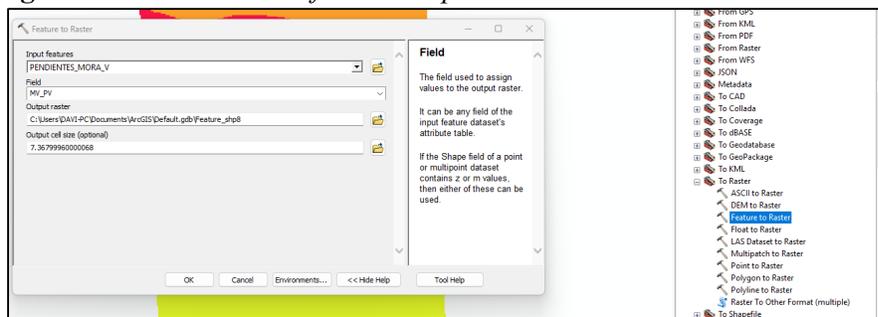
Fuente: Elaboración propia

4.1.2.3. Procesamiento de Datos

Después de procesar cada plano, se realiza la operación de la metodología Mora-Varshon, en el software ArcGIS.

- Primero, se convierte cada archivo en formato Shapefile (shp), un formato tipo Raster para realizar las operaciones correspondientes del método Mora-Vahrson, para realizar este proceso se usa la opción que permite convertir un archivo en formato shp a raster en el programa ArcGIS.

Figura 57 Convertidor de formato shp a raster



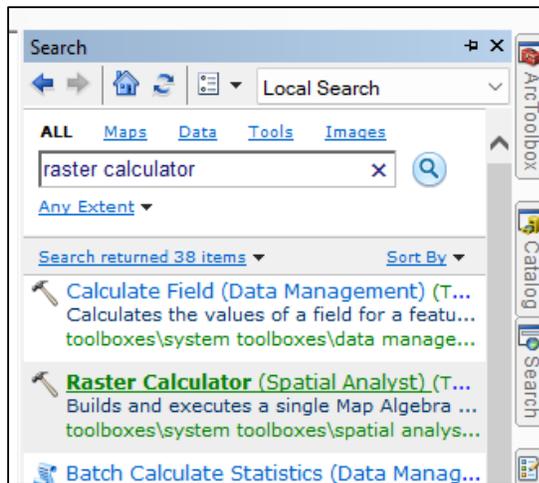
Fuente: Elaboración propia

- Como se observa en la Figura 57, se busca la herramienta “feature to raster”, el cuál muestra una ventana donde se busca cada archivo en formato shp y luego en la casilla “field” se digita el nombre de la columna que se ha creado anteriormente para asignar el valor de cada factor por cada plano, y se selecciona “ok”.
- Después de este proceso se obtiene una imagen en formato raster donde cada píxel tiene asignado el valor previamente asignado por el método Mora-Vahrson en cada plano generado por cada factor que intervine en este método.
- El proceso de conversión se lleva a cabo de manera uniforme para todos los planos, resaltando que esta etapa resulta fundamental para asegurar la coherencia y la homogeneidad de los resultados obtenidos.
- Después de este proceso se procede a operar la siguiente ecuación en el programa ArcGIS:

$$H = (S_r * S_l * S_h) * (T_s + T_p) \quad \text{(Ecuación 1)}$$

- Para este proceso en el buscador del programa ArcGIS, se escribe “raster calculator” y se escoge la primera sugerencia que resulta en la búsqueda.

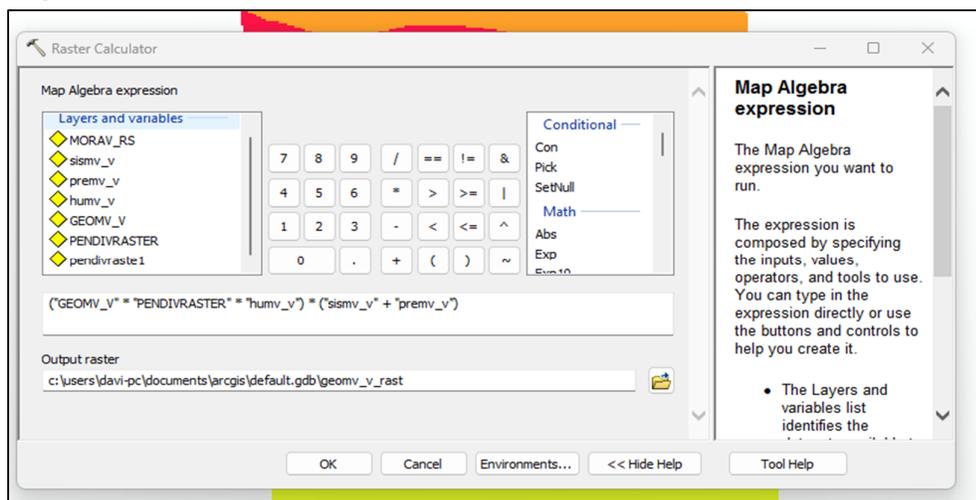
Figura 58
Ubicación de la opción raster calculator



Fuente: Elaboración propia

- Dentro de la ventana “Raster Calculator” se digita en el cajetín la ecuación para realiza la operación con cada una de las imágenes en formato raster, como se muestra en la Figura 59.

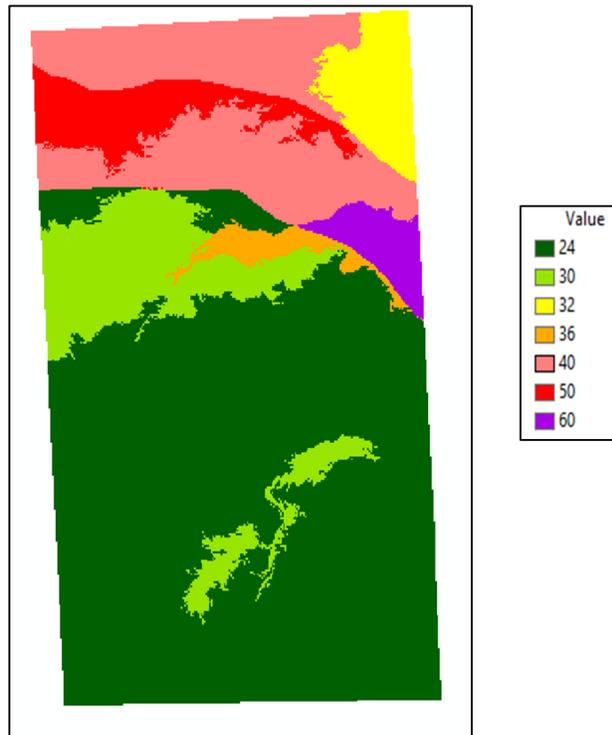
Figura 59
Digitación de la Ecuación de Mora-Vahrson



Fuente: Elaboración propia

- Después de seleccionar “ok” y se observa el resultado de la operación realizada entre los planos en la Figura 60.

Figura 60
Resultado de Operación entre Mapas



Fuente: Elaboración propia

- Finalmente se homogenizan los valores de acuerdo a la metodología Mora-Vahrson en base a la Tabla 11, como se muestra en la Figura 61, en la tabla de atributos del software ArcGIS, se crea una columna “CLASE” y se asignan los valores manualmente. Finalmente se obtiene el plano de amenaza geotécnica por el método Mora-Vahrson, como se muestra en la Figura 61, observando que los valores que se obtienen oscilan entre amenaza baja y moderada siendo predominante la amenaza moderada.

Figura 61
Asignación de Valores según la escala de Mora-Vahrson

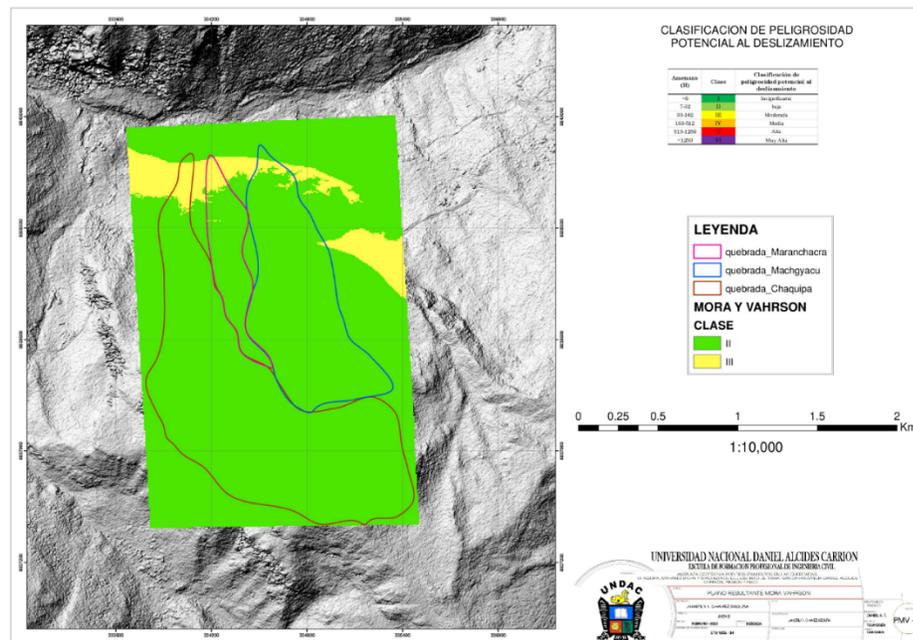
Table

MORA Y VAHRSON

Rowid	VALUE	COUNT	CLASE
0	24	45959	II
1	30	8983	II
2	32	3326	II
3	36	1390	II
4	40	13314	II
5	50	4147	III
6	60	1822	III

Fuente: Elaboración propia

Figura 62
Plano de Amenaza por el Método Mora-Vahrson



Fuente: Elaboración propia

4.1.3. Metodología Heurística MORA - VAHRSON + Factor GEOTÉCNICO

1. Factor Geotécnico (Sgt)

En esta etapa se añade otro factor condicionante, el factor Geotécnico, para conocer el nivel de amenaza geotécnica. Para este análisis primero

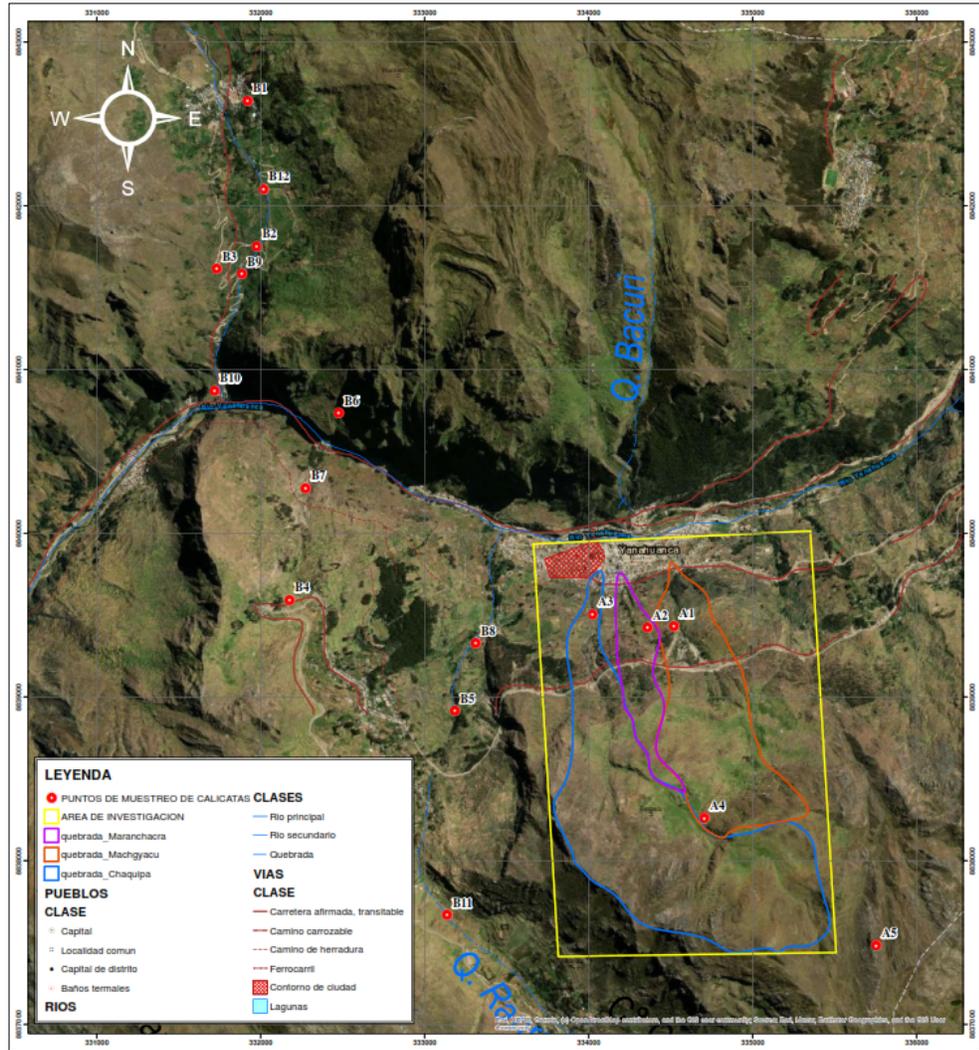
se compila y analiza la información extraída de los trabajos en campo de las 12 calicatas (ver Figura 63) excavadas y el resultado de los ensayos realizados en el laboratorio, como se muestra en la Tabla 21.

Tabla 21
Análisis geotécnicos hechos en campo

ID Calicata	C (KN/m2)	Ángulo de Fricción	Coordenada UTM - WGS 84	
			Este	Norte
A1	5.286	13.80	334521.42	8839434.41
A2	4.953	17.40	334358.28	8839424.03
A3	2.180	18.80	334024.40	8839506.78
A4	0.800	18.60	334706.77	8838260.38
A5	2.600	18.40	335754.06	8837482.81
B1	9.807	25.00	331919.00	8842643.00
B2	1.961	29.10	331976.00	8841754.00
B3	0.392	31.50	331733.00	8841614.00
B4	0.981	30.10	332176.80	8839593.70
B5	2.550	28.80	333184.54	8838915.04
B6	0.588	27.30	332476.96	8840733.37
B7	1.961	28.00	332274.83	8840276.58
B8	0.981	26.40	333310.59	8839328.25
B9	0.883	31.00	331886.03	8841582.03
B10	1.961	21.40	331718.03	8840872.03
B11	9.807	25.10	333137.54	8837665.94
B12	10.787	23.80	332017.03	8842103.03

Fuente: Elaboración propia

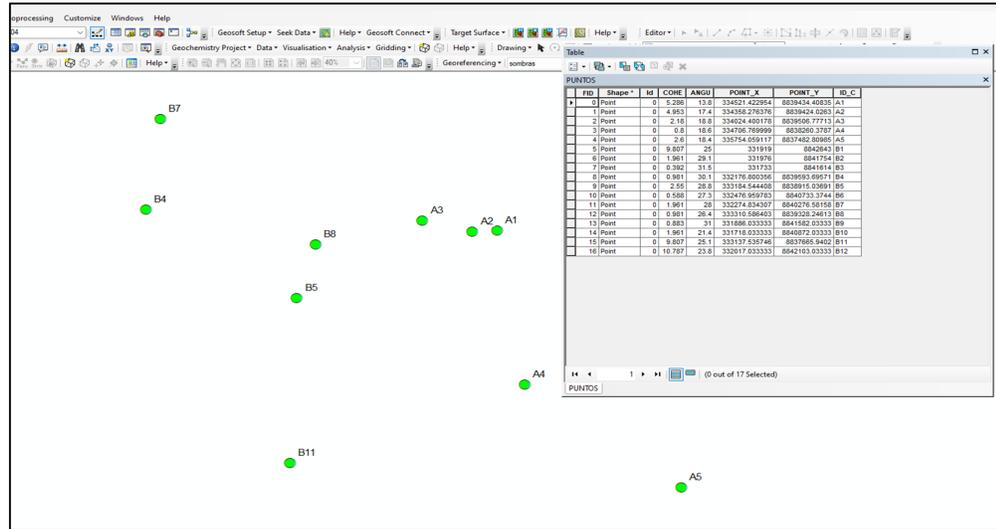
Figura 63
Plano de Ubicación de las Calicatas realizadas en Campo



Fuente: Elaboración propia

Después de analizar la información, se suben los datos al software ArcGIS, a través de la creación de un archivo de formato Shapefile (shp) de tipo punto, donde se almacenan los datos de la Tabla 21, para el procesamiento, ver (Figura 64). Es importante destacar que, para el propósito de este estudio, el ángulo de fricción serán el dato fundamental para el Factor Geotécnico.

Figura 64
Integración de los datos geotécnicos en el software ArcGIS



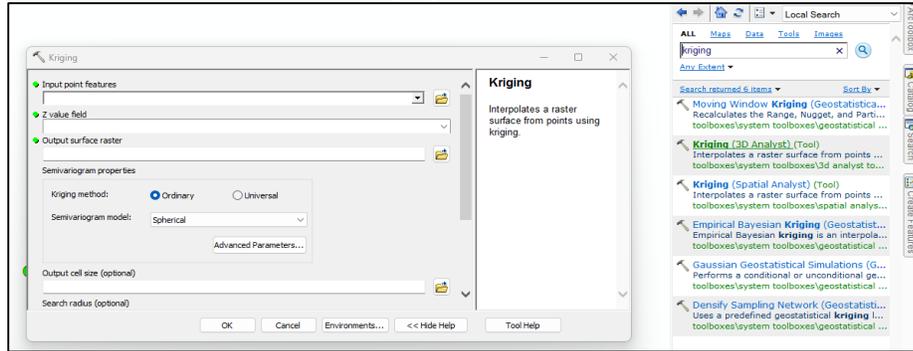
Fuente: Elaboración propia

Creados los puntos en el programa ArcGIS se procede a utilizar la herramienta Kriging, para obtener el plano geotécnico.

- **Nota:** La herramienta kriging utiliza un modelo matemático que relaciona los valores medidos en los puntos de una red de observación con los valores desconocidos en otros puntos del espacio. Este modelo se basa en la teoría de la geoestadística y utiliza un conjunto de ecuaciones que tienen en cuenta la distancia entre los puntos de observación y la distribución espacial de los datos. El método kriging se utiliza para estimar valores desconocidos de una variable en un punto en particular a partir de las mediciones realizadas en otros puntos cercanos. Los resultados de la estimación proporcionan información detallada sobre la variabilidad espacial de la variable en cuestión y permiten elaborar mapas de alta calidad con una gran precisión y detalle.

Para usar esta herramienta en el software ArcGIS, dentro del buscador se digita la palabra Kriging y elegimos la herramienta que necesitamos como se muestra en la Figura 65:

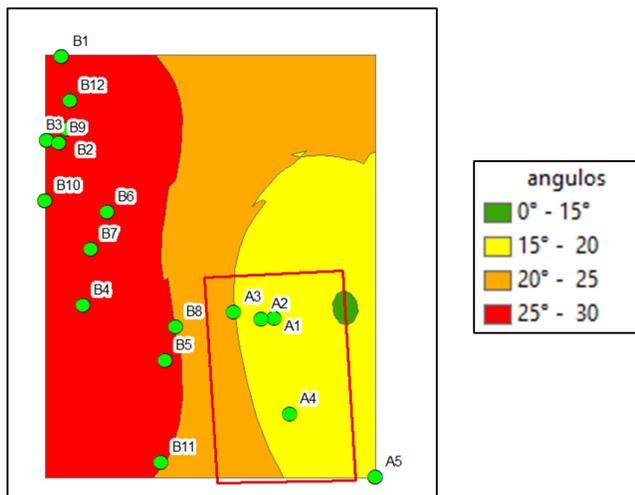
Figura 65
Selección de la herramienta Kriging en ArcGIS



Fuente: Elaboración propia

En la casilla “input point features” se carga el archivo creado con la información geotécnica, y en la casilla “z value field” se direcciona a la columna Ángulo de Fricción que previamente se creó, el resto de las opciones se dejan por defecto y luego de aceptar a información, se obtiene el plano que se muestra en la Figura 66:

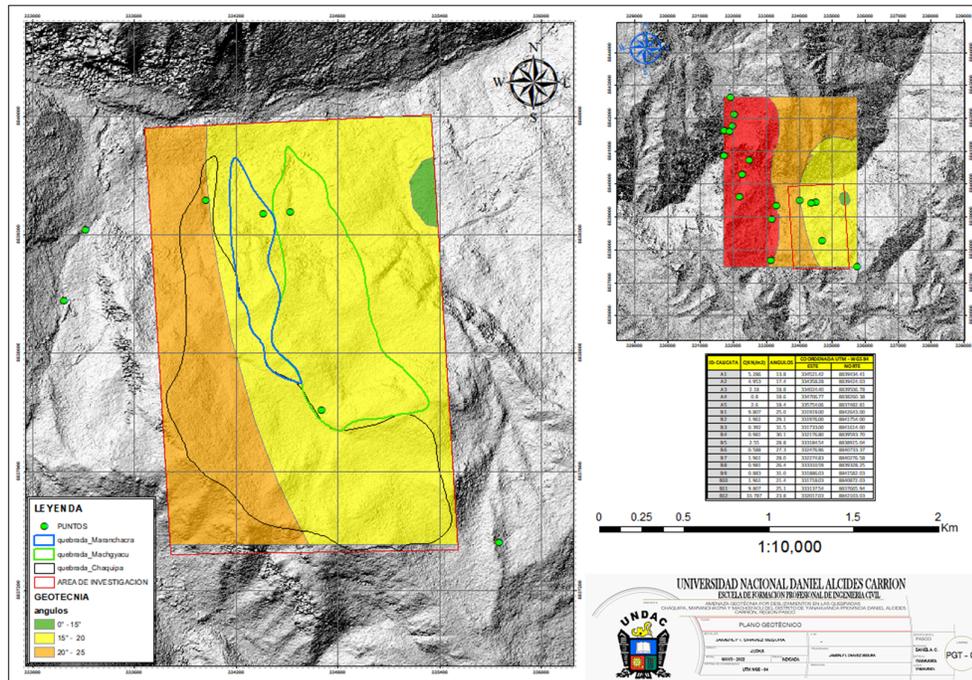
Figura 66
Plano con Información Geotécnica



Fuente: Elaboración propia

Después de obtener este plano, se procede a cortar el área para delimitar el área de influencia, con el fin de obtener un plano geotécnico adaptado al área específico del proyecto.

Figura 67
Delimitación del Área de Influencia para el Plano Geotécnico



Fuente: Elaboración propia

Luego se asignan los valores como los planos anteriores.

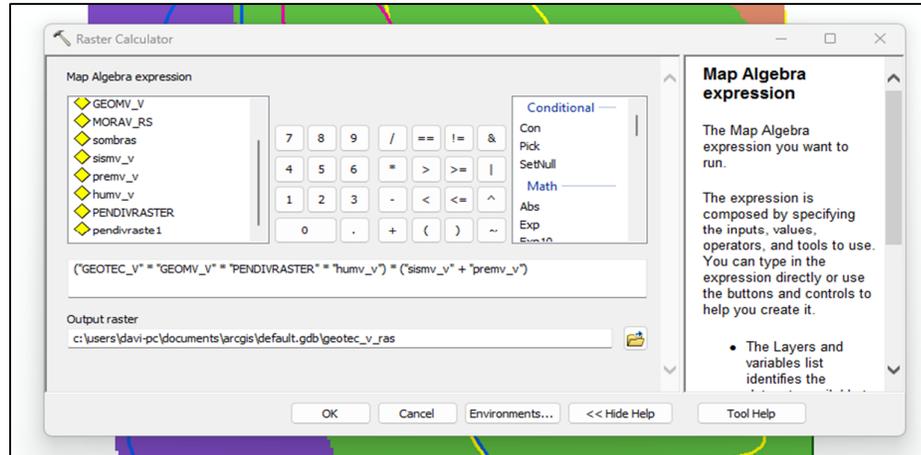
Para obtener el plano resultante en la ecuación de MORA - VAHRSON añadiendo el factor geotécnico, sólo se añade este archivo a la ecuación y resultaría así:

$$H = (S_{gt} * S_r * S_l * S_h) * (T_S + T_P)$$

- Para este proceso en el buscador del programa ArcGIS, se escribe “raster calculator” y se escoge la primera sugerencia que resulta en la búsqueda.

- Dentro de la ventana “Raster Calculator” se digita en el cajetín la ecuación agregando el factor geotécnico para realiza la operación con cada una de las imágenes en formato raster, como se muestra en la Figura 68.

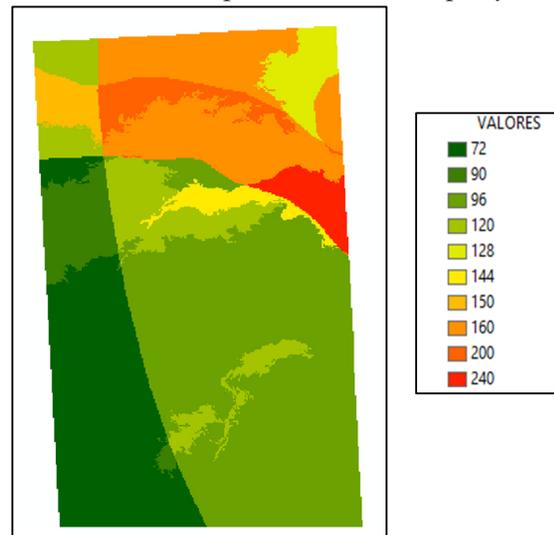
Figura 68
Adición del Factor Geotécnico a la Ecuación Mora-Vahrson



Fuente: Elaboración propia

- Después de seleccionar “ok” y se observa el resultado de la operación realizada entre los planos en la Figura 69.

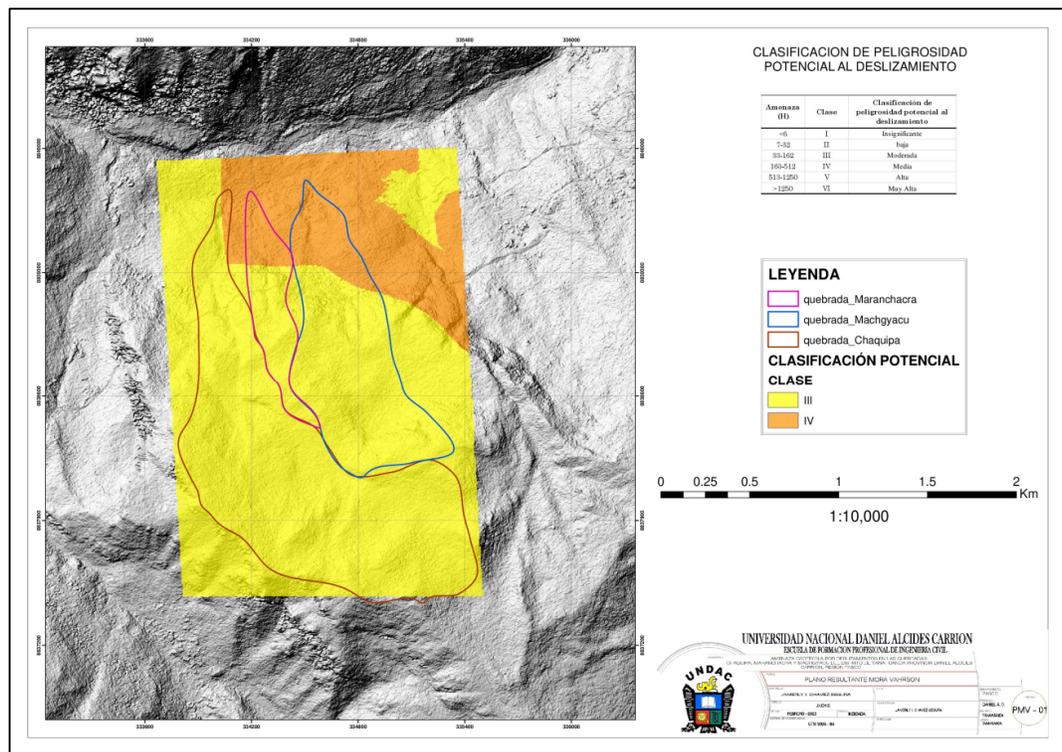
Figura 69
Resultado de la Operación entre Mapas y el Factor Geotécnico



Fuente: Elaboración propia

- Finalmente se homogenizan los valores de acuerdo a la metodología Mora-Vahrson como se muestra en la Tabla 11, y al anterior procedimiento de la Figura 61, para finalmente obtener el plano de amenaza geotécnica por el método Mora-Vahrson más el Factor Geotécnico, como se muestra en la Figura 70, observando que los valores que se obtienen oscilan entre amenaza moderada y alta siendo predominante la amenaza moderada.

Figura 70
Plano de Amenaza Geotécnica por el Método Mora-Vahrson



Fuente: Elaboración propia

4.1.4. Modelo Heurístico Basado en REGLAS EMPIRICAS

Para este método se analizan los mismos datos que se utilizaron en el primer método, pero para la asignación de pesos, se utilizara Proceso Analítico Jerárquico (Analytic Hierarchy Process, AHP).

4.1.4.1. Determinación de Pesos por el Método de Proceso Analítico Jerárquico (analytic hierarchy process, AHP)

Este método determina el peso para cada variable, y se determinarán los pesos para los factores geológicos, pendiente de terreno, precipitaciones máximas anuales y cobertura general, presentes en el área de estudio usando la escala general de Saaty (1980).

Tabla 22
Cuadro de escala numérica de Saaty

ESCALA NUMÉRICA	ESCALA VERBAL	EXPLICACIÓN
9	Absolutamente o muchísimo más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro ,el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante que el segundo.
7	Muchísimo más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante o preferido que el segundo.
5	más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro ,el primero se considera más importante o preferido que el segundo.
3	Ligeramente más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro ,el primero se considera más importante o preferido que el segundo.
1	Igual	Al comparar un elemento con el, hay indiferencia entre ellos
1/3	Ligeramente menos importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro ,el primero se considera ligeramente menos importante o preferido que el segundo.
1/5	Menos importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro ,el primero se considera mucho menos importante o preferido que el segundo.
1/7	Mucho importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro ,el primero se considera mucho menos importante o preferido que el segundo.
1/9	Absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con el otro ,el primero se considera absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que el.
2,4,6,8	Valores intermedios entre dos...	juicios adyacentes que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores

Fuente: Adaptado de Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales, Lima, Perú (p. 207), por CENEPRED, (2015).

1. Geología

Para elaborar el plano de este factor, primero se elabora la matriz de comparación de pares, para obtener la importancia relativa según la escala de Saaty, analizando los parámetros mostrados en la Tabla 23.

Tabla 23
Matriz de Comparación de Pares - Factor Geología

DEFINICIÓN DEL PESO DE LOS CRITERIOS					
PARÁMETROS	Grupo Pucará	Esquistos	Grupo Goyllarisquisga	Formación Chulec	Formación Jumasha
Grupo Pucará	1	2	4	7	9
Esquistos	1/2	1	3	5	8
Grupo Goyllarisquisga	1/4	1/3	1	3	5
Formación Chulec	1/7	1/5	1/3	1	4
Formación Jumasha	1/9	1/8	1/5	1/4	1
Suma	2.00	3.66	8.53	16.25	27.00

Fuente: Elaboración propia

Luego se multiplica el valor inverso de la sumatoria por cada columna por el valor de cada elemento en su columna correspondiente de la Tabla 23, así se elabora la matriz de normalización como se muestra en la Tabla 24.

Tabla 24
Matriz de Normalización – Factor Geología

REPRESENTATIVIDAD POR CRITERIO					
Grupo Pucará	0.50	0.55	0.47	0.43	0.33
Esquistos	0.25	0.27	0.35	0.31	0.30
Grupo Goyllarisquisga	0.12	0.09	0.12	0.18	0.19
Formación Chulec	0.07	0.05	0.04	0.06	0.15
Formación Jumasha	0.06	0.03	0.02	0.02	0.04

Fuente: Elaboración propia

Luego determinamos el peso por criterio como se muestra en la Tabla 25, hallando el promedio por cada fila de la Tabla 24, verificando que la suma en cada columna de ser igual a la unidad.

Tabla 25
Peso por criterio – Factor Geología

PESO POR CRITERIO	
GRUPO PUCARÁ	0.456
ESQUISTOS	0.296
GRUPO GOYLLARISQUISGA	0.141
FORMACIÓN CHULEC	0.075
FORMACIÓN JUMASHA	0.033
	1.00

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 25, se observan los siguientes rangos por cada categoría geología y se distinguen en la Tabla 26.

Tabla 26
Rangos para cada categoría geológica

DONDE		
0.296	< G <=	0.456
0.141	< G <=	0.296
0.075	< G <=	0.141
0.033	< G <=	0.075

Fuente: Elaboración propia

Para comprobar la consistencia de los pesos hallados en la Tabla 25, se realiza el cálculo de la razón de consistencia, para conocer si los cálculos son correctos, primero se calcula el factor “W”, multiplicando de forma matricial la Tabla 23 y Tabla 25, para dividir ese resultado con los datos de la Tabla 25 y hallar el promedio de ese resultado, como se muestra en la Tabla 27:

Tabla 27
Cálculo del Factor W – Factor Geológico

	A	A/Peso
GRUPO PUCARÁ	2.43	5.34
ESQUISTOS	1.58	5.36
GRUPO GOYLLARISQUISGA	0.74	5.29
FORMACIÓN CHULEC	0.38	5.05
FORMACIÓN JUMASHA	0.17	5.06
	W	5.22

Fuente: Elaboración propia

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

DONDE:

RC: Razón de Consistencia

IC: Índice de Consistencia

IA: Índice de Aleatoriedad

Después se calcula el índice de consistencia usando el factor “W” de la Tabla 27, se procede con la siguiente formula:

$$IC = \frac{W - n}{n - 1}$$

DONDE:

$$W = 5.22$$

n = número de criterios = 5

$$\Rightarrow IC = 0.055$$

Para determinar el índice de aleatoriedad se procede con la siguiente formula:

$$IA = \frac{1.98(n - 2)}{n}$$

$$IA = 1.188$$

Finalmente, para determinar la razón de consistencia.

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

$$RC = \frac{0.055}{1.188}$$

$$RC = 0.046$$

El factor RC debe ser menor a 0.10 para ser valido, en este caso RC = 0.046 es menor que 0.10 y los criterios usados en la Tabla 23 son válidos.

Después de comprobar los valores asignados de la Tabla 23 y el cálculo de pesos para el factor geológico de la Tabla 25, se procede añadir los datos al plano geológico en el software ArcGIS como se muestra en la Figura 71.

Figura 71*Adición de los valores de pesos al plano geológico*

UNIDAD	DESCRIP	MV_GV	H_GV
Grupo Goyllarisquiza	Areniscas cuarzosas blanquecinas, limoarcillitas grises y niveles de carbón.	3	0.141
Complejo del Marañón - esquisto	Esquisto	4	0.296
Grupo Pucará	Calizas gris azulinas en bancos medios a gruesos con nodulos de chert.	5	0.456

Fuente: Elaboración propia

2. Pendientes

Para elaborar el plano de este factor, primero se elabora la matriz de comparación de pares, para obtener la importancia relativa según la escala de Saaty, analizando los parámetros mostrados en la Tabla 28.

Tabla 28*Matriz de Comparación de Pares - Factor Pendiente*

DEFINICIÓN DEL PESO DE LOS CRITERIOS					
PENDIENTE	P > 55°	35° < P <= 55°	16° < P <= 35°	8° < P <= 16°	P <= 8°
P > 55°	1	2	2	2	8
35° < P <= 55°	0.5	1	2	4	7
16° < P <= 35°	0.5	0.5	1	3.0	6
8° < P <= 16°	0.5	0.3	0.3	1	3
P <= 8°	0.1	0.1	0.2	0.3	1
SUMA	2.63	3.89	5.50	10.33	25.00

Fuente: Elaboración propia

Luego se multiplica el valor inverso de la sumatoria por cada columna por el valor de cada elemento en su columna correspondiente de la Tabla 28, así se elabora la matriz de normalización como se muestra en la Tabla 29.

Tabla 29
Matriz de Normalización – Factor Pendiente

REPRESENTATIVIDAD POR CRITERIO					
P > 55°	0.38	0.51	0.36	0.19	0.32
35° < P <= 55°	0.19	0.26	0.36	0.39	0.28
16° < P <= 35°	0.19	0.13	0.18	0.29	0.24
8° < P <= 16°	0.19	0.06	0.06	0.10	0.12
P < = 8°	0.05	0.04	0.03	0.03	0.04

Fuente: Elaboración propia

Luego determinamos el peso por criterio como se muestra en la Tabla 30, hallando el promedio por cada fila de la Tabla 29, verificando que la suma en cada columna de ser igual a la unidad.

Tabla 30
Peso por criterio – Factor Pendiente

PESO POR CRITERIO	
P > 55°	0.354
35° < P <= 55°	0.296
16° < P <= 35°	0.206
8° < P <= 16°	0.106
P < = 8°	0.037
SUMA	1.00

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 30, se observan los siguientes rangos por cada categoría de las pendientes basadas en los ángulos y se distinguen en la Tabla 31.

Tabla 31*Rangos para las categorías de las pendientes basadas en los ángulos*

DONDE		
0.296	< G <=	0.354
0.206	< G <=	0.296
0.106	< G <=	0.206
0.037	< G <=	0.106

Fuente: Elaboración propia

Para comprobar la consistencia de los pesos hallados en la Tabla 30, se realiza el cálculo de la razón de consistencia, para conocer si los cálculos son correctos, primero se calcula el factor “W”, multiplicando de forma matricial la Tabla 28 y Tabla 30, para dividir ese resultado con los datos de la Tabla 30 y hallar el promedio de ese resultado, como se muestra en la Tabla 32:

Tabla 32*Cálculo del Factor W – Factor Pendiente*

	A	A/Peso
P > 55°	1.87	5.28
35° < P <= 55°	1.57	5.32
16° < P <= 35°	1.07	5.21
8° < P <= 16°	0.54	5.06
P <= 8°	0.19	5.18
	W	5.210097673

Fuente: Elaboración propia

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

DONDE:

RC: Razón de Consistencia

IC: Índice de Consistencia

IA: Índice de Aleatoriedad

Después se calcula el índice de consistencia usando el factor “W” de la Tabla 32, se procede con la siguiente formula:

$$IC = \frac{W - n}{n - 1}$$

DONDE:

$$W = 5.21$$

n = número de criterios = 5

$$\Rightarrow IC = 0.0525$$

Para determinar el índice de aleatoriedad se procede con la siguiente formula:

$$IA = \frac{1.98(n - 2)}{n}$$

$$IA = 1.188$$

Finalmente, para determinar la razón de consistencia

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

$$RC = \frac{0.055}{1.188}$$

$$RC = 0.044$$

El factor RC debe ser menor a 0.10 para ser valido, en este caso RC = 0.044 es menor que 0.10 y los criterios usados en la Tabla 28 son válidos.

Después de comprobar los valores asignados de la Tabla 28 y el cálculo de pesos para el factor pendiente de la Tabla 30, se procede añadir los datos

al plano de pendientes en el software ArcGIS como se muestra en la Figura 72.

Figura 72
Adición de los valores de pesos al plano de pendientes

FID	Shape *	OBJECTID	MV_PV	pendientes	H_PV
0	Polygon	1	4	16° < P <= 35°	0.206
1	Polygon	2	5	35° < P <= 55°	0.296
2	Polygon	3	6	P > 55°	0.354

Fuente: Elaboración propia

3. Precipitaciones

Se conoce que el área de estudio de esta investigación es pequeña y la variación de precipitación a lo largo del territorio es mínima, por esta razón se sigue considerando la Tabla 19.

Para elaborar el plano del factor precipitación, se toma la precipitación mínima de 19.2 y la precipitación máxima de 33.0, para delimitar los rangos, de esta manera elaborar la matriz de comparación de pares, para obtener la importancia relativa según la escala de Saaty, como se muestra en la Tabla 33.

Tabla 33
Matriz de Comparación de Pares - Factor Precipitación

DEFINICIÓN DEL PESO DE LOS CRITERIOS					
PRECIPITACIÓN	>30mm	25 - 30	20 - 25	15 - 20	<15 mm
>30mm	1	2	2	3	3
25 - 30	0.50	1	2	2	3
20 - 25	0.50	0.50	1	2	3
15 - 20	0.33	0.50	0.50	1	2
<15 mm	0.33	0.33	0.33	0.50	1
SUMA	2.67	4.33	5.83	8.50	12.00

Fuente: Elaboración propia

Luego se multiplica el valor inverso de la sumatoria por cada columna por el valor de cada elemento en su columna correspondiente de la Tabla 33, así se elabora la matriz de normalización como se muestra en la Tabla 34.

Tabla 34
Matriz de Normalización – Factor Precipitación

REPRESENTATIVIDAD POR CRITERIO					
>30mm	0.38	0.46	0.34	0.35	0.25
25 - 30	0.19	0.23	0.34	0.24	0.25
20 - 25	0.19	0.12	0.17	0.24	0.25
15 - 20	0.13	0.12	0.09	0.12	0.17
<15 mm	0.13	0.08	0.06	0.06	0.08

Fuente: Elaboración propia

Luego determinamos el peso por criterio como se muestra en la Tabla 35, hallando el promedio por cada fila de la Tabla 34, verificando que la suma en cada columna de ser igual a la unidad:

Tabla 35
Peso por criterio – Factor Precipitación

PESO POR CRITERIO	
>30mm	0.356
25 - 30	0.249
20 - 25	0.192
15 - 20	0.122
<15 mm	0.080
SUMA	1.00

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 35, se observan los siguientes rangos por cada categoría de las pendientes basadas en los ángulos y se distinguen en la Tabla 36.

Tabla 36
Rangos para las categorías de precipitación

DONDE		
0.249	< PP <=	0.356
0.192	< PP <=	0.249
0.122	< PP <=	0.192
0.080	< PP <=	0.122

Fuente: Elaboración propia

Para comprobar la consistencia de los pesos hallados en la Tabla 35, se realiza el cálculo de la razón de consistencia, para conocer si los cálculos son correctos, primero se calcula el factor “W”, multiplicando de forma matricial la Tabla 33 y Tabla 35, para dividir ese resultado con los datos de la Tabla 35 y hallar el promedio de ese resultado, como se muestra en la Tabla 37:

Tabla 37
Cálculo del Factor W – Factor Precipitación

	A	A/Peso
>30mm	1.85	5.18
25 - 30	1.30	5.20
20 - 25	0.98	5.10
15 - 20	0.62	5.09
<15 mm	0.41	5.07
	W	5.130377476

Fuente: Elaboración propia

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

DONDE:

RC: Razón de Consistencia

IC: Índice de Consistencia

IA: Índice de Aleatoriedad

Después se calcula el índice de consistencia usando el factor “W” de la Tabla 37, se procede con la siguiente formula:

$$IC = \frac{W - n}{n - 1}$$

DONDE:

$$W = 5.13$$

n = número de criterios = 5

$$\Rightarrow IC = 0.0326$$

Para determinar el índice de aleatoriedad se procede con la siguiente formula:

$$IA = \frac{1.98(n - 2)}{n}$$

$$IA = 1.188$$

Finalmente, para determinar la razón de consistencia:

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

$$RC = \frac{0.1099}{1.188}$$

$$RC = 0.027$$

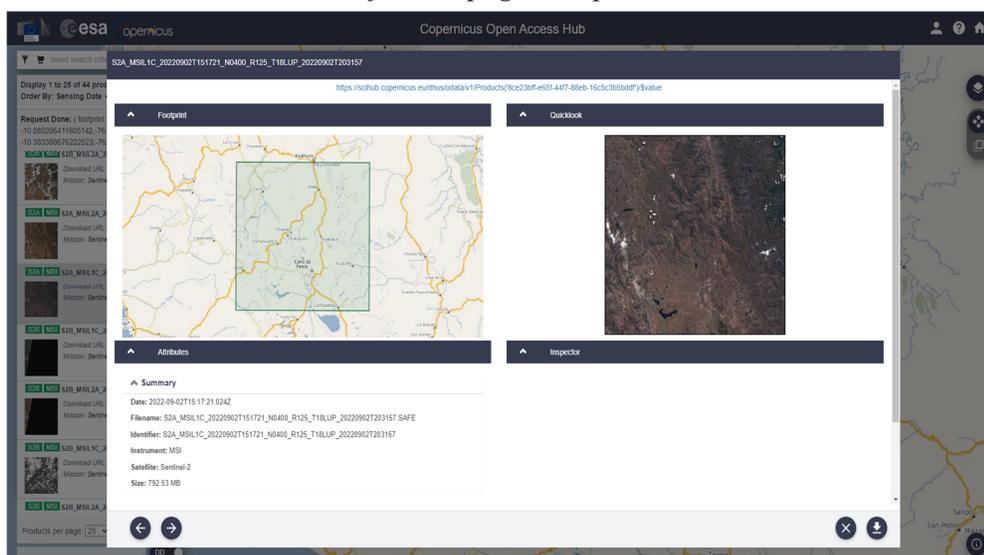
El factor RC debe ser menor a 0.10 para ser válido, en este caso RC = 0.027 es menor que 0.10 y los criterios usados en la Tabla 35 son válidos.

Después de comprobar los valores asignados de la Tabla 33 y el cálculo de pesos para el factor pendiente de la Tabla 35, se procede a añadir los datos al plano de precipitación en el software ArcGIS, cabe resaltar que la varianza de precipitación en el área de estudio es mínima, entonces toda el área tendrá un mismo valor, el promedio de precipitación es 28.7 y este número se ubica dentro del rango de 25 a 30, por tal motivo el valor asignado para este plano será sólo de 0.249.

4. Cobertura Vegetal

Para obtener la cobertura vegetal de la zona de estudio es necesario calcular el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), para obtener este factor se usa una imagen de tipo Sentinel-2 del área de estudio, el cual facilita las bandas necesarias para calcular el NDVI. Para obtener este tipo de imagen Sentinel-2, se descarga desde la siguiente página web “<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>”, donde se ubica la zona de estudio.

Figura 73
Ubicación de la zona de trabajo en la página Copernicus



Fuente: <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>

Esta imagen posee 13 bandas, como se muestra en la Tabla 38, pero para este estudio sólo se usan las bandas 4 y 8, para obtener la información de la cobertura vegetal.

Tabla 38
Datos del Sentinel-2

	SENTINEL 2	
	Longitud de onda (μm)	Resolución (m)
Banda 1 - Aerosol	0,43 - 0,45	60
Banda 2 - Blue	0,45 - 0,52	10
Banda 3 - Green	0,54 - 0,57	10
Banda 4 - Red	0,65 - 0,68	10
Banda 5 - Red edge 1	0,69 - 0,71	20
Banda 6 - Red edge 2	0,73 - 0,74	20
Banda 7 - Red edge 3	0,77 - 0,79	20
Banda 8 - Near Infrared (NIR) 1	0,78 - 0,90	10
Banda 8A - Near Infrared (NIR) 2	0,85 - 0,87	20
Banda 9 - Water vapour	0,93 - 0,95	60
Banda 10 - Cirrus	1,36 - 1,39	60
Banda 11 - SWIR 1	1,56 - 1,65	20
Banda 12 - SWIR 2	2,10 - 2,28	20

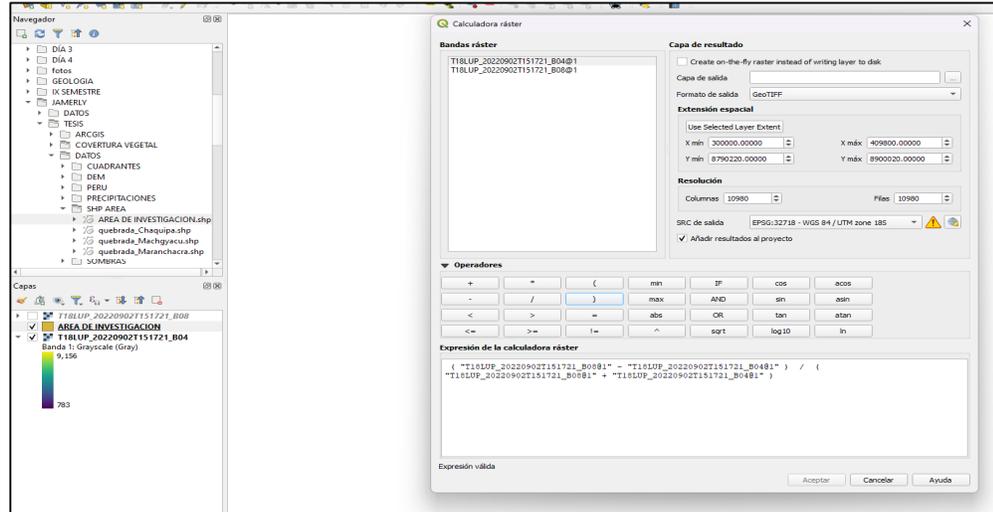
Fuente: Elaboración propia

Después se procede analizar la data, operando la siguiente ecuación con las bandas seleccionadas, en el software ArcGIS.

$$NDVI = \frac{Band_8 - Band_4}{Band_8 + Band_4}$$

Figura 74

Se muestra la ecuación para calcular NDVI con la selección de bandas



Fuente: Elaboración propia

Para elaborar el plano del factor de cobertura vegetal, primero se elabora la matriz de comparación de pares, para obtener la importancia relativa según la escala de Saaty, analizando los parámetros mostrados en la Tabla 39.

Tabla 39

Matriz de Comparación de Pares - Factor Cobertura Vegetal

DEFINICIÓN DEL PESO DE LOS CRITERIOS

FALTA DE COBERTURA VEGETAL	100%	70%	40%	20%	0%
100%	1	2	4	5	9
70%	0.5	1	3	6	7
40%	0.3	0.3	1	3	6
20%	0.2	0.2	0.3	1	4
0%	0.1	0.1	0.2	0.3	1
SUMA	2.06	3.64	8.50	15.25	27.00

Fuente: Elaboración propia

Luego se multiplica el valor inverso de la sumatoria por cada columna por el valor de cada elemento en su columna correspondiente de la Tabla 39, así se elabora la matriz de normalización como se muestra en la Tabla 40.

Tabla 40

Matriz de Normalización – Factor Cobertura Vegetal

REPRESENTATIVIDAD POR CRITERIO					
100%	0.49	0.55	0.47	0.33	0.33
70%	0.24	0.27	0.35	0.39	0.26
40%	0.12	0.09	0.12	0.20	0.22
20%	0.10	0.05	0.04	0.07	0.15
0%	0.05	0.04	0.02	0.02	0.04

Fuente: Elaboración propia

Luego determinamos el peso por criterio como se muestra en la Tabla 41, hallando el promedio por cada fila de la Tabla 40, verificando que la suma en cada columna de ser igual a la unidad:

Tabla 41

Peso por criterio – Factor Cobertura Vegetal

PESO POR CRITERIO	
100%	0.433
70%	0.305
40%	0.150
20%	0.079
0%	0.033
SUMA	1.00

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 41, se observan los siguientes rangos por cada categoría de los porcentajes de cobertura vegetal y se distinguen en la Tabla 42.

Tabla 42*Rangos para las categorías de Cobertura Vegetal*

SISTEMA DE ASIGNACIÓN		
0.305	< CV <=	0.433
0.150	< CV <=	0.305
0.079	< CV <=	0.150
0.033	< CV <=	0.079

Fuente: Elaboración propia

Para comprobar la consistencia de los pesos hallados en la Tabla 41, se realiza el cálculo de la razón de consistencia, para conocer si los cálculos son correctos, primero se calcula el factor “W”, multiplicando de forma matricial la Tabla 39 y Tabla 41, para dividir ese resultado con los datos de la Tabla 41 y hallar el promedio de ese resultado, como se muestra en la Tabla 43:

Tabla 43*Cálculo del Factor W – Factor Cobertura Vegetal*

	A	A/Peso
100%	2.34	5.39
70%	1.68	5.51
40%	0.80	5.31
20%	0.40	5.05
0%	0.17	5.10
	W	5.274104137

Fuente: Elaboración propia

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

DONDE:

RC: Razón de Consistencia

IC: Índice de Consistencia

IA: Índice de Aleatoriedad

Después se calcula el índice de consistencia usando el factor “W” de la Tabla 43, se procede con la siguiente formula:

$$IC = \frac{W - n}{n - 1}$$

DONDE:

$$W = 5.21$$

n = número de criterios = 5

$$\Rightarrow IC = 0.0685$$

Para determinar el índice de aleatoriedad se procede con la siguiente formula:

$$IA = \frac{1.98(n - 2)}{n}$$

$$IA = 1.188$$

Finalmente, para determinar la razón de consistencia:

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

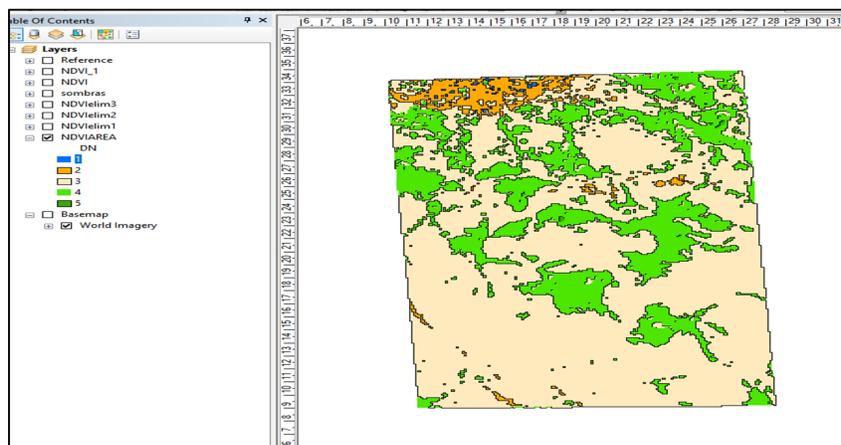
$$RC = \frac{0.0685}{1.188}$$

$$RC = 0.058$$

El factor RC debe ser menor a 0.10 para ser valido, en este caso RC = 0.058 es menor que 0.10 y los criterios usados en la Tabla 39 son válidos.

La Figura 75 muestra la información cargada al software ArcGIS.

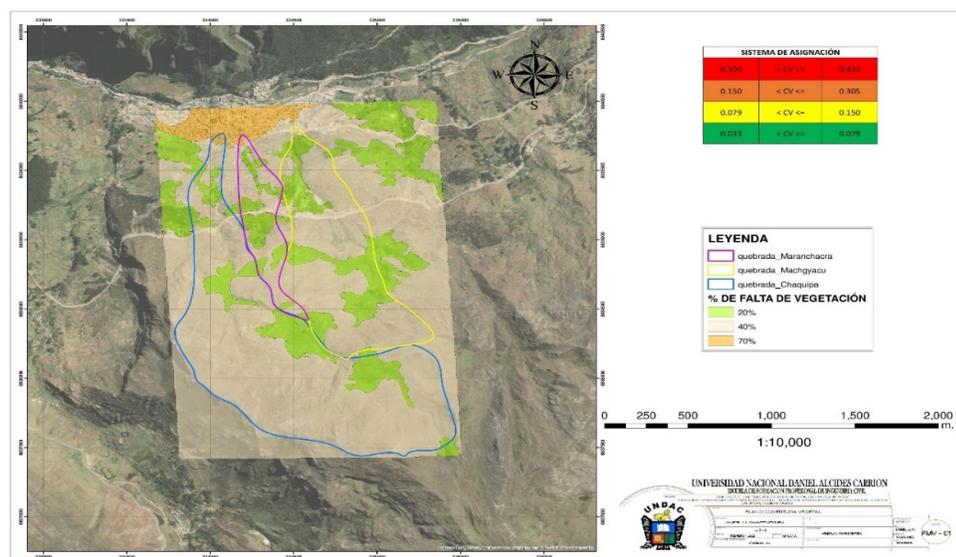
Figura 75
Información Cargada de la Cobertura Vegetal



Fuente: Elaboración propia

Nota: como la unidad mínima cartografiar de este trabajo es 1:10 000 como se muestra en la Tabla 19, se procede a calibrar las áreas como se muestra en la Figura 76.

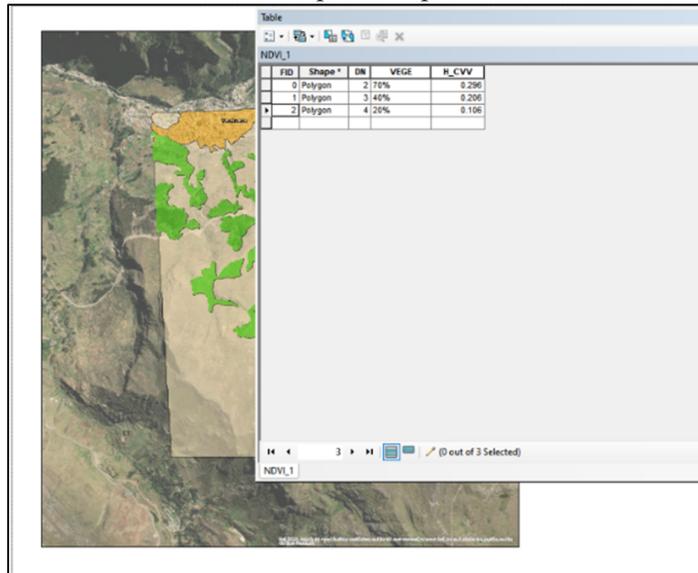
Figura 76
Plano Final de la Cobertura Vegetal



Fuente: Elaboración propia

Después de comprobar los valores asignados de la Tabla 39 y el cálculo de pesos para el factor pendiente de la Tabla 41, se procede a añadir los datos al plano de pendientes en el software ArcGIS como se muestra en la Figura 77.

Figura 77
Adición de los valores de pesos al plano de Cobertura Vegetal



Fuente: Elaboración propia

4.1.4.2. Análisis de los Factores Condicionantes

Para continuar con el análisis es importante determinar el peso de los factores condicionantes, continuando con el mismo método de los factores anteriores, es así que, primero se elabora la matriz de comparación de pares, para obtener la importancia relativa según la escala de Saaty, analizando los parámetros mostrados en la Tabla 44.

Tabla 44*Matriz de Comparación de Pares - Factores Condicionantes*

DEFINICIÓN DEL PESO DE LOS CRITERIOS			
FC	PENDIENTE	GEOLOGÍA	SUELOS
PENDIENTE	1	2	3
GEOLOGÍA	0.50	1	2
SUELOS	0.33	0.50	1
SUMA	1.83	3.50	6.00

Fuente: Elaboración propia

Luego se multiplica el valor inverso de la sumatoria por cada columna por el valor de cada elemento en su columna correspondiente de la Tabla 44, así se elabora la matriz de normalización como se muestra en la Tabla 45.

Tabla 45*Matriz de Normalización – Factores Condicionantes*

REPRESENTATIVIDAD POR CRITERIO			
PENDIENTE	0.55	0.57	0.50
GEOLOGÍA	0.27	0.29	0.33
SUELOS	0.18	0.14	0.17

Fuente: Elaboración propia

Luego determinamos el peso por criterio como se muestra en la Tabla 46, hallando el promedio por cada fila de la Tabla 45, verificando que la suma en cada columna de ser igual a la unidad:

Tabla 46*Peso por criterio – Factores Condicionantes*

PESO POR CRITERIO	
PENDIENTE	0.539
GEOLOGÍA	0.297
SUELOS	0.164
SUMA	1.00

Fuente: Elaboración propia

Para comprobar la consistencia de los pesos hallados en la Tabla 46, se realiza el cálculo de la razón de consistencia, para conocer si los cálculos son correctos, primero se calcula el factor “W”, multiplicando de forma matricial la Tabla 44 y Tabla 46, para dividir ese resultado con los datos de la Tabla 46 y hallar el promedio de ese resultado, como se muestra en la Tabla 47:

Tabla 47
Cálculo de área entre peso

	A	A/Peso
PENDIENTE	1.62	3.01
GEOLOGIA	0.89	3.01
SUELOS	0.49	3.00
	W	3.0092

Fuente: Elaboración propia

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

DONDE:

RC: Razón de Consistencia

IC: Índice de Consistencia

IA: índice de Aleatoriedad

Después se calcula el índice de consistencia usando el factor “W” de la Tabla 47, se procede con la siguiente formula:

$$IC = \frac{W - n}{n - 1}$$

DONDE:

$$W = 3.0092$$

n = número de criterios = 3

$$\Rightarrow IC = 0.0046$$

Para determinar el índice de aleatoriedad se procede con la siguiente fórmula:

$$IA = \frac{1.98(n - 2)}{n}$$

$$IA = 0.66$$

Finalmente, para determinar la razón de consistencia:

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

$$RC = \frac{0.0046}{0.66}$$

$$RC = 0.007$$

El factor RC debe ser menor a 0.10 para ser válido, en este caso $RC = 0.007$ es menor que 0.10 y los criterios usados en la Tabla 46 son válidos para los factores condicionantes.

4.1.4.3. Cálculo de Amenaza

Para calcular el factor de susceptibilidad, primero se ubican los pesos calculados para cada uno de los factores condicionantes y el factor detonante, como se muestra en el Cuadro 48.

Tabla 48*Ubicación de pesos para los factores condicionantes y el factor detonante*

Factores Condicionantes FC			Factores Detonantes
PENDIENTE	GEOLOGÍA	SUELOS	PRECIPITACIÓN
0.539	0.297	0.164	0.3
0.354	0.456	0.433	0.356
0.296	0.296	0.305	0.249
0.206	0.141	0.150	0.192
0.106	0.075	0.079	0.122
0.037	0.033	0.033	0.080

Fuente: Elaboración propia

Para calcular el peligro primeramente es necesario calcular la susceptibilidad 1, en este caso tenemos la siguiente tabla donde se obtiene los valores calculados para la susceptibilidad 1 que es la suma de factores condicionantes por el peso de cada uno:

Tabla 49*Cálculo de la Susceptibilidad 1*

SUSCEPTIBILIDAD 1
0.7
0.397
0.297
0.178
0.093
0.035

Fuente: Elaboración propia

Luego procedemos a calcular la susceptibilidad 2 que es la susceptibilidad 1 más los factores detonantes en este caso la precipitación:

Tabla 50
Cálculo de la Susceptibilidad 2

SUSCEPTIBILIDAD 1	PRECIPITACIÓN	SUSCEPTIBILIDAD 2
0.7	0.3	0.5
0.397	0.356	0.385
0.297	0.249	0.283
0.178	0.192	0.182
0.093	0.122	0.101
0.035	0.080	0.049

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente calculamos la susceptibilidad 3 que vendría a ser el peligro:

Tabla 51
Cálculo de la Susceptibilidad 3

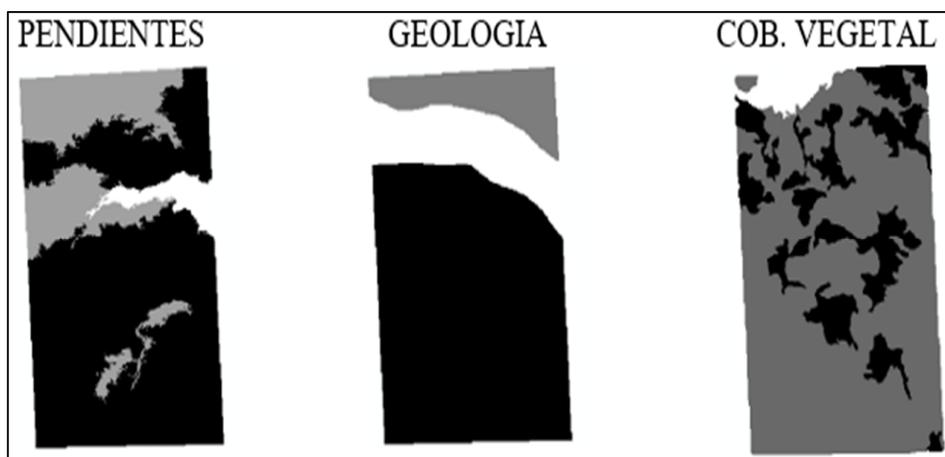
SUSCEPTIBILIDAD 2	T	SUSCEPTIBILIDAD 3
0.5	0.5	1
0.385	0.416	0.401
0.283	0.285	0.284
0.182	0.183	0.182
0.101	0.079	0.090
0.049	0.036	0.042

Fuente: Elaboración propia

Para obtener los resultados en el área de estudio procederemos a calcular primeramente la susceptibilidad 1, que se desarrollara de la siguiente manera:

1. Como en el proceso anterior de Mora Vahrson los shp creados pasaremos a convertirlos en raster, que nos facilitará los procesos de cálculo.

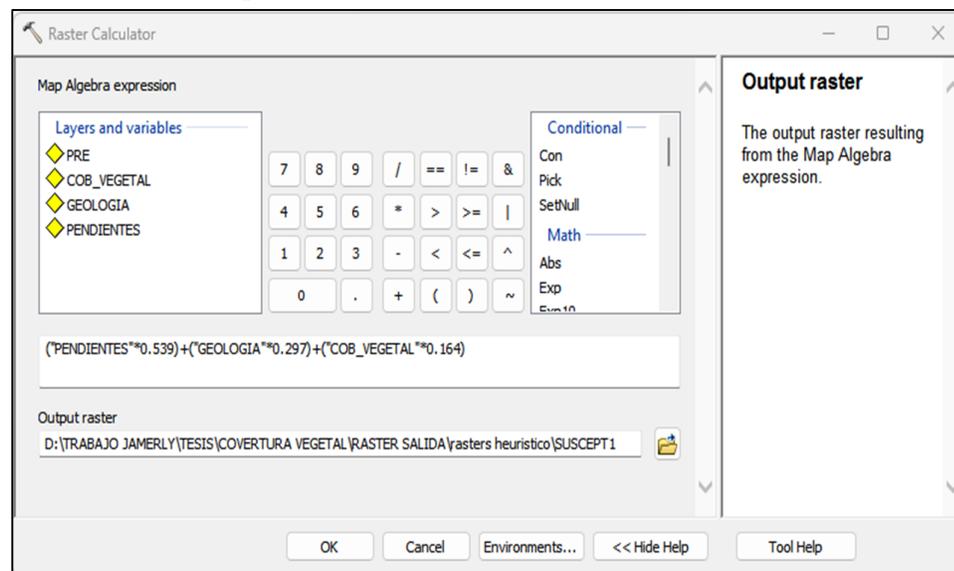
Figura 78
Se convierte de SHP a Raster



Fuente: Elaboración propia

2. Calculamos la susceptibilidad 1

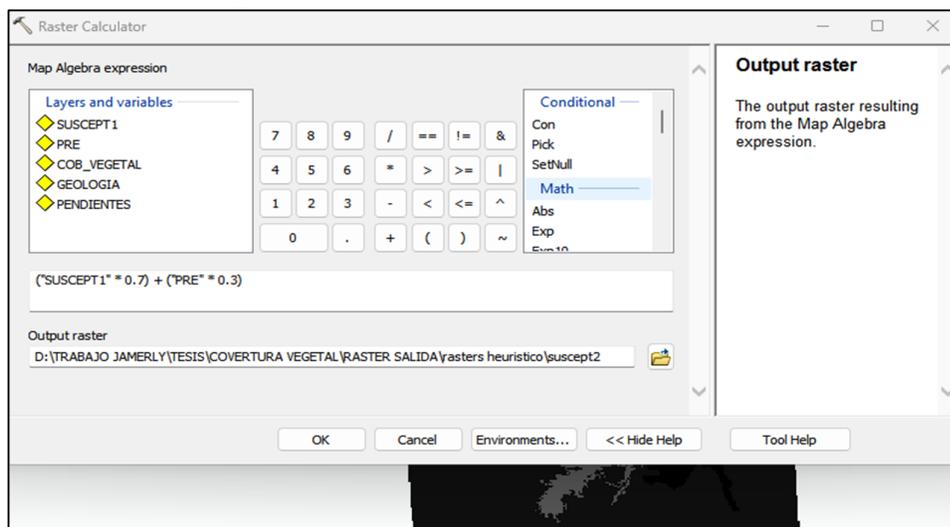
Figura 79
Cálculo de la Susceptibilidad 1



Fuente: Elaboración propia

3. Luego la Susceptibilidad 2

Figura 80
Cálculo de la Susceptibilidad 2



Fuente: Elaboración propia

Después de este proceso se obtiene el siguiente resultado siendo el nivel de susceptibilidad del área de trabajo.

4.1.5. Modelo Heurístico Basado en REGLAS EMPÍRICAS + Factor GEOTÉCNICO

Para añadir el factor condicionante “geotecnia” procederemos a calcular los pesos en este método de los valores del plano ya obtenido en el primer método.

Tabla 52
Definición del peso de los criterios

DEFINICIÓN DEL PESO DE LOS CRITERIOS					
ÁNGULOS	>30°	25° - 30°	20° - 25°	15° - 20°	<15° mm
>30°	1	2	2	3	3
25° - 30°	0.50	1	2	2	3
20° - 25°	0.50	0.50	1	2	3
15° - 20°	0.33	0.50	0.50	1	2
<15°	0.33	0.33	0.33	0.50	1
SUMA	2.67	4.33	5.83	8.50	12.00

Fuente: Elaboración propia

Luego elaboraremos la siguiente tabla para obtener la representatividad por criterio.

Tabla 53
Representatividad por criterio

REPRESENTATIVIDAD POR CRITERIO					
>30°	0.38	0.46	0.34	0.35	0.25
25° - 30°	0.19	0.23	0.34	0.24	0.25
20° - 25°	0.19	0.12	0.17	0.24	0.25
15° - 20°	0.13	0.12	0.09	0.12	0.17
<15°	0.13	0.08	0.06	0.06	0.08

Fuente: Elaboración propia

Luego determinamos el peso por criterio:

Tabla 54
Peso por criterio

PESO POR CRITERIO	
>30°	0.356
25° - 30°	0.249
20° - 25°	0.192
15° - 20°	0.122
<15°	0.080
SUMA	1.00

Fuente: Elaboración propia

De donde se puede observar los siguientes rangos para las categorías de Los ángulos.

Tabla 55
Rango para las categorías de los ángulos

DONDE		
0.249	< PP <=	0.356
0.192	< PP <=	0.249
0.122	< PP <=	0.192
0.080	< PP <=	0.122

Fuente: Elaboración propia

Para determinar la consistencia de los pesos es necesario hacer unos siguientes cálculos:

Tabla 56
Cálculo del área entre el peso

	A	A/Peso
>30°	1.85	5.18
25° - 30°	1.30	5.20
20° - 25°	0.98	5.10
15° - 20°	0.62	5.09
<15°	0.41	5.07
	W	5.130377476

Fuente: Elaboración propia

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

DONDE:

RC: Razón de Consistencia

IC: Índice de Consistencia

IA: Índice de Aleatoriedad

Para determinar el índice de consistencia se procede con la siguiente formula:

$$IC = \frac{W - n}{n - 1}$$

DONDE:

$$W = 5.13$$

n = número de criterios = 5

$$\Rightarrow IC = 0.0326$$

Para determinar el índice de aleatoriedad se procede con la siguiente formula:

$$IA = \frac{1.98(n - 2)}{n}$$

$$IA = 1.188$$

Finalmente, para determinar la razón de consistencia:

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

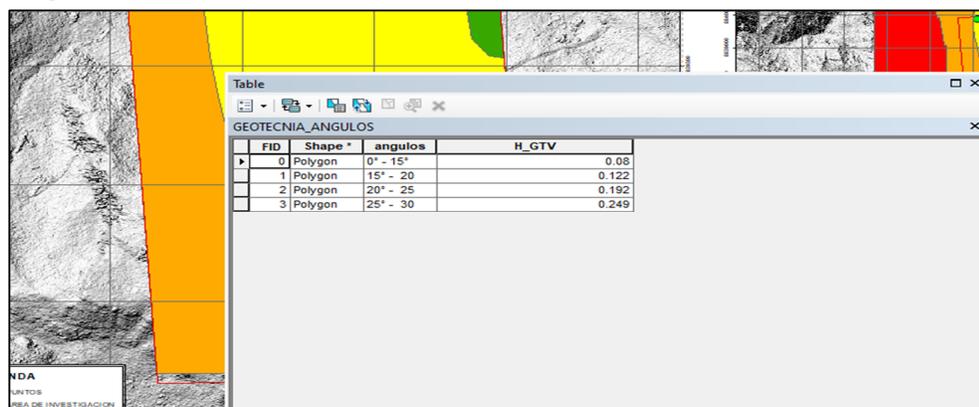
$$RC = \frac{0.1099}{1.188}$$

$$RC = 0.027$$

RC debe ser menor o igual a 0.10 para ser valido, en este caso $RC = 0.027$ siendo menor que 0.10 dando por válido los pesos calculados para los factores de geotecnia.

Después de determinar este proceso procederemos a asignar los valores en el software para su posterior procesamiento.

Figura 81
Asignación de los valores



Fuente: Elaboración propia

4.1.5.1. Cálculo de Pesos por Criterio

Para continuar con el análisis es importante determinar el peso de los factores detonantes, en este caso se seguirá haciendo del mismo método como se estaba realizando en los factores anteriores, así tenemos:

Tabla 57
Definición del peso de los criterios

DEFINICIÓN DEL PESO DE LOS CRITERIOS				
FC	PENDIENTE	GEOLOGÍA	SUELOS	GEOTECNIA
PENDIENTE	1	2	3	4
GEOLOGÍA	0.50	1	2	3
SUELOS	0.33	0.50	1	2
GEOTECNIA	0.25	0.33	0.50	1
SUMA	2.08	3.83	6.50	10.00

Fuente: Elaboración propia

Luego elaboraremos la siguiente tabla para obtener la representatividad por criterio.

Tabla 58
Representatividad por criterio

REPRESENTATIVIDAD POR CRITERIO				
PENDIENTE	0.48	0.52	0.46	0.40
GEOLOGÍA	0.24	0.26	0.31	0.30
SUELOS	0.16	0.13	0.15	0.20
GEOTECNIA	0.12	0.09	0.08	0.10

Fuente: Elaboración propia

Luego determinamos el peso por criterio:

Tabla 59
Peso por criterio

PESO POR CRITERIO	
PENDIENTE	0.466
GEOLOGIA	0.277
SUELOS	0.161
GEOTECNIA	0.096
SUMA	1.00

Fuente: Elaboración propia

Para determinar la consistencia de los pesos es necesario hacer unos siguientes cálculos:

Tabla 60
Cálculo del área entre el peso

	A	A/Peso
PENDIENTE	1.89	4.05
GEOLOGIA	1.12	4.04
SUELOS	0.65	4.02
GEOTECNIA	0.39	4.02
	W	4.0363

Fuente: Elaboración propia

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

DONDE:

RC: Razón de Consistencia

IC: Índice de Consistencia

IA: Índice de Aleatoriedad

Para determinar el índice de consistencia se procede con la siguiente fórmula:

$$IC = \frac{W - n}{n - 1}$$

DONDE:

$$W = 4.0363$$

n = número de criterios = 3

$$\Rightarrow IC = 0.0121$$

Para determinar el índice de aleatoriedad se procede con la siguiente fórmula:

$$IA = \frac{1.98(n - 2)}{n}$$

$$IA = 0.99$$

Finalmente, para determinar la razón de consistencia:

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

$$RC = \frac{0.0046}{0.66}$$

$$RC = 0.0122$$

RC debe ser menor o igual a 0.10 para ser valido, en este caso RC = 0.0122 siendo menor que 0.10 dando por válido los pesos calculados para los factores condicionantes.

Tabla 61
Heurístico + Geotecnia

HEURÍSTICO + GEOTECNIA		
0.188	H+G	0.301
0.125	H+G	0.188
0.103	H+G	0.125
0.052	H+G	0.103

Fuente: Elaboración propia

4.1.5.2. Cálculo de Susceptibilidad con Geotecnia

Primeramente, mediante la siguiente tabla ubicamos con los pesos ya calculados de los factores condicionantes y precipitaciones como factores desencadenantes de la siguiente forma:

Tabla 62
Ubicación de factores condicionantes y factores detonantes

Parámetro de evaluación	Factores Condicionantes FC				factores detonantes
	Pendiente	Geología	Suelos	Geotecnia	Precipitación
T					
0.5	0.466	0.277	0.161	0.096	0.3
0.416	0.354	0.456	0.433	0.356	0.356
0.285	0.296	0.296	0.305	0.249	0.249
0.183	0.206	0.141	0.150	0.192	0.192
0.079	0.106	0.075	0.079	0.122	0.122
0.036	0.037	0.033	0.033	0.080	0.080

Fuente: Elaboración propia

Para calcular el peligro primeramente es necesario calcular la susceptibilidad 1, en este caso tenemos la siguiente tabla donde se obtiene los valores calculados para la susceptibilidad 1 que es la suma de factores condicionantes por el peso de cada uno.

Tabla 63
Susceptibilidad 1

SUSCEPTIBILIDAD 1
0.7
0.277
0.161
0.096
0.095
0.040

Fuente: Elaboración propia

Luego procedemos a calcular la susceptibilidad 2 que es la susceptibilidad 1 más los factores detonantes en este caso la precipitación:

Tabla 64
Susceptibilidad 2

SUSCEPTIBILIDAD 1		PRECIPITACIÓN		SUSCEPTIBILIDAD 2
0.7		0.3		0.5
0.277		0.356		0.301
0.161	+	0.249	=	0.188
0.096		0.192		0.125
0.095		0.122		0.103
0.040		0.080		0.052

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente calculamos la susceptibilidad 3 que vendría a ser el peligro:

Tabla 65
Susceptibilidad 3

SUSCEPTIBILIDAD 2	T	SUSCEPTIBILIDAD 3
0.5	0.5	1
0.301	0.416	0.358
0.188	0.285	0.236
0.125	0.183	0.154
0.103	0.079	0.091
0.052	0.036	0.044

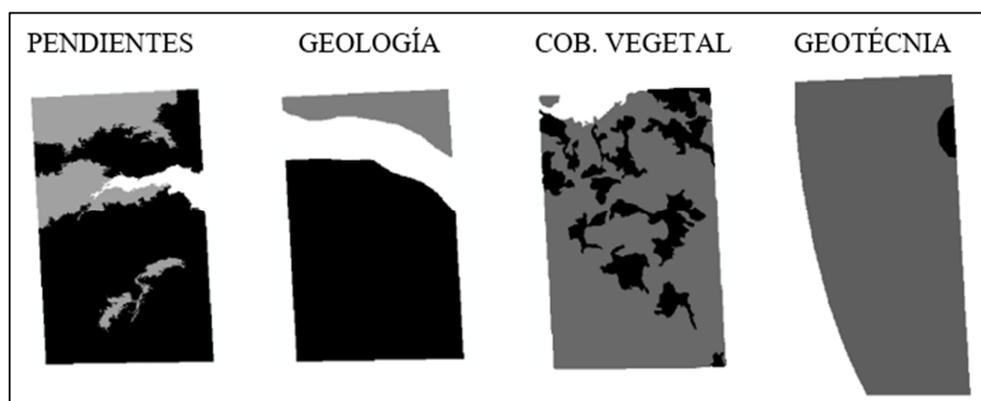
Fuente: Elaboración propia

4.1.5.3. Rangos de Susceptibilidad

Para obtener los resultados en el área de estudio procederemos a calcular primeramente la susceptibilidad 1, que se desarrollara de la siguiente manera:

Como en el proceso anterior de Mora Vahrson los shp creados pasaremos a convertirlos en raster, que nos facilitará los procesos de cálculo.

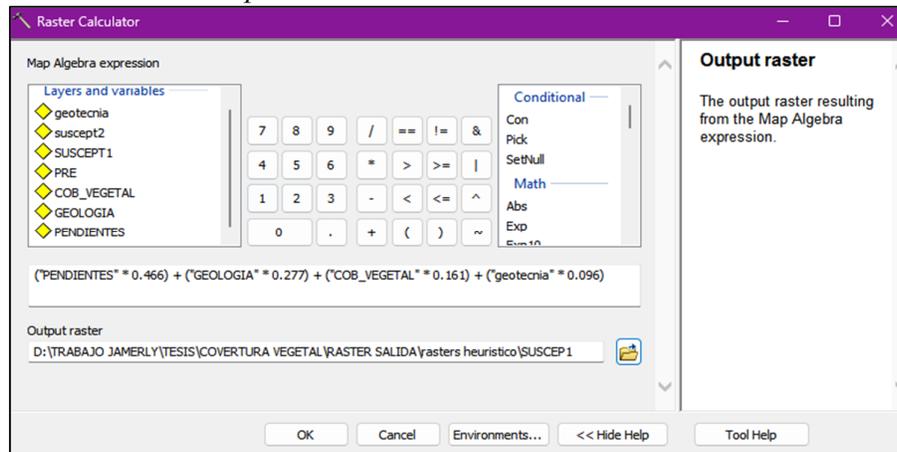
Figura 82
Convertir de SHP a Raster



Fuente: Elaboración propia

1. Calculamos la susceptibilidad 1

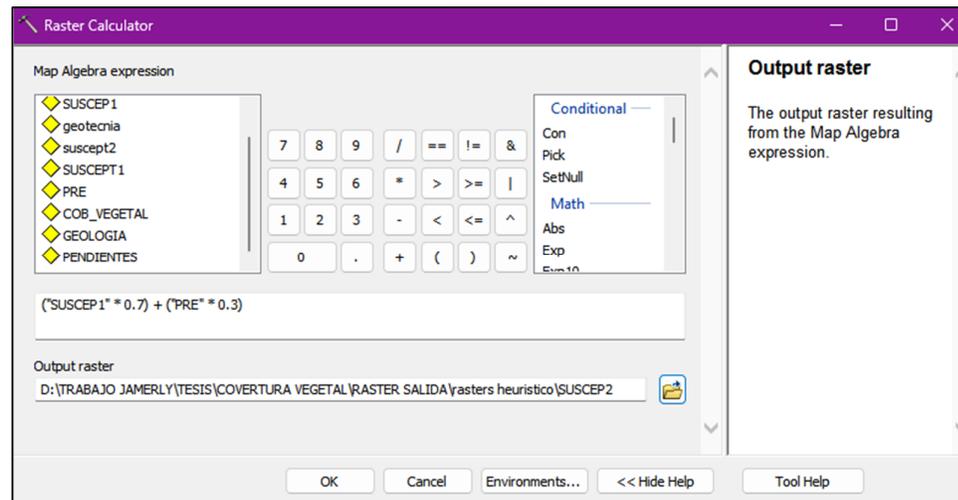
Figura 83
Cálculo de la susceptibilidad 1



Fuente: Elaboración propia

2. Luego la Susceptibilidad 2

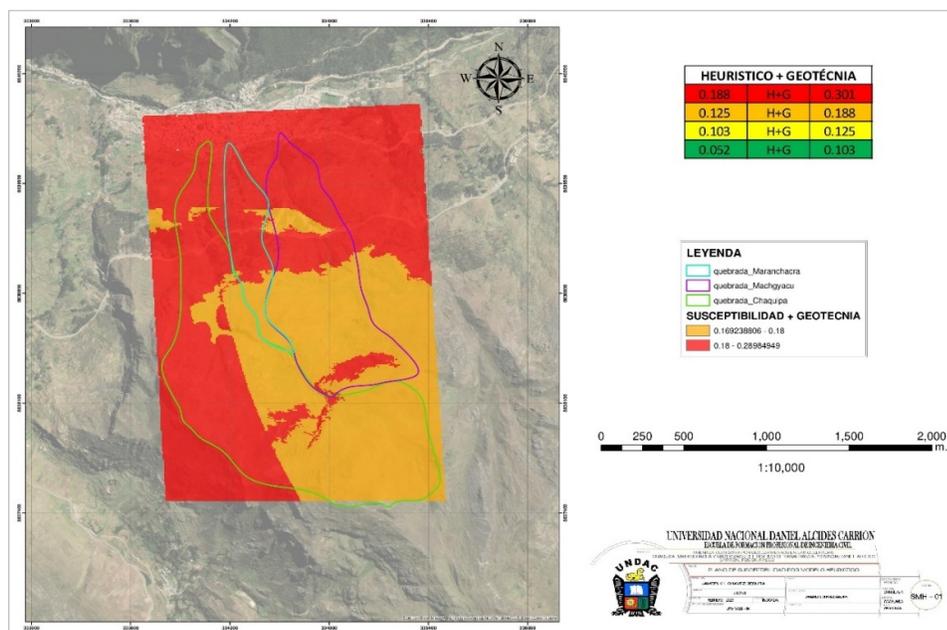
Figura 84
Cálculo de la susceptibilidad 1



Fuente: Elaboración propia

Después de este proceso se obtiene el siguiente resultado siendo el nivel de susceptibilidad del área de trabajo.

Figura 85
Plano resultante



Fuente: Elaboración propia

Donde se puede observar que la gran parte del terreno está en un riesgo medio y algunas zonas en muy alto, también las áreas donde hay vegetación disminuyen en cierta medida el riesgo de la zona de estudio a deslizamientos.

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Resultados del Método MORA - VAHRSON

En esta etapa se consideran los factores básicos del método Mora Vahrson, los cuales son:

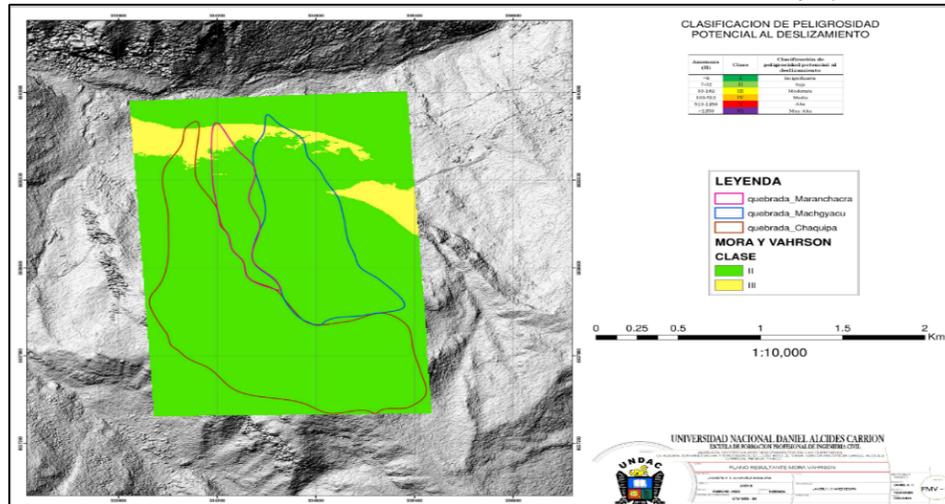
- S_r : Factor Pendiente o Relieve Relativo
- S_l : Factor Litológico
- S_h : Factor Humedad Relativa del Suelo
- T_s : Factor de Intensidad Sísmica

- T_p : Factor de Intensidad de Precipitación

Se obtiene y se puede observar que los valores obtenidos con este resultado, los valores oscilan entre bajo y moderado siendo de mayor predominancia en moderado.

Figura 86

Primer obtención de resultados donde los valores oscilan entre bajo y moderado



Fuente: Elaboración propia

4.2.2. Resultados del Método MORA - VAHRSON + Factor GEOTÉCNICO

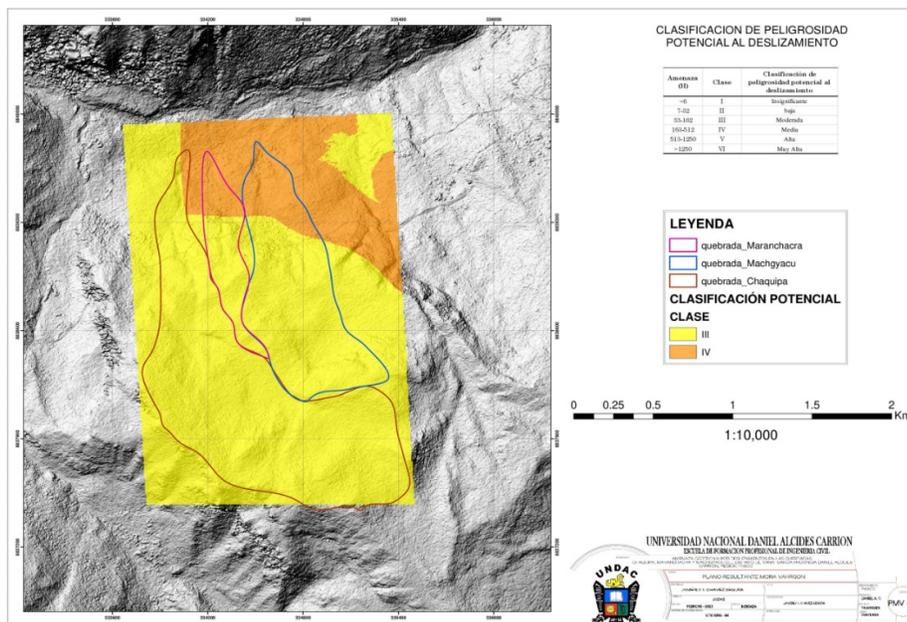
En esta etapa se consideran los factores básicos del método Mora Vahrson y se agrega el factor geotécnico para un mayor análisis, los cuales son:

- S_r : Factor Pendiente o Relieve Relativo
- S_l : Factor Litológico
- S_h : Factor Humedad Relativa del Suelo
- S_{GT} : Factor Geotécnico del Suelo
- T_s : Factor de Intensidad Sísmica
- T_p : Factor de Intensidad de Precipitación

Se obtiene y se puede observar que los valores obtenidos con este resultado, los valores se intensifican y oscilan entre media y moderado siendo de mayor predominancia en moderado.

Figura 87

Segunda obtención de resultados donde los valores oscilan entre medio y moderado



Fuente: Elaboración propia

4.2.3. Resultados del Método Basado en REGLAS EMPÍRICAS

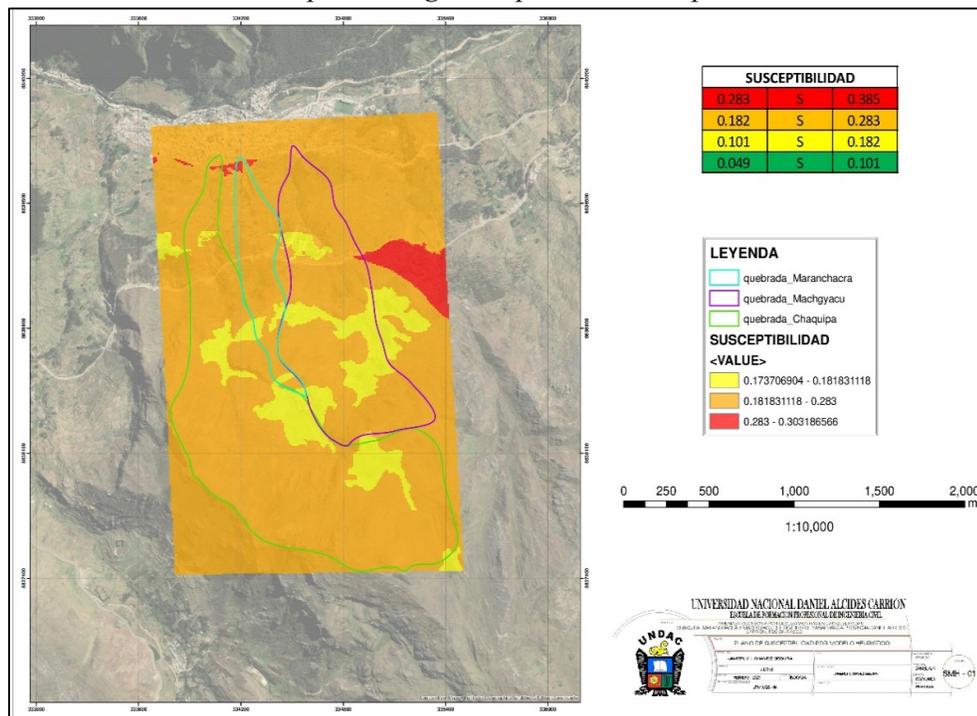
En esta etapa se consideran los factores básicos del método Basado En Reglas Empíricas, los cuales son:

- Geología
- Pendientes
- Precipitaciones
- Cobertura Vegetal

Se obtiene y se puede observar que la gran parte del terreno están con una amenaza medio y algunas zonas en muy alto, también las áreas donde hay

vegetación disminuyen en cierta medida el riesgo de la zona de estudio a deslizamientos.

Figura 88
Obtención de resultados por las reglas empíricas 1ra etapa



Fuente: Elaboración propia

4.2.4. Resultados del Método Basado en REGLAS EMPÍRICAS + Factor GEOTÉCNICO

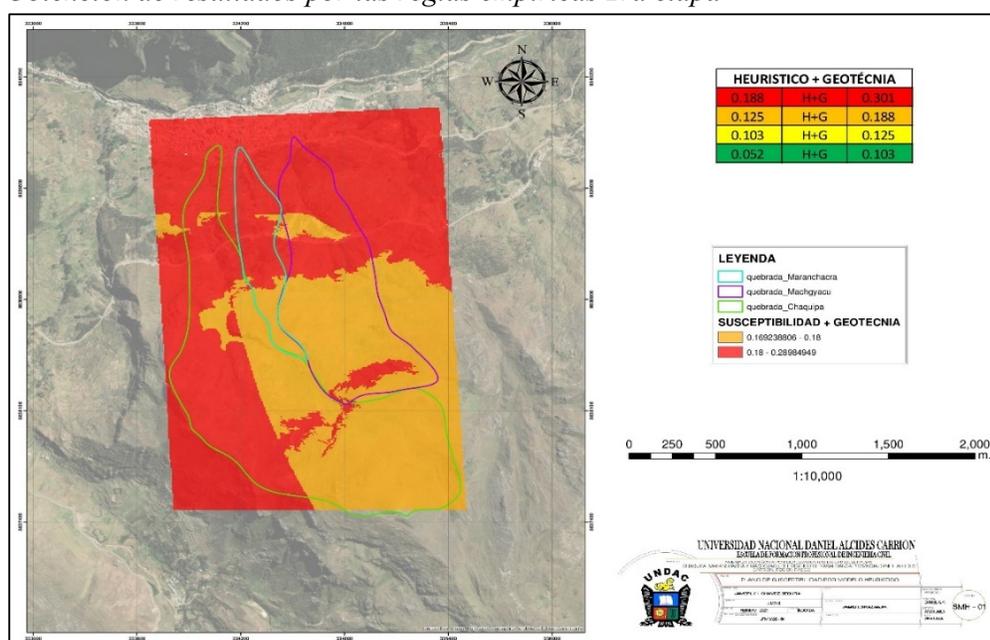
En esta etapa se consideran los factores básicos del método Basado En Reglas Empíricas y se agrega el factor geotécnico para un mayor análisis, los cuales son:

- a) Geología
- b) Pendientes
- c) Precipitaciones
- d) Cobertura Vegetal

e) Geotecnia

Se obtiene y se puede observar donde se puede observar que la gran parte del terreno está en un riesgo medio y algunas zonas en muy alto, también las áreas donde hay vegetación disminuyen en cierta medida el riesgo de la zona de estudio a deslizamientos.

Figura 89
Obtención de resultados por las reglas empíricas 2ra etapa



Fuente: Elaboración propia

4.3. Prueba de hipótesis

4.3.1. Prueba de Hipótesis General

H1: Los deslizamientos en las quebradas Chaquipa, Maranchacra y Machgayacu, que pertenecen al Distrito de Yanahuanca, en la Provincia Daniel Alcides Carrión, Región Pasco, presentan una amenaza geotécnica, moderada, evidenciado por los resultados de los métodos de Mora-Vahrson y Reglas

Empíricas, que consideran la interacción entre factores condicionantes y detonantes en la zona de estudio.

Tabla 66
Tabla Comparativa de Áreas

NIVEL DE AMENAZA GEOTÉCNICO	MORA	MORA	REGLAS	REGLAS
	VAHRSON	VAHRSON	EMPÍRICAS	EMPÍRICAS
	ÁREA (km ²)	(%)	ÁREA (km ²)	(%)
Moderada	3.408	78.96	0.000	0.00
Media	0.908	21.04	1.775	41.13
Alta	0.000	0.00	2.541	58.87
TOTAL	4.316	100.00	4.316	100.00

Fuente: Elaboración propia

Cálculo de promedio ponderado de coincidencia por nivel de amenaza:

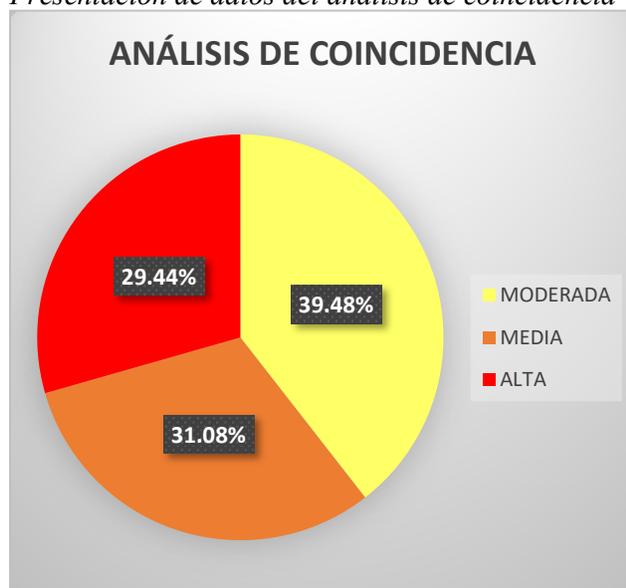
Moderada: $((3.408+0.000) / 2) / 200 \times 100 = 39.48\%$

Media: $((0.908+1.775) / 2) / 200 \times 100 = 31.08\%$

Alta: $((0.000+2.541) / 2) / 200 \times 100 = 29.44\%$

Figura 90

Presentación de datos del análisis de coincidencia



Fuente: Elaboración propia

Validación de Hipótesis General

El porcentaje de coincidencia para el nivel de amenaza moderada, representa el **39.48%**, siendo el porcentaje predominante, por tal razón, se concluye que **H1 se acepta**.

4.3.2. Prueba de Hipótesis Específica 1

H2: Los factores de susceptibilidad que determinan el nivel de amenaza geotécnica en las quebradas estudiadas presentan condiciones significativas, caracterizadas por pendientes superiores a 16° , presencia de materiales con resistencia al corte moderado, niveles de humedad con una precipitación mensual menor a 125 mm y propiedades geotécnicas desfavorables con un ángulo de fricción menor a 35° .

Tabla 67*Tabla de Resultados por Cada Factor Condicionante*

FACTOR CONDICIONANTE	VALOR OBTENIDO	CRITERIO	VALIDACIÓN
Pendiente	>16°	> 16°	Cumple
Litología	resistencia al corte desde muy baja a moderada	resistencia al corte moderado	Cumple
Humedad	15.3 – 114.4 mm	< 125 mm	Cumple
Ángulo de Fricción	0° - 30°	< 35°	Cumple

Fuente: Elaboración propia

Cálculo de porcentaje de cumplimiento

$$(\# \text{ Factores que Cumplen} / \# \text{ Factores Totales}) \times 100 = (4/4) \times 100 = 100\%$$

Validación de Hipótesis Específica 1

El porcentaje de cumplimiento es de 100%, por tal razón, se concluye que **H2 se acepta.**

4.3.3. Prueba de Hipótesis Específica 2

H3: Los factores detonantes incrementan significativamente el nivel de amenaza geotécnica, evidenciado por precipitaciones menores a 50 mm por un tiempo menor a 10 años y una actividad sísmica caracterizada por eventos de magnitud menor a 4.5 en la escala de Richter en un radio de 10 km de la zona de estudio.

Tabla 68*Tabla de Resultados por Cada Factor Detonante*

FACTOR DETONANTE	VALOR OBTENIDO	CRITERIO	VALIDACIÓN
Precipitación	19.2 – 33 mm	< 50 mm	Cumple
Sismicidad	4.1	< 4.5	Cumple

Fuente: Elaboración propia

Cálculo de porcentaje de cumplimiento

$$(\# \text{ Factores que Cumplen} / \# \text{ Factores Totales}) \times 100 = (2/2) \times 100 = 100\%$$

Validación de Hipótesis Específica 2

El porcentaje de cumplimiento es de 100%, por tal razón, se concluye que **H3 se acepta.**

4.4. Discusión de resultados

4.4.1. Hallazgos Principales

- Sobre la Amenaza Geotécnica General

La investigación determinó un nivel moderado de amenaza geotécnica en las quebradas Chaquipa, Maranchacra y Machgyacu del Distrito de Yanahuanca, Provincia Daniel Alcides Carrión, Región Pasco, con resultados consistentes entre los métodos de Mora-Vahrson y las Reglas Empíricas del CENEPRED. Aportando una visión de la amenaza en cada área.

- Sobre los Factores Condicionantes

En las quebradas Chaquipa, Maranchacra y Machgyacu del Distrito de Yanahuanca, Provincia Daniel Alcides Carrión, Región Pasco, las pendientes del terreno topográfico superan los 16°, mientras que el ángulo de fricción del suelo se encuentra por debajo de 35° y el factor geológico presenta rocas con resistencia al corte de moderada a baja, lo que limita la resistencia natural del suelo frente a deslizamientos. Aunque la precipitación mensual promedio no supera los 125 mm,

estos factores combinados generan condiciones propicias ante un evento por deslizamientos

- **Sobre los Factores Desencadenantes**

En las quebradas Chaquipa, Maranchacra y Machgyacu del Distrito de Yanahuanca, Provincia Daniel Alcides Carrión, Región Pasco, se observan precipitaciones menores a 50 mm en períodos cortos, lo cual contribuye a saturar el suelo sin generar un impacto significativo de inmediato. A su vez, la actividad sísmica registrada se mantuvo bajo 4.5 en la escala de Richter, reflejando un bajo nivel de vibración en el terreno. Sin embargo, estos factores, aunque moderados, podrían tener efectos acumulativos en la estabilidad de las laderas, especialmente en áreas con pendientes críticas.

4.4.2. Respuesta a las Preguntas de Investigación

- **Para la Pregunta General**

El estudio reveló un nivel de amenaza geotécnica moderado, al considerar tanto los factores de condicionantes del terreno como los detonantes. La zonificación realizada ha sido esencial para distinguir áreas de amenaza geotécnica, lo que contribuye significativamente a la planificación preventiva en la ciudad de Yanahuanca.

- **Para la Primera Pregunta Específica**

Los factores condicionantes, como la inclinación de las pendientes, la humedad relativa, las características litológicas y las propiedades del

suelo, resultaron determinantes para el nivel de amenaza. Estos elementos geotécnicos permiten entender la predisposición de las laderas a deslizamientos y resaltan la importancia de caracterizar condiciones que favorecen o dificultan la estabilidad del terreno.

- **Para la Segunda Pregunta Específica**

Los factores detonantes, como las precipitaciones y la actividad sísmica, demostraron una influencia considerable en la amenaza ante deslizamiento. La relación entre lluvias y estabilidad del terreno, junto con el papel de la actividad sísmica, subraya la importancia de monitorear ambos elementos para prevenir eventos geotécnicos adversos.

4.4.3. Cumplimiento de Objetivos

- **Para el Objetivo General**

El objetivo general de esta investigación fue determinar el nivel de amenaza geotécnica en el área de estudio, logrando una zonificación detallada que identifica zonas de amenaza diferenciadas. Para ello, se establecieron parámetros específicos de evaluación, los cuales permitieron una clasificación clara de la amenaza de las quebradas Chaquipa, Maranchacra y Machgyacu del Distrito de Yanahuanca, Provincia Daniel Alcides Carrión, Región Pasco, frente a deslizamientos.

- **Para los Objetivos Específicos**

Se caracterizaron los factores condicionantes, como la pendiente, humedad relativa, las características litológicas y las características del suelo, que contribuyen a la inestabilidad de las laderas. Asimismo, se identificaron y analizaron los factores detonantes críticos, como la actividad sísmica y las precipitaciones, los cuales resultan esenciales para evaluar la amenaza de deslizamiento en la zona.

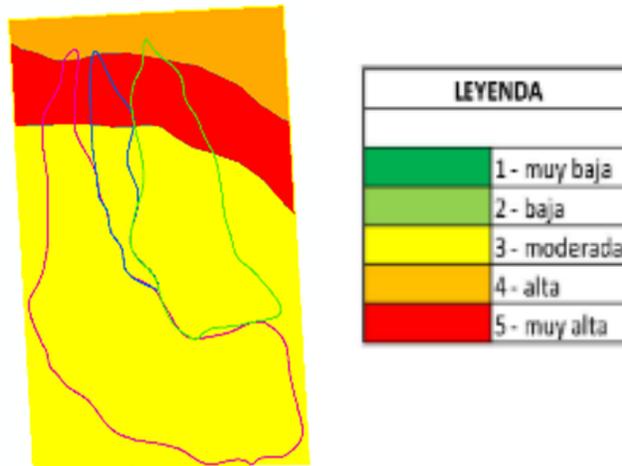
Se establecieron relaciones entre las variables condicionantes y detonantes, lo que permitió comprender de manera integral cómo estos factores interactúan para influir en el nivel de amenaza geotécnica. Este análisis favorece la formulación de medidas de prevención adecuadas para la zona estudiada.

4.4.4. Presentación de Mapas

Se muestra en las siguientes imágenes, todos los mapas usados para obtener el nivel de amenaza en la zona de estudio, por el método Mora y Vahrson y por el método de Reglas Empíricas.

Figura 91
Mapa Geológico

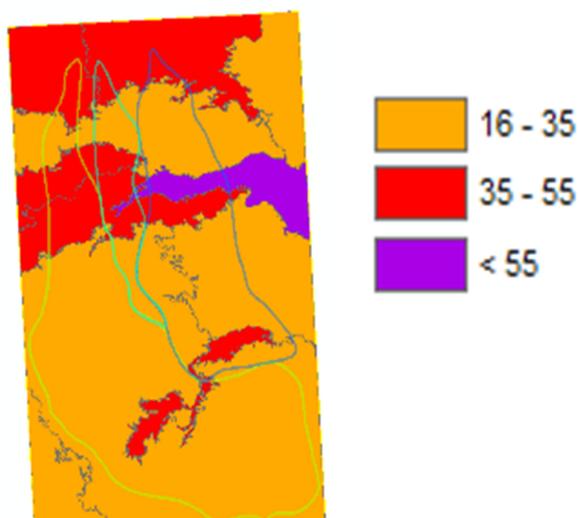
GEOLOGÍA



Fuente: Elaboración propia

Figura 92
Mapa de Pendientes

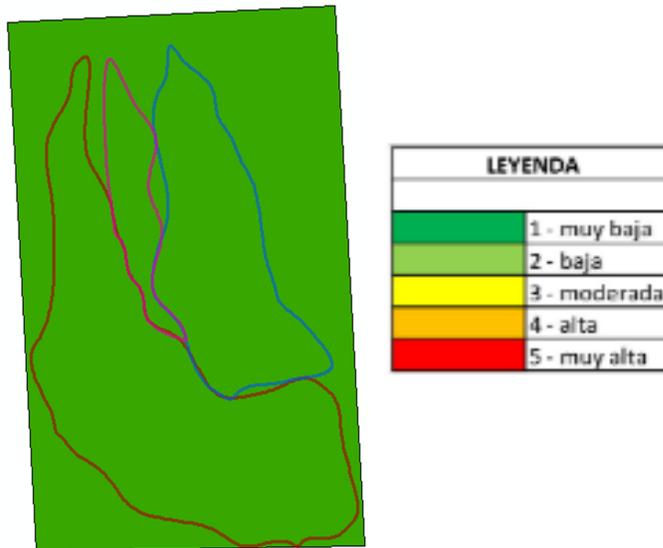
PENDIENTES



Fuente: Elaboración propia

Figura 93
Mapa de Humedad del Suelo

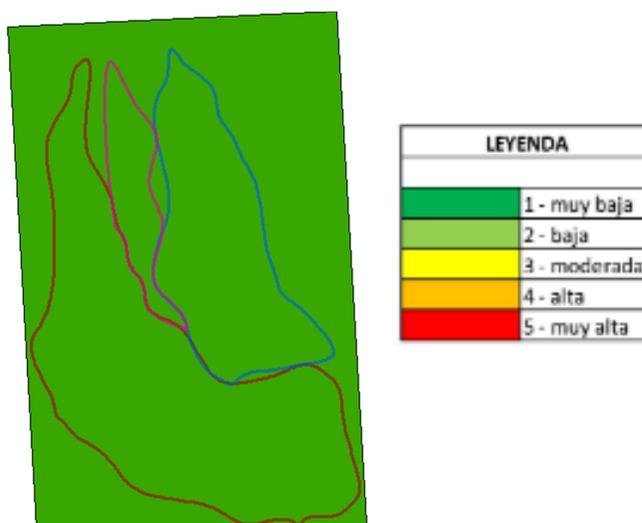
HUMEDAD SUELO



Fuente: Elaboración propia

Figura 94
Mapa de la Intensidad Sísmica

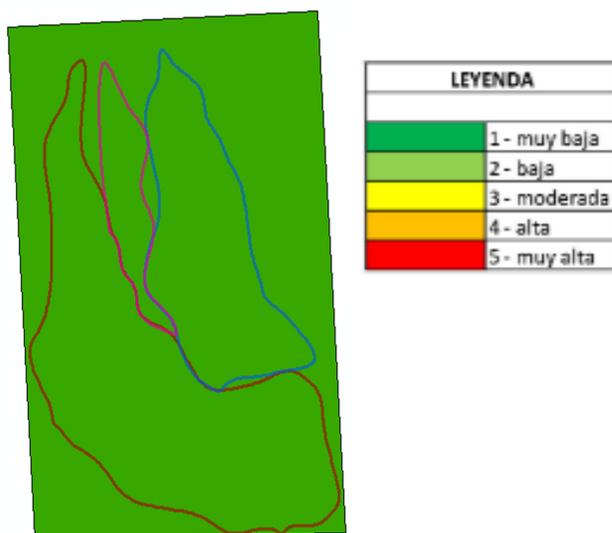
INTENSIDAD SÍSMICA



Fuente: Elaboración propia

Figura 95
Mapa de Precipitaciones

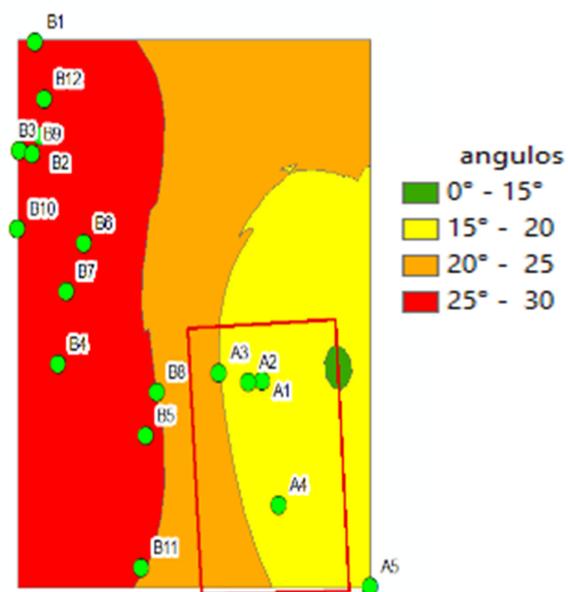
PRECIPITACIÓN



Fuente: Elaboración propia

Figura 96
Mapa de Geotecnia

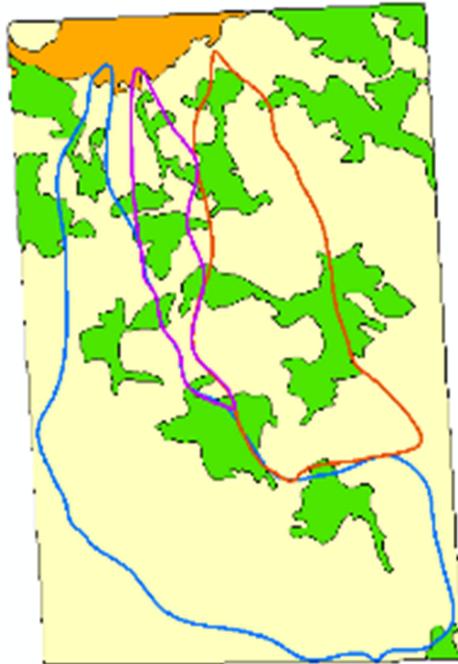
GEOTECNIA



Fuente: Elaboración propia

Figura 97
Mapa de Cobertura Vegetal

COBERTURA VEGETAL

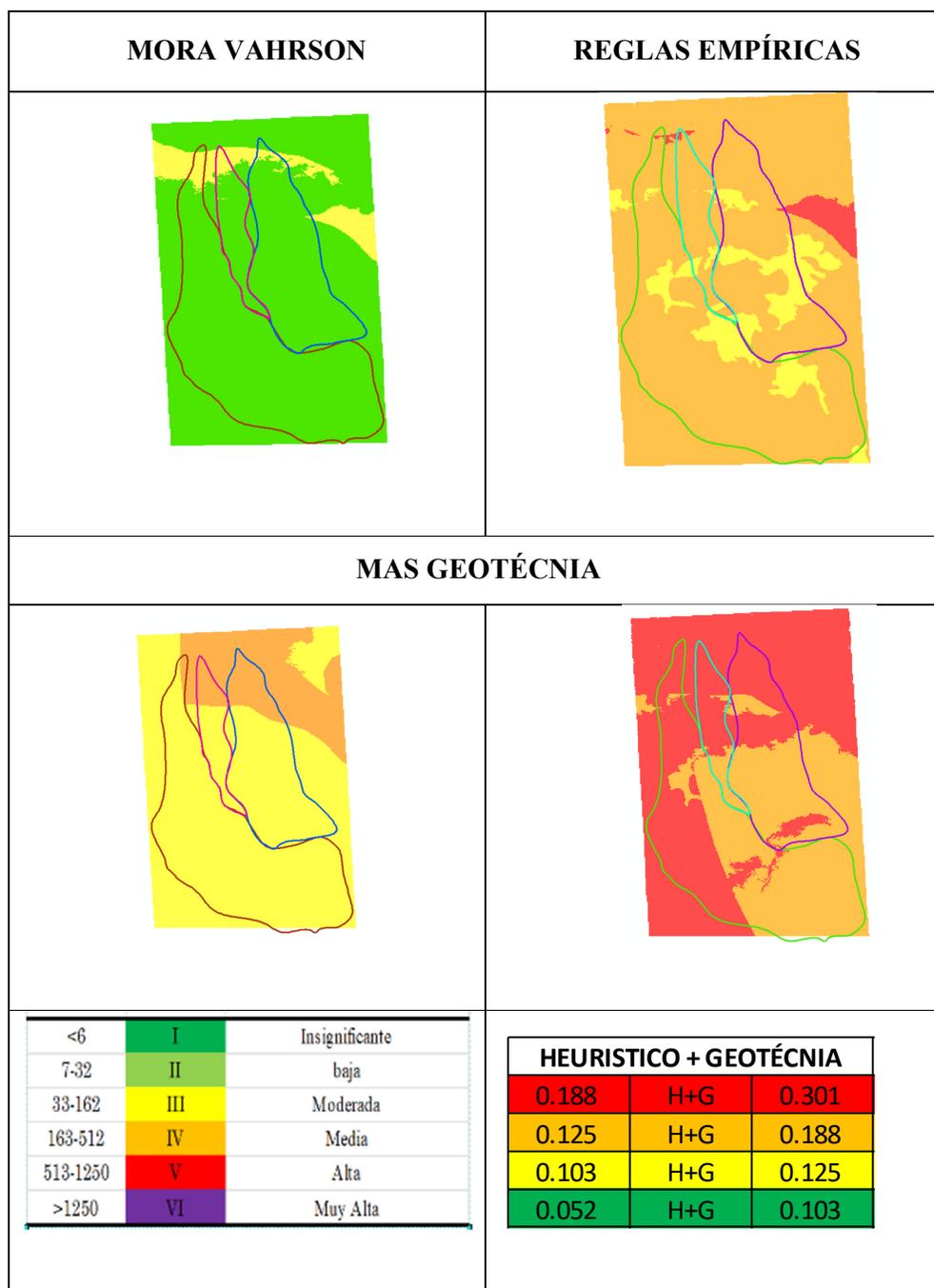


0.305	< CV <=	0.433
0.150	< CV <=	0.305
0.079	< CV <=	0.150
0.033	< CV <=	0.079

Fuente: Elaboración propia

En la figura 97, se muestran los resultados de los 2 métodos usados en esta investigación, los métodos heurísticos Mora y Vahrson y Reglas Empíricas, afectados por el factor geotécnico.

Figura 98
Comparación de métodos



Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

1. La presente investigación determina que las quebradas Chaquipa, Maranchacra y Machgayacu presentan un nivel de amenaza geotécnica moderado, mediante los métodos de Mora-Vahrson y las Reglas Empíricas, los cuales consideran la interacción entre factores condicionantes y detonantes, permitiendo establecer un mapa de zonificación de amenaza geotécnica, así facilitará la gestión de riesgos en el distrito de Yanahuanca.
2. Los factores de susceptibilidad analizados confirmaron condiciones significativas para la ocurrencia de deslizamientos, caracterizados por pendientes superiores a 16° , presencia de materiales con resistencia al corte moderado, niveles de humedad con precipitación mensual menor a 125 mm y propiedades geotécnicas con ángulos de fricción menores a 35° , evidenciando la amenaza geotécnica de la zona estudiada.
3. Los factores detonantes identificados mostraron una influencia significativa en el nivel de amenaza geotécnica, caracterizados por precipitaciones menores a 50 mm en períodos menores a 10 años y actividad sísmica con magnitudes inferiores a 4.5 en la escala de Richter dentro de un radio de 10 km, demostrando un dato importante en la activación potencial ante deslizamientos en las quebradas Chaquipa, Maranchacra y Machgayacu.

RECOMENDACIONES

1. Implementar un sistema de monitoreo continuo en las quebradas estudiadas que incluya la instalación de pluviómetros, piezómetros y acelerógrafos, para realizar un seguimiento detallado de los factores detonantes identificados, permitiendo así desarrollar un sistema de alerta temprana efectivo para la población de Yanahuanca.
2. Desarrollar estudios complementarios de mecánica de suelos en puntos estratégicos de las quebradas no evaluados en la presente investigación, con énfasis en las zonas identificadas con mayor nivel de amenaza, para obtener una caracterización geotécnica más detallada que permita diseñar medidas de estabilización específicas.
3. Establecer un programa de capacitación y concientización para la población local sobre los niveles de amenaza geotécnica identificados, incluyendo la difusión de los mapas de zonificación, protocolos de evacuación y medidas preventivas, asegurando así una respuesta efectiva de la comunidad ante posibles eventos de deslizamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arancibia, A. (2012). Concepto de flujos de escombros en quebradas [Diapositivas de PowerPoint]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Obtenido de <https://slideplayer.es/amp/11849013/>
- Arancibia, A. (2016). La hidrología y los flujos de escombros. IV Seminario Nacional de Hidrología, (pág. 6). Lima.
- ArcGIS Resources. (s.f.). Introducción a SIG. Recuperado el 16 de marzo de 2021, de <https://resources.arcgis.com/en/help/>
- Barrantes Castillo, Gustavo, & Barrantes Sotela, Omar, & Núñez Roman, Oscar (2011). 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*, 2(47),141-162. [fecha de Consulta 22 de marzo de 2021]. ISSN: 1011-484X. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=451745770006>
- Beer, F. P., Johnston, E. R., DeWolf, J. T., & Mazurek, D. F. (2020). *Mechanics of materials* (8th ed.). McGraw-Hill Education.
- Boggs, S. (2019). *Principles of sedimentology and stratigraphy* (6th ed.). Pearson Education.
- Borja, M. (2012). *Metodología para la Investigación Científica para Ingenieros*. Chiclayo, Perú.
- Briones, M. & Irigoin, N., 2015. *Zonificación Mediante el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) Y la Capacidad Portante del Suelo, para*

Viviendas Unifamiliares en la Expansión Urbana del Anexo Lucmacucho Alto - Sector Lucmacucho, Distrito de Cajamarca, Perú: s.n.

Br. Rolando Miguel Pérez Espinales, Br. José Eduvige Rojas Gómez (2005). Estudio de Vulnerabilidad ante Deslizamientos de Tierra en la Microcuenca Las Marías. Telica, León: Universidad Nacional Agraria.

Br. Ulises Benjamín Rosales Sánchez y Br. Yamila del Carmen Centeno Álvarez (2009). Vulnerabilidad Potencial de los Suelos a Deslizamientos de Tierra en el Municipio de La Conquista, Carazo, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria.

Cabrera Minauro, R. J., & Escalante Regalado, H. M. (2020). *Mitigación del riesgo y vulnerabilidad sísmica ante eventos por deslizamiento de taludes.*

Campbell, J. B., & Wynne, R. H. (2021). Introduction to remote sensing (7th ed.). The Guilford Press.

Cardona, O. D. (2020). The need for rethinking the concepts of vulnerability and risk from a holistic perspective (3rd ed.). Routledge.

Carrasco, S., 2006. *Metodología de la Investigación Científica*. Primera Edición ed. Lima: San Marcos.

CENEPRED. (2021). Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales. Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres.

Centro Nacional de Prevención de Desastres [CENAPRED]. (2019). *Atlas Nacional de Riesgos: Fenómenos Hidrometeorológicos*. Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana.

- Chaverri, I., 2016. *Zonificación de la susceptibilidad a deslizamiento, por medio de la metodología Mora-Vahrson, en la microcuenca del Río Macho, San José, Costa Rica*, Cartago, Costa Rica: s.n.
- Das, B. M., 2013. *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*. Cuarta ed. México: Cengage Learning Editores.
- Das, B. M. (2020). *Principles of geotechnical engineering* (9th ed.). Cengage Learning.
- Diario El Minero Ilustrado (2016, 11 de noviembre). *Desastrosa Inundación en Yanahuanca*. PUEBLO MARTIR.
<https://pueblomartir.wordpress.com/2016/11/11/desastrosa-inundacion-en-yanahuanca/>
- Diwer (2009, 7 de abril). *Tragedia en Yanahuanca Pasco*. ALLPANCHIK.
<https://allpanchik.blogspot.com/2009/04/tragedia-en-yanahuanca-pasco-el-dia.html>
- ESRI. (2021). ArcGIS Desktop: Release 10.8. Environmental Systems Research Institute.
- Ford, D., & Williams, P. (2020). *Karst hydrogeology and geomorphology* (3rd ed.). Wiley.
- García, M., 2008. *Metodologías para la Evaluación de Peligrosidad a los Deslizamientos Inducidos por Terremotos [Tesis Doctoral, Universidad de Alcalá]*. [Arte] (Repositorio Institucional).
- González, M. (2018). *Gestión ambiental y ordenamiento territorial* (2nd ed.). Editorial Académica Española.

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). (Hernández, et al., 2014). México D.F., México: McGRAW-HILL

Hernández Sampieri, R. (2014). Metodología de la investigación (6° ed.). México: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V.

Hoyos, F., 2012. *Geotécnia Diccionario Básico*. Tercera ed. Medellín: Derechos editoriales Fabián Hoyos Patiño.

Idrogo Diaz, Y. E. (2023). *Niveles de riesgo por deslizamiento de tierra en la expansión Urbana – Sector 9 - de la Ciudad de Chota, aplicando metodología del cenepred, 2021*.

Ing. Walter Simón Tambo Encalada (2011). Estudio del Peligro de Deslizamiento del Norte de la Ciudad de Loja, Provincia de Loja. Ecuador: Universidad de la Habana.

Informe de Estimación de Riesgo, Cerro de Pasco – Perú, 2009, Comité Regional de Defensa Civil.

Instituto Geográfico Nacional. (2019). Glosario de términos geográficos. IGN Perú.

Klein, C., & Dutrow, B. (2018). Manual of mineral science (24th ed.). Wiley.

Kuroiwa, J., 2002. *Reducción de Desastres, Viviendo en Armonía con la Naturaleza*. Lima: Quebecor World Perú S.A.

Lambe, W. & Whitman, R., 2004. *Mecánica de Suelos*. México D.F.: Limusa, Grupo Noriega.

- Lopez, L. & Robayo, F., 2007. *Zonificación Geotécnica Preliminar del Casco Urbano del Municipio de Barrancabermeja, Santander, Bogota D. C.:* s.n.
- Mattos Ojeda, E. S. (2019). *Peligrosidad y evaluación geomorfológica, geológica, geodinámica y geotecnia de la Quebrada Pomatales – Pachar Cusco*
- Mora, R., 2004. *EVALUACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD AL DESLIZAMIENTO DEL CANTÓN DE SAN JOSÉ, PROVINCIA DE SAN JOSÉ, COSTA RICA,* s.l.: s.n.
- Navarro, J., 2012. *Susceptibilidad y Amenaza de Movimientos de Mediante S.I.G. en el Municipio Berlin, El Salvador,* s.l.: s.n.
- Nichols, G. (2019). *Sedimentology and stratigraphy* (3rd ed.). Wiley-Blackwell.
- Organización Meteorológica Mundial. (2019). *Guía de prácticas hidrológicas* (6th ed.). OMM.
- Puerta Choctalin, M. (2023). *Evaluación del nivel de riesgo sísmico aplicando la metodología CENEPRED en la localidad de La Jalca, Chachapoyas, Amazonas, Perú 2022.*
- 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*, 1(61), pp. 17-45.
- Raraz Janampa, M. H. (2024). *Influencia del volumen de descarga máxima de agua en los flujos de escombros en las quebradas Chaquipa, Maranchacra y Machgyacu del Distrito de Yanahuanca, Provincia Daniel Alcides Carrión – Pasco*

- Salazar, A., 2016. *SIG aplicado a la zonificación de la amenaza por deslizamientos en la ciudad de Quito, Ecuador*, Quito - Ecuador: s.n.
- Suárez García Ofelia Gabriela (2006). Susceptibilidad a Deslizamientos de Laderas en la Sierra Madre Oriental, México D. F.: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Suárez, J., 2009. *Deslizamientos. Tomo I: Análisis Geotécnico*. Bucaramanga: Universidad Industrial Santander.
- Tambo, S., 2011. *Estudio Del Peligro De Deslizamiento Del Norte De La Ciudad De Loja, Provincia De Loja. Ecuador*, Loja - Ecuador: s.n.
- Tarbutck, E. J., & Lutgens, F. K. (2019). *Earth science* (15th ed.). Pearson.
- Tucker, M. E. (2018). *Sedimentary rocks in the field: A practical guide* (5th ed.). Wiley-Blackwell.
- Valderrama, S. (2015). *Pasos para Elaborar Proyectos de Investigación: Cuantitativa, Cualitativa y Mixta*. Lima, Perú: San Marcos
- Van Westen C. J. (2005) "Introducción al uso de SIGs en el mapeo de deslizamientos". International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences. ITC Enschede, The Netherlands.
- Villalta, A. & González, M., 2011. *Zonificación de Amenazas Geológicas por Movimientos en Masa que Permitan el Ordenamiento Territorial en la Urbanización Ciudad de Victoria de Loja*, Loja - Ecuador: s.n.
- Webster, R., & Oliver, M. A. (2019). *Geostatistics for environmental scientists* (3rd ed.). Wiley.

Wilson, J. P., & Gallant, J. C. (2020). *Terrain analysis: Principles and applications* (2nd ed.). Wiley.

Wolf, P. R., & Ghilani, C. D. (2021). *Elementary surveying: An introduction to geomatics* (14th ed.). Pearson.

Zamora García, A. I. M. (2019). *Riesgo geotécnico de deslizamiento en los taludes del terreno del Colegio "San Carlos" - Bambamarca.*

ANEXOS

- A. Instrumentos de recolección de datos
 - A.1. Estudio de Suelos

- B. Planos
 - B.1. Plano de Ubicación
 - B.2. Plano Geológico
 - B.3. Plano Geológico General
 - B.4. Plano de Pendientes
 - B.5. Plano de Humedad Relativa
 - B.6. Plano Sísmico del Proyecto
 - B.7. Plano de Precipitaciones
 - B.8. Plano de Susceptibilidad por Modelo Heurístico
 - B.9. Plano Geotécnico
 - B.10. Plano de Cobertura Vegetal

- C. Matriz de Consistencia

A. Instrumentos de recolección de datos

A.1. Estudio de Suelos

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

ESTUDIO DE SUELOS
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2216

DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA : MATERIAL PROPIO

CALICATA : CALICATA

UBICACIÓN : Yanahuanca

MUESTRA : C-1 : M-1

COORDENADAS : N: 8839507

E: 334024

COTA: 3319

SOLICITANTE: JAMERLI ISRAEL CHAVEZ SEGURA

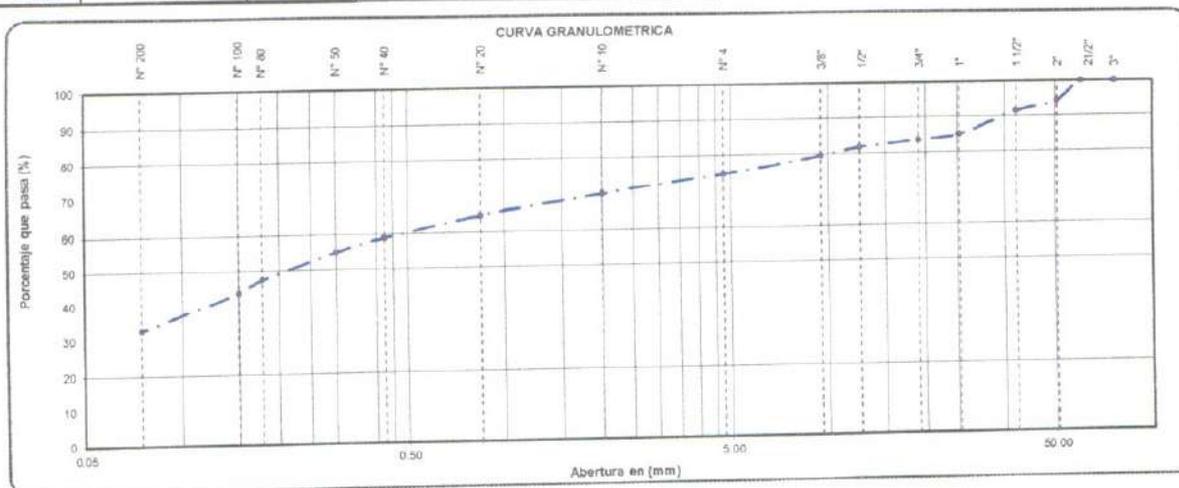
FECHA: 27/08/2019

REALIZADO POR: Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.

TAMIZ	ABERTURA EN (mm)	% QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200	100.00	Pesos de Muestra Peso Total : 10000 gr Peso de Grava : 2543 gr Peso de Arena : 7457 gr Frac. < N° 4 : 2542.79 gr
2 1/2"	60.350	100.00	
2"	50.800	94.27	
1 1/2"	38.100	91.44	
1"	25.400	85.11	
3/4"	19.000	83.62	LIMITES DE CONSISTENCIA
1/2"	12.500	81.69	Límite Líquido : 23 %
3/8"	9.500	79.43	Límite Plástico : 20 %
N° 4	4.750	74.57	Índice Plástico : 3 %
N° 10	2.000	69.72	CLASIFICACIÓN DEL SUELO
N° 20	0.840	64.48	A.A.S.H.T.O : A - 2
N° 40	0.425	58.87	S.U.C.S : SC
N° 50	0.300	55.02	Humedad Natural (%) : 3.80 %
N° 60	0.177	47.27	Materia orgánica (%) : 0.0
N° 100	0.150	43.55	CARACTERÍSTICAS DEL SUELO
N° 200	0.075	32.85	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA
< N° 200	Fondo	0.00	



OBSERVACIONES
El contenido de humedad para los 25 golpes del diagrama semilogarítmico es el LL = 23



Observaciones: las muestras fueron identificadas, muestreadas y remitidas al laboratorio por el solicitante



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

Jorge Campos Angulo
Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

DETERMINACION DE HUMEDAD NATURAL
NORMAS TÉCNICAS: NTP 339.127

DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA : MATERIAL PROPIO	SOLICITANTE: JAMERLI ISRAEL CHAVEZ SEGURA
CALICATA : CALICATA	FECHA: 27/08/2019
UBICACIÓN : Yanahuanca	REALIZADO POR: Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.
MUESTRA : C-1 : M-1	

ENSAYO N°	1	2	3
N° DE TARA gr	T-01	T-02	T-03
PESO TARA + SUELO HUMEDO gr.	643.00	643.00	643.00
PESO TARA + SUELO SECO gr.	622.00	622.00	622.00
PESO DE LA TARA gr.	70.00	70.00	70.00
PESO DEL AGUA gr/cm3	21.00	21.00	21.00
PESO SUELO SECO gr.	552.00	552.00	552.00
HUMEDAD %	3.80	3.80	3.80
HUMEDAD NATURAL PROMEDIO %	3.80		

Observaciones:

El resultado de humedad natural de la muestra (C-01 : M-01) 3.80 %



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Jorge Campos Angulo
Jorge Campos Angulo
Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio Espinoza Bustillos
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMAS TÉCNICAS: NTP 339.128

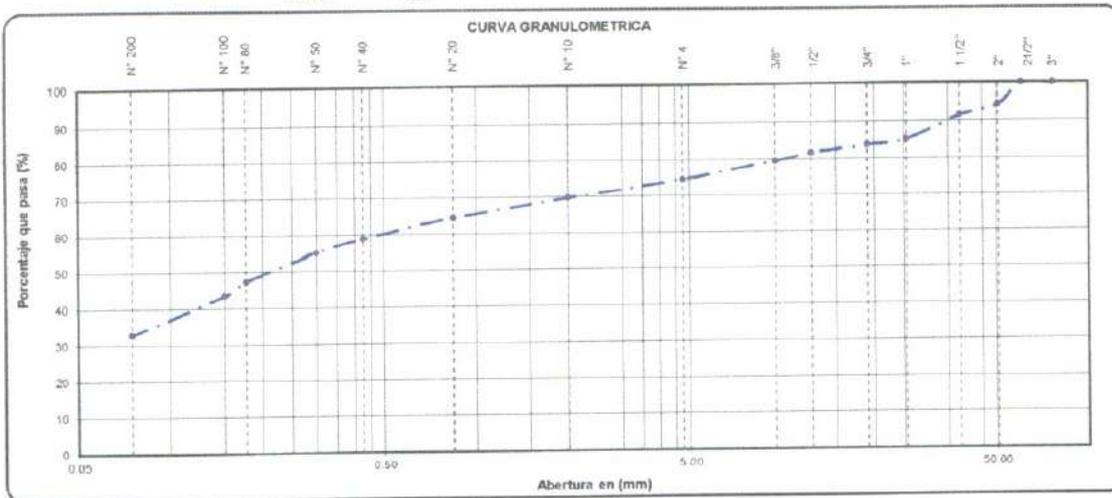
GEOTECNIA VIAL Y ESTABILIDAD DE TALUDES

ESTRUCTURA : MATERIAL PROPIO
CALICATA : CALICATA
UBICACIÓN : Yanahuanca
MUESTRA : C-1 : M-1

FECHA: 27/08/2019
REALIZADO POR: Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.
PESO INICIAL SECO: 10000 gr.

MÉTODO : A

TAMIZ	ABERTURA EN (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	GRADACIÓ N "A"	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00		Pesos de Muestra Peso Total : 10000 gr Peso de Grava : 2543 gr Peso de Arena : 7457 gr Fracc. < N° 4 : 2542.79 gr
2 1/2"	60.350	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.800	573.21	5.73	5.73	94.27	100	
1 1/2"	38.100	282.53	2.83	8.56	91.44		
1"	25.400	632.98	6.33	14.89	85.11	-	CONSISTENCIA Limite Liquido : 23 % Limite Plástico : 20 % Indice Plástico : 3 %
3/4"	19.000	149.42	1.49	16.38	83.62		
1/2"	12.500	192.86	1.93	18.31	81.69		CLASIFICACIÓN DEL SUELO A.A.S.H.T.O : A - 2 - 4 S.U.C.S. : SC Humedad Natural (%) : 3.80 Materia organica (%) : 0.0
3/8"	9.500	225.48	2.25	20.57	79.43	30 - 65	
N° 4	4.750	486.28	4.86	25.43	74.57	25 - 55	
N° 10	2.000	484.89	4.85	30.28	69.72	15 - 40	
N° 20	0.840	524.23	5.24	35.52	64.48		
N° 40	0.425	561.00	5.61	41.13	58.87	8 - 20	
N° 50	0.300	384.83	3.85	44.98	55.02		
N° 80	0.177	774.80	7.75	52.73	47.27		
N° 100	0.150	372.01	3.72	56.45	43.55		
N° 200	0.075	1070.69	10.71	67.15	32.85	2 - 8	
< N° 200	Fondo	3264.77	32.85	100.00	0.00		
		10000	100				



Observaciones: La muestra fueron identificadas y remitidas al laboratorio por el solicitante



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Jorge Campos Arguelo
Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
GIP N° 134352

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

LÍMITES DE CONSISTENCIA
NORMAS TÉCNICAS: NTP 339.129

DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA	MATERIAL PROPIO	SOLICITANTE:	JAMERLI ISRAEL CHAVEZ SEGURA
CALICATA	CALICATA	FECHA:	27/08/2019
UBICACIÓN	Yanhuanca	HECHO POR:	Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.
MUESTRA	C-1 : M-1		

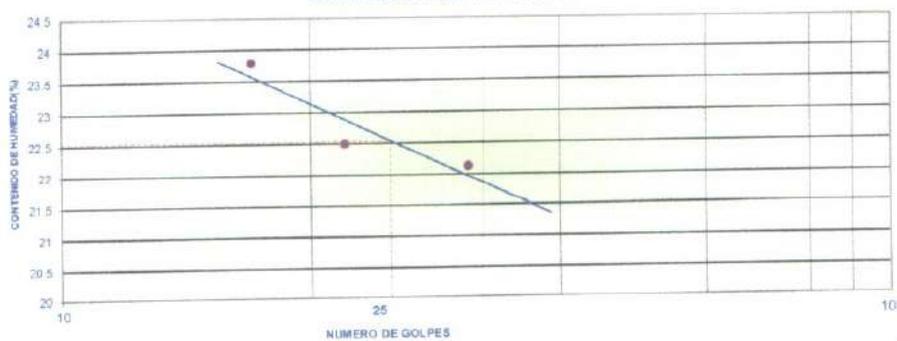
LÍMITE LIQUIDO (NTP 339.129)

N° TARA		T-07	T-30	T-15	
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	43.80	38.80	47.90	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	38.20	34.10	40.90	
PESO DE AGUA	(gr.)	5.40	4.50	6.40	
PESO DE LA TARA	(gr.)	13.80	14.10	14.00	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	24.40	20.00	26.90	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	22.13	22.60	23.79	
NUMERO DE GÓLPESES		31	22	17	

LÍMITE PLÁSTICO (NTP 339.129)

N° TARA		T-103	T-102	T-210	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	18.30	18.50	15.90	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	15.90	16.10	15.50	
PESO DE LA TARA	(gr.)	13.90	14.00	13.60	
PESO DEL AGUA	(gr.)	0.40	0.40	0.40	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	2.00	2.10	1.90	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	20.00	19.05	21.05	20

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GÓLPESES



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LIQUIDO (%)	23
LÍMITE PLÁSTICO (%)	20
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	3

OBSERVACIONES

El contenido de humedad para los 25 golpes del diagrama semi-logarítmico es $LL = 27 - 23$



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
ZEMCO
Jorge Campos Angulo
Jorge Campos Angulo
Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
ZEMCO
Marco Antonio Espingza Bustillos
Marco Antonio ESPINGZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352



INGENIEROS S.A.C

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

CLASIFICACION DE SUELOS
NORMAS TÉCNICAS: NTP 339.134

DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA : MATERIAL PROPIO

SOLICITANTE: JAMERLI ISRAEL CHAVEZ SEGURA

CALICATA : CALICATA

FECHA: 27/08/2019

UBICACIÓN : Yanahuanca

HECHO POR: Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.

MUESTRA : C-1 : M-1

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S

% Que Pasa la Malla N° 200	32.85		
% Que Pasa la Malla N° 4	74.57		
Limite Líquido	LL = 23.00 %	D60 = -60.593	Cu = 18.993
Limite Plástico	LP = 20.00 %	D30 = -20.529	Cc = 2.180
Indice de Plasticidad	IP = 3.00 %	D10 = -3.190	Suelo Bien Graduado
Tipo de Suelo Según su Granulometría : Suelo Grueso			
Arena			
Tipo de Simbología : Simbología Normal			
Tipo de Suelo : SM , SC			
Suelo : SC inorganico			
Caractrísticas del Suelo :		SC	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA

CLASIFICACIÓN SEGÚN AASHTO

% Que Pasa la Malla N° 200	32.85	Determinación del Índice de Grupo IG	
% Que Pasa la Malla N° 40	58.87	a = 0.00	IG = 0.00
% Que Pasa la Malla N° 10	69.72	b = 17.85	
Limite Líquido	LL = 23.00 %	c = 0.00	
Limite Plástico	LP = 20.00 %	d = 0.00	
Indice de Plasticidad	IP = 3.00 %		
Tipo de Suelo : Material Granular			
Clasificación de Suelos : A - 2			
Suelo : A - 2 - 4			
Tipo de Material : Gravas y Arenas Limosas y Arcillosas			
Terreno de Fundación : Excelente a Bueno			

Observaciones: Según el solicitante No se encontraron napa freatica



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Jorge Campos Angulo
Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352

Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

(063) 421918
RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

ESTUDIO DE SUELOS
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2216

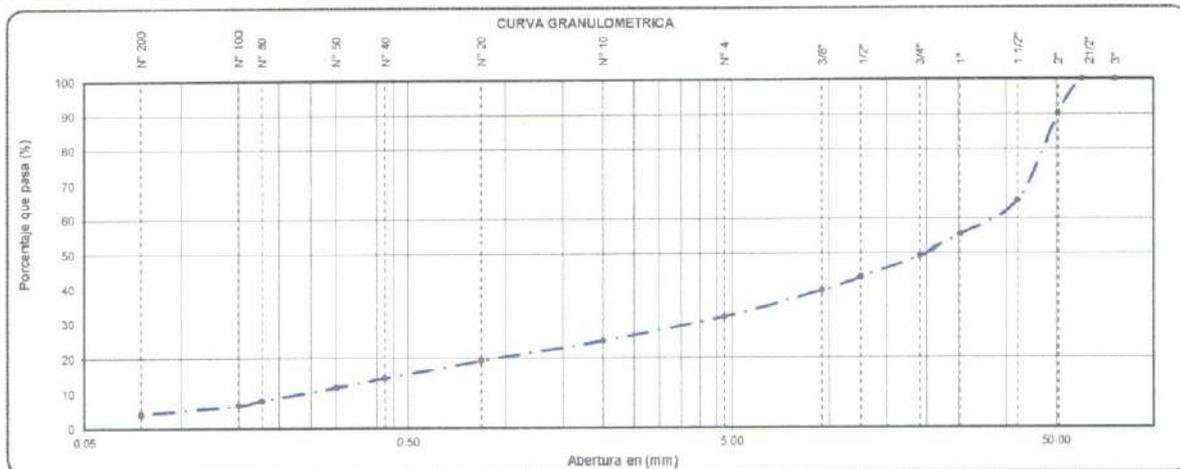
DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA : MATERIAL PROPIO	COORDENADAS : N: 8939507	SOLICITANTE: JAMERLI ISRAEL CHAVEZ SEGURA
CALICATA : CALICATA	E: 334024	FECHA: 27/08/2019
UBICACIÓN : Yanahuanca	COTA: 3319	REALIZADO POR: Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.
MUESTRA : C-1 : M-2		

TAMIZ	ABERTURA EN (mm)	% QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200	100.00	Pesos de Muestra
2 1/2"	60.350	100.00	Peso Total : 10000 gr
2"	50.800	90.15	Peso de Grava : 6817 gr
1 1/2"	38.100	85.35	Peso de Arena : 3183 gr
1"	25.400	55.44	Fracc. < N° 4 : 6817.13 gr
3/4"	19.000	49.08	LIMITES DE CONSISTENCIA
1/2"	12.500	43.22	Límite Líquido : NL %
3/8"	9.500	39.38	Límite Plástico : NP %
N° 4	4.750	31.83	Índice Plástico : NP %
N° 10	2.000	24.97	CLASIFICACIÓN DEL SUELO
N° 20	0.840	19.25	A.A.S.H.T.O : A - 1
N° 40	0.425	14.29	S.U.C.S. : GP
N° 50	0.300	11.72	Humedad Natural (%) : 3.28 %
N° 80	0.177	8.04	Materia orgánica (%) : 0.0
N° 100	0.150	6.54	CARACTERÍSTICAS DEL SUELO
N° 200	0.075	4.23	
< N° 200	Fondo	0.00	GRAVA MAL GRADUADA CON ARENA



OBSERVACIONES
El contenido de humedad para los 25 golpes del diagrama semilogarítmico es el LL = NL



Observaciones: las muestras fueron identificadas, muestreadas y remitidas al laboratorio por el solicitante



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Jorge Campos Arguelo
Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

DETERMINACION DE HUMEDAD NATURAL
NORMAS TÉCNICAS: NTP 339.127

DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA : MATERIAL PROPIO
CALICATA : CALICATA
UBICACIÓN : Yanahuanca
MUESTRA : C-1 : M-2

SOLICITANTE: JAMERLI ISRAEL CHAVEZ
SEGURA

FECHA: 27/08/2019

REALIZADO POR: Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.

ENSAYO N°	1	2	3
N° DE TARA gr.	T-01	T-02	T-03
PESO TARA + SUELO HUMEDO gr.	851.00	851.00	851.00
PESO TARA + SUELO SECO gr.	826.00	826.00	826.00
PESO DE LA TARA gr.	64.00	64.00	64.00
PESO DEL AGUA gr/cm ³	25.00	25.00	25.00
PESO SUELO SECO gr.	762.00	762.00	762.00
HUMEDAD %	3.28	3.28	3.28
HUMEDAD NATURAL PROMEDIO %	3.28		

Observaciones:

El resultado de humedad natural de la muestra (C-01 : M-02) 3.28 %



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Jorge Campos Angulo
Jorge Campos Angulo
Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio Espinoza Bustillos
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352

Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

☎ (053) 421918
📠 RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

🌐 Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

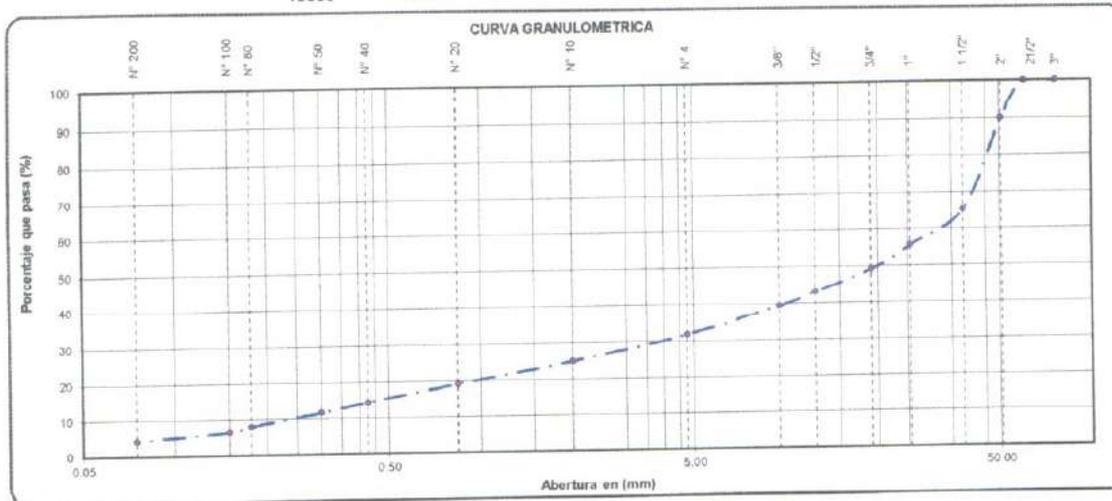
GEOTECNIA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMAS TÉCNICAS: NTP 339.128

GEOTECNIA VIAL Y ESTABILIDAD DE TALUDES

ESTRUCTURA	: MATERIAL PROPIO	FECHA:	27/08/2019
CALICATA	: CALICATA	REALIZADO POR:	Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.
UBICACIÓN	: Yanahuanca	PESO INICIAL SECO:	10000 gr.
MUESTRA	: C-1 : M-2	MÉTODO :	A

TAMIZ	ABERTURA EN (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	GRADACIÓ N "A"	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00		Pesos de Muestra
2 1/2"	60.350	0.00	0.00	0.00	100.00		Peso Total : 10000 gr
2"	50.800	985.40	9.85	9.85	90.15	100	Peso de Grava : 6617 gr
1 1/2"	38.100	2479.83	24.80	34.65	65.35		Peso de Arena : 3183 gr
1"	25.400	991.16	9.91	44.56	55.44	-	Fracc. < N° 4 : 6817.13 gr
3/4"	19.000	835.80	8.36	50.92	49.08		CONSISTENCIA
1/2"	12.500	585.86	5.86	56.78	43.22		Límite Líquido : NL %
3/8"	9.500	386.09	3.86	60.64	39.36	30 - 65	Límite Plástico : NP %
N° 4	4.750	752.98	7.53	68.17	31.83	25 - 65	Índice Plástico : NP %
N° 10	2.000	885.61	8.86	75.03	24.97	15 - 40	CLASIFICACIÓN DEL SUELO
N° 20	0.840	571.78	5.72	80.75	19.25		A.A.S.H.T.O : A - 1
N° 40	0.425	496.91	4.97	85.71	14.29	8 - 20	S.U.C.S. : GW, GP
N° 50	0.300	256.99	2.57	88.28	11.72		Humedad Natural (%) : 3.28
N° 80	0.177	367.76	3.68	91.96	8.04		Materia orgánica (%) : 0.0
N° 100	0.150	150.17	1.50	93.46	6.54		
N° 200	0.075	230.72	2.31	95.77	4.23	2 - 8	
< N° 200	Fondo	422.92	4.23	100.00	0.00		
		10000	100				



Observaciones: La muestra fueron identificadas y remitidas al laboratorio por el solicitante



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

Jorge Campos Angulo
 Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 134352

PROYECTO TESIS:
"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA
LÍMITES DE CONSISTENCIA
 NORMAS TÉCNICAS NTP 339.129

DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA	MATERIAL PROPIO	SOLICITANTE:	JAMERLI ISRAEL CHAVEZ SEGURA
CALICATA	CALICATA	FECHA:	27/08/2019
UBICACIÓN	Yanahuanca	HECHO POR:	Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.
MUESTRA	C-1 : M-2		

LIMITE LIQUIDO (NTP 339.129)

N° TARA					
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)					
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)					
PESO DE AGUA (gr.)					
PESO DE LA TARA (gr.)					
PESO DEL SUELO SECO (gr.)					
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)					
NUMERO DE GOLPES					

N.L

LIMITE PLÁSTICO (NTP 339.129)

N° TARA					PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)					
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)					
PESO DE LA TARA (gr.)					
PESO DEL AGUA (gr.)					
PESO DEL SUELO SECO (gr.)					
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)					NP

N.P



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO (%)	NL
LIMITE PLASTICO (%)	NP
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

OBSERVACIONES

El contenido de humedad para los 25 golpes del diagrama semilogarítmico es el LL = 27 NL.



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

Jorge Campos Argulo
 Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 134352

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

CLASIFICACION DE SUELOS
NORMAS TÉCNICAS NTP 339.134

DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA : MATERIAL PROPIO

CALICATA : CALICATA

UBICACION : Yanahuanca

MUESTRA : C-1 : M-2

SOLICITANTE: JAMERLI ISRAEL CHAVEZ SEGURA

FECHA: 27/08/2019

HECHO POR: Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S

% Que Pasa la Malla N° 200	4.23				
% Que Pasa la Malla N° 4	31.83				
Límite Líquido	LL =	NL	%	D60 = 31.118	Cu = 463.903
Límite Plástico	LP =	NP	%	D30 = 4.017	Cc = 7.729
Índice de Plasticidad	IP =		%	D10 = 0.067	Suelo Mal Graduado
Tipo de Suelo Según su Granulometría : Suelo Grueso					
Grava					
Tipo de Simbología : Simbología Normal					
Tipo de Suelo : GW , GP					
Suelo : GW , GP					
inorganico					
Características del Suelo : GW , GP GRAVA MAL GRADUADA CON ARENA					

CLASIFICACIÓN SEGÚN AASHTO

% Que Pasa la Malla N° 200	4.23	Determinación del Índice de Grupo IG			
% Que Pasa la Malla N° 40	14.29	a =	IG =		
% Que Pasa la Malla N° 10	24.97	b =			
Límite Líquido	LL =	NL	c =		
Límite Plástico	LP =	NP	d =		
Índice de Plasticidad	IP =				
Tipo de Suelo : Material Granular					
Clasificación de Suelos : A - 1					
Suelo :					
Tipo de Material : Fragmentos de Piedra Grava y Arena					
Terreno de Fundación :					

Observaciones: Según el solicitante No se encontraron napa freática



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

Jorge Campos Angulo
 Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 134352

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

ESTUDIO DE SUELOS
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2216

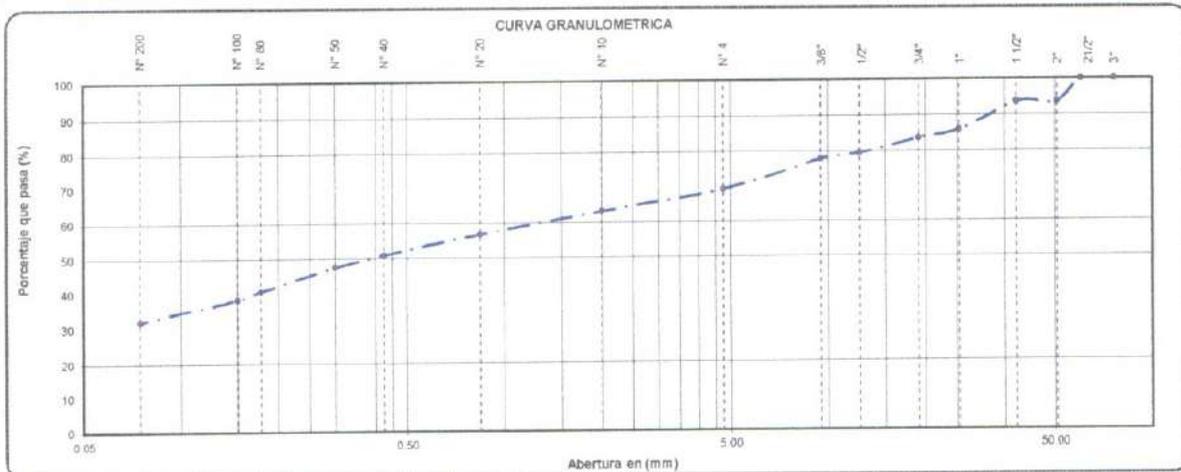
DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA : MATERIAL PROPIO	COORDENADAS : N: 8839487	SOLICITANTE: JAMERLI ISRAEL CHAVEZ SEGURA
CALICATA : CALICATA	E: 334071	FECHA: 27/08/2019
UBICACION : Yanahuanca	Nº: M-1	REALIZADO POR: Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.
MUESTRA : C-2: M-1	COTA: 3339	

TAMIZ	ABERTURA EN (mm)	% QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200	100.00	Pesos de Muestra Peso Total : 10000 gr Peso de Grava : 3071 gr Peso de Arena : 6929 gr Fracc. < N° 4 : 3070.53 gr
2 1/2"	60.350	100.00	
2"	50.800	93.20	
1 1/2"	38.100	93.20	
1"	25.400	85.87	
3/4"	19.000	83.66	LIMITES DE CONSISTENCIA
1/2"	12.500	79.45	Limite Líquido : 30 %
3/8"	9.500	77.83	Limite Plástico : 25 %
N° 4	4.750	69.29	Indice Plástico : 5 %
N° 10	2.000	63.18	CLASIFICACIÓN DEL SUELO
N° 20	0.840	56.69	A.A.S.H.T.O : A - 2
N° 40	0.425	50.89	S.U.C.S. : SM
N° 50	0.300	47.37	Humedad Natural (%) : 6.12 %
N° 80	0.177	40.75	Materia orgánica (%) : 0.0
N° 100	0.150	38.29	CARACTERÍSTICAS DEL SUELO
N° 200	0.075	31.97	ARENA LIMOSA CON GRAVA
< N° 200	Fondo	0.00	



OBSERVACIONES
El contenido de humedad para los 25 golpes del diagrama semilogarítmico es el LL = 30



Observaciones: las muestras fueron identificadas, muestreadas y remitidas al laboratorio por el solicitante



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
Jorge Campos Angulo
Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134552

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

DETERMINACION DE HUMEDAD NATURAL
NORMAS TÉCNICAS: NTP 339.127

DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA : MATERIAL PROPIO	SOLICITANTE: JAMERLI ISRAEL CHAVEZ
CALICATA : CALICATA	SEGURA
UBICACIÓN : Yanahuanca	FECHA: 27/08/2019
MUESTRA : C-2 : M-1	REALIZADO POR: Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.

ENSAYO N°	1	2	3
N° DE TARA gr.	T-01	T-02	T-03
PESO TARA + SUELO HUMEDO gr.	419.00	419.00	419.00
PESO TARA + SUELO SECO gr.	399.00	399.00	399.00
PESO DE LA TARA gr.	72.00	72.00	72.00
PESO DEL AGUA gr/cm3	20.00	20.00	20.00
PESO SUELO SECO gr.	327.00	327.00	327.00
HUMEDAD %	6.12	6.12	6.12
HUMEDAD NATURAL PROMEDIO %	6.12		

Observaciones:

El resultado de humedad natural de la muestra (C-02 : M-01) 6.12 %



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Jorge Campos Angulo
Jorge Campos Angulo
Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio Espinoza Bustillos
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMAS TÉCNICAS: NTP 339.128

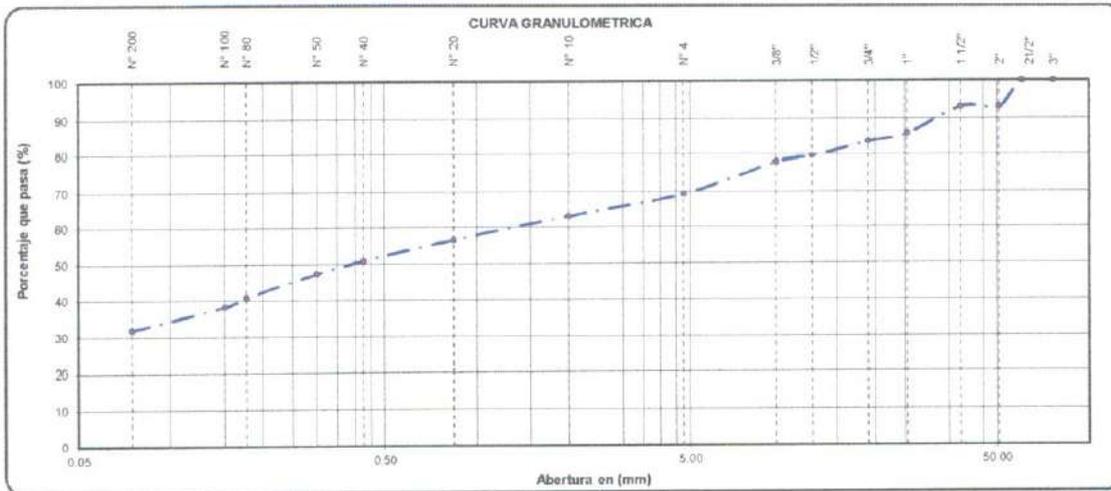
GEOTECNIA VIAL Y ESTABILIDAD DE TALUDES

ESTRUCTURA : MATERIAL PROPIO
CALICATA : CALICATA
UBICACIÓN : Yanahuanca
MUESTRA : C-2 : M-1

FECHA: 27/08/2019
REALIZADO POR: Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.
PESO INICIAL SECO: 10000 gr.

MÉTODO : A

TAMIZ	ABERTURA EN (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	GRADACIÓ N "A"	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00		
2 1/2"	60.350	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.800	680.10	6.80	6.80	93.20	100	Peso Total : 10000 gr
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	6.80	93.20		Peso de Grava : 3071 gr
1"	25.400	733.00	7.33	14.13	85.87		Peso de Arena : 6929 gr
3/4"	19.000	219.14	2.19	16.32	83.68		Fracc. < N° 4 : 3070.53 gr
1/2"	12.500	423.17	4.23	20.55	79.45		CONSISTENCIA
3/8"	9.500	161.21	1.61	22.17	77.83	30 - 65	Límite Líquido : 30 %
N° 4	4.750	653.90	6.54	30.71	69.29	25 - 55	Límite Plástico : 25 %
N° 10	2.000	611.35	6.11	36.82	63.18	15 - 40	Índice Plástico : 5 %
N° 20	0.840	648.80	6.49	43.31	56.69		CLASIFICACIÓN DEL SUELO
N° 40	0.425	580.58	5.81	49.11	50.89	8 - 20	A.A.S.H.T.O : A - 2 - 4
N° 50	0.300	351.82	3.52	52.63	47.37		S.U.C.S. : SM
N° 80	0.177	662.16	6.62	59.25	40.75		Humedad Natural (%) : 6.12
N° 100	0.150	246.14	2.46	61.71	38.29		Materia orgánica (%) : 0.0
N° 200	0.075	631.41	6.31	68.03	31.97	2 - 8	
< N° 200	Fondo	3197.19	31.97	100.00	0.00		



Observaciones: La muestra fueron identificadas y remitidas al laboratorio por el solicitante



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

Jorge Campos Angulo
 Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 134352

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

LÍMITES DE CONSISTENCIA
NORMAS TÉCNICAS: NTP 339.129

DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA	MATERIAL PROPIO	SOLICITANTE	JAMERLI ISRAEL CHAVEZ SEGURA
CALICATA	CALICATA	FECHA:	27/09/2019
UBICACIÓN	Yanahuanca	HECHO POR:	Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.
MUESTRA	C-2: M-1		

LÍMITE LIQUIDO (NTP 339.129)

Nº TARA	T-205	T-204	T-17
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)	29.90	32.80	34.50
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	25.40	28.50	29.80
PESO DE AGUA (gr.)	0.50	4.30	4.80
PESO DE LA TARA (gr.)	14.00	14.00	13.90
PESO DEL SUELO SECO (gr.)	12.40	14.50	15.70
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	28.23	29.66	31.21
NUMERO DE GOLPES	34	24	18

LÍMITE PLÁSTICO (NTP 339.129)

Nº TARA	T-33	T-14	T-03	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)	14.70	15.30	16.20	
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	14.50	15.10	15.70	
PESO DE LA TARA (gr.)	13.70	14.30	13.80	
PESO DEL AGUA (gr.)	0.20	0.20	0.50	
PESO DEL SUELO SECO (gr.)	0.80	0.80	1.90	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	25.00	25.00	26.32	25

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LIQUIDO (%)	30
LÍMITE PLÁSTICO (%)	25
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	5

OBSERVACIONES

El contenido de humedad para los 25 golpes del diagrama semi-logarítmico es el LL = 27.30



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

Jorge Campos Angulo
 Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 134352



INGENIEROS S.A.C

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

CLASIFICACION DE SUELOS
NORMAS TÉCNICAS: NTP 339.134

DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA : MATERIAL PROPIO

CALICATA : CALICATA

UBICACIÓN : Yanahuanca

MUESTRA : C-2 : M-1

SOLICITANTE: JAMERLI ISRAEL CHAVEZ SEGURA

FECHA: 27/08/2019

HECHO POR: Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S

Table with soil classification data according to S.U.C.S. Includes columns for sieve analysis, liquid/plastic limits, and soil type (SM, ARENA LIMOSA CON GRAVA).

CLASIFICACIÓN SEGÚN AASHTO

Table with soil classification data according to AASHTO. Includes columns for sieve analysis, group index determination, and soil type (A-2).

Observaciones: Según el solicitante No se encontraron napa freatica



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Jorge Campos Angulo
Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 1.14352

Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

(063) 421918
RPM #953665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com

PROYECTO TÉCNICO:
"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

ESTUDIO DE SUELOS
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2216

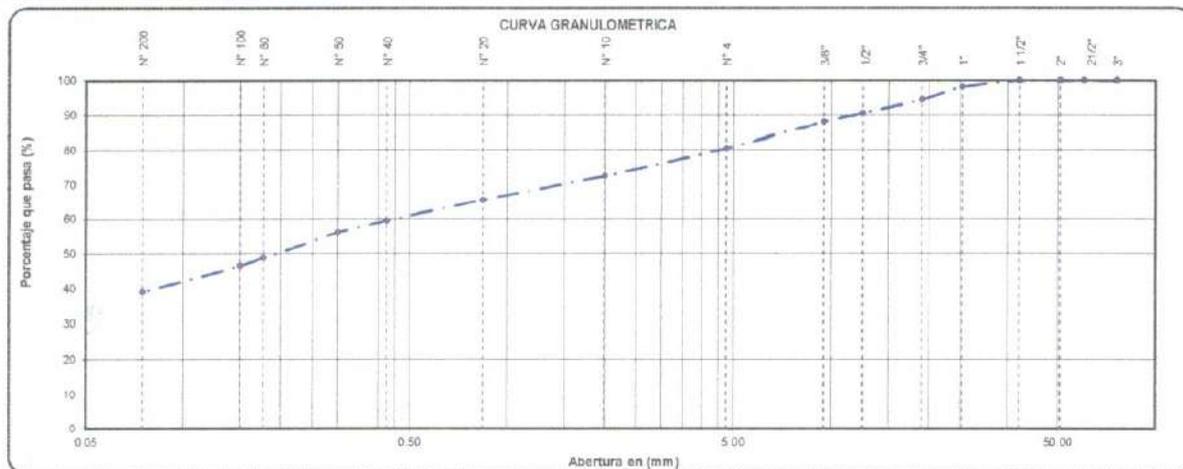
DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA	MATERIAL PROPIO	COORDENADAS	N: 8839487	SOLICITANTE	JAMERLI ISRAEL CHAVEZ SEGURA
CALICATA	CALICATA	E	334071	FECHA	27/08/2019
UBICACIÓN	Yanahuanca	COTA	3339	REALIZADO POR	Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.
MUESTRA	C-2: M-2				

TAMIZ	ABERTURA EN (mm)	% QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200	100.00	Pesos de Muestra
2 1/2"	60.350	100.00	Peso Total : 10000 gr
2"	50.800	100.00	Peso de Grava : 1940 gr
1 1/2"	38.100	100.00	Peso de Arena : 8051 gr
1"	25.400	95.08	Fracc. < N° 4 : 1948.82 gr
3/4"	19.000	94.31	LIMITES DE CONSISTENCIA
1/2"	12.500	80.58	Límite Líquido : 25 %
3/8"	9.500	88.05	Límite Plástico : 23 %
N° 4	4.750	80.51	Índice Plástico : 2 %
N° 10	2.000	72.59	CLASIFICACIÓN DEL SUELO
N° 20	0.840	65.62	A.A.S.H.T.O : A - 4
N° 40	0.425	59.45	S.U.C.S. : SM
N° 50	0.300	55.90	Humedad Natural (%) : 7.20 %
N° 80	0.177	48.70	Materia orgánica (%) : 0.0
N° 100	0.150	46.43	CARACTERÍSTICAS DEL SUELO
N° 200	0.075	39.09	ARENA LIMOSA CON GRAVA
< N° 200	Fondo	0.00	



OBSERVACIONES
El contenido de humedad para los 25 golpes del diagrama semilogarítmico es el LL = 25



Observaciones: las muestras fueron identificadas, muestreadas y remitidas al laboratorio por el solicitante



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
Jorge Campos Angulo
Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

DETERMINACION DE HUMEDAD NATURAL
NORMAS TÉCNICAS: NTP 339.127

DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA : MATERIAL PROPIO
CALICATA : CALICATA
UBICACIÓN : Yanahuanca
MUESTRA : C-2 : M-2

SOLICITANTE: JAMERLI ISRAEL CHAVEZ
SEGURA
FECHA: 27/08/2019
REALIZADO POR: Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.

ENSAYO N°	1	2	3
N° DE TARA gr.	T-01	T-02	T-03
PESO TARA + SUELO HUMEDO gr.	459.00	459.00	459.00
PESO TARA + SUELO SECO gr.	433.00	433.00	433.00
PESO DE LA TARA gr.	72.00	72.00	72.00
PESO DEL AGUA gr/cm ³	26.00	26.00	26.00
PESO SUELO SECO gr.	361.00	361.00	361.00
HUMEDAD %	7.20	7.20	7.20
HUMEDAD NATURAL PROMEDIO %	7.20		

Observaciones:

El resultado de humedad natural de la muestra (C-02 : M-02) 7.20 %



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
ZEMCO
Jorge Campos Angulo
Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
ZEMCO
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMAS TÉCNICAS: NTP 339.128

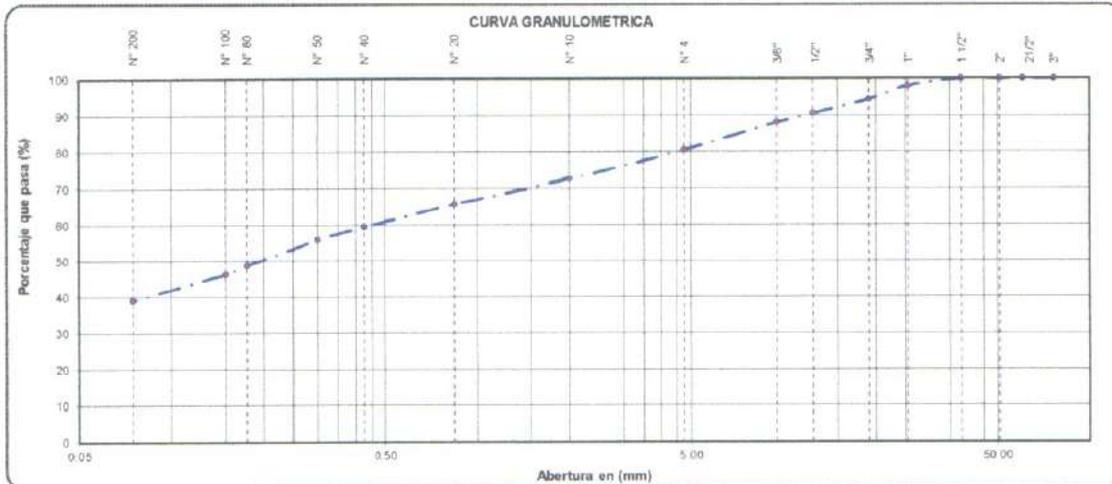
GEOTECNIA VIAL Y ESTABILIDAD DE TALUDES

ESTRUCTURA : MATERIAL PROPIO
CALICATA : CALICATA
UBICACIÓN : Yanahuanca
MUESTRA : C-2 : M-2

FECHA: 27/08/2019
REALIZADO POR: Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.
PESO INICIAL SECO: 10000 gr.

MÉTODO : A

TAMIZ	ABERTURA EN (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	GRADACIÓ N "A"	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00		
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		Pesos de Muestra
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		Peso Total : 10000 gr
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	100	Peso de Grava : 1949 gr
1"	25.400	184.47	1.94	1.94	98.06	-	Peso de Arena : 8051 gr
3/4"	19.000	374.62	3.75	5.69	94.31		Fracc. < N° 4 : 1948.82 gr
1/2"	12.500	372.57	3.73	9.42	90.58		CONSISTENCIA
3/8"	9.500	253.84	2.54	11.95	88.05	30 - 65	Límite Líquido : 25 %
N° 4	4.750	753.33	7.53	19.49	80.51	25 - 55	Límite Plástico : 23 %
N° 10	2.000	791.75	7.92	27.41	72.59	15 - 40	Indice Plástico : 2 %
N° 20	0.840	887.10	8.97	34.38	65.62		CLASIFICACIÓN DEL SUELO
N° 40	0.425	816.92	8.17	40.55	59.45	8 - 20	A.A.S.H.T.O
N° 50	0.300	355.23	3.55	44.10	55.90		S.U.C.S. : SM
N° 80	0.177	711.58	7.12	51.21	48.79		Humedad Natural (%) : 7.20
N° 100	0.150	296.08	2.96	53.57	46.43		Materia orgánica (%) : 0.0
N° 200	0.075	733.85	7.34	80.91	39.09	2 - 8	
< N° 200	Fondo	3908.56	39.09	100.00	0.00		
		10000	100				



Observaciones: La muestra fueron identificadas y remitidas al laboratorio por el solicitante



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Jorge Campos Angulo
Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 134352

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

LÍMITES DE CONSISTENCIA
NORMAS TÉCNICAS: NTP 339.129

DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA	MATERIAL PROPIO	SOLICITANTE:	JAMERLI ISRAEL CHAVEZ SEGURA
CALICATA	CALICATA	FECHA:	27/09/2019
UBICACIÓN	Yanahuanca	HECHO POR:	Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.
MUESTRA	C-2 : M-2		

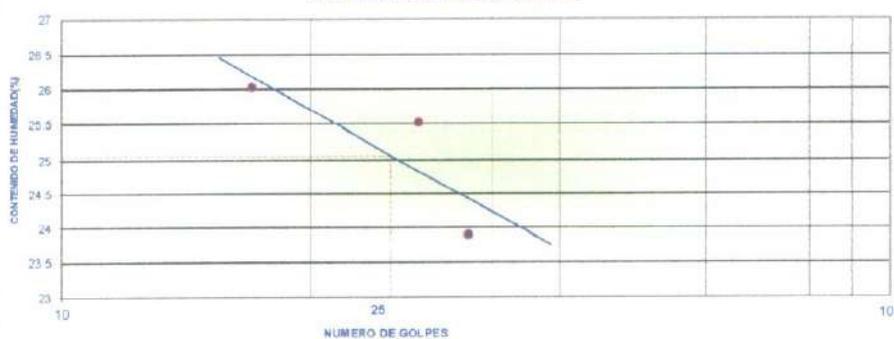
LÍMITE LIQUIDO (NTP 339.129)

Nº TARA		T-31	T-202	A2-B	
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	39.30	38.00	32.60	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	34.40	33.10	28.60	
PESO DE AGUA	(gr.)	4.90	4.90	3.80	
PESO DE LA TARA	(gr.)	13.90	13.90	14.20	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	20.50	19.20	14.60	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	23.90	25.52	26.03	
NÚMERO DE GOLPES		31	27	17	

LÍMITE PLÁSTICO (NTP 339.129)

Nº TARA		T-14	T-17	T-211	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	15.70	15.70	15.30	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	15.40	15.40	15.00	
PESO DE LA TARA	(gr.)	14.10	14.10	13.70	
PESO DEL AGUA	(gr.)	0.30	0.30	0.30	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	1.30	1.30	1.30	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	23.08	23.08	23.08	23

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LIQUIDO (%)	25
LÍMITE PLÁSTICO (%)	23
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	2

OBSERVACIONES

El contenido de humedad para los 25 golpes del diagrama semilogarítmico es el LL = 27 / 25
--



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Jorge Campos Angulo
Jorge Campos Angulo
Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio Espinoza Bustillos
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

ESTUDIO DE SUELOS
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2216

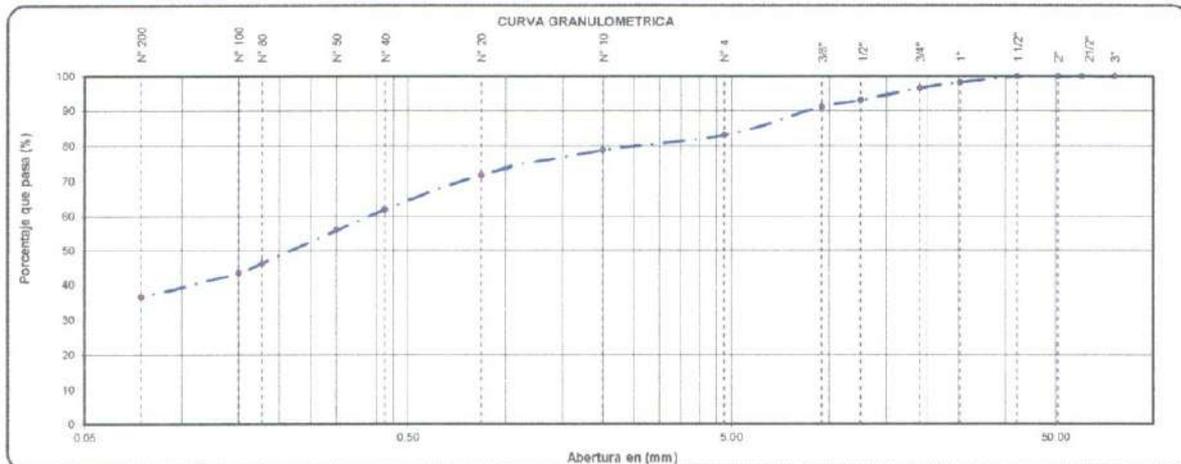
DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA	MATERIAL PROPIO	COORDENADAS	N: 8839464	SOLICITANTE	JAMERLI ISRAEL CHAVEZ SEGURA
CALICATA	CALICATA	E	334180	FECHA	27/08/2019
UBICACIÓN	Yanahuanca	COTA	3341	REALIZADO POR	Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.
MUESTRA	C-3: M-1				

TAMIZ	ABERTURA EN (mm)	% QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200	100.00	Pesos de Muestra Peso Total : 10000 gr Peso de Grava : 1686 gr Peso de Arena : 8314 gr Fracc. < N° 4 : 1685.53 gr
2 1/2"	60.350	100.00	
2"	50.800	100.00	
1 1/2"	38.100	100.00	
1"	25.400	98.14	
3/4"	19.000	96.47	LIMITES DE CONSISTENCIA Límite Líquido : 22 % Límite Plástico : 17 % Índice Plástico : 5 %
1/2"	12.500	93.09	
3/8"	9.500	91.26	
N° 4	4.750	83.14	CLASIFICACIÓN DEL SUELO A.A.S.H.T.O : A - 4 S.U.C.S. : SC
N° 10	2.000	76.75	
N° 20	0.840	71.81	Humedad Natural (%) : 4.93 % Materia orgánica (%) : 0.0
N° 40	0.425	61.96	
N° 50	0.300	55.88	CARACTERÍSTICAS DEL SUELO ARENA ARCILLOSA CON GRAVA
N° 80	0.177	46.25	
N° 100	0.150	43.45	
N° 200	0.075	36.45	
< N° 200	Fondo	0.00	



OBSERVACIONES
El contenido de humedad para los 25 golpes del diagrama semilogarítmico es el LL = 22



Observaciones: las muestras fueron identificadas, muestreadas y remitidas al laboratorio por el solicitante



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Laboratorio de Ensayo de Materiales
Jorge Campos Angulo
Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Laboratorio de Ensayo de Materiales
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134552

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

DETERMINACION DE HUMEDAD NATURAL
NORMAS TÉCNICAS: NTP 339.127

DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA : MATERIAL PROPIO
CALICATA : CALICATA
UBICACIÓN : Yanahuanca
MUESTRA : C-3 : M-1

SOLICITANTE: JAMERLI ISRAEL CHAVEZ
SEGURA

FECHA: 27/08/2019

REALIZADO POR: Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.

ENSAYO N°	1	2	3
N° DE TARA gr.	T-01	T-02	T-03
PESO TARA + SUELO HUMEDO gr.	716.00	716.00	716.00
PESO TARA + SUELO SECO gr.	686.00	686.00	686.00
PESO DE LA TARA gr.	77.00	77.00	77.00
PESO DEL AGUA gr/cm ³	30.00	30.00	30.00
PESO SUELO SECO gr.	609.00	609.00	609.00
HUMEDAD %	4.93	4.93	4.93
HUMEDAD NATURAL PROMEDIO %	4.93		

Observaciones:

El resultado de humedad natural de la muestra (C-03 : M-01) 4.93 %



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
ZEMCO
Jorge Campos Argulo
Jorge Campos Argulo
Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
ZEMCO
Marco Antonio Espinoza Bustillos
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352

PROYECTO TESIS:

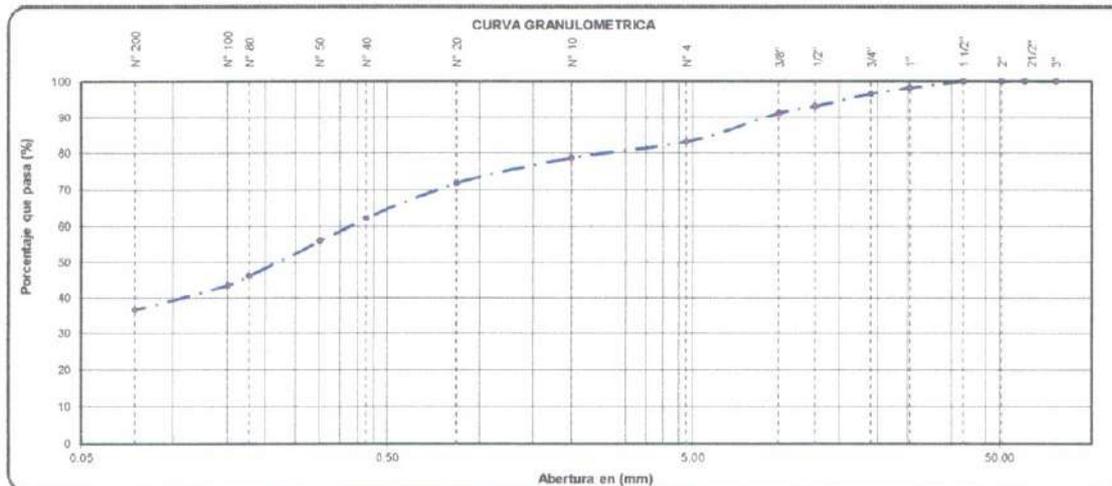
"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMAS TÉCNICAS: NTP 339.128

GEOTECNIA VIAL Y ESTABILIDAD DE TALUDES

ESTRUCTURA	: MATERIAL PROPIO					FECHA: 27/08/2019	
CALICATA	: CALICATA					REALIZADO POR: Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.	
UBICACIÓN	: Yanahuana					PESO INICIAL SECO: 10000 gr.	
MUESTRA	: C-3 : M-1	MÉTODO: A					
TAMIZ	ABERTURA EN (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	GRADACIÓ N "A"	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00		Pesos de Muestra
2 1/2"	60.350	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100	Peso de Grava : 1686 gr
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		Peso de Arena : 8314 gr
1"	25.400	186.31	1.86	1.86	98.14	-	Frac. < N° 4 : 1685.53 gr
3/4"	19.000	167.16	1.67	3.53	96.47		CONSISTENCIA
1/2"	12.500	337.80	3.38	6.91	93.09		Limite Liquido : 22 %
3/8"	9.500	182.83	1.83	8.74	91.26	30 - 65	Limite Plástico : 17 %
N° 4	4.750	611.42	6.11	16.86	83.14	25 - 55	Indice Plástico : 6 %
N° 10	2.000	439.34	4.39	21.25	78.75	15 - 40	CLASIFICACIÓN DEL SUELO
N° 20	0.840	694.15	6.94	28.19	71.81		A.A.S.H.T.O
N° 40	0.425	981.92	9.82	38.01	61.99	8 - 20	S.U.C.S. : SC
N° 50	0.300	610.68	6.11	44.12	55.88		Humedad Natural (%) : 4.93
N° 80	0.177	963.25	9.63	53.75	46.25		Materia organica (%) : 0.0
N° 100	0.150	280.08	2.80	56.55	43.45		
N° 200	0.075	699.65	7.00	63.55	36.45	2 - 8	
< N° 200	Fondo	3645.41	36.45	100.00	0.00		
		10000	100				



Observaciones: La muestra fueron identificadas y remitidas al laboratorio por el solicitante



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
[Signature]
Orge Campos Angulo
Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
[Signature]
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 134352

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

LÍMITES DE CONSISTENCIA
NORMAS TÉCNICAS NTP 339.129

DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA	MATERIAL PROPIO	SOLICITANTE	JAMERLI ISRAEL CHAVEZ SEGURA
CALICATA	CALICATA	FECHA	27/08/2019
UBICACIÓN	Yanahuanca	HECHO POR	Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC
MUESTRA	C-3 : M-1		

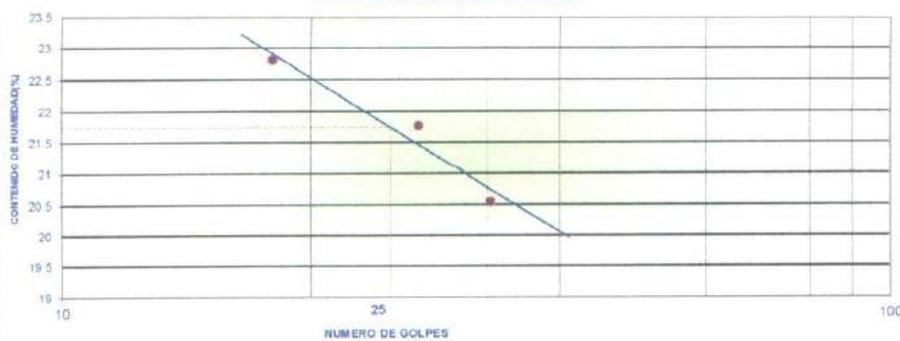
LÍMITE LIQUIDO (NTP 339.129)

N° TARA		T-34	T-01	02-F	
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	31.50	34.70	35.00	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	28.50	31.00	31.10	
PESO DE AGUA	(gr.)	3.00	3.70	3.90	
PESO DE LA TARA	(gr.)	13.90	14.00	14.00	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	14.60	17.00	17.10	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	20.55	21.76	22.81	
NUMERO DE GOLPES		33	27	18	

LÍMITE PLÁSTICO (NTP 339.129)

N° TARA		T-09	T-04	T-05	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	15.30	14.90	15.10	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	15.10	14.60	14.90	
PESO DE LA TARA	(gr.)	13.90	14.20	13.70	
PESO DEL AGUA	(gr.)	0.20	0.10	0.20	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	1.20	0.60	1.20	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	16.67	16.67	16.67	17

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LIQUIDO (%)	22
LÍMITE PLÁSTICO (%)	17
ÍNDICE DE PLÁSTICIDAD (%)	5

OBSERVACIONES

El contenido de humedad para los 25 golpes del del diagrama semilogarítmico es el LL = 22 - 22
--



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Jorge Campos Angulo
Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio Espinoza Bustillos
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352



INGENIEROS S.A.C

PROYECTO TESIS:

AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO

GEOTECNIA

CLASIFICACION DE SUELOS
NORMAS TÉCNICAS: NTP 339.134

DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA : MATERIAL PROPIO

CALICATA : CALICATA

UBICACIÓN : Yanahuanca

MUESTRA : C-3 : M-1

SOLICITANTE: JAMERLI ISRAEL CHAVEZ SEGURA

FECHA: 27/08/2019

HECHO POR: Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S

% Que Pasa la Malla N° 200	36.45			
% Que Pasa la Malla N° 4	83.14			
Límite Líquido	LL = 22.00 %	D60 = -51.166	Cu = 28.870	
Límite Plástico	LP = 17.00 %	D30 = -28.515	Cc = 8.967	
Índice de Plasticidad	IP = 5.00 %	D10 = -1.772	Suelo Mal Graduado	
Tipo de Suelo Según su Granulometría		Suelo Grueso		
		Arena		
Tipo de Simbología		Simbología Normal		
Tipo de Suelo		SM, SC		
Suelo		SC inorganico		
Caractrísticas del Suelo		SC ARENA ARCILLOSA CON GRAVA		

CLASIFICACIÓN SEGÚN AASHTO

% Que Pasa la Malla N° 200	36.45	Determinación del Índice de Grupo IG	
% Que Pasa la Malla N° 40	61.99	a = 1.45	IG = 1.00
% Que Pasa la Malla N° 10	78.75	b = 21.45	
Límite Líquido	LL = 22.00 %	c = 0.00	
Límite Plástico	LP = 17.00 %	d = 0.00	
Índice de Plasticidad	IP = 5.00 %		
Tipo de Suelo		Material Limo Arcilloso	
Clasificación de Suelos		A - 4	
Suelo			
Tipo de Material		Suelo Limoso	
Terreno de Fundación		Regular a Malo	

Observaciones. Según el solicitante No se encontraron napa freatica



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Jorge Campos Angulo
Jorge Campos Angulo
Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio Espinoza Bustillos
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134552

Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco

(053) 421918
RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

ESTUDIO DE SUELOS

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2218

DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA : MATERIAL PROPIO

CALICATA : CALICATA

UBICACIÓN : Yanahuanca

MUESTRA : C-4 : M-1

COORDENADAS : N: 8839424

E: 334357

COTA: 3364

SOLICITANTE: JAMERLI ISRAEL CHAVEZ SEGURA

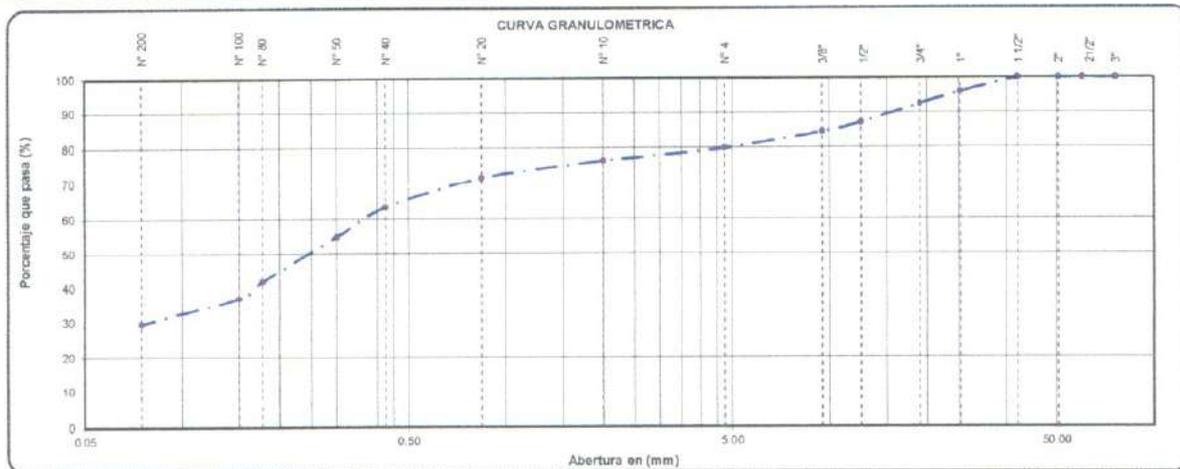
FECHA: 27/08/2019

REALIZADO POR: Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.

TAMIZ	ABERTURA EN (mm)	% QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200	100.00	Pesos de Muestra
2 1/2"	60.350	100.00	Peso Total : 10000 gr
2"	50.800	100.00	Peso de Grava : 2011 gr
1 1/2"	38.100	100.00	Peso de Arena : 7989 gr
1"	25.400	95.88	Fracc. < N° 4 : 2011.00 gr
3/4"	19.000	92.46	LIMITES DE CONSISTENCIA
1/2"	12.500	67.16	Limite Líquido : 21 %
3/8"	9.500	84.94	Limite Plástico : 18 %
N° 4	4.750	79.89	Indice Plástico : 3 %
N° 10	2.000	76.41	CLASIFICACIÓN DEL SUELO
N° 20	0.840	71.40	A.A.S.H.T.O : A - 2
N° 40	0.425	63.32	S.U.C.S. : SC
N° 60	0.300	54.98	Humedad Natural (%) : 3.95 %
N° 80	0.177	41.73	Materia orgánica (%) : 0.0
N° 100	0.150	37.02	CARACTERÍSTICAS DEL SUELO
N° 200	0.075	29.64	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA
< N° 200	Fondo	0.00	



OBSERVACIONES
El contenido de humedad para los 25 golpes del diagrama semilogarítmico es el LL = 21.



Observaciones: las muestras fueron identificadas, muestreadas y remitidas al laboratorio por el solicitante



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
Jorge Campos Angulo
Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
Marcos Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 134352

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

DETERMINACION DE HUMEDAD NATURAL
NORMAS TÉCNICAS: NTP 339.127

DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA : MATERIAL PROPIO	SOLICITANTE: JAMERLI ISRAEL CHAVEZ SEGURA
CALICATA : CALICATA	FECHA: 27/08/2019
UBICACIÓN : Yanahuanca	REALIZADO POR: Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.
MUESTRA : C-4 : M-1	

ENSAYO N°	1	2	3
N° DE TARA gr.	T-01	T-02	T-03
PESO TARA + SUELO HUMEDO gr.	251.00	251.00	251.00
PESO TARA + SUELO SECO gr.	244.00	244.00	244.00
PESO DE LA TARA gr.	67.00	67.00	67.00
PESO DEL AGUA gr/cm ³	7.00	7.00	7.00
PESO SUELO SECO gr.	177.00	177.00	177.00
HUMEDAD %	3.95	3.95	3.95
HUMEDAD NATURAL PROMEDIO %	3.95		

Observaciones:

El resultado de humedad natural de la muestra (C-04 : M-01) 3.95 %



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

Jorge Campos Angulo
 Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 134352

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMAS TÉCNICAS: MTP 339.128

GEOTECNIA VIAL Y ESTABILIDAD DE TALUDES

ESTRUCTURA : MATERIAL PROPIO
CALICATA : CALICATA
UBICACIÓN : Yanahuanca
MUESTRA : C-4 : M-1

FECHA: 27/08/2019

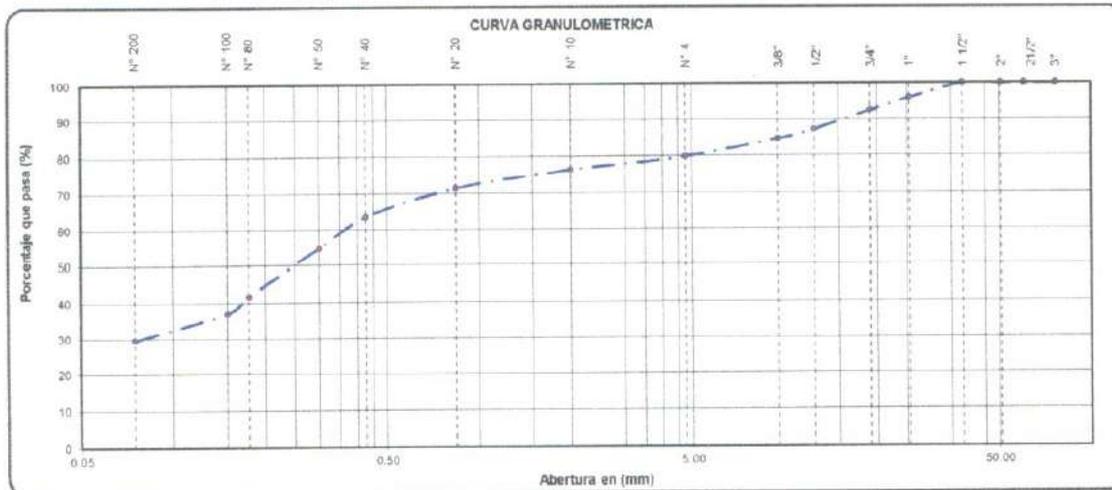
REALIZADO POR: Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.

PESO INICIAL SECO: 10000 gr.

MÉTODO : A

TAMIZ	ABERTURA EN (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	GRADACIÓ N "A"	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00		Pesos de Muestra
2 1/2"	60.350	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100	Peso de Grava : 2011 gr.
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		Peso de Arena : 7989 gr.
1"	25.400	414.38	4.14	4.14	95.86	-	Fracc. < N° 4 : 2011.00 gr.
3/4"	19.000	339.75	3.40	7.54	92.46		CONSISTENCIA
1/2"	12.500	530.24	5.30	12.84	87.16		Limite Líquido : 21 %
3/8"	9.500	251.37	2.51	15.36	84.64	30 - 65	Limite Plástico : 18 %
N° 4	4.750	475.26	4.75	20.11	79.89	25 - 55	Indice Plástico : 3 %
N° 10	2.000	347.97	3.48	23.59	76.41	15 - 40	CLASIFICACIÓN DEL SUELO
N° 20	0.840	501.30	5.01	28.60	71.40		A.A.S.H.T.O : A - 2 - 4
N° 40	0.425	809.19	8.09	36.68	63.32	8 - 20	S.U.C.S. : SC
N° 50	0.300	833.29	8.33	45.02	54.98		Humedad Natural (%) : 3.85
N° 80	0.177	1325.33	13.25	58.27	41.73		Materia orgánica (%) : 0.0
N° 100	0.150	470.87	4.71	62.98	37.02		
N° 200	0.075	738.06	7.38	70.36	29.64	2 - 8	
< N° 200	Fondo	2964.13	29.64	100.00	0.00		

10000 100



Observaciones: La muestra fueron identificadas y remitidas al laboratorio por el solicitante



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Jorge Campos Angulo
Jorge Campos Angulo
Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio Espinoza Bustillos
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352

PROYECTO TESIS:

AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO

GEOTECNIA

LÍMITES DE CONSISTENCIA
NORMAS TÉCNICAS: NTP 339.129

DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA	MATERIAL PROPIO	SOLICITANTE:	JAMERLI ISRAEL CHAVEZ
CALIGATA	CALIGATA		SEGURA
UBICACIÓN	Yanahuanca	FECHA:	27/06/2019
MUESTRA	C-4 : M-1	HECHO POR:	Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.

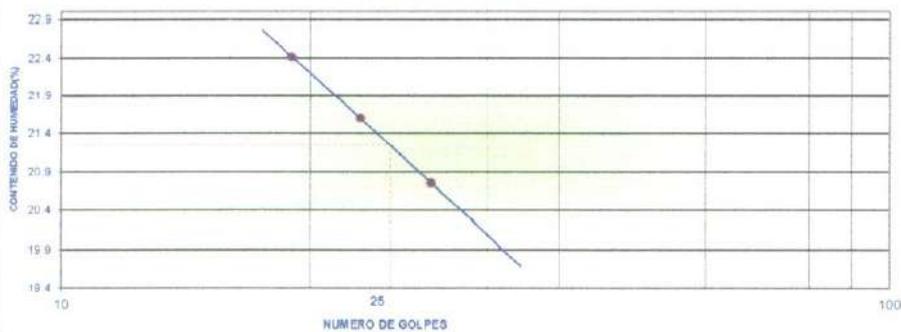
LÍMITE LÍQUIDO (NTP 339.129)

N° TARA		T-02	T-12	T-18	
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	33.10	38.20	35.10	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	29.80	33.90	31.20	
PESO DE AGUA	(gr.)	3.30	4.30	3.90	
PESO DE LA TARA	(gr.)	13.90	14.00	13.80	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	15.90	19.90	17.40	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	20.75	21.61	22.41	
NUMERO DE GOLPES		28	23	19	

LÍMITE PLÁSTICO (NTP 339.129)

N° TARA		T-17	T-37	T-18	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	15.30	15.60	15.30	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	15.10	15.30	15.10	
PESO DE LA TARA	(gr.)	13.90	13.70	14.00	
PESO DEL AGUA	(gr.)	0.20	0.30	0.20	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	1.20	1.60	1.10	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	16.67	18.75	18.18	18

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



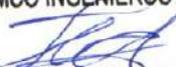
CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO (%)	21
LÍMITE PLÁSTICO (%)	18
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	3

OBSERVACIONES

El contenido de humedad para los 25 golpes del diagrama semilogarítmico es el LL = 27 - 21
--



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

Jorge Campos Angulo
 Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 134352



INGENIEROS S.A.C

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

CLASIFICACION DE SUELOS
NORMAS TÉCNICAS: NTP 330.134

DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA : MATERIAL PROPIO

CALICATA : CALICATA

UBICACIÓN : Yanahuanca

MUESTRA : C-4 : M-1

SOLICITANTE: JAMERLI ISRAEL CHAVEZ SEGURA

FECHA: 27/08/2019

HECHO POR: Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S

% Que Pasa la Malla N° 200	29.64			
% Que Pasa la Malla N° 4	79.89			
Límite Líquido	LL = 21.00 %	D60 = -20.790	Cu = 8.989	
Límite Plástico	LP = 18.00 %	D30 = -34.690	Cc = 25.027	
Índice de Plasticidad	IP = 3.00 %	D10 = -2.313	Suelo Mal Graduado	
Tipo de Suelo Según su Granulometría : Suelo Grueso Arena				
Tipo de Simbología : Simbología Normal				
Tipo de Suelo : SM , SC				
Suelo : SC inorganico				
Caractrísticas del Suelo : SC ARENA ARCILLOSA CON GRAVA				

CLASIFICACIÓN SEGÚN AASHTO

% Que Pasa la Malla N° 200	29.64	Determinación del Índice de Grupo IG		
% Que Pasa la Malla N° 40	63.32	IG = 0.00		
% Que Pasa la Malla N° 10	76.41	a = 0.00		
Límite Líquido	LL = 21.00 %	b = 14.64		
Límite Plástico	LP = 18.00 %	c = 0.00		
Índice de Plasticidad	IP = 3.00 %	d = 0.00		
Tipo de Suelo : Material Granular				
Clasificación de Suelos : A - 2				
Suelo : A - 2 - 4				
Tipo de Material : Gravas y Arenas Limosas y Arcillosas				
Terreno de Fundación : Excelente a Bueno				

Observaciones: Según el solicitante No se encontraron napa freática



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
George Campos Angulo
George Campos Angulo
Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio Espinoza Bustillos
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352

Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

(063) 421918
RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

ESTUDIO DE SUELOS

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2216

DATOS DE LA MUESTRA

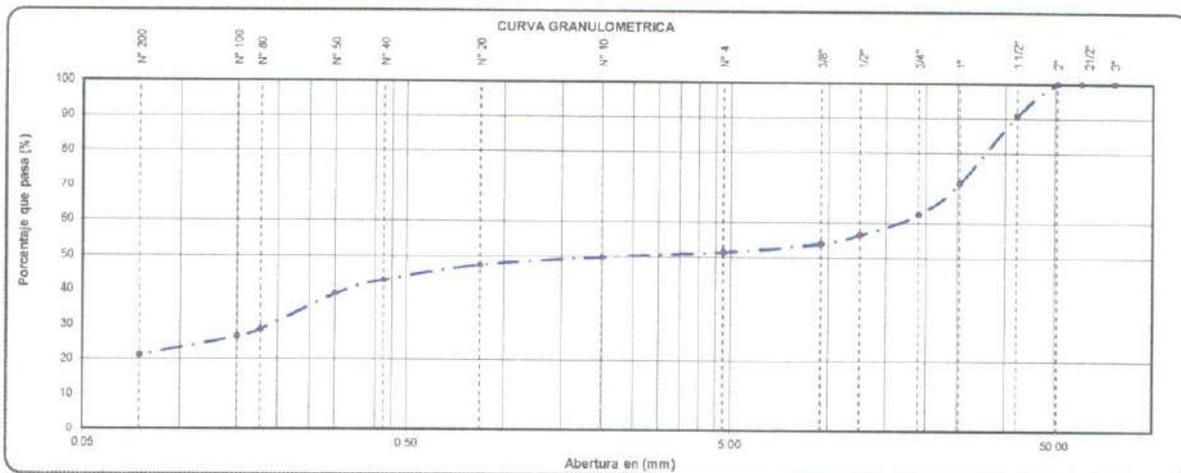
ESTRUCTURA : MATERIAL PROPIO	COORDENADAS : N: 8839424	SOLICITANTE: JAMERLI ISRAEL CHAVEZ SEGURA
CALICATA : CALICATA	E: 334357	FECHA: 27/08/2019
UBICACION : Yanahuanca	COTA: 3364	REALIZADO POR: Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.
MUESTRA : C-4: M-2		

TAMIZ	ABERTURA EN (mm)	% QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200	100.00	Pesos de Muestra
2 1/2"	60.350	100.00	Peso Total : 10000 gr
2"	50.800	100.00	Peso de Grava : 4850 gr
1 1/2"	38.100	90.80	Peso de Arena : 5150 gr
1"	25.400	71.40	Fracc. < N° 4 : 4850.16 gr
3/4"	19.000	62.41	LIMITES DE CONSISTENCIA
1/2"	12.500	58.36	Límite Líquido : 20 %
3/8"	9.500	53.88	Límite Plástico : 18 %
N° 4	4.750	51.50	Índice Plástico : 2 %
N° 10	2.000	49.89	CLASIFICACIÓN DEL SUELO
N° 20	0.840	47.25	A.A.S.H.T.O : A - 1
N° 40	0.425	42.75	S.U.C.S. : GC
N° 60	0.300	38.91	Humedad Natural (%) : 3.60 %
N° 80	0.177	26.74	Materia orgánica (%) : 0.0
N° 100	0.150	26.67	CARACTERÍSTICAS DEL SUELO
N° 200	0.075	21.06	GRAVA ARCILLOSA CON ARENA
< N° 200	Fondo	0.00	



OBSERVACIONES

El contenido de humedad para los 25 golpes del diagrama semilogarítmico es el LL = 20



Observaciones: las muestras fueron identificadas, muestreadas y remitidas al laboratorio por el solicitante



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Jorge Campos Angulo
 Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio Espinoza Bustillo
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 134352

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

DETERMINACION DE HUMEDAD NATURAL
NORMAS TÉCNICAS: NTP 339.127

DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA : MATERIAL PROPIO	SOLICITANTE: JAMERLI ISRAEL CHAVEZ SEGURA
CALICATA : CALICATA	FECHA: 27/08/2019
UBICACIÓN : Yanahuanca	REALIZADO POR: Lab. ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
MUESTRA : C-4 : M-2	

ENSAYO N°	1	2	3
N° DE TARA gr.	T-01	T-02	T-03
PESO TARA + SUELO HUMEDO gr.	589.00	589.00	589.00
PESO TARA + SUELO SECO gr.	571.00	571.00	571.00
PESO DE LA TARA gr.	71.00	71.00	71.00
PESO DEL AGUA gr/cm ³	18.00	18.00	18.00
PESO SUELO SECO gr.	500.00	500.00	500.00
HUMEDAD %	3.60	3.60	3.60
HUMEDAD NATURAL PROMEDIO %	3.60		

Observaciones:

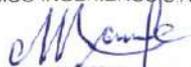
El resultado de humedad natural de la muestra (C-04 : M-02) 3.60 %



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

Jorge Campos Angulo
Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMAS TÉCNICAS: NTP 339.128

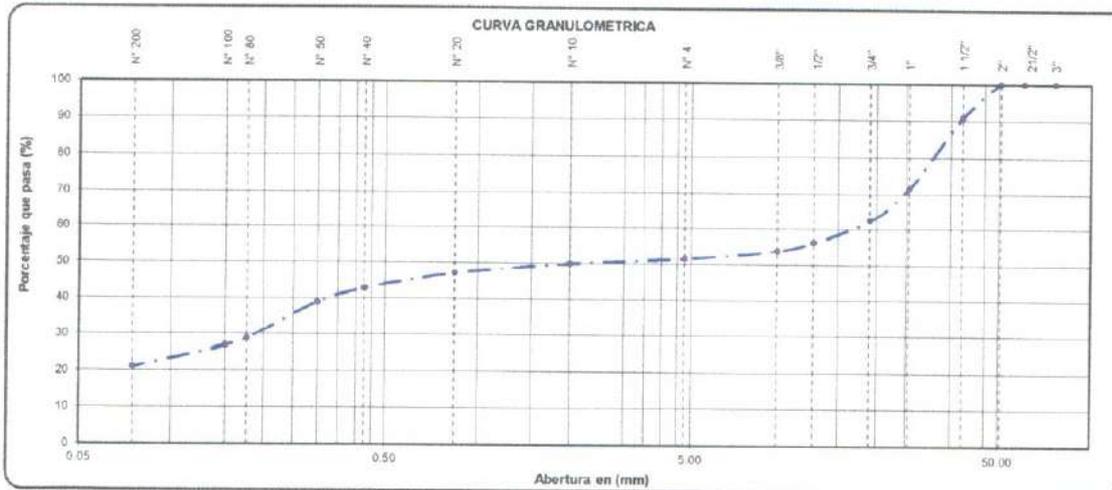
GEOTECNIA VIAL Y ESTABILIDAD DE TALUDES

ESTRUCTURA : MATERIAL PROPIO
CALICATA : CALICATA
UBICACIÓN : Yanahuanca
MUESTRA : C-4 : M-2
MÉTODO : A
PESO INICIAL SECO: 10000 gr.

FECHA: 27/08/2019

REALIZADO POR: Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.

TAMIZ	ABERTURA EN (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	GRADACIÓ N "A"	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00		Pesos de Muestra Peso Total : 10000 gr. Peso de Grava : 4850 gr. Peso de Arena : 5150 gr. Fracc. < N° 4 : 4650.10 gr.
2 1/2"	60.350	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100	
1 1/2"	38.100	920.08	9.20	9.20	90.80		
1"	25.400	1940.06	19.40	28.60	71.40		CONSISTENCIA Limite Liquido : 20 % Limite Plástico : 18 % Indice Plástico : 2 %
3/4"	19.000	899.05	8.99	37.59	62.41		
1/2"	12.500	804.63	8.05	45.64	54.36		
3/8"	9.500	248.42	2.48	48.12	51.88	30 - 65	CLASIFICACIÓN DEL SUELO A.A.S.H.T.O : A - 1 - b S.U.C.S. : GC
N° 4	4.750	237.91	2.38	50.50	49.50	25 - 55	
N° 10	2.000	161.15	1.61	52.11	47.89	15 - 40	Humedad Natural (%) : 3.60 Materia organica (%) : 0.0
N° 20	0.840	263.46	2.63	55.74	44.26		
N° 40	0.425	450.18	4.50	60.24	39.76	8 - 20	
N° 50	0.300	383.68	3.84	64.08	35.92		
N° 60	0.177	1017.18	10.17	74.25	25.75		
N° 100	0.150	207.19	2.07	76.32	23.68		
N° 200	0.075	557.62	5.58	81.90	18.10	2 - 8	
< N° 200	Fondo	2109.39	21.09	100.00	0.00		
		10000	100				



Observaciones: La muestra fueron identificadas y remitidas al laboratorio por el solicitante



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Jorge Campos Angulo
Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio Espinoza Bustillos
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

LÍMITES DE CONSISTENCIA
NORMAS TÉCNICAS: NTP 339.128

DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA	MATERIAL PROPIO	SOLICITANTE:	JAMER LI ISRAEL CHAVEZ SEGURA
CALICATA	CALICATA	FECHA:	27/08/2019
UBICACIÓN	Yanahuanca	HECHO POR:	Lab ZEMCO INGENIEROS SAC.
MUESTRA	C-4 : M-2		

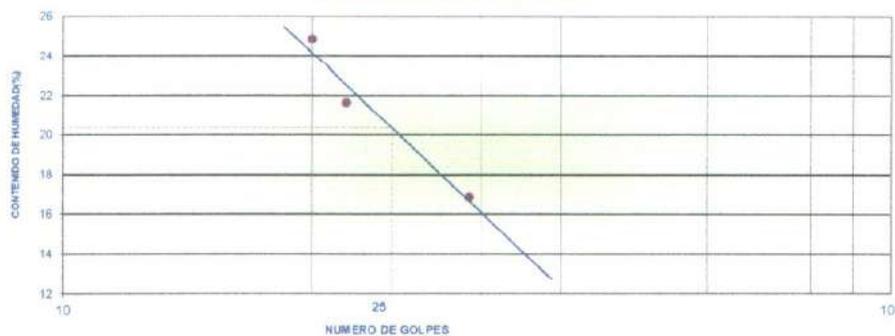
LÍMITE LIQUIDO (NTP 339.129)

Nº TARA		01-A	T-18	T-21	
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	35.70	32.80	34.60	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	32.50	29.40	30.60	
PESO DE AGUA	(gr.)	3.20	3.40	4.20	
PESO DE LA TARA	(gr.)	13.50	13.70	13.70	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	19.00	15.70	16.90	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	16.84	21.66	24.85	
NUMERO DE GOLPES		31	22	20	

LÍMITE PLÁSTICO (NTP 339.129)

Nº TARA		02-I	02-E	T-10	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	15.40	14.90	15.20	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	15.20	14.70	15.00	
PESO DE LA TARA	(gr.)	14.10	13.60	13.90	
PESO DEL AGUA	(gr.)	0.20	0.20	0.20	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	1.10	1.10	1.10	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	18.18	18.18	18.18	18

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LIQUIDO (%)	20
LÍMITE PLÁSTICO (%)	18
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	2

OBSERVACIONES

El contenido de humedad para los 25 golpes del diagrama semilogarítmico es el LL = 27 = 20
--



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Jorge Campos Angulo
Jorge Campos Angulo
Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio Espinoza Bustillos
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352



INGENIEROS S.A.C

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

CLASIFICACION DE SUELOS
NORMAS TÉCNICAS: NTP 339.134

DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA : MATERIAL PROPIO

CALICATA : CALICATA

UBICACIÓN : Yanahuanca

MUESTRA : C-4 : M-2

SOLICITANTE: JAMERLI ISRAEL CHAVEZ SEGURA

FECHA: 27/08/2019

HECHO POR: Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S

% Que Pasa la Malla N° 200	21.09		
% Que Pasa la Malla N° 4	51.50		
Límite Líquido	LL = 20.00 %	D60 = 16.411	Cu = -6.326
Límite Plástico	LP = 18.00 %	D30 = -31.938	Cc = -23.960
Índice de Plasticidad	IP = 2.00 %	D10 = -2.594	Suelo Mal Graduado
Tipo de Suelo Según su Granulometría : Suelo Grueso			
Grava			
Tipo de Simbología : Simbología Normal			
Tipo de Suelo : GM , GC			
Suelo : GC inorganico			
Caractrísticas del Suelo : GC		GRAVA ARCILLOSA CON ARENA	

CLASIFICACIÓN SEGÚN AASHTO

% Que Pasa la Malla N° 200	21.09	Determinación del Índice de Grupo IG	
% Que Pasa la Malla N° 40	42.75	a = 0.00	IG = 0.00
% Que Pasa la Malla N° 10	49.89	b = 6.09	
Límite Líquido	LL = 20.00 %	c = 0.00	
Límite Plástico	LP = 18.00 %	d = 0.00	
Índice de Plasticidad	IP = 2.00 %		
Tipo de Suelo : Material Granular			
Clasificación de Suelos : A - 1			
Suelo : A - 1 - b			
Tipo de Material : Fragmentos de Piedra Grava y Arena			
Terreno de Fundación : Excelente a Bueno			

Observaciones: Según el solicitante No se encontraron napa freatica



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Jorge Campos Angulo
Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352

Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

(063) 421918
RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

ESTUDIO DE SUELOS
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2218

DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA : MATERIAL PROPIO

CALICATA : CALICATA

UBICACIÓN : Yanahuanca

MUESTRA : C-5 - M-1

COORDENADAS : N: 8839435

E: 334521

COTA: 3374

SOLICITANTE: JAMERLI ISRAEL CHAVEZ SEGURA

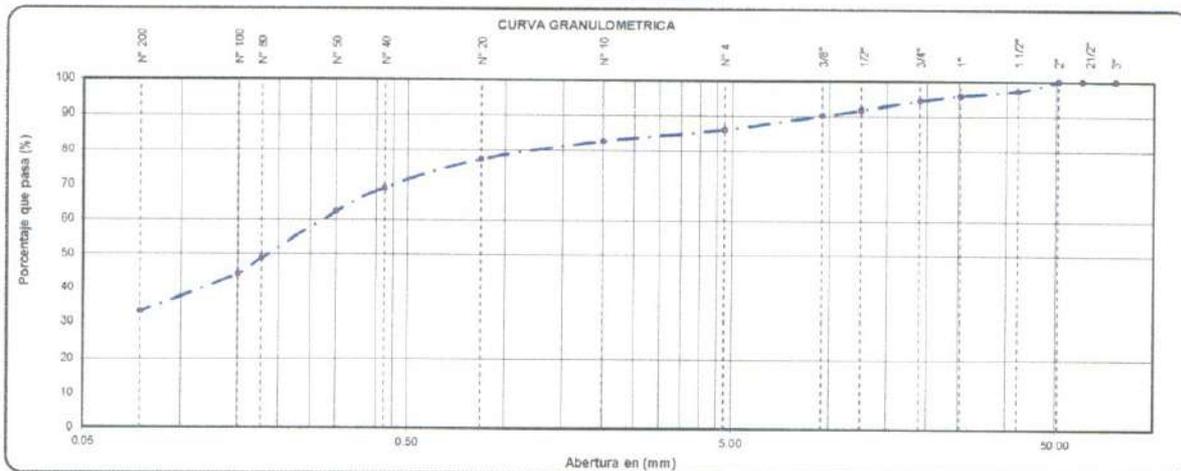
FECHA: 27/08/2019

REALIZADO POR: Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.

TAMIZ	ABERTURA EN (mm)	% QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200	100.00	Pesos de Muestra Peso Total : 10000 gr Peso de Grava : 1378 gr Peso de Arena : 8624 gr Frac. < N° 4 : 1378.03 gr
2 1/2"	60.350	100.00	
2"	50.800	100.00	
1 1/2"	38.100	97.14	
1"	25.400	95.67	LIMITES DE CONSISTENCIA Limite Líquido : 23 % Limite Plástico : 19 % Indice Plástico : 4 %
3/4"	19.000	94.22	
1/2"	12.500	91.89	
3/8"	9.500	90.15	CLASIFICACIÓN DEL SUELO A.A.S.H.T.O : A - 2 S.U.C.S. : SC Humedad Natural (%) : 6.92 %
N° 4	4.750	86.24	
N° 10	2.000	82.77	Materia orgánica (%) : 0.0
N° 20	0.840	77.38	
N° 40	0.425	69.21	CARACTERÍSTICAS DEL SUELO
N° 50	0.300	62.25	
N° 80	0.177	48.73	ARENA ARCILLOSA
N° 100	0.150	44.12	
N° 200	0.075	33.12	
< N° 200	Fondo	0.00	



OBSERVACIONES
El contenido de humedad para los 25 golpes del diagrama semilogarítmico es el LL = 23



Observaciones: las muestras fueron identificadas, muestreadas y remitidas al laboratorio por el solicitante



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Jorge Campos Angulo
Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio Espinoza Bustillos
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352



INGENIEROS S.A.C

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

DETERMINACION DE HUMEDAD NATURAL
NORMAS TÉCNICAS: NTP 339.127

DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA : MATERIAL PROPIO
CALIGATA : CALIGATA
UBICACIÓN : Yanahuanca
MUESTRA : C-5 : M-1

SOLICITANTE: JAMERLI ISRAEL CHAVEZ
SEGURA

FECHA: 27/08/2019

REALIZADO POR: Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.

ENSAYO N°	1	2	3
N° DE TARA gr.	T-01	T-02	T-03
PESO TARA + SUELO HUMEDO gr.	238.00	238.00	238.00
PESO TARA + SUELO SECO gr.	227.00	227.00	227.00
PESO DE LA TARAg.	68.00	68.00	68.00
PESO DEL AGUA gr/cm3	11.00	11.00	11.00
PESO SUELO SECO gr.	159.00	159.00	159.00
HUMEDAD %	6.92	6.92	6.92
HUMEDAD NATURAL PROMEDIO %	6.92		

Observaciones:

El resultado de humedad natural de la muestra (C-05 : M-01) 6.92 %



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Jorge Campos Angulo
Jorge Campos Angulo
Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio Espinoza Bustillos
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 134352

Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

(063) 421918
RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

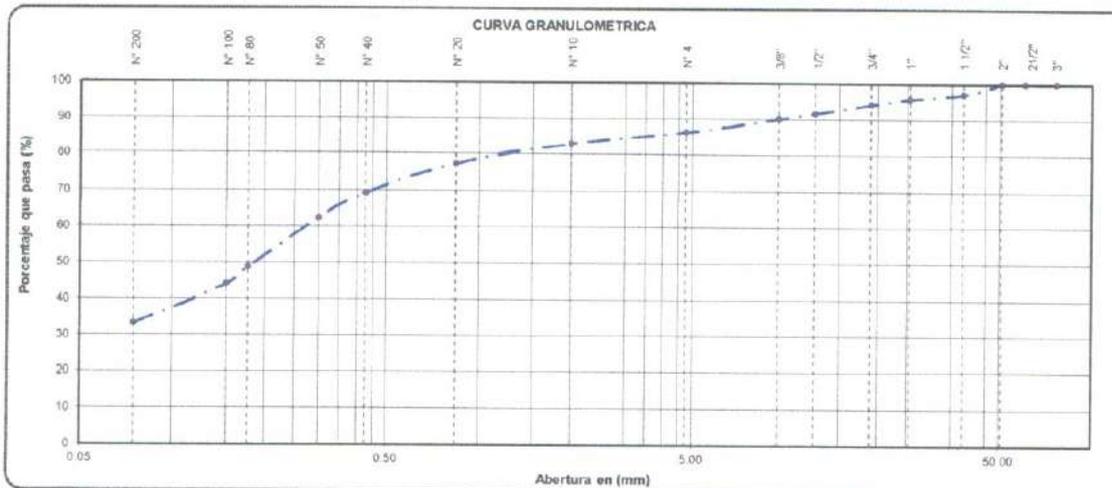
GEOTECNIA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMAS TÉCNICAS: NTP 339.128

GEOTECNIA VIAL Y ESTABILIDAD DE TALUDES

ESTRUCTURA : MATERIAL PROPIO
CALICATA : CALICATA
UBICACIÓN : Yanahuanca
MUESTRA : C-5 : M-1
MÉTODO : A
FECHA: 27/08/2019
REALIZADO POR: Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.
PESO INICIAL SECO: 10000 gr.

TAMIZ	ABERTURA EN (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	GRADACIÓ N "A"	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00		Pesos de Muestra
2 1/2"	60.350	0.00	0.00	0.00	100.00		Peso Total : 10000 gr
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100	Peso de Grava : 1376 gr
1 1/2"	38.100	295.71	2.86	2.86	97.14		Peso de Arena : 8624 gr
1"	25.400	147.28	1.48	4.33	95.67	-	Fracc. < N° 4 : 1376.03 gr
3/4"	19.000	144.50	1.44	5.78	94.22		CONSISTENCIA
1/2"	12.500	252.87	2.53	8.31	91.69		Limite Líquido : 23 %
3/8"	9.500	154.35	1.54	9.85	90.15	30 - 65	Limite Plástico : 19 %
N° 4	4.750	390.80	3.91	13.76	86.24	25 - 55	Indice Plástico : 4 %
N° 10	2.000	346.86	3.47	17.23	82.77	15 - 40	CLASIFICACIÓN DEL SUELO
N° 20	0.840	536.83	5.39	22.62	77.38		A.A.S.H.T.O : A - 2 - 4
N° 40	0.425	817.15	8.17	30.79	69.21	8 - 20	S.U.C.S. : SC
N° 50	0.300	696.50	6.96	37.75	62.25		Humedad Natural (%) : 6.92
N° 80	0.177	1351.67	13.52	51.27	48.73		Materia orgánica (%) : 0.0
N° 100	0.150	480.68	4.81	55.88	44.12		
N° 200	0.075	1000.56	11.00	66.88	33.12	2 - 8	
< N° 200	Fondo	3312.48	33.12	100.00	0.00		
		10000	100				



Observaciones: La muestra fueron identificadas y remitidas al laboratorio por el solicitante



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Jorge Campos Angulo
Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

LÍMITES DE CONSISTENCIA
NORMAS TÉCNICAS: NTP 339.129

DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA	MATERIAL PROPIO	SOLICITANTE:	JAMERLI ISRAEL CHAVEZ SEGURA
CALICATA	CALICATA	FECHA:	27/09/2019
UBICACIÓN	Yanahuanca	HECHO POR:	Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.
MUESTRA	C-5 : M-1		

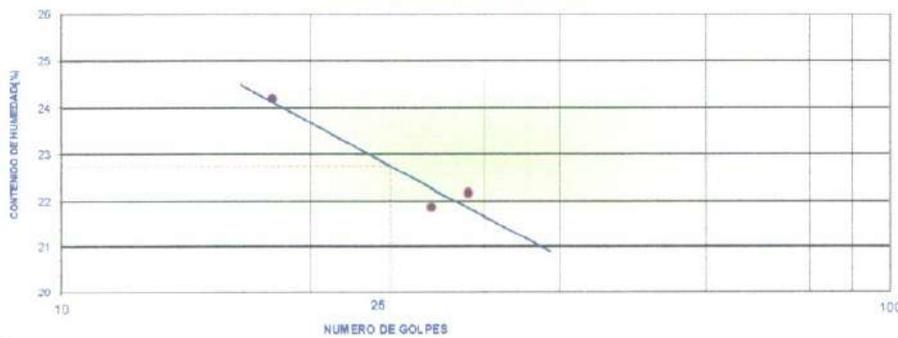
LÍMITE LÍQUIDO (NTP 339.129)

N° TARA		02 - C	T-209	T-21	
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	45.40	44.40	41.30	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	39.70	39.00	36.00	
PESO DE AGUA	(gr.)	5.70	5.40	5.30	
PESO DE LA TARA	(gr.)	14.00	14.30	14.10	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	25.70	24.70	21.90	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	22.18	21.86	24.20	
NUMERO DE GOLPES		31	28	18	

LÍMITE PLÁSTICO (NTP 339.129)

N° TARA		T-08	T-13	D2 - 7	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	15.90	15.80	15.70	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	15.80	15.50	15.40	
PESO DE LA TARA	(gr.)	14.00	13.90	13.90	
PESO DEL AGUA	(gr.)	0.30	0.30	0.30	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	1.80	1.80	1.50	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	18.75	18.75	20.00	19

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO (%)	23
LÍMITE PLÁSTICO (%)	19
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	4

OBSERVACIONES

El contenido de humedad para los 25 golpes del diagrama semi-logarítmico es el LL = 27
23



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

Jorge Campos Angulo
 Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 134352



INGENIEROS S.A.C

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

CLASIFICACION DE SUELOS
NORMAS TECNICAS: NTP 339.134

DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA : MATERIAL PROPIO

CALICATA : CALICATA

UBICACION : Yanahuanca

MUESTRA : C-5 : M-1

SOLICITANTE: JAMERLI ISRAEL CHAVEZ SEGURA

FECHA: 27/08/2019

HECHO POR: Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S

% Que Pasa la Malla N° 200	33.12				
% Que Pasa la Malla N° 4	86.24				
Límite Líquido	LL =	23.00 %	D60 = -68.961	Cu = 26.707	
Límite Plástico	LP =	19.00 %	D30 = -39.836	Cc = 8.912	
Índice de Plasticidad	IP =	4.00 %	D10 = -2.582	Suelo Mal Graduado	
Tipo de Suelo Según su Granulometría : Suelo Grueso Arena					
Tipo de Simbología : Simbología Normal					
Tipo de Suelo : SM , SC					
Suelo : SC inorganico					
Caractrísticas del Suelo : SC ARENA ARCILLOSA					

CLASIFICACIÓN SEGÚN AASHTO

% Que Pasa la Malla N° 200	33.12	Determinación del Índice de Grupo IG			
% Que Pasa la Malla N° 40	69.21	a = 0.00		IG = 0.00	
% Que Pasa la Malla N° 10	82.77	b = 18.12			
Límite Líquido	LL =	c = 0.00			
Límite Plástico	LP =	d = 0.00			
Índice de Plasticidad	IP =	4.00 %			
Tipo de Suelo : Material Granular					
Clasificación de Suelos : A - 2					
Suelo : A - 2 - 4					
Tipo de Material : Gravias y Arenas Limosas y Arcillosas					
Terreno de Fundación : Excelente a Bueno					

Observaciones: Según el solicitante No se encontraron napa freatica



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
ZEMCO
Jorge Campos Angulo
Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
ZEMCO
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLO
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352

Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

(063) 421918
RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com



INGENIEROS S.A.C

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

ESTUDIO DE SUELOS
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2216

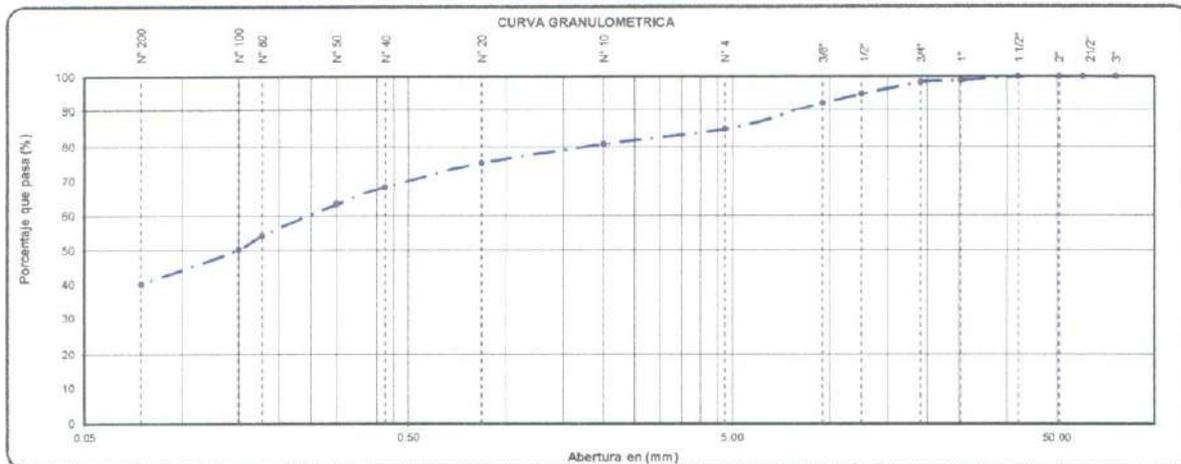
DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA :	MATERIAL PROPIO	COORDENADAS :	N: 8839435	SOLICITANTE:	JAMERLI ISRAEL CHAVEZ SEGURA
CALICATA :	CALICATA	E:	334521	FECHA:	27/08/2019
UBICACION :	Yanahuanca	COTA:		REALIZADO POR:	Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.

TAMIZ	ABERTURA EN (mm)	% QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200	100.00	Pesos de Muestra
2 1/2"	60.350	100.00	Peso Total : 10000 gr
2"	50.800	100.00	Peso de Grava : 1508 gr
1 1/2"	38.100	100.00	Peso de Arena : 8494 gr
1"	25.400	98.87	Fracc. < N° 4 : 1505.94 gr
3/4"	19.000	98.31	LIMITES DE CONSISTENCIA
1/2"	12.500	94.99	Límite Líquido : 18 %
3/8"	9.500	92.27	Límite Plástico : 16 %
N° 4	4.750	84.94	Índice Plástico : 2 %
N° 10	2.000	60.73	CLASIFICACIÓN DEL SUELO
N° 20	0.840	75.20	A.A.S.H.T.O : A-4
N° 40	0.425	68.26	S.U.C.S. : SC
N° 50	0.300	63.38	Humedad Natural (%) : 8.20 %
N° 80	0.177	54.42	Materia orgánica (%) : 0.0
N° 100	0.150	50.26	CARACTERÍSTICAS DEL SUELO
N° 200	0.075	40.15	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA
< N° 200	Fondo	0.00	



OBSERVACIONES
El contenido de humedad para los 25 golpes del diagrama semilogarítmico es el LL = 18



Observaciones: las muestras fueron identificadas, muestreadas y remitidas al laboratorio por el solicitante



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

Jorge Campos Angulo
 Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 134352

Calle Tarma N° 215
 Paragsha - Simón Bolívar
 Cerro de Pasco.

(063) 421918
 RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
 zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
 www.zemcoingenieros.com



INGENIEROS S.A.C

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

DETERMINACION DE HUMEDAD NATURAL
NORMAS TÉCNICAS: NTP 339.127

DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA : MATERIAL PROPIO
CALICATA : CALICATA
UBICACIÓN : Yanahuanca
MUESTRA : C-5 : M-2

SOLICITANTE: JAMERLI ISRAEL CHAVEZ
SEGURA

FECHA: 27/08/2019

REALIZADO POR: Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.

ENSAYO N°	1	2	3
N° DE TARA gr.	T-01	T-02	T-03
PESO TARA + SUELO HUMEDO gr.	885.00	885.00	885.00
PESO TARA + SUELO SECO gr.	823.00	823.00	823.00
PESO DE LA TARA gr.	67.00	67.00	67.00
PESO DEL AGUA gr/cm3	62.00	62.00	62.00
PESO SUELO SECO gr.	756.00	756.00	756.00
HUMEDAD %	8.20	8.20	8.20
HUMEDAD NATURAL PROMEDIO %	8.20		

Observaciones:

El resultado de humedad natural de la muestra (C-05 : M-02) 8.20 %



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Jorge Campos Angulo
Jorge Campos Angulo
Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio Espinoza Bustillo
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLO
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134952

Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco

(063) 421918
RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

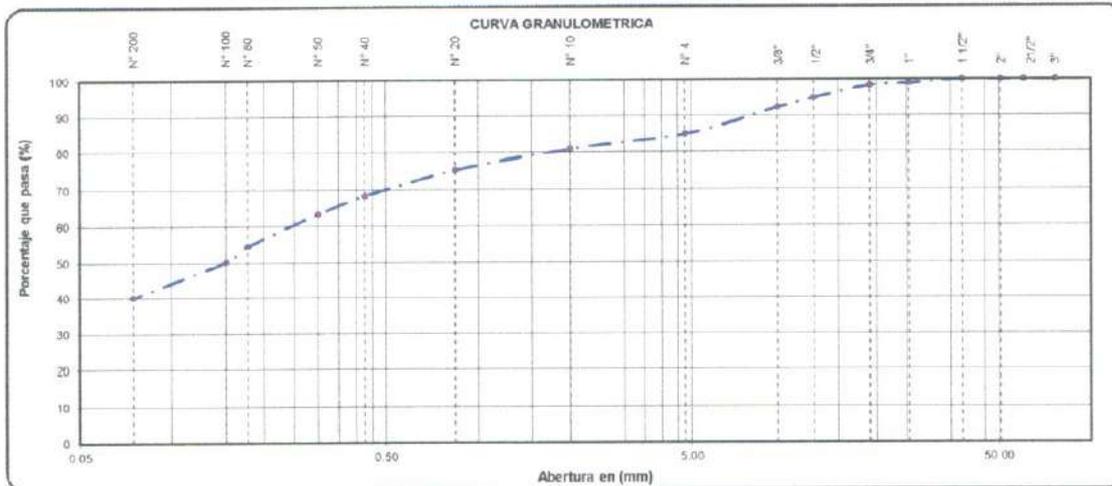
GEOTECNIA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMAS TÉCNICAS: NTP 339.128

GEOTECNIA VIAL Y ESTABILIDAD DE TALUDES

ESTRUCTURA	: MATERIAL PROPIO						FECHA:	27/08/2019
CALICATA	: CALICATA						REALIZADO POR:	Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.
UBICACIÓN	: Yanahuanca						PESO INICIAL SECO:	10000 gr.
MUESTRA	: C-5 : M-2						MÉTODO :	A
TAMIZ	ABERTURA EN (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	GRADACIÓ N "A"	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
3"	76.200	0.0	0.00	0.00	100.00		Pesos de Muestra	
2 1/2"	60.350	0.0	0.00	0.00	100.00		Peso Total : 10000 gr	
2"	50.800	0.0	0.00	0.00	100.00	100	Peso de Grava : 1506 gr	
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	100.00		Peso de Arena : 8494 gr	
1"	25.400	112.7	1.13	1.13	98.87	-	Fracc. < N° 4 : 1505.94 gr	
3/4"	19.000	56.4	0.56	1.69	98.31		CONSISTENCIA	
1/2"	12.500	332.2	3.32	5.01	94.99		Limite Líquido : 18 %	
3/8"	9.500	271.6	2.72	7.73	92.27	30 - 65	Limite Plástico : 16 %	
N° 4	4.750	732.6	7.33	15.06	84.94	25 - 55	Indice Plástico : 2 %	
N° 10	2.000	421.1	4.21	19.27	80.73	15 - 40	CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
N° 20	0.840	552.5	5.52	24.80	75.20		A.A.S.H.T.O	
N° 40	0.425	694.6	6.95	31.74	68.26	6 - 20	S.U.C.S. : SC	
N° 50	0.300	487.7	4.88	36.62	63.38		Humedad Natural (%) : 8.20	
N° 80	0.177	896.2	8.96	45.58	54.42		Materia orgánica (%) : 0.0	
N° 100	0.150	415.7	4.16	49.74	50.26			
N° 200	0.075	1011.4	10.11	59.85	40.15	2 - 6		
< N° 200	Fondo	4014.9	40.15	100.00	0.00			

10000 100



Observaciones: La muestra fueron identificadas y remitidas al laboratorio por el solicitante



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
George Campos Angulo
Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio Espinoza Bustillo
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

LÍMITES DE CONSISTENCIA
NORMAS TÉCNICAS: NTP 339.129

DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA	MATERIAL PROPIO	SOLICITANTE:	JAMERLI ISRAEL CHAVEZ SEGURA
CALICATA	CALICATA	FECHA:	27/08/2019
UBICACIÓN	Yanahuanca	HECHO POR:	Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.
MUESTRA	C-5 - M-2		

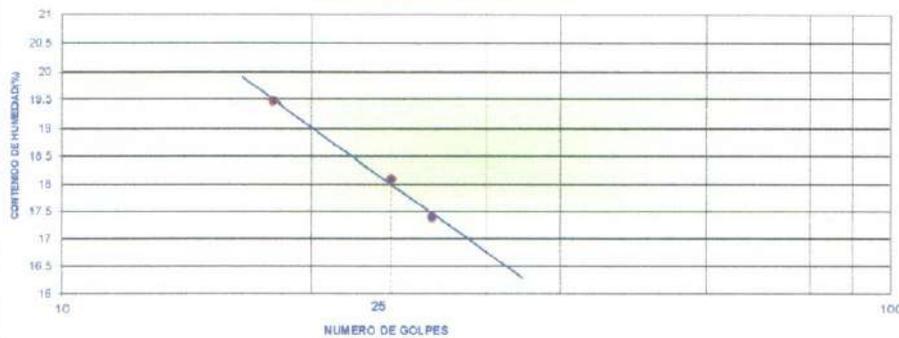
LÍMITE LÍQUIDO (NTP 339.129)

N° TARA		T-212	T-13	02 - G	
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	41.00	38.70	42.00	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	37.00	34.90	37.40	
PESO DE AGUA	(gr.)	4.00	3.80	4.60	
PESO DE LA TARA	(gr.)	14.00	13.00	13.80	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	23.00	21.00	23.60	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	17.39	18.10	19.49	
NUMERO DE GOLPES		28	25	18	

LÍMITE PLÁSTICO (NTP 339.129)

N° TARA		T-38	T-06	02 - H	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	15.40	15.80	16.10	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	15.20	15.50	15.80	
PESO DE LA TARA	(gr.)	13.00	13.70	14.00	
PESO DEL AGUA	(gr.)	0.20	0.30	0.30	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	1.30	1.80	1.80	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	15.38	16.67	16.67	16

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO (%)	16
LÍMITE PLÁSTICO (%)	16
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	2

OBSERVACIONES

El contenido de humedad para los 25 golpes del diagrama semilogarítmico es el LL = 27 - 18
--



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
[Signature]
Orlando Campos Angulo
Técnico Laboratorio



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
[Signature]
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLO
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

CLASIFICACIÓN DE SUELOS
NORMAS TÉCNICAS NTP 339.134

DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA : MATERIAL PROPIO

CALICATA : CALICATA

UBICACIÓN : Yanahuanca

MUESTRA : C-5 : M-2

SOLICITANTE : JAMERLI ISRAEL CHAVEZ SEGURA

FECHA : 27/08/2019

HECHO POR : Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S

% Que Pasa la Malla N° 200	40.15		
% Que Pasa la Malla N° 4	84.94		
Límite Líquido	LL = 18.00 %	D60 = -55.959	Cu = 18.314
Límite Plástico	LP = 16.00 %	D30 = -31.129	Cc = 5.667
Índice de Plasticidad	IP = 2.00 %	D10 = -3.056	Suelo Mal Graduado

Tipo de Suelo Según su Granulometría : Suelo Grueso
Arena

Tipo de Simbología : Simbología Normal

Tipo de Suelo : SM , SC

Suelo : **SC**

inorganico

Características del Suelo : **SC**

ARENA ARCILLOSA CON GRAVA

CLASIFICACIÓN SEGÚN AASHTO

% Que Pasa la Malla N° 200	40.15	Determinación del Índice de Grupo IG	
% Que Pasa la Malla N° 40	68.26	a = 5.15	IG = 2.00
% Que Pasa la Malla N° 10	80.73	b = 25.15	
Límite Líquido	LL = 18.00 %	c = 0.00	
Límite Plástico	LP = 16.00 %	d = 0.00	
Índice de Plasticidad	IP = 2.00 %		

Tipo de Suelo : Material Limo Arcilloso

Clasificación de Suelos : A - 4

Suelo :

Tipo de Material : Suelo Limoso

Terreno de Fundación : Regular a Malo

Observaciones : Según el solicitante No se encontraron napa freatica



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

Jorge Campos Angulo
Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLO
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMAS TÉCNICAS: NTP 339.128

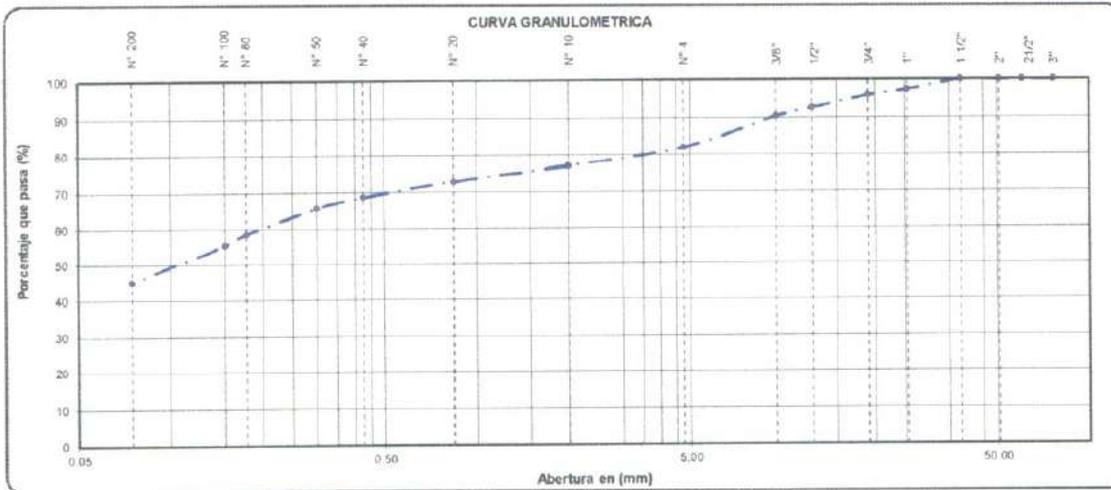
GEOTECNIA VIAL Y ESTABILIDAD DE TALUDES

ESTRUCTURA : MATERIAL PROPIO
CALICATA : CALICATA
UBICACIÓN : Yanahuanca
MUESTRA : C-6 : M-1

FECHA: 27/08/2019
REALIZADO POR: Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.
PESO INICIAL SECO: 10000 gr.

MÉTODO : A

TAMIZ	ABERTURA EN (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	GRADACIÓ N "A"	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00		Pesos de Muestra Peso Total : 10000 gr Peso de Grava : 1798 gr Peso de Arena : 6202 gr Fracc. < N° 4 : 1797.87 gr
2 1/2"	60.350	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	272.04	2.72	2.72	97.28	-	CONSISTENCIA Limite Líquido : 21 % Limite Plástico : 16 % Indice Plástico : 5 %
3/4"	19.000	138.30	1.38	4.10	95.90		
1/2"	12.500	334.35	3.34	7.45	92.55		CLASIFICACIÓN DEL SUELO A.A.S.H.T.O S.U.C.S. : SC Humedad Natural (%) : 5.77 Materia orgánica (%) : 0.0
3/8"	9.500	214.29	2.14	9.59	90.41	30 - 65	
N° 4	4.750	836.91	8.39	17.98	82.02	25 - 55	
N° 10	2.000	494.10	4.94	22.92	77.08	15 - 40	
N° 20	0.840	415.05	4.15	27.07	72.93		
N° 40	0.425	426.58	4.27	31.34	68.66	8 - 20	
N° 50	0.300	307.99	3.06	34.42	65.58		
N° 80	0.177	691.75	6.92	41.33	58.67		
N° 100	0.150	319.52	3.20	44.53	55.47		
N° 200	0.075	1022.80	10.23	54.76	45.24	2 - 8	
< N° 200	Fondo	4624.35	45.24	100.00	0.00		
		10000	100				



Observaciones: La muestra fueron identificadas y remitidas al laboratorio por el solicitante



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
[Signature]
Diego Campos Angulo
Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
[Signature]
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 134352



INGENIEROS S.A.C

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

DETERMINACION DE HUMEDAD NATURAL
NORMAS TÉCNICAS: NTP 339.127

DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA : MATERIAL PROPIO
CALICATA : CALICATA
UBICACIÓN : Yanahuanca
MUESTRA : C-6 : M-1

SOLICITANTE: JAMERLI ISRAEL CHAVEZ
SEGURA

FECHA: 27/08/2019

REALIZADO POR: Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.

ENSAYO N°	1	2	3
N° DE TARA gr.	T-01	T-02	T-03
PESO TARA + SUELO HUMEDO gr.	287.00	287.00	287.00
PESO TARA + SUELO SECO gr.	275.00	275.00	275.00
PESO DE LA TARA gr.	67.00	67.00	67.00
PESO DEL AGUA gr/cm ³	12.00	12.00	12.00
PESO SUELO SECO gr.	208.00	208.00	208.00
HUMEDAD %	5.77	5.77	5.77
HUMEDAD NATURAL PROMEDIO %	5.77		

Observaciones:

El resultado de humedad natural de la muestra (C-06 : M-01) 5.77 %



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
[Signature]
Francisco Campos Angulo
Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
[Signature]
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352

Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

(063) 421918
RPM #963655214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

ESTUDIO DE SUELOS
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2216

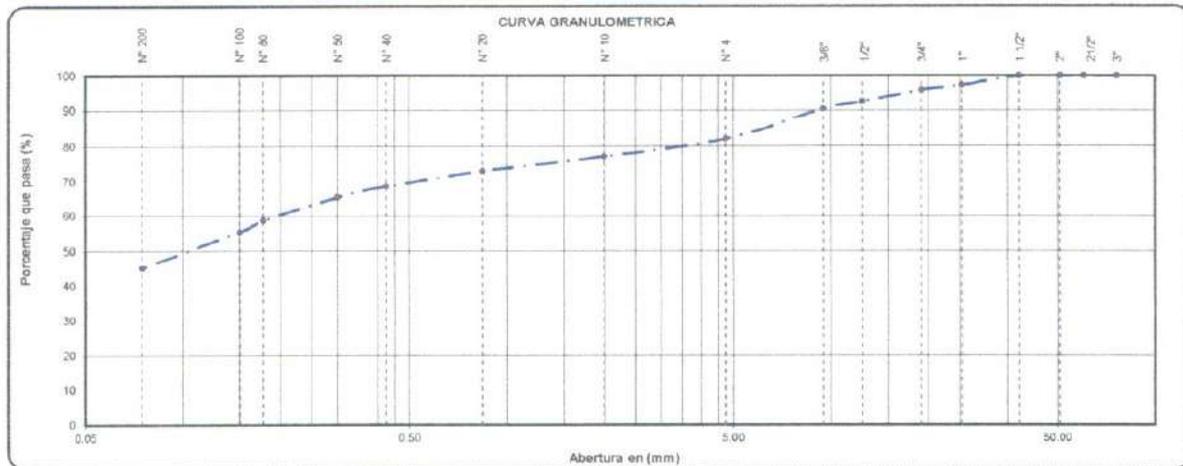
DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA : MATERIAL PROPIO	COORDENADAS : N: 8839408	SOLICITANTE: JAMERLI ISRAEL CHAVEZ SEGURA
CALICATA : CALICATA	E: 534561	FECHA: 27/08/2019
UBICACIÓN : Yanahuanca	COTA: 3399	REALIZADO POR: Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.
MUESTRA : C-6 : M-1		

TAMIZ	ABERTURA EN (mm)	% QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200	100.00	Pesos de Muestra
2 1/2"	60.350	100.00	Peso Total : 10000 gr
2"	50.800	100.00	Peso de Grava : 1798 gr
1 1/2"	30.100	100.00	Peso de Arena : 8202 gr
1"	25.400	97.28	Fracc. < N° 4 : 1797.87 gr
3/4"	19.000	95.90	LIMITES DE CONSISTENCIA
1/2"	12.500	92.55	Limite Líquido : 21 %
3/8"	9.500	90.41	Limite Plástico : 16 %
N° 4	4.750	82.02	Indice Plástico : 5 %
N° 10	2.000	77.08	CLASIFICACIÓN DEL SUELO
N° 20	0.840	72.93	A.A.S.H.T.O : A - 4
N° 40	0.425	68.66	S.U.C.S. : SC
N° 50	0.300	65.58	Humedad Natural (%) : 5.77 %
N° 80	0.177	58.67	Materia orgánica (%) : 0.0
N° 100	0.150	55.47	CARACTERÍSTICAS DEL SUELO
N° 200	0.075	45.24	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA
< N° 200	Fondo	0.00	



OBSERVACIONES
El contenido de humedad para los 25 golpes del diagrama semilogarítmico es el LL = 21



Observaciones: las muestras fueron identificadas, muestreadas y remitidas al laboratorio por el solicitante



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Jorge Campos Angulo
Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352

PROYECTO TESIS:
"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA
LÍMITES DE CONSISTENCIA
NORMAS TÉCNICAS: NTP 339.129

DATOS DE LA MUESTRA

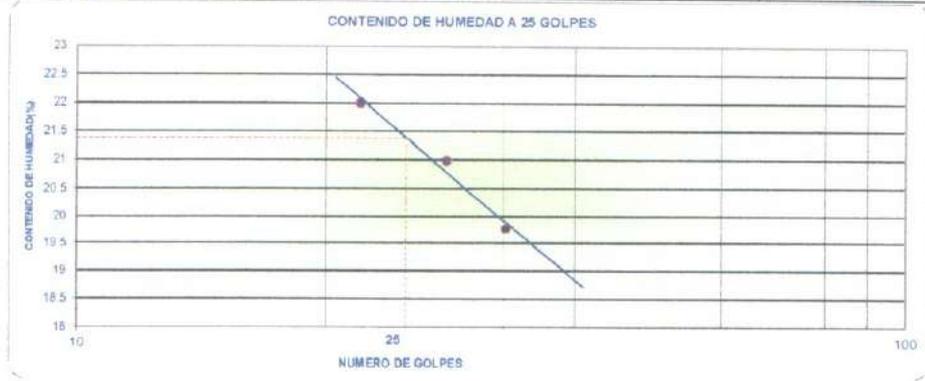
ESTRUCTURA	MATERIAL PROPIO	SOLICITANTE	JAMERLI ISRAEL CHAVEZ SEGURA
CALICATA	CALICATA	FECHA:	27/08/2019
UBICACIÓN	Yanahuanca	HECHO POR:	Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.
MUESTRA	C-6 - M-1		

LIMITE LIQUIDO (NTP 339.129)

N° TARA	T-206	T-200	T-101	
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)	34.00	51.30	32.30	
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	30.70	28.30	29.00	
PESO DE AGUA (gr.)	3.30	3.00	3.30	
PESO DE LA TARA (gr.)	14.00	14.00	14.00	
PESO DEL SUELO SECO (gr.)	16.70	14.30	15.00	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	19.76	20.98	22.00	
NUMERO DE GOLPES	33	28	22	

LIMITE PLÁSTICO (NTP 339.129)

N° TARA	T-208	T-201	T-207	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)	15.00	15.50	15.00	
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	14.80	15.30	14.90	
PESO DE LA TARA (gr.)	13.50	14.00	14.30	
PESO DEL AGUA (gr.)	0.20	0.20	0.10	
PESO DEL SUELO SECO (gr.)	1.30	1.30	0.60	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	15.38	15.38	16.67	16



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO (%)	21
LIMITE PLASTICO (%)	16
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	5

OBSERVACIONES

El contenido de humedad para los 25 golpes del diagrama semilogarítmico es el LL = 27 / 21



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Jorge Campos Angulo
Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio Espinoza Bustillos
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352



INGENIEROS S.A.C

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

CLASIFICACION DE SUELOS
NORMAS TÉCNICAS NTP 339.134

DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA : MATERIAL PROPIO

CALICATA : CALICATA

UBICACIÓN : Yanahuanca

MUESTRA : C-6 : M-1

SOLICITANTE: JAMERLI ISRAEL CHAVEZ SEGURA

FECHA: 27/08/2019

HECHO POR: Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S

% Que Pasa la Malla N° 200	45.24			
% Que Pasa la Malla N° 4	82.02			
Límite Líquido	LL = 21.00 %	D60 = -50.786	Cu = 9.615	
Límite Plástico	LP = 16.00 %	D30 = -24.203	Cc = 2.184	
Índice de Plasticidad	IP = 5.00 %	D10 = -5.282	Suelo Bien Graduado	
Tipo de Suelo Según su Granulometría : Suelo Grueso				
Arena				
Tipo de Simbología : Simbología Normal				
Tipo de Suelo : SM , SC				
Suelo : SC inorganico				
Características del Suelo : SC ARENA ARCILLOSA CON GRAVA				

CLASIFICACIÓN SEGÚN AASHTO

% Que Pasa la Malla N° 200	45.24	Determinación del Índice de Grupo IG		
% Que Pasa la Malla N° 40	68.66	IG = 3.00		
% Que Pasa la Malla N° 10	77.08	a = 10.24		
Límite Líquido	LL = 21.00 %	b = 30.24		
Límite Plástico	LP = 16.00 %	c = 0.00		
Índice de Plasticidad	IP = 5.00 %	d = 0.00		
Tipo de Suelo : Material Limo Arcilloso				
Clasificación de Suelos : A - 4				
Suelo :				
Tipo de Material : Suelo Limoso				
Terreno de Fundación : Regular a Malo				

Observaciones: Según el solicitante No se encontraron napa freatica



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Jorge Campos Angulo
Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio Espinoza Bustillos
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 134352

Calle Tarma N° 215.
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

(063) 421918
RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

ESTUDIO DE SUELOS
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2216

DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA : MATERIAL PROPIO

CALICATA : CALICATA

UBICACION : Yanahuanca

MUESTRA : C-6 : M-2

COORDENADAS : N: 8839408

E: 334581

COTA: 3399

SOLICITANTE: JAMERLI ISRAEL CHAVEZ SEGURA

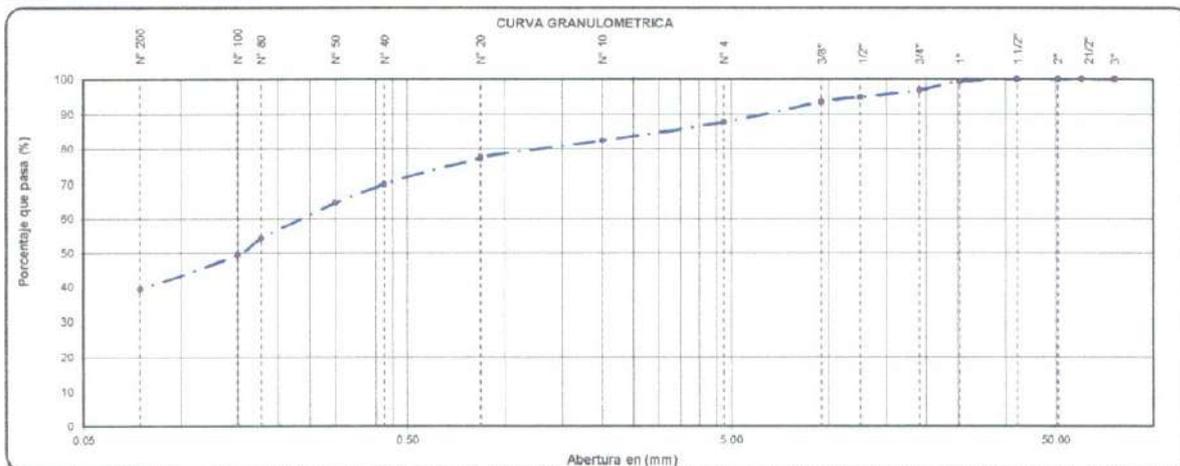
FECHA: 27/08/2019

REALIZADO POR: Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.

TAMIZ	ABERTURA EN (mm)	% QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200	100.00	Pesos de Muestra
2 1/2"	60.350	100.00	Peso Total : 10000 gr
2"	50.800	100.00	Peso de Grava : 1217 gr
1 1/2"	38.100	100.00	Peso de Arena : 8783 gr
1"	25.400	99.37	Fracc. < N° 4 : 1217.27 gr
3/4"	19.000	96.93	LIMITES DE CONSISTENCIA
1/2"	12.500	94.84	Límite Líquido : 21 %
3/8"	9.500	93.84	Límite Plástico : 16 %
N° 4	4.750	87.83	Índice Plástico : 5 %
N° 10	2.000	82.52	CLASIFICACIÓN DEL SUELO
N° 20	0.840	77.34	A.A.S.H.T.O : A - 4
N° 40	0.425	70.10	S.U.C.S : SC
N° 50	0.300	64.82	Humedad Natural (%) : 5.61 %
N° 80	0.177	54.33	Materia orgánica (%) : 0.0
N° 100	0.150	40.49	CARACTERÍSTICAS DEL SUELO
N° 200	0.075	39.43	ARENA ARCILLOSA
< N° 200	Fondo	0.00	



OBSERVACIONES
El contenido de humedad para los 25 golpes del diagrama semilogarítmico es el LL = 21



Observaciones: las muestras fueron identificadas, muestreadas y remitidas al laboratorio por el solicitante



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Jorge Campos Angulo
Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio Espinoza Rustillos
Marco Antonio ESPINOZA RUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

DETERMINACION DE HUMEDAD NATURAL
NORMAS TÉCNICAS: NTP 339.127

DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA : MATERIAL PROPIO	SOLICITANTE: JAMERLI ISRAEL CHAVEZ SEGURA
CALICATA : CALICATA	FECHA: 27/08/2019
UBICACIÓN : Yanahuanca	REALIZADO POR: Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.
MUESTRA : C-6 : M-2	

ENSAYO N°	1	2	3
N° DE TARA gr	T-01	T-02	T-03
PESO TARA + SUELO HUMEDO gr.	481.00	481.00	481.00
PESO TARA + SUELO SECO gr.	460.00	460.00	460.00
PESO DE LA TARA gr.	86.00	86.00	86.00
PESO DEL AGUA gr/cm3	21.00	21.00	21.00
PESO SUELO SECO gr.	374.00	374.00	374.00
HUMEDAD %	5.61	5.61	5.61
HUMEDAD NATURAL PROMEDIO %	5.61		

Observaciones:

El resultado de humedad natural de la muestra (C-06 : M-02) 5.61 %



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Jorge Campos Angulo
Jorge Campos Angulo
Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio Espinoza Bustillos
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMAS TÉCNICAS: NTP 339.128

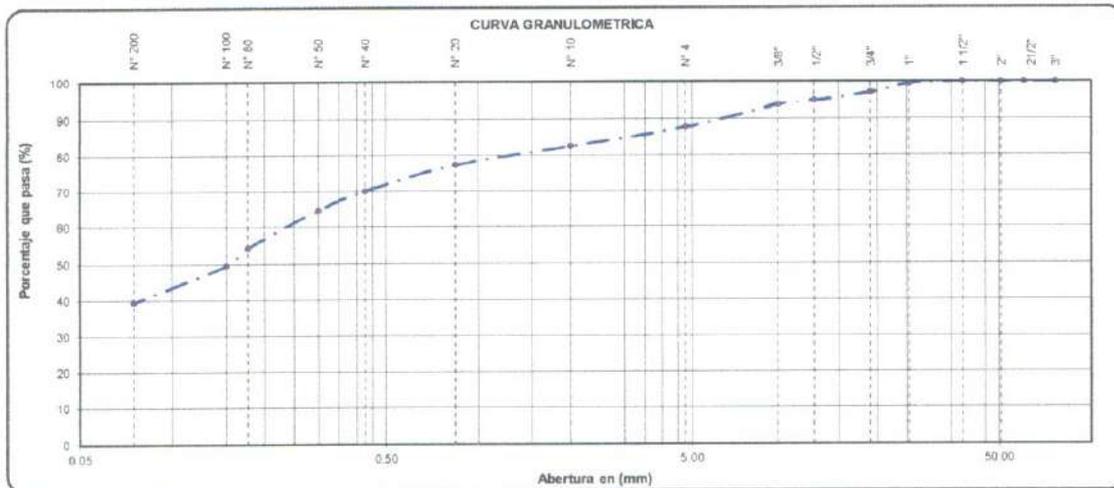
GEOTECNIA VIAL Y ESTABILIDAD DE TALUDES

ESTRUCTURA : MATERIAL PROPIO
CALICATA : CALICATA
UBICACIÓN : Yanahuanca
MUESTRA : C-6 : M-2
MÉTODO : A
PESO INICIAL SECO : 10000 gr.

FECHA: 27/08/2019
REALIZADO POR: Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.

TAMIZ	ABERTURA EN (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	GRADACIÓ N "A"	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00		Pesos de Muestra
2 1/2"	60.350	0.00	0.00	0.00	100.00		Peso Total : 10000 gr
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100	Peso de Grava : 1217 gr
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		Peso de Arena : 8783 gr
1"	25.400	63.42	0.63	0.63	99.37	-	Fracc. < N° 4 : 1217.27 gr
3/4"	19.000	243.45	2.43	3.07	96.93		CONSISTENCIA
1/2"	12.500	208.67	2.09	5.16	94.84		Límite Líquido : 21 %
3/8"	9.500	120.70	1.21	6.36	93.64	30 - 65	Límite Plástico : 16 %
N° 4	4.750	561.01	5.81	12.17	87.83	25 - 55	Índice Plástico : 5 %
N° 10	2.000	530.50	5.31	17.48	82.52	15 - 40	CLASIFICACIÓN DEL SUELO
N° 20	0.840	518.71	5.19	22.66	77.34		A.A.S.H.T.O
N° 40	0.425	723.05	7.23	29.90	70.10	8 - 20	S.U.C.S. : SC
N° 50	0.300	548.18	5.48	35.38	64.62		Humedad Natural (%) : 5.61
N° 80	0.177	1029.56	10.30	45.67	54.33		Materia orgánica (%) : 0.0
N° 100	0.150	483.35	4.83	50.51	49.49		
N° 200	0.075	1005.99	10.06	60.57	39.43	2 - 8	
< N° 200	Fondo	3643.39	36.43	100.00	0.00		

10000 100



Observaciones: La muestra fueron identificadas y remitidas al laboratorio por el solicitante



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Jorge Campos Angulo
Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio ESPINOZA DUSTILLO
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352

Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

(053) 421918
RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

LÍMITES DE CONSISTENCIA
NORMAS TÉCNICAS: NTP 339.129

DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA	MATERIAL PROPIO	SOLICITANTE	JAMERLI ISRAEL CHAVEZ SEGURA
CALICATA	CALICATA	FECHA:	27/08/2019
UBICACIÓN	Yanahuanca	HECHO POR:	Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.
MUESTRA	C-6 : M-2		

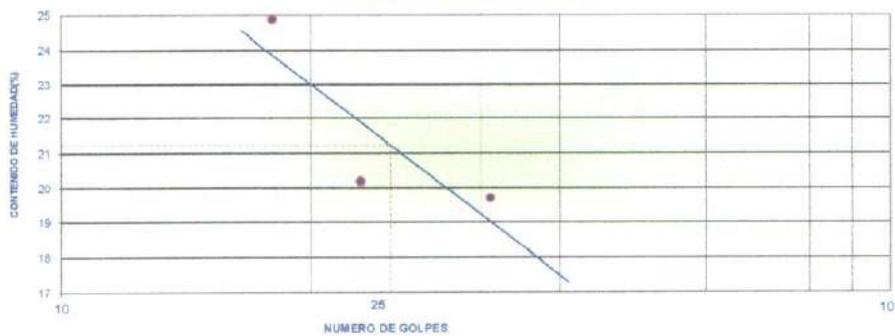
LIMITE LIQUIDO (NTP 339.129)

N° TARA		T-20	T-22	T-104	
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	38.80	39.00	37.30	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	34.70	34.80	32.60	
PESO DE AGUA	(gr.)	4.10	4.20	4.70	
PESO DE LA TARA	(gr.)	13.90	14.00	13.70	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	20.80	20.80	18.90	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	19.71	20.19	24.87	
NUMERO DE GOLPES		33	23	16	

LIMITE PLÁSTICO (NTP 339.129)

N° TARA		T-35	T-15	D-07	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	15.40	15.90	16.30	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	15.20	15.10	16.00	
PESO DE LA TARA	(gr.)	14.00	13.80	14.00	
PESO DEL AGUA	(gr.)	0.20	0.20	0.30	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	1.20	1.30	2.00	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	16.67	15.38	15.00	16

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



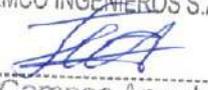
CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO (%)	21
LIMITE PLÁSTICO (%)	16
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	5

OBSERVACIONES

El contenido de humedad para los 25 golpes del diagrama semilogarítmico es el LL = 27 : 21
--



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

Jorge Campos Angulo
 Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLO
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 134352



INGENIEROS S.A.C

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

CLASIFICACION DE SUELOS
NORMAS TÉCNICAS: NTP 339.134

DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA : MATERIAL PROPIO

CALICATA : CALICATA

UBICACIÓN : Yanahuanca

MUESTRA : C-6 : M-2

SOLICITANTE: JAMERLI ISRAEL CHAVEZ SEGURA

FECHA: 27/08/2019

HECHO POR: Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S

% Que Pasa la Malla N° 200	39.43		
% Que Pasa la Malla N° 4	87.83		
Límite Líquido	LL = 21.00 %	D60 = -96.037	Cu = 31.751
Límite Plástico	LP = 16.00 %	D30 = -25.226	Cc = 2.191
Índice de Plasticidad	IP = 5.00 %	D10 = -3.025	Suelo Bien Graduado
Tipo de Suelo Según su Granulometría : Suelo Grueso Arena			
Tipo de Simbología : Simbología Normal			
Tipo de Suelo : SM , SC			
Suelo : SC inorganico			
Caractrísticas del Suelo : SC ARENA ARCILLOSA			

CLASIFICACIÓN SEGÚN AASHTO

% Que Pasa la Malla N° 200	39.43	Determinación del Índice de Grupo IG	
% Que Pasa la Malla N° 40	70.10	a = 4.43	IG = 1.00
% Que Pasa la Malla N° 10	82.52	b = 24.43	
Límite Líquido	LL = 21.00 %	c = 0.00	
Límite Plástico	LP = 16.00 %	d = 0.00	
Índice de Plasticidad	IP = 5.00 %		
Tipo de Suelo : Material Limo Arcilloso			
Clasificación de Suelos : A - 4			
Suelo :			
Tipo de Material : Suelo Limoso			
Terreno de Fundación : Regular a Malo			

Observaciones: Según el solicitante No se encontraron napa freatica



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Jorge Campos Angulo
Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio Espinoza Bustillo
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLO
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134392

Calle Tarma N° 215
Paragsha – Simon Bolivar
Cerro de Pasco.

(063) 421918
RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

ESTUDIO DE SUELOS
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 100, ASTM D 3216

DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA : MATERIAL PROPIO
 CALICATA : CALICATA
 UBICACIÓN : Yanahuanca
 MUESTRA : C-7: M-1

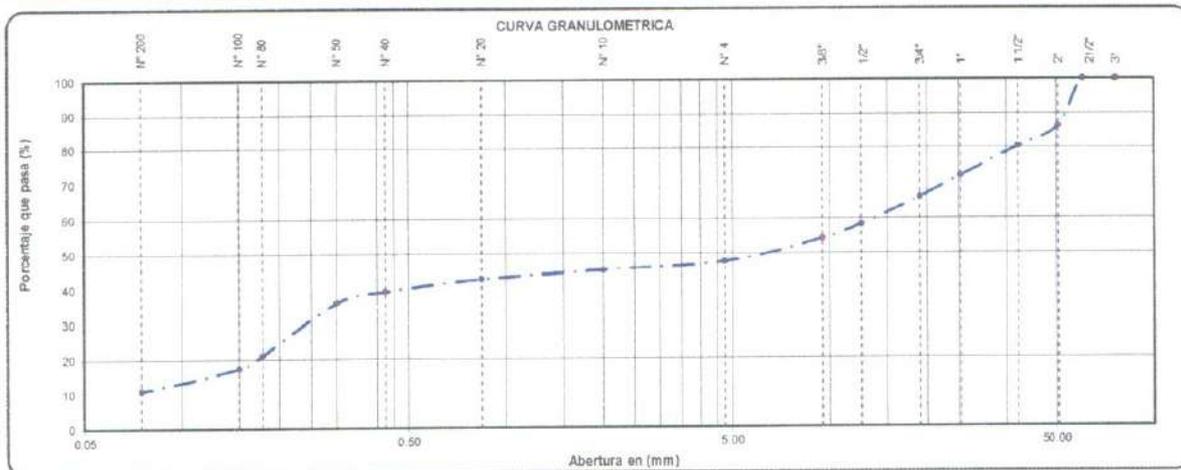
COORDENADAS : N: 8839495
 E: 334037
 COTA: 3339

SOLICITANTE: JAMERLI ISRAEL CHAVEZ SEGURA
 FECHA: 27/08/2019
 REALIZADO POR: Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.

TAMIZ	ABERTURA EN (mm)	% QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
3"	76.200	100.00	Pesos de Muestra	
2 1/2"	60.350	100.00		Peso Total : 10000 gr.
2"	50.800	86.49		Peso de Grava : 5252 gr.
1 1/2"	38.100	80.33		Peso de Arena : 4748 gr.
1"	25.400	72.04	Fracc. < N° 4 : 5251.83 gr.	
3/4"	19.000	65.97	LIMITES DE CONSISTENCIA	
1/2"	12.500	58.20	Límite Líquido : 24 %	
3/8"	9.500	54.16	Límite Plástico : 20 %	
N° 4	4.750	47.48	Índice Plástico : 4 %	
N° 10	2.000	45.05	CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
N° 20	0.840	42.72	A.A.S.H.T.O : A - 1	
N° 40	0.425	39.29	S.U.C.S. : GP - GC	
N° 50	0.300	36.14	Humedad Natural (%) : 2.61 %	
N° 80	0.177	21.08	Materia orgánica (%) : 0.0	
N° 100	0.150	17.23	CARACTERÍSTICAS DEL SUELO	
N° 200	0.075	11.07	GRAVA MAL GRADUADA CON ARCILLA Y ARENA	
< N° 200	Fondo	0.00		



OBSERVACIONES
 El contenido de humedad para los 25 golpes del diagrama semilogarítmico es el LL = 24



Observaciones: las muestras fueron identificadas, muestreadas y remitidas al laboratorio por el solicitante



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
 Jorge Campos Angulo
 Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
 Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 134352

Calle Tarma N° 215
 Paragsha - Simón Bolívar
 Cerro de Pasco.

(063) 421918
 RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
 zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
 www.zemcoingenieros.com

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

DETERMINACION DE HUMEDAD NATURAL

NORMAS TÉCNICAS: NTP 339.127

DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA : MATERIAL PROPIO

CALICATA : CALICATA

UBICACIÓN : Yanahuanca

MUESTRA : C-7 : M-1

SOLICITANTE: JAMERLI ISRAEL CHAVEZ
SEGURA

FECHA: 27/08/2019

REALIZADO POR: Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.

ENSAYO N°	1	2	3
N° DE TARA gr.	T-01	T-02	T-03
PESO TARA + SUELO HUMEDO gr.	597.00	597.00	597.00
PESO TARA + SUELO SECO gr.	584.00	584.00	584.00
PESO DE LA TARA gr.	85.00	85.00	85.00
PESO DEL AGUA gr/cm ³	13.00	13.00	13.00
PESO SUELO SECO gr.	499.00	499.00	499.00
HUMEDAD %	2.61	2.61	2.61
HUMEDAD NATURAL PROMEDIO %	2.61		

Observaciones:

El resultado de humedad natural de la muestra (C-07 : M-01) 2.61 %



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
ZEMCO
Jorge Campos Angulo
Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
ZEMCO
Marco Antonio Espinoza Bustillos
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIF N° 134352

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMAS TÉCNICAS: NTP 339.128

GEOTECNIA VIAL Y ESTABILIDAD DE TALUDES

ESTRUCTURA : MATERIAL PROPIO
CALICATA : CALICATA
UBICACIÓN : Yanahuanca
MUESTRA : C-7 : M-1

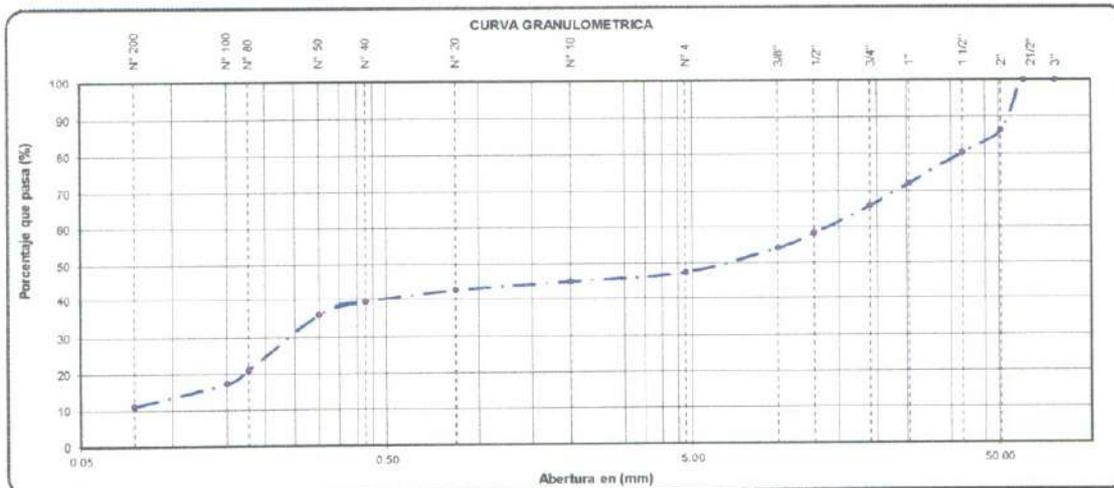
FECHA: 27/08/2019

REALIZADO POR: Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.

PESO INICIAL SECO: 10000 gr.

MÉTODO : A

TAMIZ	ABERTURA EN (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	GRADACIÓ N "A"	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00		Pesos de Muestra
2 1/2"	60.350	0.00	0.00	0.00	100.00		Peso Total : 10000 gr
2"	50.800	1351.07	13.51	13.51	86.49	100	Peso de Grava : 5252 gr
1 1/2"	38.100	615.75	6.16	19.67	80.33		Peso de Arena : 4748 gr
1"	25.400	829.47	8.29	27.96	72.04	-	Frac. < N° 4 : 5251.83 gr
3/4"	19.000	806.79	6.07	34.03	65.97		CONSISTENCIA
1/2"	12.500	777.16	7.77	41.80	58.20		Límite Líquido : 24 %
3/8"	9.500	403.53	4.04	45.84	54.16	30 - 65	Límite Plástico : 20 %
N° 4	4.750	868.09	6.68	52.52	47.48	25 - 55	Índice Plástico : 4 %
N° 10	2.000	243.58	2.44	54.95	45.05	15 - 40	CLASIFICACIÓN DEL SUELO
N° 20	0.840	233.00	2.33	57.28	42.72		A.A.S.H.T.O : A - 1 - b
N° 40	0.425	342.43	3.42	60.71	39.29	8 - 20	S.U.C.S. : GP - GC
N° 50	0.300	315.07	3.15	63.86	36.14		Humedad Natural (%) : 2.61
N° 80	0.177	1506.53	15.07	78.92	21.08		Materia orgánica (%) : 0.0
N° 100	0.150	384.80	3.85	82.77	17.23		
N° 200	0.075	616.03	6.16	88.93	11.07	2 - 8	
< N° 200	Fondo	1106.73	11.07	100.00	0.00		
		10000	100				



Observaciones: La muestra fueron identificadas y remitidas al laboratorio por el solicitante



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
ZEMCO
Jorge Campos Angulo
Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
ZEMCO
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352

Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco

(053) 421918
BPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

LÍMITES DE CONSISTENCIA
NORMAS TÉCNICAS: NTP 339.129

DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA	MATERIAL PROPIO	SOLICITANTE:	JAMERLI ISRAEL CHAVEZ SEGURA
CALICATA	CALICATA	FECHA:	27/08/2019
UBICACIÓN	Yanahuanca	HECHO POR:	Lab. ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
MUESTRA	C-7 : M-1		

LÍMITE LIQUIDO (NTP 339.129)

Nº TARA		T-155	T-154	T-152	
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	33.30	36.10	35.70	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	29.70	31.90	31.40	
PESO DE AGUA	(gr.)	3.60	4.20	4.30	
PESO DE LA TARA	(gr.)	14.10	13.90	13.70	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	15.60	18.00	17.70	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	23.08	23.33	24.29	
NUMERO DE GOLPES		33	25	19	

LÍMITE PLÁSTICO (NTP 339.129)

Nº TARA		T-153	T-150	T-203	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	14.60	14.60	14.30	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	14.50	14.50	14.20	
PESO DE LA TARA	(gr.)	14.00	14.00	13.70	
PESO DEL AGUA	(gr.)	0.10	0.10	0.10	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	0.50	0.50	0.50	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	20.00	20.00	20.00	20

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LIQUIDO (%)	24
LÍMITE PLÁSTICO (%)	20
ÍNDICE DE PLÁSTICIDAD (%)	4

OBSERVACIONES

El contenido de humedad para los 25 golpes del
del diagrama semi-logarítmico es el LL = 27 24



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Jorge Campos Arguelo
Jorge Campos Arguelo
Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio Espinoza Bustillos
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352



INGENIEROS S.A.C

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

CLASIFICACION DE SUELOS
NORMAS TÉCNICAS: NTP 339.134

DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA : MATERIAL PROPIO

SOLICITANTE: JAMERLI ISRAEL CHAVEZ SEGURA

CALICATA : CALICATA

FECHA: 27/08/2019

UBICACIÓN : Yanahuanca

HECHO POR: Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.

MUESTRA : C-7 : M-1

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S

% Que Pasa la Malla N° 200	11.07		
% Que Pasa la Malla N° 4	47.48		
Límite Líquido	LL = 24.00 %	D60 = 14.008	Cu = -4.483
Límite Plástico	LP = 20.00 %	D30 = -14.986	Cc = -5.131
Índice de Plasticidad	IP = 4.00 %	D10 = -3.125	Suelo Mal Graduado
Tipo de Suelo Según su Granulometría : Suelo Grueso Grava			
Tipo de Simbología : Simbología Doble			
Tipo de Suelo : GP - GC o GP - GM			
Suelo GP - GC inorganico			
Caractrísticas del Suelo : GP - GC GRAVA MAL GRADUADA CON ARCILLA Y ARENA			

CLASIFICACIÓN SEGÚN AASHTO

% Que Pasa la Malla N° 200	11.07	Determinación del Índice de Grupo IG	
% Que Pasa la Malla N° 40	39.29	a = 0.00	IG = 0.00
% Que Pasa la Malla N° 10	45.05	b = 0.00	
Límite Líquido	LL = 24.00 %	c = 0.00	
Límite Plástico	LP = 20.00 %	d = 0.00	
Índice de Plasticidad	IP = 4.00 %		
Tipo de Suelo : Material Granular			
Clasificación de Suelos : A - 1			
Suelo : A - 1 - b			
Tipo de Material : Fragmentos de Piedra Grava y Arena			
Terreno de Fundación : Excelente a Bueno			

Observaciones: Según el solicitante No se encontraron napa freatica



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
ZEMCO
Jorge Campos Angulo
Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C
ZEMCO INGENIEROS S.A.C
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352

Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simon Bolivar
Cerro de Pasco.

(063) 421918
RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

ESTUDIO DE SUELOS
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 100, ASTM D 2210

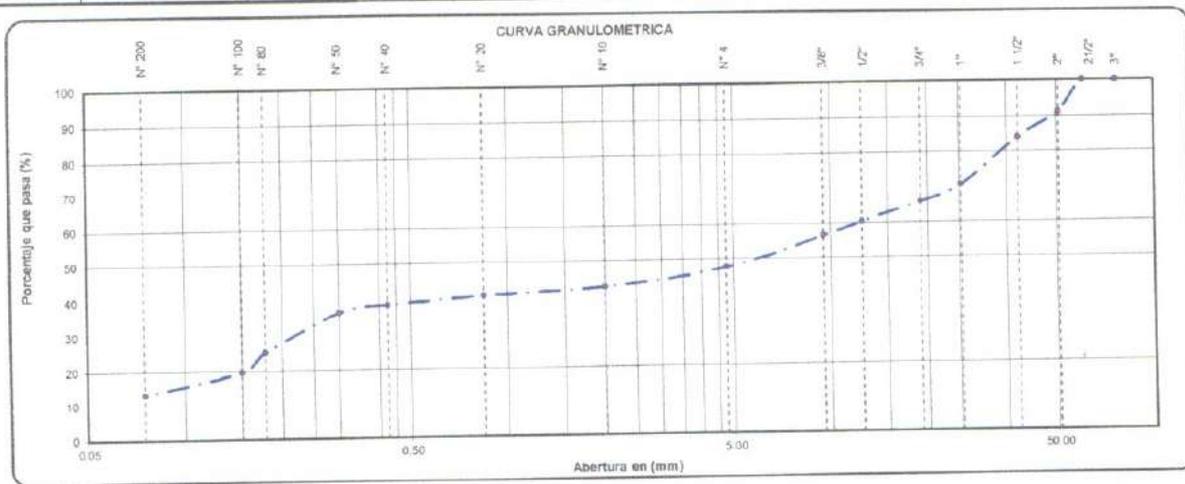
DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA : MATERIAL PROPIO	COORDENADAS : N° 8839068	SOLICITANTE: JAMERLI ISRAEL CHAVEZ SEGURA
CALICATA : CALICATA	E: 333961	FECHA: 27/08/2019
UBICACIÓN : Yanahuanca	COTA: 3603	REALIZADO POR: Ldb. ZEMCO INGENIEROS SAC.
MUESTRA : P 01 : Q 1		

TAMIZ	ABERTURA EN (mm)	% QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200	100.00	Pesos de Muestra Peso Total : 10000 gr Peso de Grava : 5238 gr Peso de Arena : 4762 gr Fracc. < N° 4 : 5237.85 gr
2 1/2"	60.350	100.00	
2"	50.800	91.22	
1 1/2"	38.100	84.15	
1"	25.400	70.78	LIMITES DE CONSISTENCIA Limite Líquido : NL % Limite Plástico : NP % Indice Plástico : NP %
3/4"	19.000	65.97	
1/2"	12.500	60.35	CLASIFICACIÓN DEL SUELO A.A.S.H.T.O : A - 1 S.U.C.S. : #VALOR!
3/8"	9.500	56.45	
N° 4	4.750	47.82	CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Humedad Natural (%) : 3.76 % Materia orgánica (%) : 0.0
N° 10	2.000	42.83	
N° 20	0.840	40.77	GRAVA LIMOSA CON ARENA
N° 40	0.425	38.56	
N° 50	0.300	36.40	
N° 80	0.177	25.19	
N° 100	0.150	19.69	
N° 200	0.075	13.25	
< N° 200	Fondo	0.00	



OBSERVACIONES
El contenido de humedad para los 25 golpes del diagrama semilogarítmico es e LL = NL



Observaciones: las muestras fueron identificadas, muestreadas y remitidas al laboratorio por el solicitante



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
INCORPORADOS S.A.C.
Jorge Campos Angulo
Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
INCORPORADOS S.A.C.
Marco Antonio Espinoza Bustillos
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

DETERMINACION DE HUMEDAD NATURAL
NORMAS TÉCNICAS: NTP 339.127

DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA : MATERIAL PROPIO	SOLICITANTE: JAMERLI ISRAEL CHAVEZ SEGURA
CALICATA : CALICATA	FECHA: 27/08/2019
UBICACIÓN : Yanahuanca	REALIZADO POR: Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.
MUESTRA : P 01 : Q 1	

ENSAYO N°	1	2	3
N° DE TARA gr.	T-01	T-02	T-03
PESO TARA + SUELO HUMEDO gr.	415.00	415.00	415.00
PESO TARA + SUELO SECO gr.	403.00	403.00	403.00
PESO DE LA TARA gr.	84.00	84.00	84.00
PESO DEL AGUA gr/cm ³	12.00	12.00	12.00
PESO SUELO SECO gr.	319.00	319.00	319.00
HUMEDAD %	3.76	3.76	3.76
HUMEDAD NATURAL PROMEDIO %	3.76		

Observaciones:

El resultado de humedad natural de la muestra (P-01 : Q-01) 3.76 %



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Jorge Campos Angulo
Jorge Campos Angulo
Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio Espinoza Bustillos
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 154352

PROYECTO TESIS:

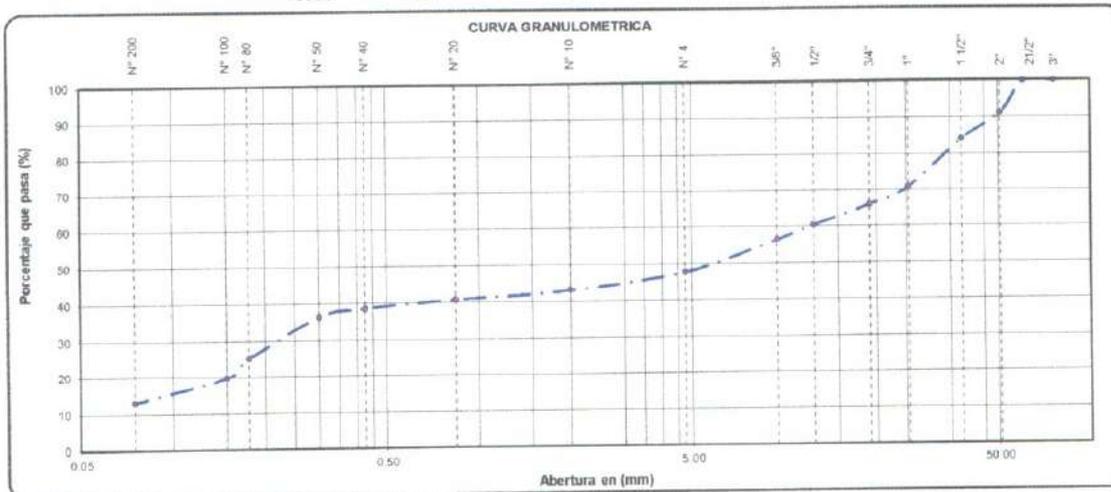
"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMAS TÉCNICAS: NTP 339.128

GEOTECNIA VIAL Y ESTABILIDAD DE TALUDES

ESTRUCTURA	: MATERIAL PROPIO				FECHA: 27/08/2019		
CALICATA	: CALICATA				REALIZADO POR: Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.		
UBICACIÓN	: Yanahuanca				PESO INICIAL SECO: 10000 gr.		
MUESTRA	: P 01 : Q 1		MÉTODO : A				
TAMIZ	ABERTURA EN (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	GRADACIÓ N "A"	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00		Pesos de Muestra
2 1/2"	60.350	0.00	0.00	0.00	100.00		Peso Total : 10000 gr
2"	50.800	878.49	8.78	8.78	91.22	100	Peso de Grava : 5238 gr
1 1/2"	38.100	706.49	7.06	15.85	84.15		Peso de Arena : 4762 gr
1"	25.400	1337.16	13.37	29.22	70.78	-	Frac. < N° 4 : 5237.65 gr
3/4"	19.000	480.86	4.81	34.03	65.97		CONSISTENCIA
1/2"	12.500	582.23	5.82	39.85	60.35		Limite Liquido : NL %
3/8"	9.500	390.23	3.90	43.95	56.45	30 - 65	Limite Plástico : NP %
N° 4	4.750	882.19	8.82	52.38	47.62	25 - 55	Indice Plástico : NP %
N° 10	2.000	479.81	4.80	57.17	42.83	15 - 40	CLASIFICACIÓN DEL SUELO
N° 20	0.840	205.97	2.06	59.23	40.77		A.A.S.H.T.O A - 1
N° 40	0.425	220.26	2.20	61.44	38.56	8 - 26	S.U.C.S. : GM, GC
N° 50	0.300	216.69	2.17	63.60	36.40		Humedad Natural (%) 3.76
N° 60	0.177	1120.34	11.20	74.81	25.19		Materia organica (%) 0.0
N° 100	0.150	550.05	5.50	80.31	19.69		
N° 200	0.075	644.11	6.44	86.75	13.25	2 - 8	
< N° 200	Fondo	1325.12	13.25	100.00	0.00		
		10000	100				



Observaciones: La muestra fueron identificadas y remitidas al laboratorio por el solicitante



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Logo
Jorge Campos Angulo
Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Logo
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLO
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352

PROYECTO TESIS:
"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA
LÍMITES DE CONSISTENCIA
NORMAS TÉCNICAS: NTP 339.129

DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA	MATERIAL PROPIO	SOLICITANTE:	JAMERLI ISRAEL CHAVEZ SEGURA
CALICATA	CALICATA	FECHA:	27/08/2019
UBICACION	Yanahuanca	HECHO POR:	Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.
MUESTRA	P 01 : Q 1		

LIMITE LIQUIDO (NTP 339.129)

N° TARA					
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)					
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)					
PESO DE AGUA (gr.)			N.L		
PESO DE LA TARA (gr.)					
PESO DEL SUELO SECO (gr.)					
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)					
NUMERO DE GOLPES					

LIMITE PLASTICO (NTP 339.129)

N° TARA					PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)					
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)					
PESO DE LA TARA (gr.)			N.P		
PESO DEL AGUA (gr.)					
PESO DEL SUELO SECO (gr.)					
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)					NP



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO (%)	NL
LIMITE PLASTICO (%)	NP
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

OBSERVACIONES

El contenido de humedad para los 25 golpes del del diagrama semilogaritmico es el LL = 27 NL.



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Campos Argulo
Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio Espinoza Bustillos
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134052



INGENIEROS S.A.C

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

CLASIFICACION DE SUELOS
NORMAS TÉCNICAS: NTP 339.134

DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA : MATERIAL PROPIO

CALICATA : CALICATA

UBICACION : Yanahuanca

MUESTRA : P 01 : Q 1

SOLICITANTE: JAMERLI ISRAEL CHAVEZ SEGURA

FECHA: 27/09/2019

HECHO POR: Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S

% Que Pasa la Malla N° 200	13.25				
% Que Pasa la Malla N° 4	47.62				
Límite Líquido	LL =	NL	%	D60 = 12.098	Cu = -2.441
Límite Plástico	LP =	NP	%	D30 = -5.351	Cc = -0.477
Índice de Plasticidad	IP =		%	D10 = -4.957	Suelo Mal Graduado

Tipo de Suelo Según su Granulometría : Suelo Grueso
Grava

Tipo de Simbología : Simbología Normal

Tipo de Suelo : GM , GC

Suelo : GM , GC

inorganico

Características del Suelo : GM , GC

GRAVA LIMOSA CON ARENA

CLASIFICACIÓN SEGÚN AASHTO

% Que Pasa la Malla N° 200	13.25			Determinación del Índice de Grupo IG	
% Que Pasa la Malla N° 40	38.56			a =	IG =
% Que Pasa la Malla N° 10	42.83			b =	
Límite Líquido	LL =	NL	%	c =	
Límite Plástico	LP =	NP	%	d =	
Índice de Plasticidad :	IP =		%		

Tipo de Suelo : Material Granular

Clasificación de Suelos : A - 1

Suelo :

Tipo de Material : Fragmentos de Piedra Grava y Arena

Terreno de Fundación :

Observaciones: No se encontraron napa freatica



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
ZEMCO
Jorge Campos Angulo
Técnico Laboratorio



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
ZEMCO
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
GIP N° 134352

Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simon Bolivar
Cerro de Pasco.

(063) 421918
RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

ESTUDIO DE SUELOS
NORMAS TÉCNICAS: MTC E-109, ASTM D 2216

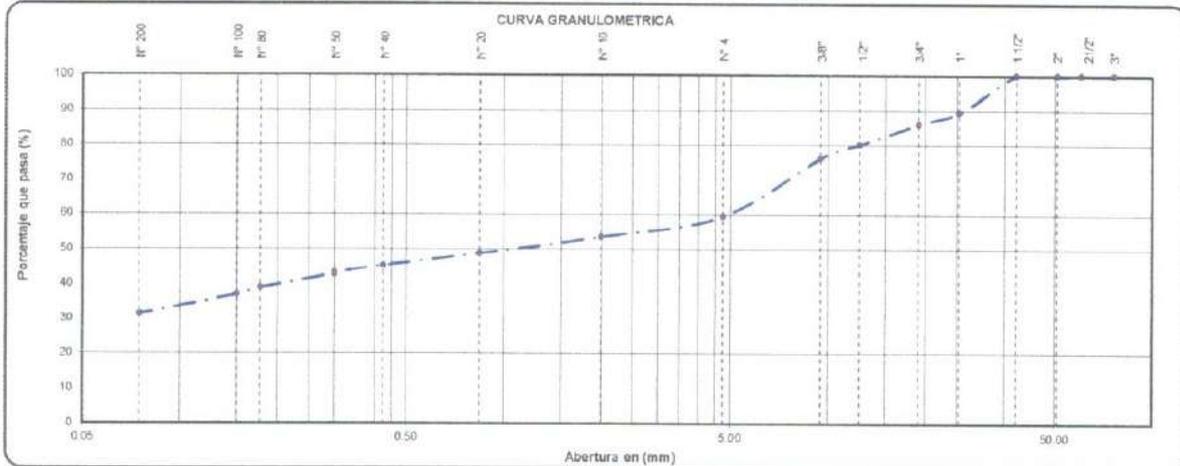
DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA	MATERIAL PROPIO	COORDENADAS	N: 8839171	SOLICITANTE:	JAMERLI ISRAEL CHAVEZ SEGURA
CALICATA	CALICATA	E:	334139	FECHA:	27/08/2019
UBICACIÓN	Yanahuanca	COTA:	3593	REALIZADO POR:	Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.
MUESTRA	P-01 Q-2				

TAMIZ	ABERTURA EN (mm)	% QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200	100.00	Peso de Muestra
2 1/2"	60.350	100.00	Peso Total : 10000 gr
2"	50.800	100.00	Peso de Grava : 4044 gr
1 1/2"	38.100	100.00	Peso de Arena : 5956 gr
1"	25.400	89.44	Fracc. < N° 4 : 4043.52 gr
3/4"	19.000	86.05	LIMITES DE CONSISTENCIA
1/2"	12.500	80.14	Limite Liquido : 23 %
3/8"	9.500	76.32	Limite Plástico : 18 %
N° 4	4.750	59.58	Indice Plástico : 5 %
N° 10	2.000	53.61	CLASIFICACIÓN DEL SUELO
N° 20	0.840	46.08	A.A.S.H.T.O : A-2
N° 40	0.425	44.91	S.U.C.S. : GC
N° 50	0.300	42.70	Humedad Natural (%) : 4.70 %
N° 80	0.177	38.92	Materia organica (%) : 0.0
N° 100	0.150	37.02	CARACTERÍSTICAS DEL SUELO
N° 200	0.075	31.47	GRAVA ARCILLOSA CON ARENA
< N° 200	Fondo	0.00	



OBSERVACIONES
El contenido de humedad para los 25 golpes del del diagrama semilogarítmico es el LL = 23



Observaciones: las muestras fueron identificadas, muestreadas y remitidas al laboratorio por el solicitante



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Jorge Campos Angulo
Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 134352



INGENIEROS S.A.C

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

DETERMINACION DE HUMEDAD NATURAL
NORMAS TÉCNICAS: NTP 339.127

DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA : MATERIAL PROPIO
CALICATA : CALICATA
UBICACIÓN : Yanahuanca
MUESTRA : P-01 : Q-2

SOLICITANTE: JAMERLI ISRAEL CHAVEZ
SEGURA

FECHA: 27/08/2019

REALIZADO POR: Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.

ENSAYO N°	1	2	3
N° DE TARA gr.	T-01	T-02	T-03
PESO TARA + SUELO HUMEDO gr.	665.00	665.00	665.00
PESO TARA + SUELO SECO gr.	639.00	639.00	639.00
PESO DE LA TARA gr.	86.00	86.00	86.00
PESO DEL AGUA gr/cm ³	26.00	26.00	26.00
PESO SUELO SECO gr.	553.00	553.00	553.00
HUMEDAD %	4.70	4.70	4.70
HUMEDAD NATURAL PROMEDIO %	4.70		

Observaciones:

El resultado de humedad natural de la muestra (P-01 : Q-2) 4.70 %



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Jorge Campos Angulo
Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio Espinoza Bustillo
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLO
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134332

Calle Tarma N° 215
Paragsha – Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

(063) 421918
BPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

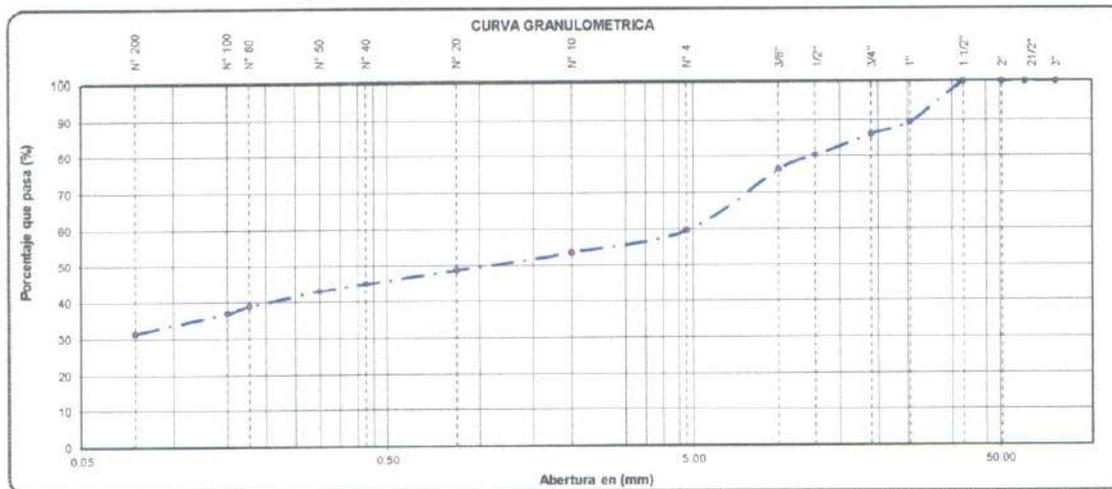
GEOTECNIA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMAS TÉCNICAS: NTP 339.128

GEOTECNIA VIAL Y ESTABILIDAD DE TALUDES

ESTRUCTURA : MATERIAL PROPIO
CALICATA : CALICATA
UBICACIÓN : Yanahuanca
MUESTRA : P-01 : Q-2
MÉTODO : A
FECHA: 27/08/2019
REALIZADO POR: Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.
PESO INICIAL SECO: 10000 gr.

TAMIZ	ABERTURA EN (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	GRADACIÓ N "A"	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
Pesos de Muestra							
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00		Peso Total : 10000 gr
2 1/2"	60.350	0.00	0.00	0.00	100.00		Peso de Grava : 4044 gr
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100	Peso de Arena : 5956 gr
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		Fracc. < N° 4 : 4043.52 gr
1"	25.400	1056.38	10.56	10.56	89.44	-	
3/4"	19.000	336.26	3.36	13.95	86.05		CONSISTENCIA
1/2"	12.500	591.49	5.91	19.86	80.14		Limite Líquido : 23 %
3/8"	9.500	381.80	3.82	23.68	76.32	30 - 65	Limite Plástico : 18 %
N° 4	4.750	1975.57	19.76	40.44	59.56	25 - 55	Índice Plástico : 5 %
CLASIFICACIÓN DEL SUELO							
N° 10	2.000	505.65	5.06	46.39	53.61	15 - 40	A.A.S.H.T.O A - 2 - 4
N° 20	0.840	492.99	4.93	51.32	48.68		S.U.C.S. : GC
N° 40	0.425	376.79	3.77	55.09	44.91	8 - 20	Humedad Natural (%) 4.70
N° 50	0.300	221.11	2.21	57.30	42.70		Materia orgánica (%) 0.0
N° 80	0.177	377.92	3.78	61.08	38.92		
N° 100	0.150	189.52	1.90	62.98	37.02		
N° 200	0.075	555.04	5.55	68.53	31.47	2 - 8	
< N° 200	Fondo	3147.46	31.47	100.00	0.00		
		10000	100				



Observaciones: La muestra fueron identificadas y remitidas al laboratorio por el solicitante



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
Jorge Campos Arriola
Técnico Laboratorio



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLO
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134.352

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

LÍMITES DE CONSISTENCIA
NORMAS TÉCNICAS: NTP 339.129

DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA	MATERIAL PROPIO	SOLICITANTE:	JAMERLI ISRAEL CHAVEZ SEGURA
CALICATA	CALICATA	FECHA:	27/08/2019
UBICACIÓN	Yanahuanca	HECHO POR:	Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.
MUESTRA	P-01 : Q-2		

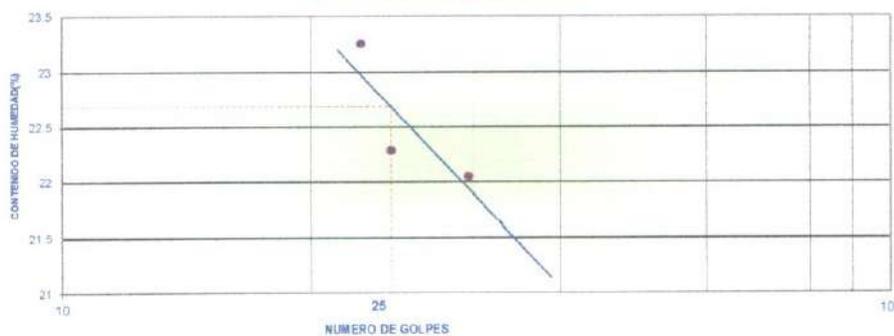
LÍMITE LÍQUIDO (NTP 339.129)

Nº TARA	T-32	T-157	T-158	
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)	29.60	34.30	34.70	
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	26.80	30.60	30.70	
PESO DE AGUA (gr.)	2.80	3.70	4.00	
PESO DE LA TARA (gr.)	14.10	14.00	13.50	
PESO DEL SUELO SECO (gr.)	12.70	16.60	17.20	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	22.05	22.29	23.26	
NUMERO DE GOLPES	31	25	23	

LÍMITE PLÁSTICO (NTP 339.129)

Nº TARA	T-158	T-159	T-160	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)	14.70	15.20	15.50	
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	14.50	15.00	15.20	
PESO DE LA TARA (gr.)	13.40	13.80	13.50	
PESO DEL AGUA (gr.)	0.20	0.20	0.30	
PESO DEL SUELO SECO (gr.)	1.10	1.10	1.70	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	18.18	18.18	17.65	18

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO (%)	23
LÍMITE PLÁSTICO (%)	18
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	5

OBSERVACIONES

El contenido de humedad para los 25 golpes del
del diagrama semilogarítmico es el LL = 27 23



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Jorge Campos Angulo
Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio Espinoza Bustillos
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352



INGENIEROS S.A.C

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

CLASIFICACION DE SUELOS
NORMAS TÉCNICAS: NTP 339.134

DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA : MATERIAL PROPIO
CALICATA : CALICATA
UBICACIÓN : Yanahuanca
MUESTRA : P-01 : Q-2

SOLICITANTE: JAMERLI ISRAEL CHAVEZ SEGURA

FECHA: 27/08/2019

HECHO POR: Lab. ZEMCO INGENIEROS SAC.

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S

% Que Pasa la Malla N° 200	31.47		
% Que Pasa la Malla N° 4	59.56		
Límite Líquido	LL = 23.00 %	D60 = -9.630	Cu = 2.816
Límite Plástico	LP = 18.00 %	D30 = -8.900	Cc = 2.405
Índice de Plasticidad	IP = 5.00 %	D10 = -3.420	Suelo Bien Graduado
Tipo de Suelo Según su Granulometría: Suelo Grueso Grava			
Tipo de Simbología: Simbología Normal			
Tipo de Suelo: GM, GC			
Suelo: GC inorganico			
Características del Suelo: GC GRAVA ARCILLOSA CON ARENA			

CLASIFICACIÓN SEGÚN AASHTO

% Que Pasa la Malla N° 200	31.47	Determinación del Índice de Grupo IG	
% Que Pasa la Malla N° 40	44.91	a = 0.00	IG = 0.00
% Que Pasa la Malla N° 10	53.61	b = 16.47	
Límite Líquido	LL = 23.00 %	c = 0.00	
Límite Plástico	LP = 18.00 %	d = 0.00	
Índice de Plasticidad	IP = 5.00 %		
Tipo de Suelo: Material Granular			
Clasificación de Suelos: A - 2			
Suelo: A - 2 - 4			
Tipo de Material: Gravas y Arenas Limosas y Arcillosas			
Terreno de Fundación: Excelente a Bueno			

Observaciones: Según el solicitante No se encontraron napa freatica



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Jorge Campos Angulo
Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio ESPINOZA BUSTI
INGENIERO CIVIL
CIF N° 134352

Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

(063) 421918
RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com



INGENIEROS S.A.C

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

METODO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS NO DRENADAS NTP 339.171

DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA	: MATERIAL PROPIO	SOLICITANTE:	JAMERLI ISRAEL CHAVEZ SEGURA
CALCATA	: CALCATA	FECHA:	27/08/2019
UBICACIÓN	: YANAHUANCA	HECHO POR:	Lab. ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
MUESTRA	: C-1 : M-2		
COORDENADAS	: N: 8839507 E: 334024 COTA: 3319		

DATOS DE LA CAJA DE CORTE

Diametro	: 6.24	cm
Altura	: 2.54	cm
Area	: 30.58	cm ²
Volumen	: 77.68	cm ³
Velocidad de corte	: 0.25	mm/min
	digitos	190

Datos del suelo

Peso del suelo	: 133.84	gr
Humedad	: 3.3	%
den. Humeda para remoldeo	: 1.723	g/cm ³
den. Seca para remoldeo	: 1.668	g/cm ³

CONSOLIDACION

49 kN/m ²		98 kN/m ²		147 kN/m ²	
Tiempo	Lectura vertical (mm)	Tiempo	Lectura vertical (mm)	Tiempo	Lectura vertical (mm)
5'	0.051	5'	0.688	5'	1.394
10'	0.056	10'	0.709	10'	1.433
15'	0.062	15'	0.723	15'	1.456
30'	0.074	30'	0.749	30'	1.498
60'	0.081	60'	0.771	60'	1.539
2"	0.088	2"	0.799	2"	1.590
4"	0.097	4"	0.818	4"	1.620
8"	0.114	8"	0.838	8"	1.645
15"	0.124	15"	0.851	15"	1.664
30"	0.140	30"	0.873	30"	1.694

Aplicacion de estuerzo cortante

LECTURAS		49 kN/m ²		98 kN/m ²		147 kN/m ²	
Deformación tangencial (mm)	Tiempo transcurrido (min)	Lectura de Carga (KN)	Deformación Vertical (mm)	Lectura de Carga (KN)	Deformación Vertical (mm)	Lectura de Carga (KN)	Deformación Vertical (mm)
0.00	0.00	0.000	0.179	0.000	0.892	0.000	1.695
0.06	0.15	0.014	0.185	0.022	0.900	0.031	1.705
0.13	0.30	0.017	0.188	0.024	0.915	0.040	1.733
0.19	0.45	0.022	0.192	0.029	0.931	0.043	1.763
0.25	1.00	0.025	0.194	0.033	0.944	0.047	1.789
0.38	2.30	0.028	0.205	0.037	0.973	0.052	1.838
0.51	2.00	0.031	0.212	0.042	1.001	0.059	1.890
0.64	2.30	0.034	0.228	0.046	1.033	0.063	1.947
0.76	3.00	0.036	0.242	0.051	1.058	0.068	1.979
0.89	3.30	0.037	0.254	0.055	1.082	0.074	2.019
1.02	4.00	0.039	0.265	0.059	1.106	0.079	2.058
1.14	4.30	0.042	0.275	0.064	1.120	0.083	2.078
1.27	5.00	0.043	0.285	0.066	1.138	0.088	2.105
1.91	7.30	0.048	0.323	0.073	1.212	0.103	2.223
2.54	10.00	0.050	0.353	0.077	1.265	0.115	2.304
3.18	12.30	0.053	0.370	0.081	1.297	0.126	2.354
3.81	15.00	0.056	0.391	0.088	1.332	0.137	2.407
4.45	17.30	0.059	0.405	0.092	1.358	0.146	2.447
5.08	20.00	0.060	0.424	0.097	1.380	0.155	2.475
5.72	22.30	0.062	0.436	0.101	1.394	0.164	2.491
6.35	25.00	0.056	0.447	0.099	1.406	0.160	2.506



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.



Jorge Campos Angulo
Técnico Laboratorista

(063) 421918
RPM #963665214



Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com

Calle 10 de Agosto
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

METODO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS NO DRENADAS NTP 339.171

DATOS DE LA MUESTRA

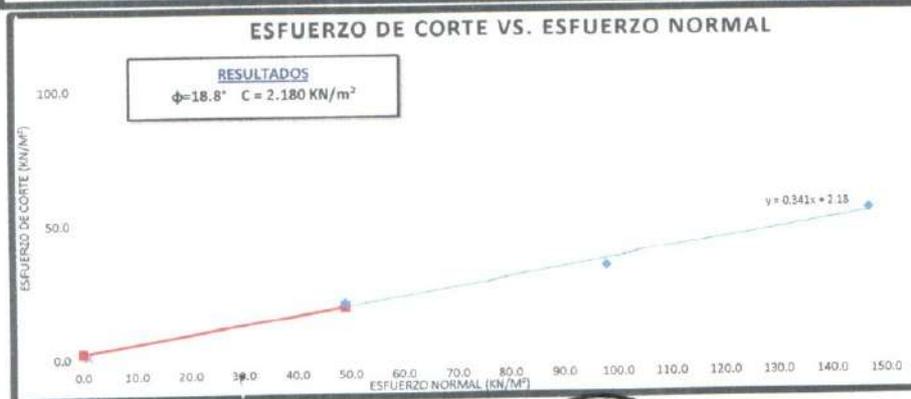
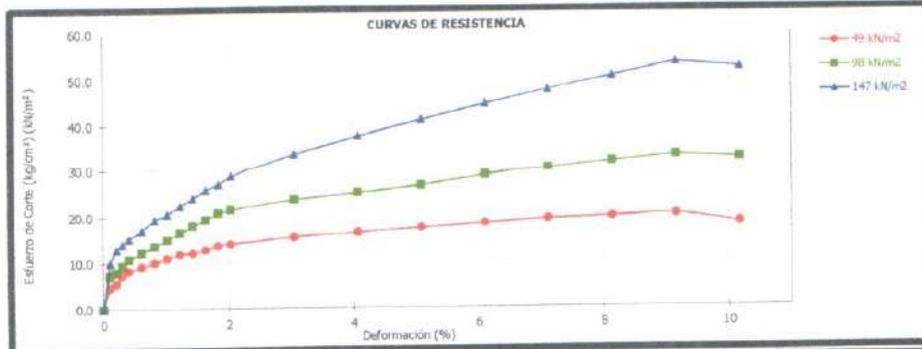
ESTRUCTURA	: MATERIAL PROPIO	SOLICITANTE:	JAMERLI ISRAEL CHAVEZ SEGURA
CALICATA	: CALICATA	FECHA:	27/08/2019
UBICACIÓN	: YANAHUANCA	HECHO POR:	Lab. ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
MUESTRA	: C-1 - M-2		
COORDENADAS	: N: 8839507 E: 334024 COTA: 3319		

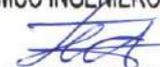
Contenido de humedad	49 kN/m ²		98 kN/m ²		147 kN/m ²	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Tara N°	T-01	T-02	T-03	T-04	T-05	T-06
Peso de tara (g)	60.0	60.0	66.0	66.0	55.0	54.0
Peso de tara + suelo húmedo (g)	193.8	204.5	199.8	210.5	188.8	198.5
peso de tara + suelo seco (g)	189.4	198.0	195.4	203.9	184.4	192.2
% de Humedad	3.30	4.71	3.39	4.85	3.39	4.56

Esfuerzo Normal (kN/m²)

49	20.143
98	33.092
147	53.562

C	2.180	kN/m ²
φ	18.8	Grados



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

Jorge Campos Angulo
 Técnico Laboratorista

Calle 1000 N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

(053) 421918
RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 134352

Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

METODO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS NO DRENADAS NTP 339.171

DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA	: MATERIAL PROPIO	SOLICITANTE:	JAMERLI ISRAEL CHAVEZ SEGURA
CALICATA	: CALICATA	FECHA:	27/08/2019
UBICACIÓN	: YANAHUANCA	HECHO POR:	Lab. ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
MUESTRA	: C-2: M-2		
COORDENADAS	N: 8839487 E: 534071 COTA: 3339		

DATOS DE LA CAJA DE CORTE

Diametro	: 6.24	cm
Altura	: 2.54	cm
Area	: 30.58	cm ²
Volumen	: 77.68	cm ³
Velocidad de corte	: 0.25	mm/min
	digitos	190

Datos del suelo

Peso del suelo	: 133.84	gr
Humedad	: 3.3	%
den. Humeda para remoldeo	: 1.723	g/cm ³
den. Seca para remoldeo	: 1.658	g/cm ³

CONSOLIDACION

49 kN/m ²		98 kN/m ²		147 kN/m ²	
Tiempo	Lectura vertical (mm)	Tiempo	Lectura vertical (mm)	Tiempo	Lectura vertical (mm)
5'	0.051	5'	0.688	5'	1.394
10'	0.056	10'	0.709	10'	1.433
15'	0.062	15'	0.723	15'	1.456
30'	0.074	30'	0.749	30'	1.498
60'	0.081	60'	0.771	60'	1.539
2"	0.088	2"	0.799	2"	1.590
4"	0.097	4"	0.818	4"	1.620
8"	0.114	8"	0.838	8"	1.645
15"	0.124	15"	0.851	15"	1.654
30"	0.140	30"	0.873	30"	1.694

Aplicacion de esfuerzo cortante

LECTURAS		49 kN/m ²		98 kN/m ²		147 kN/m ²	
Deformación tangencial (mm)	Tiempo transcurrido (min)	Lectura de Carga (KN)	Deformación Vertical (mm)	Lectura de Carga (KN)	Deformación Vertical (mm)	Lectura de Carga (KN)	Deformación Vertical (mm)
0.00	0.00	0.000	0.179	0.000	0.892	0.000	1.695
0.06	0.15	0.014	0.185	0.022	0.900	0.031	1.705
0.13	0.30	0.017	0.188	0.024	0.915	0.040	1.733
0.19	0.45	0.022	0.192	0.029	0.931	0.043	1.763
0.25	1.00	0.025	0.194	0.033	0.944	0.047	1.789
0.38	2.30	0.028	0.205	0.037	0.973	0.052	1.838
0.51	2.00	0.031	0.212	0.042	1.001	0.059	1.890
0.64	2.30	0.034	0.228	0.046	1.033	0.063	1.942
0.76	3.00	0.036	0.242	0.051	1.058	0.068	1.979
0.89	3.30	0.037	0.254	0.055	1.082	0.074	2.019
1.02	4.00	0.039	0.265	0.059	1.106	0.079	2.058
1.14	4.30	0.042	0.275	0.064	1.120	0.083	2.078
1.27	5.00	0.043	0.285	0.066	1.138	0.088	2.105
1.91	7.30	0.048	0.323	0.073	1.212	0.103	2.223
2.54	10.00	0.050	0.353	0.077	1.265	0.115	2.304
3.18	12.30	0.053	0.370	0.081	1.297	0.126	2.354
3.81	15.00	0.056	0.391	0.088	1.332	0.137	2.407
4.45	17.30	0.059	0.405	0.092	1.358	0.146	2.447
5.08	20.00	0.060	0.424	0.097	1.380	0.155	2.475
5.72	22.30	0.062	0.436	0.101	1.394	0.164	2.491
6.35	25.00	0.056	0.447	0.099	1.406	0.160	2.506



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

Jorge Campos Angulo
 Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 134352

Calle Tarma N° 215
 Paragsha – Simón Bolívar
 Cerro de Pasco.

☎ (063) 421918
 📠 RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
 zemcoingenieros@gmail.com

📄 Zemco Ingenieros SAC
 www.zemcoingenieros.com

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

METODO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS NO DRENADAS NTP 339.171

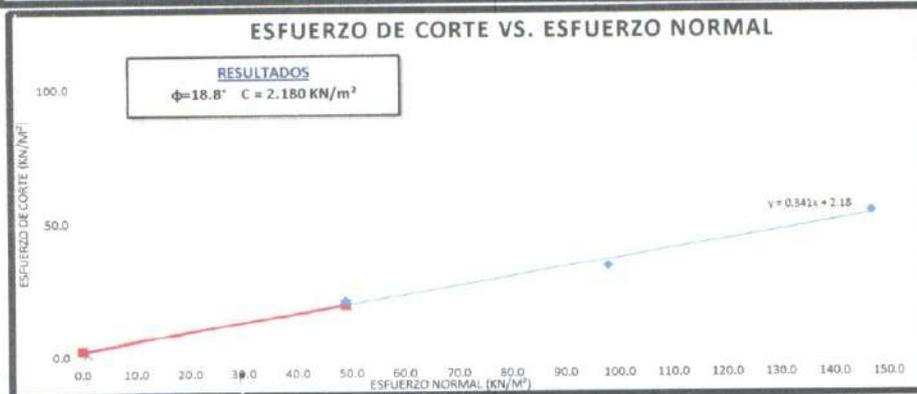
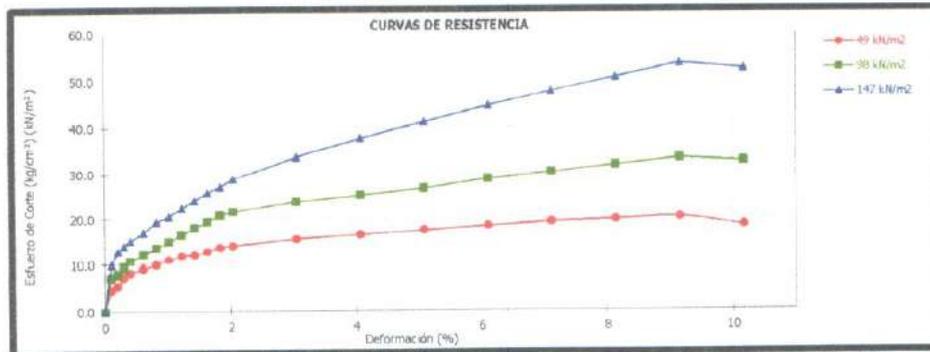
DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA	: MATERIAL PROPIO	SOLICITANTE:	JAMERLI ISRAEL CHAVEZ SEGURA
CALICATA	: CALICATA	FECHA:	27/09/2019
UBICACIÓN	: YANAHUANCA	HECHO POR:	Lab ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
MUESTRA	: C-2 : M-2		
COORDENADAS	: N: 8839487 E: 334071 COTA: 3339		

Contenido de humedad	49 kN/m2		98 kN/m2		147 kN/m2	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Tara N°	T-01	T-02	T-03	T-04	T-05	T-06
Peso de tara (g)	60.0	60.0	66.0	66.0	55.0	54.0
Peso de tara + suelo húmedo (g)	193.8	204.5	199.8	210.5	188.8	198.5
peso de tara + suelo seco (g)	189.4	198.0	195.4	203.9	184.4	192.2
% de Humedad	3.39	4.71	3.39	4.85	3.39	4.56

Esfuerzo Normal (kN/m ²)	Esfuerzo de Corte (kN/m ²)
49	20.143
98	33.092
147	53.562

C	2.180	kN/m ²
φ	18.8	Grados



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

Jorge Campos Angulo
 Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLO
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 134552

Calle Tarma N° 215
 Paragsha – Simón Bolívar
 Cerro de Pasco.

(063) 421918
 RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
 zemcoingenieros@gmail.com

Zemco Ingenieros SAC
 www.zemcoingenieros.com

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

METODO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS NO DRENADAS NTP 339.171

DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA	: MATERIAL PROPIO	SOLICITANTE:	JAMERLI ISRAEL CHAVEZ SEGURA
CALCATA	: CALCATA	FECHA:	27/08/2019
UBICACIÓN	: YANAHUANCA	HECHO POR:	Lab. ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
MUESTRA	: C-4 - M-2		
COORDENADAS	: N: 8838424 E: 334357 COTA: 3364		

DATOS DE LA CAJA DE CORTE

Diametro	: 6.24	cm
Altura	: 2.54	cm
Area	: 30.58	cm ²
Volumen	: 77.68	cm ³
Velocidad de corte	: 0.25	mm/min
	digitos	190

Datos del suelo

Peso del suelo	: 134.15	gr
Humedad	: 3.6	%
den. Humeda para remoldeo	: 1.727	g/cm ³
den. Seca para remoldeo	: 1.667	g/cm ³

CONSOLIDACION

49 kN/m ²		98 kN/m ²		147 kN/m ²	
Tiempo	Lectura vertical (mm)	Tiempo	Lectura vertical (mm)	Tiempo	Lectura vertical (mm)
5'	0.079	5'	0.472	5'	0.923
10'	0.090	10'	0.567	10'	1.072
15'	0.114	15'	0.608	15'	1.129
30'	0.131	30'	0.675	30'	1.197
60'	0.144	60'	0.722	60'	1.234
2"	0.152	2"	0.774	2"	1.274
4"	0.157	4"	0.814	4"	1.301
8"	0.170	8"	0.846	8"	1.327
15"	0.205	15"	0.876	15"	1.341
30"	0.240	30"	0.908	30"	1.349

Aplicación de esfuerzo cortante

LECTURAS		49 kN/m ²		98 kN/m ²		147 kN/m ²	
Deformación tangencial (mm)	Tiempo transcurrido (min)	Lectura de Carga (kN)	Deformación Vertical (mm)	Lectura de Carga (kN)	Deformación Vertical (mm)	Lectura de Carga (kN)	Deformación Vertical (mm)
0.00	0.00	0.000	0.242	0.000	0.924	0.000	1.351
0.06	0.15	0.019	0.252	0.019	0.928	0.037	1.368
0.13	0.30	0.028	0.263	0.019	0.944	0.044	1.386
0.19	0.45	0.028	0.269	0.029	0.973	0.046	1.397
0.25	1.00	0.031	0.272	0.035	0.992	0.051	1.419
0.38	2.30	0.034	0.290	0.038	1.003	0.055	1.457
0.51	2.00	0.035	0.305	0.042	1.021	0.059	1.475
0.64	2.30	0.037	0.319	0.045	1.042	0.064	1.492
0.76	3.00	0.040	0.329	0.048	1.065	0.070	1.551
0.89	3.30	0.041	0.344	0.054	1.111	0.077	1.566
1.02	4.00	0.042	0.356	0.061	1.138	0.081	1.592
1.14	4.30	0.042	0.367	0.064	1.176	0.088	1.611
1.27	5.00	0.043	0.376	0.067	1.208	0.090	1.635
1.91	7.30	0.047	0.416	0.083	1.316	0.106	1.742
2.54	10.00	0.050	0.458	0.090	1.399	0.121	1.798
3.18	12.30	0.053	0.478	0.096	1.460	0.128	1.262
3.81	15.00	0.054	0.500	0.106	1.518	0.134	1.895
4.45	17.30	0.056	0.515	0.112	1.561	0.143	1.939
5.08	20.00	0.057	0.521	0.115	1.587	0.147	1.969
5.72	22.30	0.058	0.533	0.118	1.615	0.152	1.994
6.35	25.00	0.053	0.547	0.112	1.636	0.150	2.020



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Jorge Campos Angulo
Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio Espinoza Bustillos
JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL
GIP N° 134352

Calle Tarma N° 215
Paragsha - Simón Bolívar
Cerro de Pasco.

☎ (063) 421918
📠 RPM #963665214

gerencia@zemcoingenieros.com
zemcoingenieros@gmail.com

📱 Zemco Ingenieros SAC
www.zemcoingenieros.com

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

METODO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS NO DRENADAS NTP 339.171

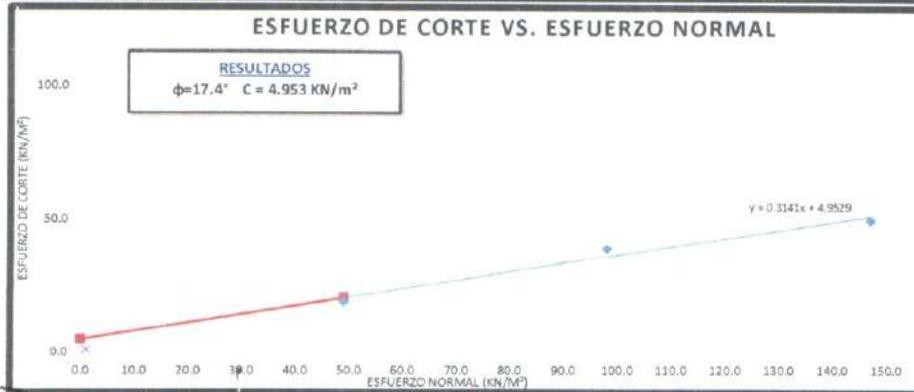
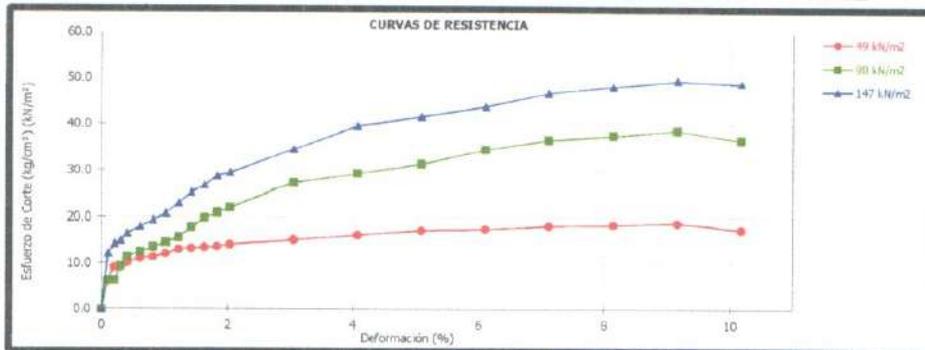
DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA	MATERIAL PROPIO	SOLICITANTE: JAMERLI ISRAEL CHAVEZ SEGURA
CALICATA	: CALICATA	FECHA: 27/08/2019
UBICACIÓN	: YANAHUANCA	HECHO POR: Lab. ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
MUESTRA	: C-4 : M-2	
COORDENADAS	N: 8939424 E: 334357 COTA: 3364	

Contenido de humedad	49 kN/m ²		98 kN/m ²		147 kN/m ²	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Tara N°	T-01	T-02	T-03	T-04	T-05	T-06
Peso de tara (g)	60.0	60.0	66.0	66.0	55.0	54.0
Peso de tara + suelo húmedo (g)	194.1	204.9	200.1	210.9	189.1	198.9
peso de tara + suelo seco (g)	189.3	197.8	195.3	203.6	184.3	192.0
% de Humedad	3.73	5.17	3.73	5.33	3.73	5.01

Esfuerzo Normal (kN/m ²)	Esfuerzo de Corte (kN/m ²)
49	18.854
98	38.716
147	49.638

c	φ
4.953 kN/m ²	17.4 Grados



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Jorge Campos Angulo
 Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 134352

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

METODO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS NO DRENADAS NTP 339.171

DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA	: MATERIAL PROPIO	SOLICITANTE:	JAMERLI ISRAEL CHAVEZ SEGURA
CALICATA	: CALICATA	FECHA:	27/09/2019
UBICACION	: YANAHUANCA	HECHO POR:	Lab ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
MUESTRA	: C-5 - M-2		
COORDENADAS	: N: 8939435 E: 334521 COTA: 3374		

DATOS DE LA CAJA DE CORTE

Diametro	: 6.24	cm
Altura	: 2.54	cm
Area	: 30.58	cm ²
Volumen	: 77.68	cm ³
Velocidad de corte	: 0.25	mm/min
	digitos	190

Datos del suelo

Peso del suelo :	126.69	gr
Humedad:	8.2	%
den. Humeda para remoldeo:	1.631	g/cm ³
den. Seca para remoldeo:	1.507	g/cm ³

CONSOLIDACION

49 kN/m ²		98 kN/m ²		147 kN/m ²	
Tiempo	Lectura vertical (mm)	Tiempo	Lectura vertical (mm)	Tiempo	Lectura vertical (mm)
5'	0.253	5'	1.301	5'	2.732
10'	0.289	10'	1.408	10'	2.909
15'	0.308	15'	1.543	15'	3.023
30'	0.332	30'	1.603	30'	3.185
60'	0.360	60'	1.724	60'	3.297
2"	0.392	2"	1.817	2"	3.375
4"	0.415	4"	1.885	4"	3.424
8"	0.444	8"	1.942	8"	3.461
15"	0.462	15"	1.978	15"	3.496
30"	0.472	30"	2.005	30"	3.529

Aplicacion de estuerzo cortante

LECTURAS		49 kN/m ²		98 kN/m ²		147 kN/m ²	
Deformación tangencial (mm)	Tiempo transcurrido (min)	Lectura de Carga (KN)	Deformación Vertical (mm)	Lectura de Carga (KN)	Deformación Vertical (mm)	Lectura de Carga (KN)	Deformación Vertical (mm)
0.00	0.00	0.000	0.482	0.000	2.007	0.000	3.531
0.06	0.15	0.018	0.496	0.032	2.024	0.037	3.543
0.13	0.30	0.025	0.510	0.035	2.054	0.044	3.558
0.19	0.45	0.028	0.524	0.037	2.072	0.048	3.578
0.25	1.00	0.030	0.538	0.039	2.081	0.051	3.598
0.38	2.30	0.032	0.578	0.041	2.126	0.054	3.636
0.51	2.00	0.035	0.610	0.044	2.170	0.060	3.683
0.64	2.30	0.035	0.649	0.046	2.199	0.063	3.717
0.76	3.00	0.037	0.669	0.048	2.242	0.068	3.763
0.89	3.30	0.038	0.699	0.051	2.274	0.071	3.792
1.02	4.00	0.039	0.740	0.053	2.315	0.077	3.837
1.14	4.30	0.040	0.765	0.055	2.350	0.080	3.871
1.27	5.00	0.041	0.781	0.058	2.374	0.083	3.894
1.91	7.30	0.046	0.833	0.067	2.515	0.094	4.009
2.54	10.00	0.047	0.887	0.074	2.594	0.104	4.084
3.18	12.30	0.048	0.927	0.078	2.716	0.111	4.132
3.81	15.00	0.049	0.953	0.083	2.763	0.114	4.177
4.45	17.30	0.051	0.981	0.085	2.831	0.119	4.217
5.08	20.00	0.049	1.028	0.090	2.867	0.121	4.260
5.72	22.30	0.048	1.054	0.094	2.914	0.124	4.285
6.35	25.00	0.046	1.081	0.090	2.932	0.122	4.298



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

Jorge Campos Angulo
 Técnico Laboratorista



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.

Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLO
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 134352

PROYECTO TESIS:

"AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA, PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRIÓN, REGIÓN PASCO"

GEOTECNIA

METODO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS NO DRENADAS NTP 339 171

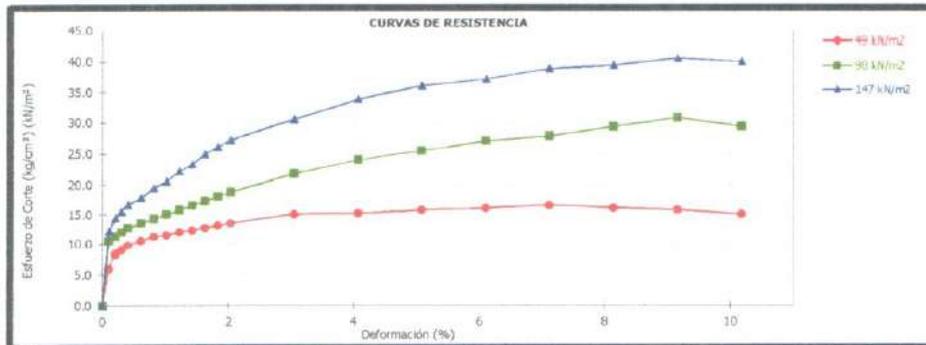
DATOS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA	: MATERIAL PROPIO	SOLICITANTE:	JAMERLI ISRAEL CHAVEZ SEGURA
CALICATA	: CALICATA	FECHA:	27/08/2019
UBICACIÓN	: YANAHUANCA	HECHO POR:	Lab. ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
MUESTRA	: C-5: M-2		
COORDENADAS	: N: 8839435 E: 334521 COTA: 3374		

Contenido de humedad	49 kN/m ²		98 kN/m ²		147 kN/m ²	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Tara N°	T-01	T-02	T-03	T-04	T-05	T-06
Peso de tara (g)	60.0	60.0	66.0	66.0	55.0	54.0
Peso de tara + suelo húmedo (g)	186.7	196.8	192.7	202.8	181.7	190.8
peso de tara + suelo seco (g)	176.3	181.9	182.3	187.5	171.3	176.4
% de Humedad	8.93	12.24	8.93	12.66	8.93	11.82

Esfuerzo Normal (kN/m ²)	Esfuerzo de Corte (kN/m ²)
49	16.546
98	30.836
147	40.580

C	5.286	kN/m ²
φ	13.8	Grados

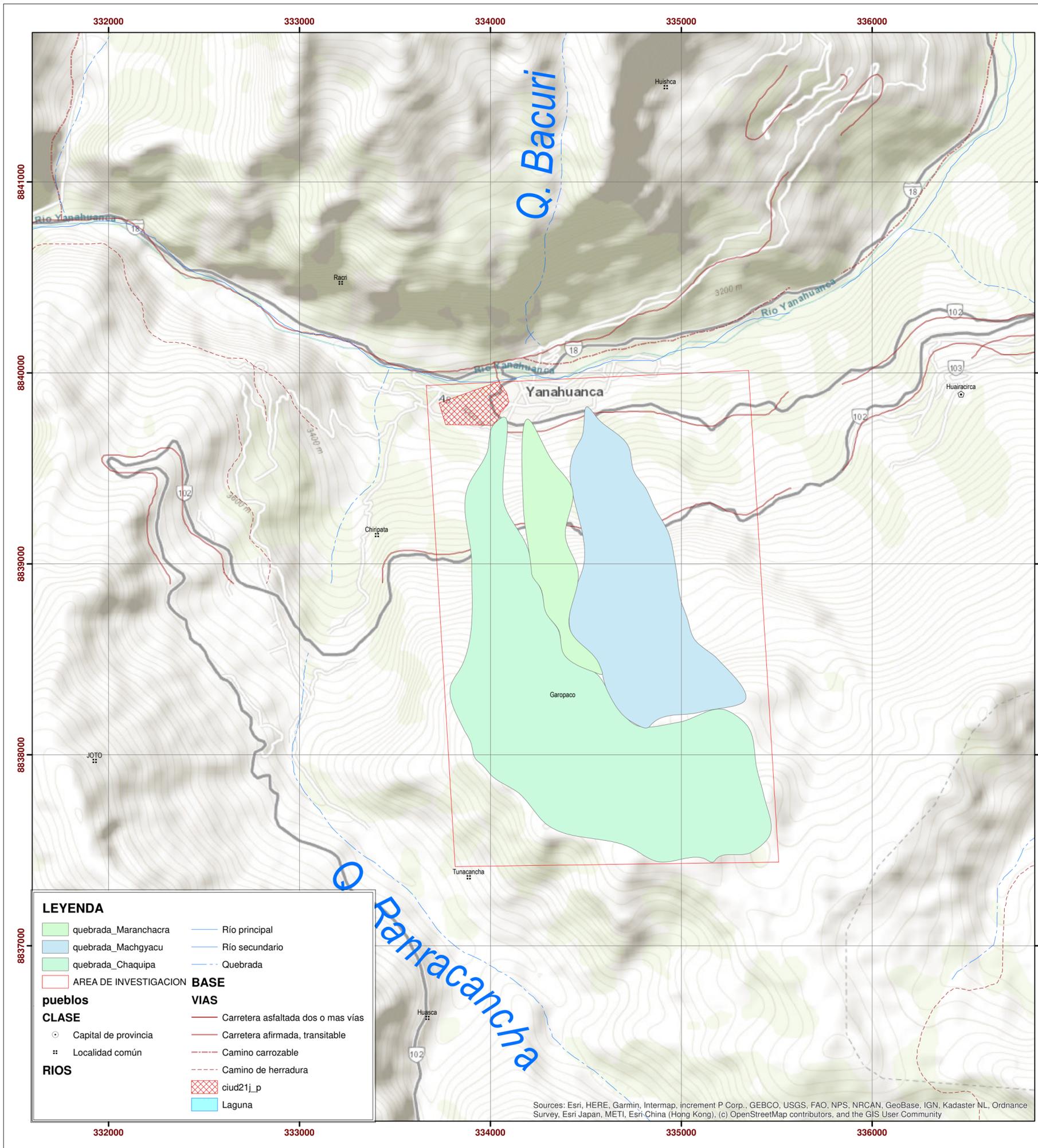


ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
Jorge Campos Angulo
Técnico Laboratorio



ZEMCO INGENIEROS S.A.C.
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
Marco Antonio ESPINOZA BUSTILLOS
INGENIERO CIVIL
CIP N° 134352

B. Planos



LEYENDA

	quebrada_Maranchacra		Rio principal
	quebrada_Machgyacu		Rio secundario
	quebrada_Chaquiipa		Quebrada
	AREA DE INVESTIGACION		

BASE

	Carretera asfaltada dos o mas vias
	Carretera afirmada, transitible
	Camino carrozable
	Camino de herradura

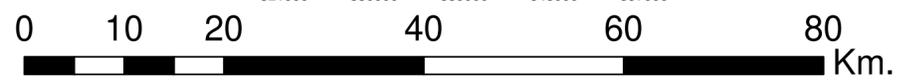
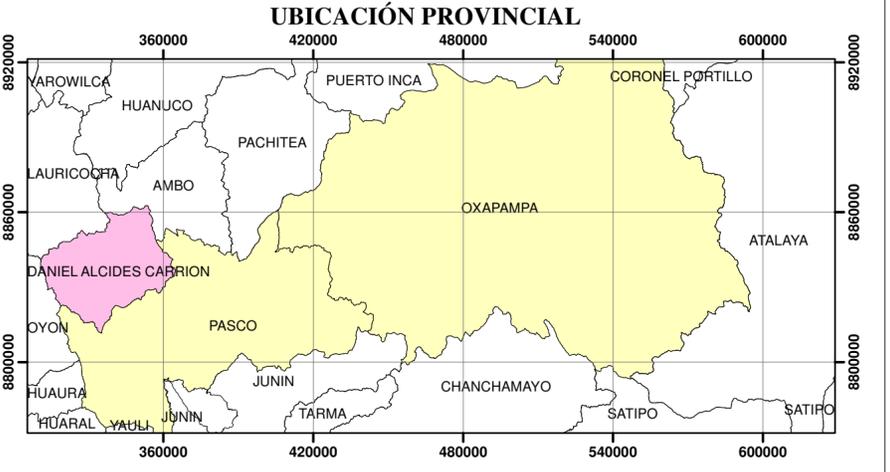
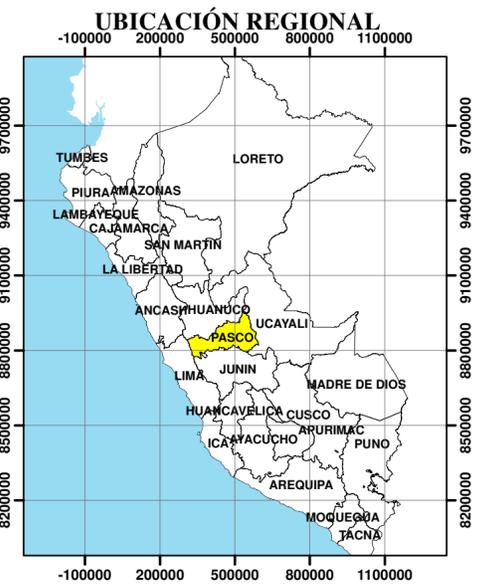
pueblos

	Capital de provincia
	Localidad común

RIOS

	ciud21j_p
	Laguna

Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

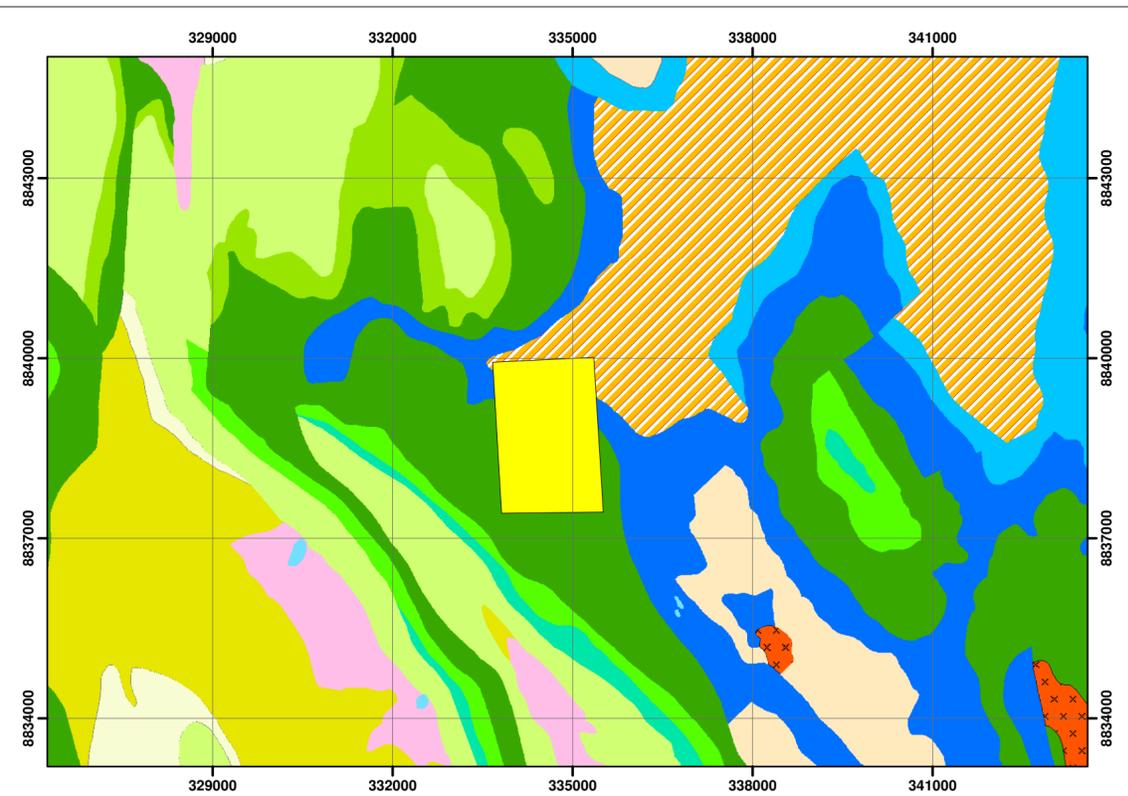
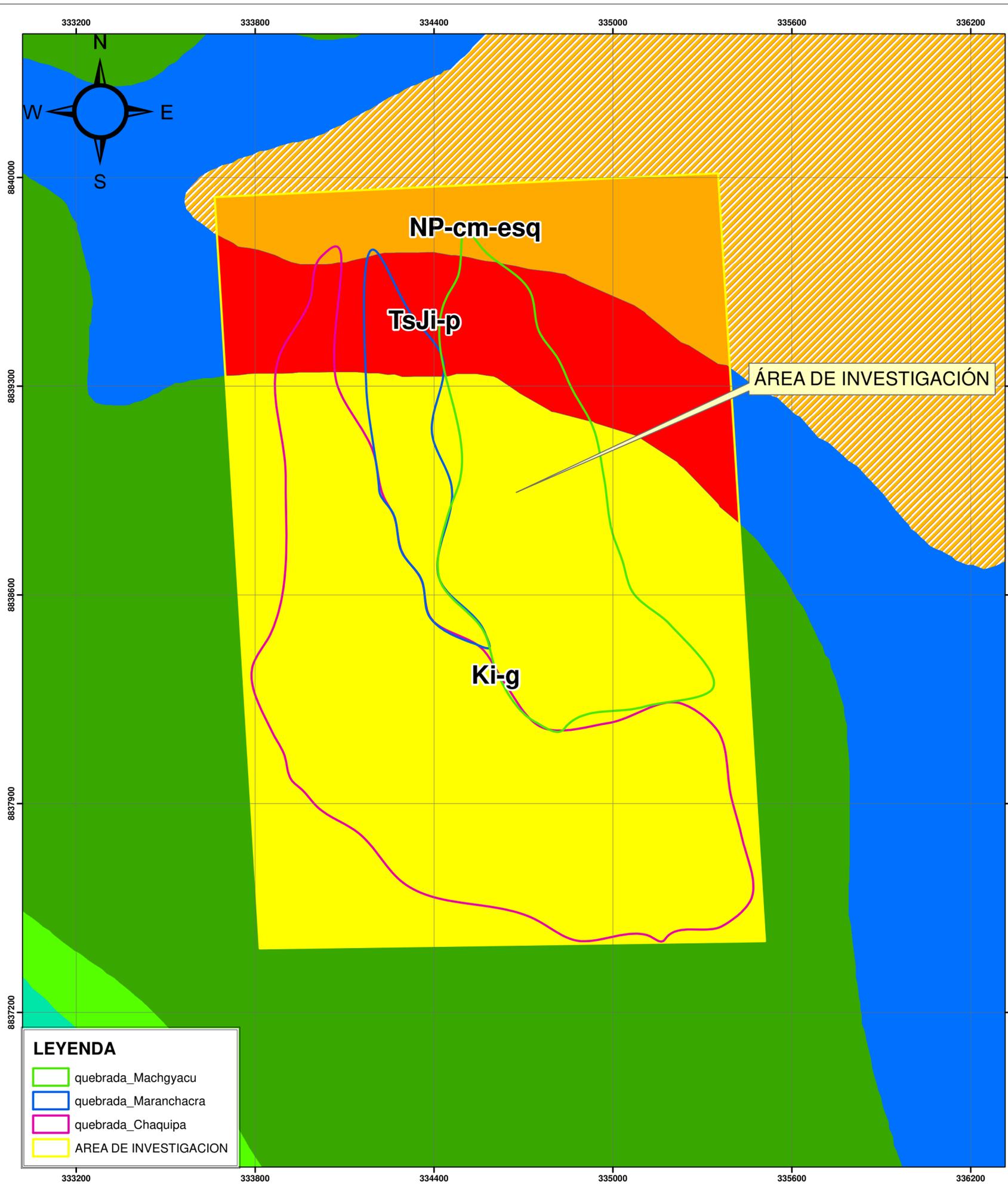


1:500,000
UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

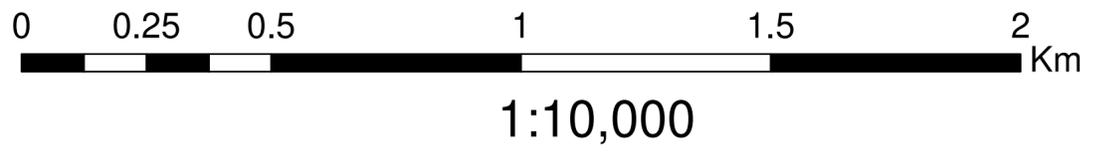
PROYECTO: AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRION, REGION PASCO

PIANO: PLANO DE UBICACIÓN			
BACHILLER: Jamerli Israel CHAVEZ SEGURA	V° B°:	DEPARTAMENTO: PASCO	
DISEÑO: J.I.C.H.S	PROPIETARIO: Jamerli Israel CHAVEZ SEGURA	PROFESOR: DANIEL A. C.	
FECHA: JUNIO - 2024	ESCALA: INDICADA	DISTRITO: YANAHUANCA	
SISTEMA DE COORDENADAS: UTM WGS - 84		LUGAR: YANAHUANCA	

PU - 01



LEYENDA	
	1 - muy baja
	2 - baja
	3 - moderada
	4 - alta
	5 - muy alta





UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRION, REGION PASCO

PLANO: PLANO GEOLÓGICO

BACHILLER: Jamerli Israel CHAVEZ SEGURA

DIRECCIÓN: J.I.C.H.S.

FECHA: JUNIO - 2024

ESCALA: INDICADA

SISTEMA DE COORDENADAS: UTM WGS - 84

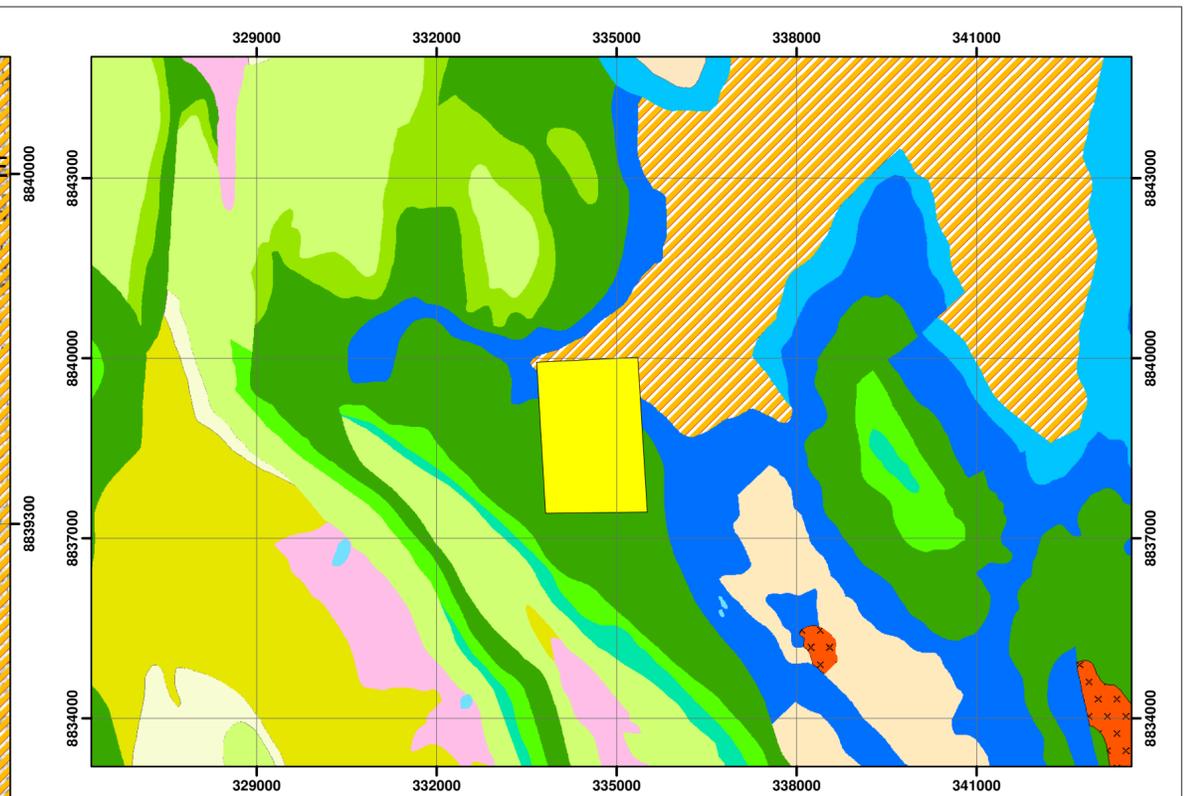
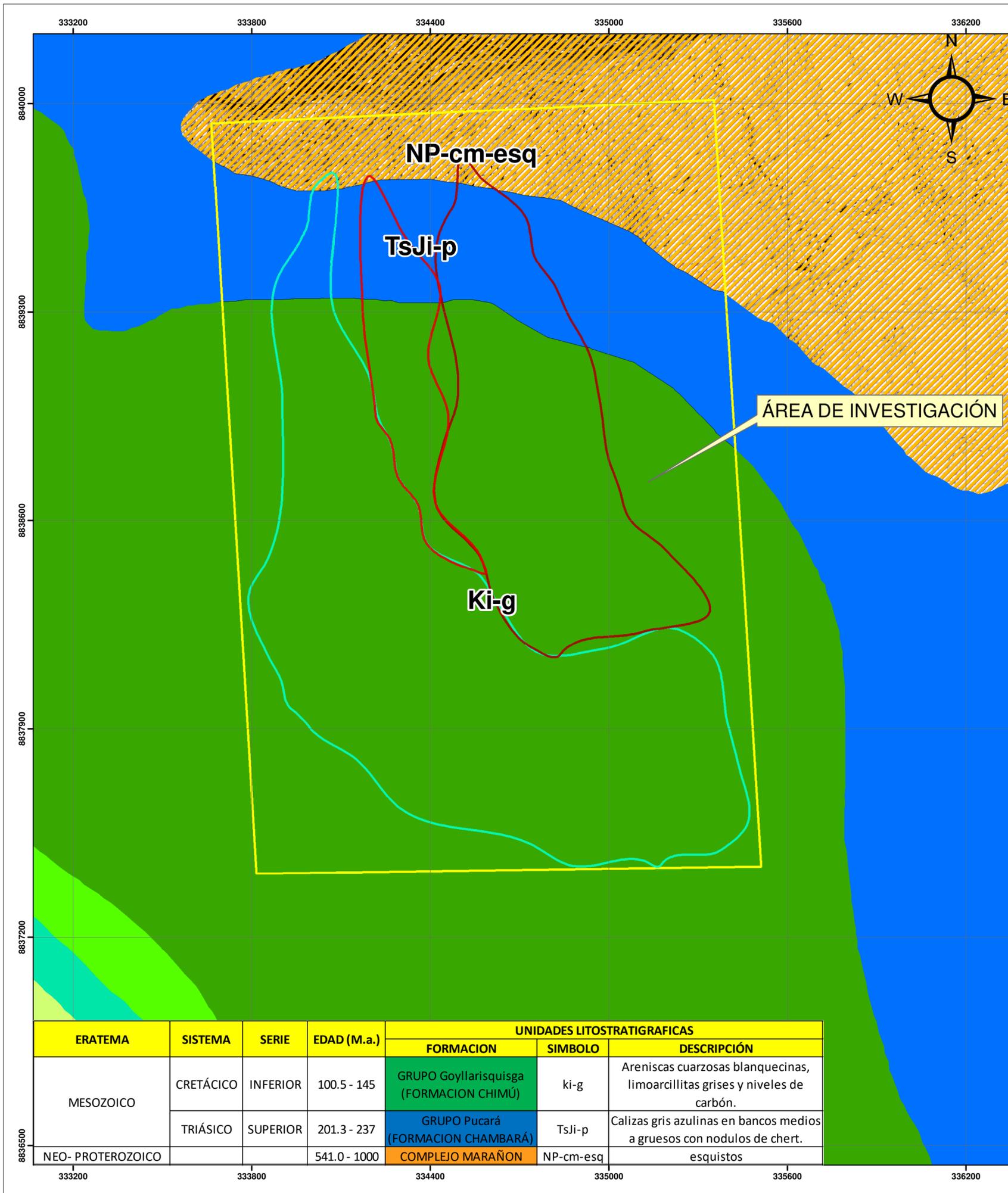
DEPARTAMENTO: PASCO

PROVINCIA: DANIEL A. C.

DISTRITO: YANAHUANCA

LUGAR: YANAHUANCA

LÁMINA: PG - 01



LEYENDA

- quebrada_Maranchacra
- quebrada_Machgyacu
- quebrada_Chaquipa
- AREA DE INVESTIGACION

GEOLOGIA

UNIDAD

- Complejo del Maraón - esquistos
- Grupo Goyllarisquizga
- Grupo Pucará



1:10,000

ERATEMA	SISTEMA	SERIE	EDAD (M.a.)	UNIDADES LITOSTRATIGRAFICAS		
				FORMACION	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
MESOZOICO	CRETÁCICO	INFERIOR	100.5 - 145	GRUPO Goyllarisquizga (FORMACION CHIMÚ)	ki-g	Areniscas cuarzosas blanquecinas, limoarcillitas grises y niveles de carbón.
	TRIÁSICO	SUPERIOR	201.3 - 237	GRUPO Pucará (FORMACION CHAMBARÁ)	Tsji-p	Calizas gris azulinas en bancos medios a gruesos con nodulos de chert.
NEO- PROTEROZOICO			541.0 - 1000	COMPLEJO MARAÑON	NP-cm-esq	esquistos



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRION, REGION PASCO

PLANO: PLANO GEOLÓGICO GENERAL

BACHILLER: Jamerli Israel CHAVEZ SEGURA

DIBUJO: J.I.C.H.S

FECHA: JUNIO - 2024

SISTEMA DE COORDENADAS: UTM WGS - 84

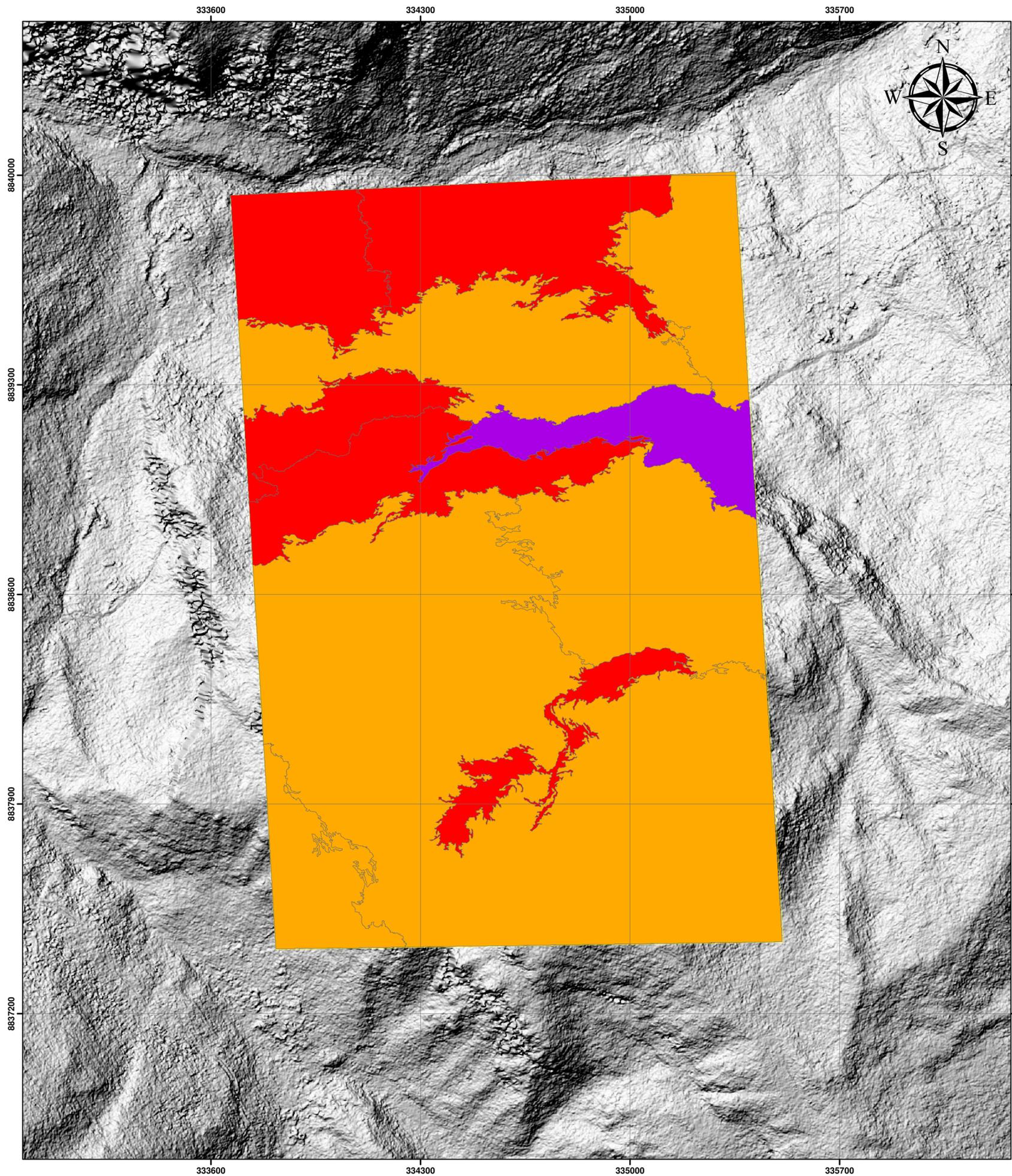
DEPARTAMENTO PASCO

PROVINCIA DANIEL A. C.

DISTRITO YANAHUANCA

LUGAR YANAHUANCA

LAMINA PGG - 01



CLASE DE PENDIENTE		CONDICIONES DEL TERRENO	COLOR	valor del paramatro
GRADOS	PORCENTAJE			
0-2	0-2	Planicie, sin denudacion apreciable.	Green	0
2-4	2-7	Pendiente muy baja, peligro erosión.	Light Green	1
4-8	7-15	Pendiente baja, peligro severo de erosión	Yellow	2
8-16	15-30	Pendiente moderada, deslizamientos ocasionales, peligro severo de erosión.	Orange	3
16-35	30-70	Pendiente fuerte, procesos denudacionales intensos (deslizamientos), peligro extremo de erosión de suelos.	Red	4
35-55	70-140	Pendiente muy fuerte, afloramientos rocosos, procesos denudacionales intensos, reforestaci ó n posible.	Dark Red	5
>55	>140	Extremadamentefuerte, afloramientos rocosos, procesos denudacionales severos (caidas de rocas), cobertura vegetal limitada.	Purple	6

LEYENDA

ANGULOS GRADOS

- 16 - 35
- 35 - 55
- < 55
- quebrada_Maranchacra
- quebrada_Machgyacu
- quebrada_Chaquipa
- AREA DE INVESTIGACION



1:10,000

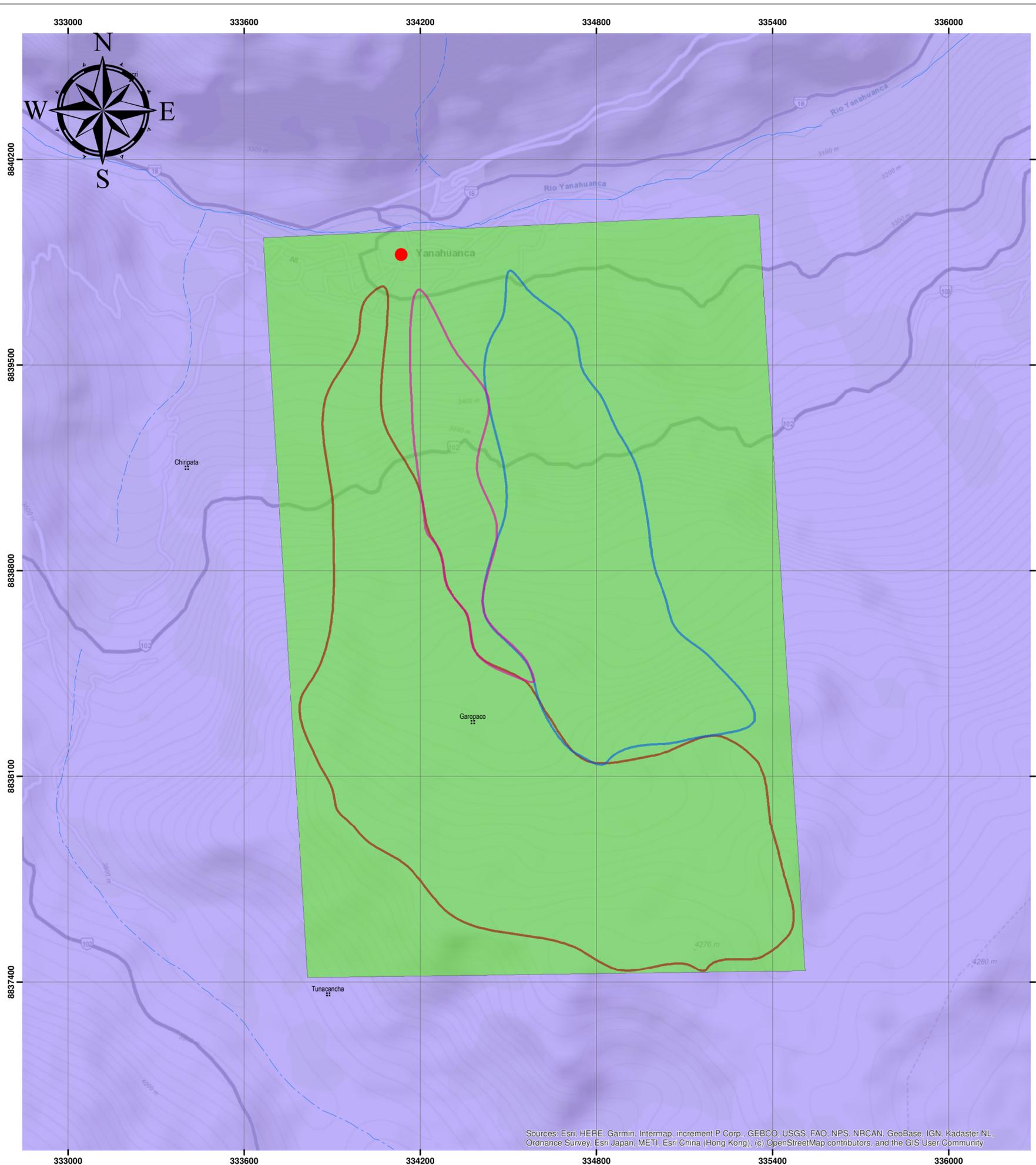
UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



PROYECTO: AMENAZA GEOTÉCNIA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRION, REGION PASCO

PLANO: PLANO DE PENDIENTES		Vº Bº: -
BAOILLER: Jamerli Israel CHAVEZ SEGURA	PROPIETARIO: Jamerli Israel CHAVEZ SEGURA	DEPARTAMENTO: PASCO
DIBUJO: J.I.C.H.S	FECHA: JUNIO - 2024	PROVINCIA: DANIEL A. C.
ESCALA: INDICADA	SISTEMA DE COORDENADAS: UTM WGS - 84	DISTRITO: YANAHUANCA

LAMINA: PPD - 01



mes	pre mm/D	días por mes	pre mm/M	mayor o menor que 125		valor asignado	
1	2.65	31	82.1	<	125	=>	0
2	4.09	28	114.4	<	125	=>	0
3	3.36	31	104.3	<	125	=>	0
4	1.78	30	53.5	<	125	=>	0
5	0.87	31	27.0	<	125	=>	0
6	0.51	30	15.3	<	125	=>	0
7	0.57	31	17.7	<	125	=>	0
8	0.46	31	14.2	<	125	=>	0
9	2.10	30	62.9	<	125	=>	0
10	0.99	31	30.8	<	125	=>	0
11	1.28	30	38.3	<	125	=>	0
12	2.59	31	80.3	<	125	=>	0

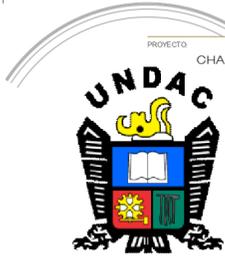
LEYENDA

- ESTACION DE YANAHUANCA
- PUEBLOS**
 - Capital de provincia
 - ⋈ Localidad común
- DRENAJES**
 - Río principal
 - Río secundario
 - - - Quebrada
 - Laguna
 - quebrada_Maranchacra
 - quebrada_Machgyacu
 - quebrada_Chaquiipa
 - HUMEDAD
- ISOYETAS**
 - 52.11707306 - 52.84707387
 - 52.84707388 - 53.57707469
 - 53.5770747 - 54.3070755
 - 54.30707551 - 55.03707631
 - 55.03707632 - 55.76707713
 - 55.76707714 - 56.49707794
 - 56.49707795 - 57.22707876
 - 57.22707877 - 57.95707957
 - 57.95707958 - 58.68708038



1:10,000

Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

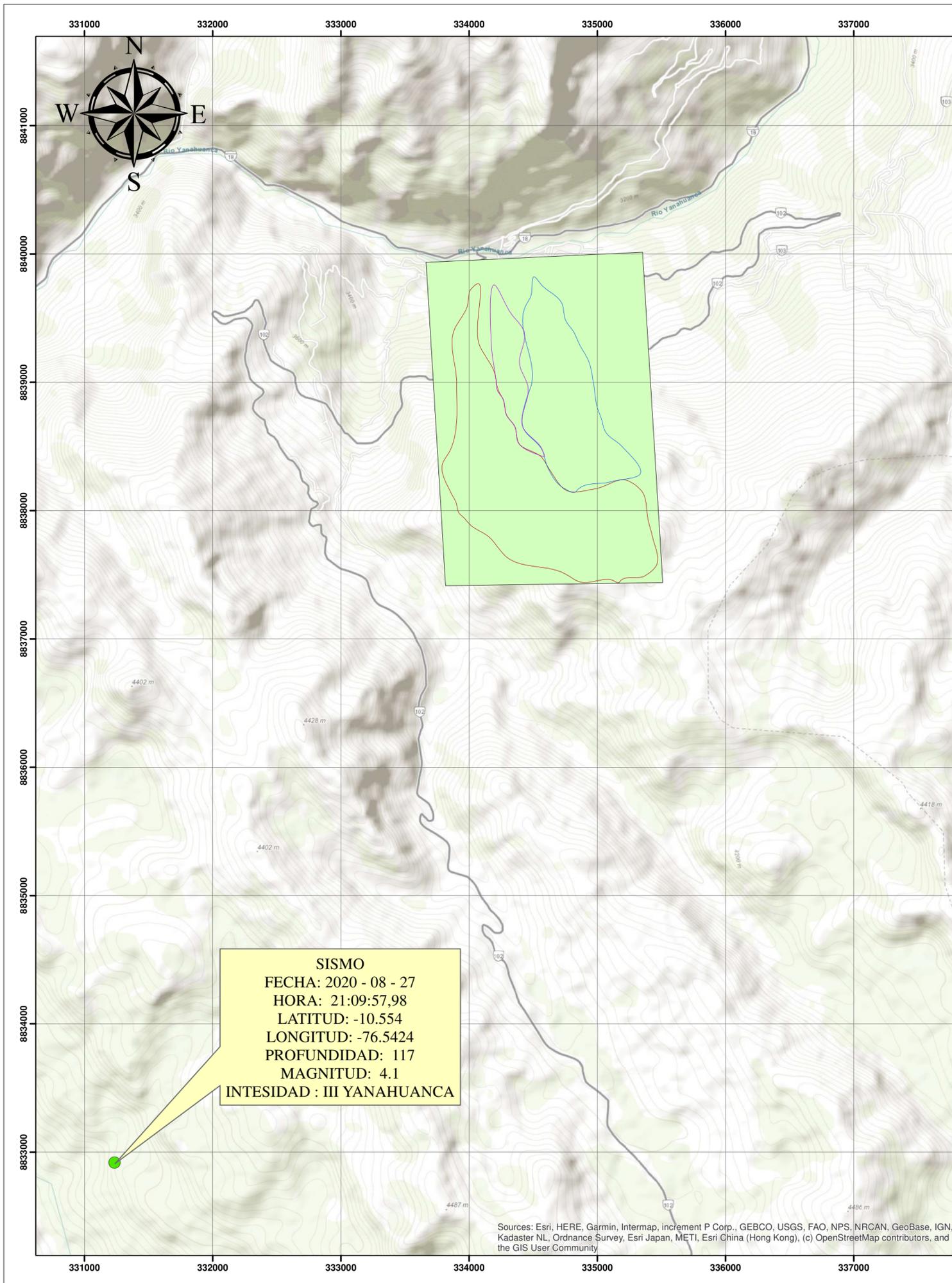


UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

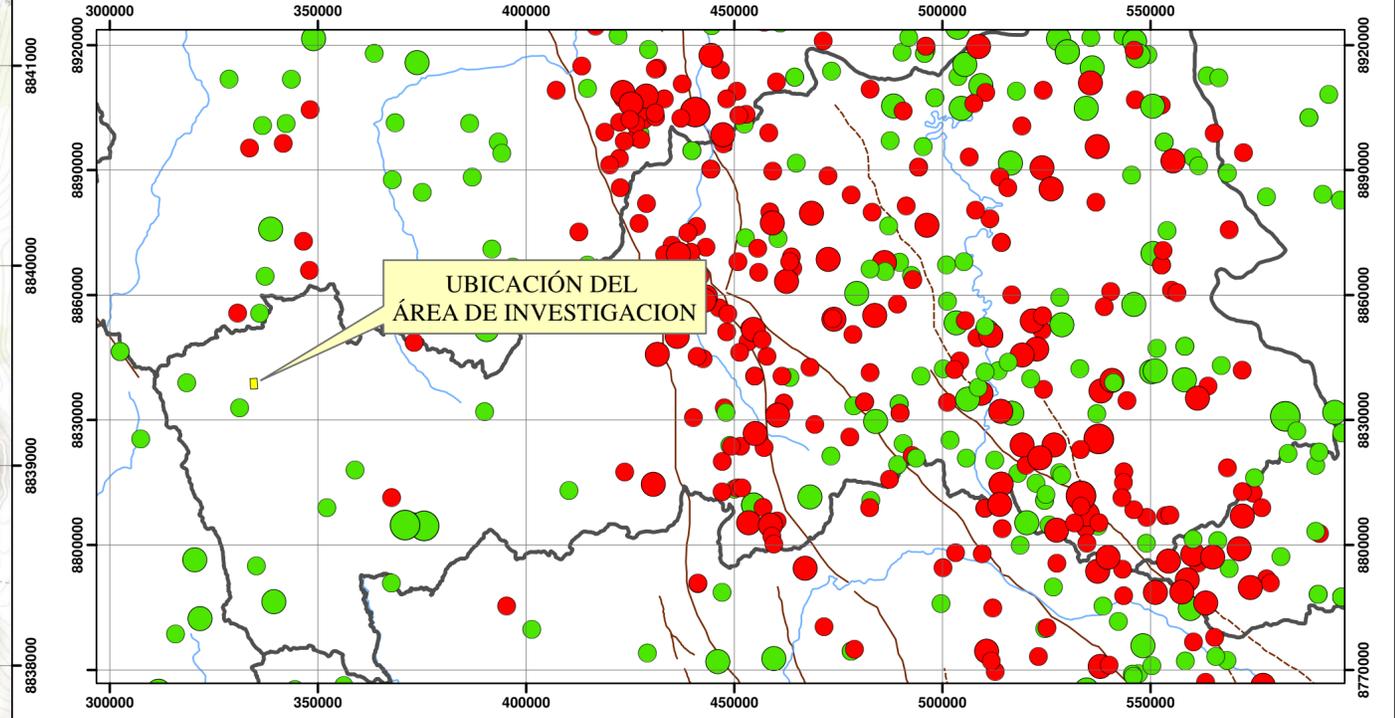
PROYECTO: AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRION, REGION PASCO

PLANO: PLANO DE HUMEDAD RELATIVA		V° B°:		DEPARTAMENTO: PASCO
BACHILLER: Jamerli Israel CHAVEZ SEGURA		PROPIETARIO: Jamerli Israel CHAVEZ SEGURA		PROVINCIA: DANIEL A. C.
DISEÑO: J.I.C.H.S		ESCALA: INDICADA		DISTRITO: YANAHUANCA
FECHA: JUNIO - 2024		SISTEMA DE COORDENADAS: UTM WGS - 84		UBICACION: YANAHUANCA

LÁMINA: PHR - 01



UBICACIÓN REGIONAL DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN EN EL PLANO SÍSMICO DEL PERÚ



MAPA SÍSMICO DEL PERÚ

Periodo: 1960 - 2021

LEYENDA

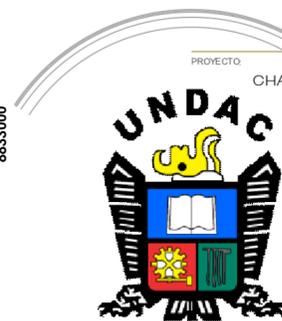
Profundidad (km)	Magnitud (Mw)				
	≥ 4.0	≥ 5.0	≥ 6.0	≥ 7.0	≥ 8.0
Superficial (≤ 60)					
Intermedio (61 - 300)					
Profundo (> 301)					

	quebrada_Maranchacra
	quebrada_Machgyacu
	quebrada_Chaquipa
	AREASISMICA



1:25,000

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



PROYECTO: AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRION, REGION PASCO

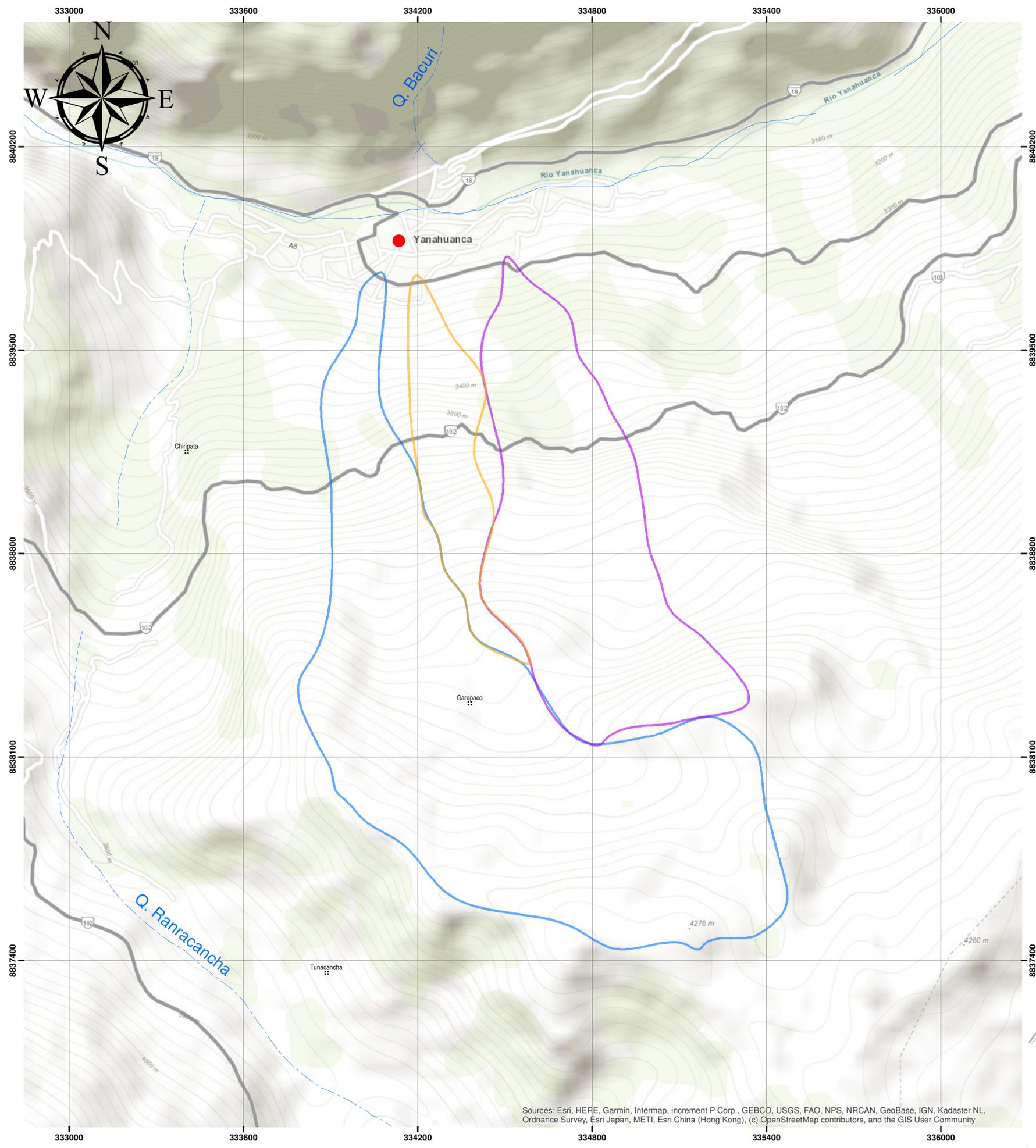
PLANO: PLANO SISMICO DEL PROYECTO	V° B°: -
BACHILLER: Jamerli Israel CHAVEZ SEGURA	PROPIETARIO: Jamerli Israel CHAVEZ SEGURA
DIBUJO: J.I.CH.S	DIRECCION: -
FECHA: JUNIO - 2024	ESCALA: INDICADA
SISTEMA DE COORDENADAS: UTM WGS - 84	

DEPARTAMENTO: PASCO
 PROVINCIA: DANIEL A. C.
 DISTRITO: YANAHUANCA
 LUGAR: YANAHUANCA

LAMINA: PSP - 01

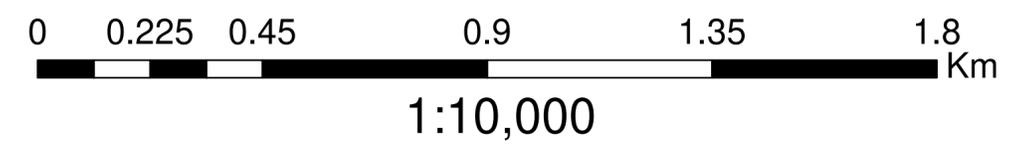
TABLA DE PRECIPITACIONES ANUALES DESDE EL 2009 - 2018

ESTACIÓN	YANAHUANCA / 000475 / DZ11				LATITUD:	10° 29' 22.57" S				DEPARTAMENTO:	PASCO			
PROPIETARIO:	SENAHMI				LONGITUD:	76° 30' 46.26" W				PROVINCIA:	DANIEL ALCIDES CARRIÓN			
PARÁMETRO:	PRECIPITACIÓN MÁX. EN 24 H (mm)				ALTITUD:	3150 msnm.				DISTRITO:	YANAHUANCA			
AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DECIEMBRE	Pp máx. Anual	
2009	20	17.6	27	31.5	13.4	2.3	15.7	8.3	6	15	30	18	31.5	
2010	21	20	12.9	9.9	2.8	5.8	0	0	5.2	12	31.3	25.5	31.3	
2011	21.2	21.8	25.5	21.5	3.2	0	5.1	2.2	4	11	17.1	28	28.0	
2012	13.7	17.2	11.9	17.1	4.2	15.8	5.8	2.2	18.2	13	23.4	33	33.0	
2013	17.8	19.2	19	10.3	4.7	4.1	4.1	7.1	4.1	13	15.2	12	19.2	
2014	14.8	17.9	17.8	10.6	10.1	5.9	7.8	4.3	12	12	15.8	20.7	20.7	
2015	23.6	30.7	32.0	23.8	19.6	9.0	8.7	12.6	18.3	24.5	31.1	31.7	32.0	
2016	18.4	20.3	28.8	12.3	2.8	4.2	10.2	7.8	10.5	12.1	7.1	19.2	28.8	
2017	23.3	17.2	30	16.1	10.8	15.0	6.1	5.6	22.7	11.8	15.4	20	30.0	
2018	27.7	29	22.6	32.6	12.7	11.3	4.8	23.5	10.8	17.6	14.5	13.6	32.6	
N° AÑOS	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
Pprom.	20.2	21.1	22.7	18.6	8.4	7.3	6.8	7.4	11.2	14.2	20.1	22.2	28.7	
Pmáx.	27.7	30.7	32.0	32.6	19.6	15.8	15.7	23.5	22.7	24.5	31.3	33.0	33.0	
Pmín.	13.7	17.2	11.9	9.9	2.8	0.0	0.0	0.0	4.0	11.0	7.1	12.0	19.2	



LEYENDA

- ESTACION DE YANAHUANCA
- PUEBLOS**
- Capital de provincia
- ⊘ Localidad común
- DRENAJES**
- Río principal
- Río secundario
- Quebrada
- Laguna
- quebrada_Maranchacra
- quebrada_Machgyacu
- quebrada_Chaquipa
- PRECIPITACIONES



Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community



UNDAC

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

AMENAZA GEOTECNIA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRION, REGION PASCO

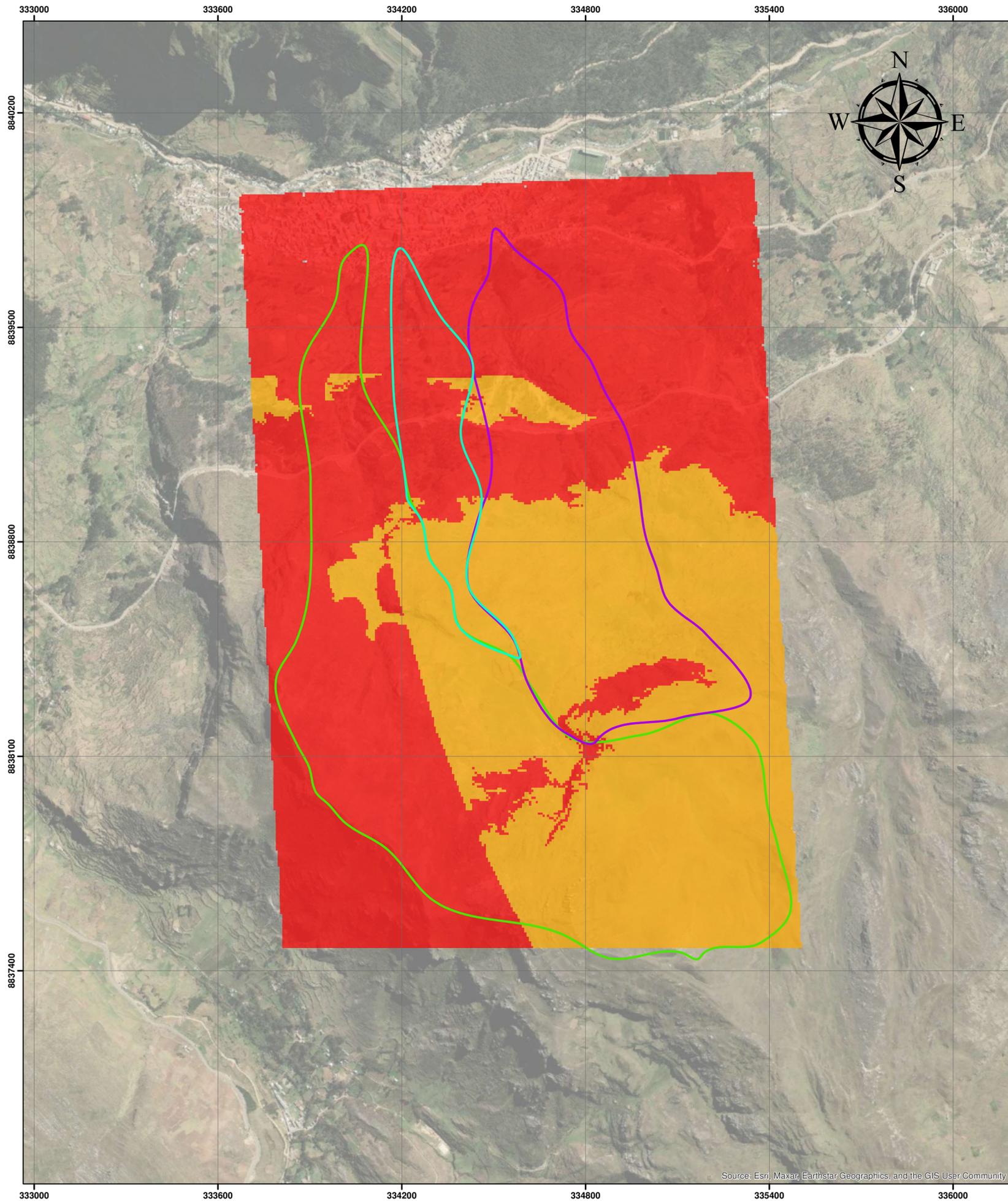
DEPARTAMENTO: PASCO
 PROVINCIA: DANIEL A. C.
 DISTRITO: YANAHUANCA
 LOCALIDAD: YANAHUANCA

PROYECTO: AMENAZA GEOTECNIA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRION, REGION PASCO

PLANO: PLANO DE PRECIPITACIONES

BOQUILLER:	Jamerli Israel CHAVEZ SEGURA	V° B°:	-
DIBUJO:	J.I.C.H.S	PROPIETARIO:	Jamerli Israel CHAVEZ SEGURA
FECHA:	JUNIO - 2024	ESCALA:	INDICADA
SISTEMA DE COORDENADAS:	UTM WGS - 84	DIRECCION:	-

LAMINA:
PPR - 01



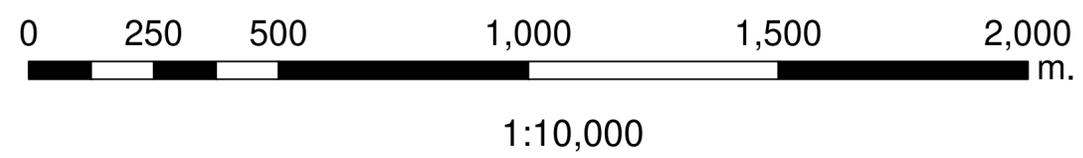
HEURISTICO + GEOTÉCNIA		
0.188	H+G	0.301
0.125	H+G	0.188
0.103	H+G	0.125
0.052	H+G	0.103

LEYENDA

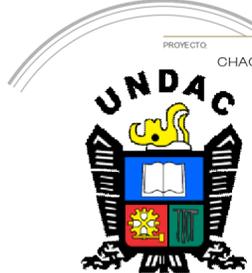
- quebrada_Maranchacra
- quebrada_Machgyacu
- quebrada_Chaquipa

SUSCEPTIBILIDAD + GEOTECNIA

- 0.169238806 - 0.18
- 0.18 - 0.28984949



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

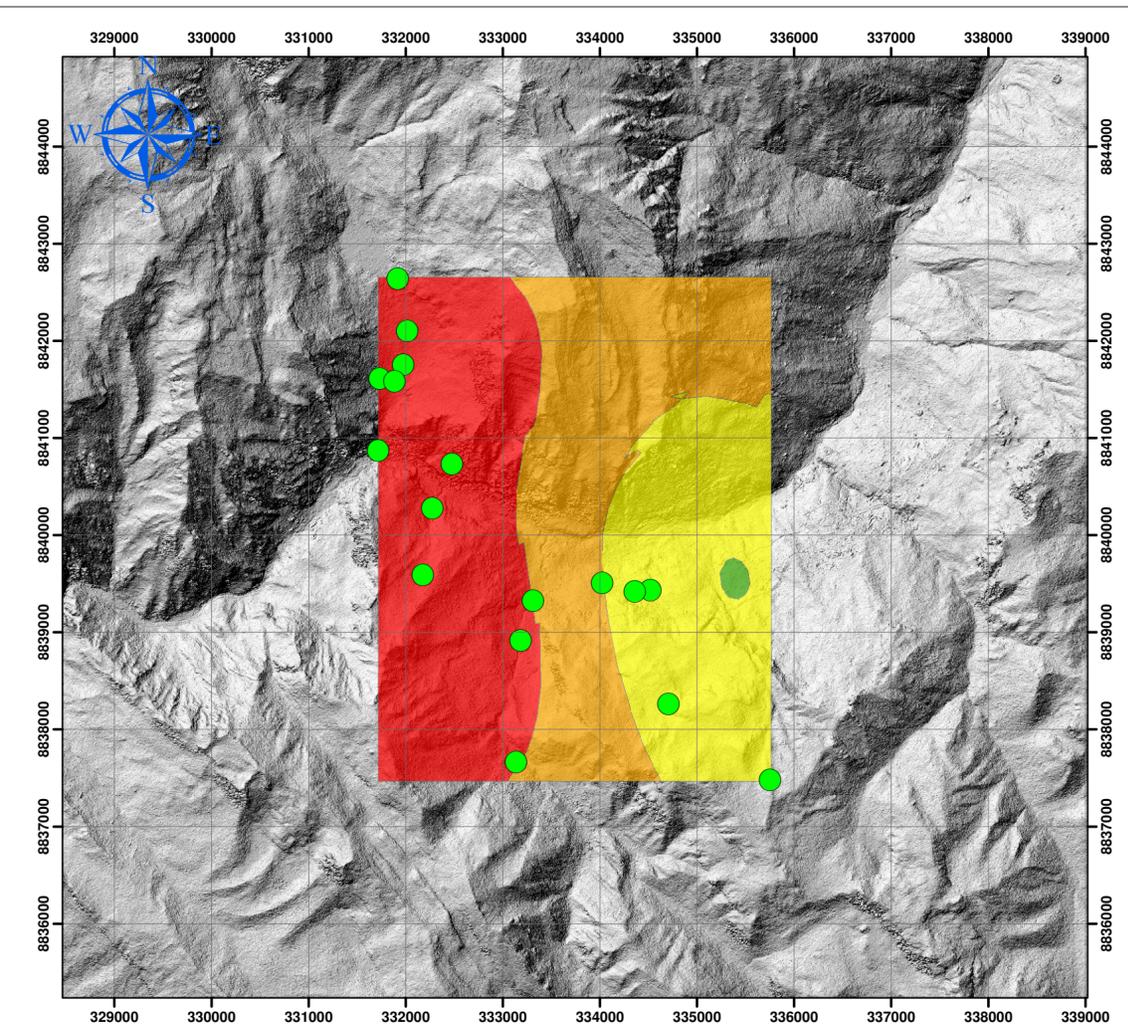
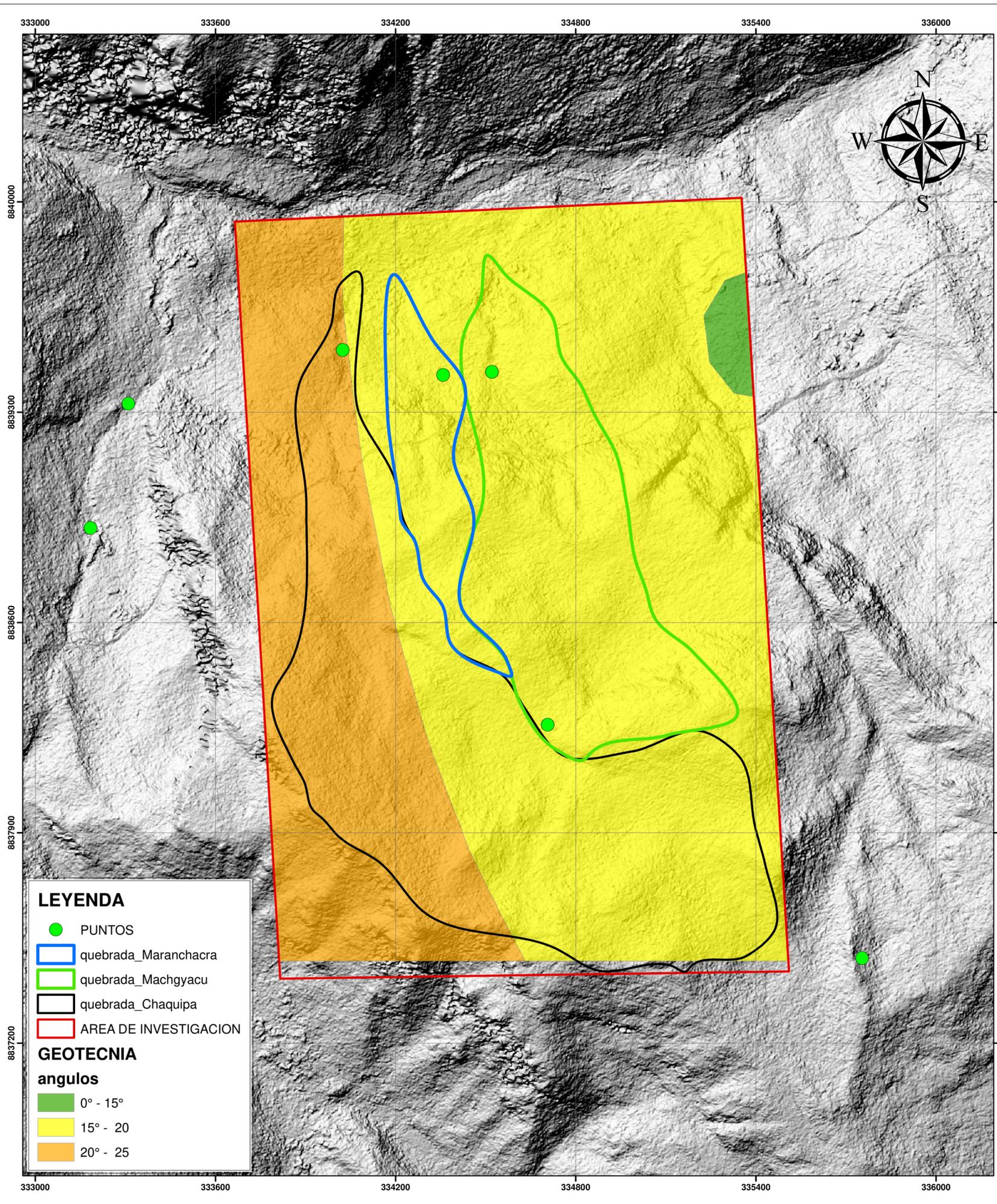


PROYECTO: AMENAZA GEOTÉCNIA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRION, REGION PASCO

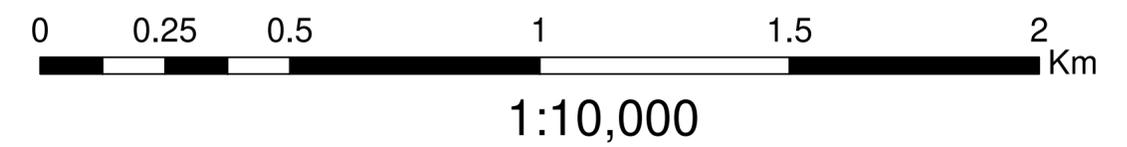
PLANO: PLANO DE SUSCEPTIBILIDAD POR MODELO HEURISTICO		DEPARTAMENTO: PASCO
BACHILLER: Jamerli Israel CHAVEZ SEGURA	Vº Bº: -	PROVINCIA: DANIEL A. C.
DIBUJO: J.I.C.H.S	PROPIETARIO: Jamerli Israel CHAVEZ SEGURA	DISTRITO: YANAHUANCA
FECHA: JUNIO - 2024	ESCALA: INDICADA	LUGAR: YANAHUANCA
SISTEMA DE COORDENADAS: UTM WGS - 84		

LAMINA:
SMH - 01

Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community



ID-CALICATA	C(KN/m2)	ANGULOS	COORDENADA UTM - WGS 84	
			ESTE	NORTE
A1	5.286	13.8	334521.42	8839434.41
A2	4.953	17.4	334358.28	8839424.03
A3	2.18	18.8	334024.40	8839506.78
A4	0.8	18.6	334706.77	8838260.38
A5	2.6	18.4	335754.06	8837482.81
B1	9.807	25.0	331919.00	8842643.00
B2	1.961	29.1	331976.00	8841754.00
B3	0.392	31.5	331733.00	8841614.00
B4	0.981	30.1	332176.80	8839593.70
B5	2.55	28.8	333184.54	8838915.04
B6	0.588	27.3	332476.96	8840733.37
B7	1.961	28.0	332274.83	8840276.58
B8	0.981	26.4	333310.59	8839328.25
B9	0.883	31.0	331886.03	8841582.03
B10	1.961	21.4	331718.03	8840872.03
B11	9.807	25.1	333137.54	8837665.94
B12	10.787	23.8	332017.03	8842103.03



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRION, REGION PASCO

PIANO: PLANO GEOTÉCNICO

BAJILLER: Jamerli Israel CHAVEZ SEGURA

TÍTULO: J.I.C.H.S

FECHA: JUNIO - 2024

SISTEMA DE COORDENADAS: UTM WGS - 84

V° F°: -

PROPIETARIO: Jamerli Israel CHAVEZ SEGURA

DIRECCION: -

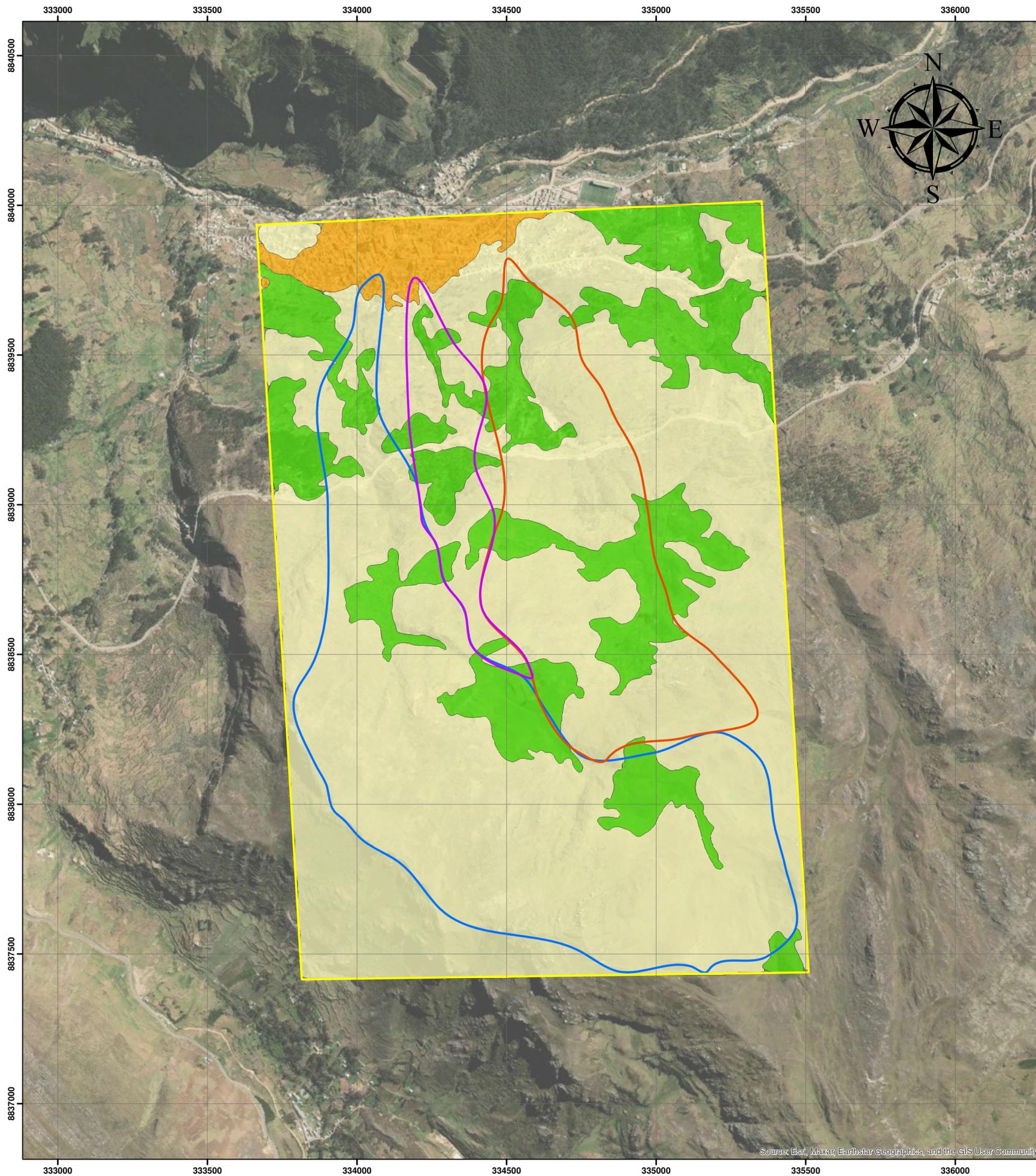
DEPARTAMENTO: PASCO

PROVINCIA: DANIEL A. C.

DISTRITO: YANAHUANCA

LUGAR: YANAHUANCA

LAMINA: PGT - 01



SISTEMA DE ASIGNACIÓN		
0.305	< CV <=	0.433
0.150	< CV <=	0.305
0.079	< CV <=	0.150
0.033	< CV <=	0.079

LEYENDA

- AREA DE INVESTIGACION
- quebrada_Maranchacra
- quebrada_Machgyacu
- quebrada_Chaquipa

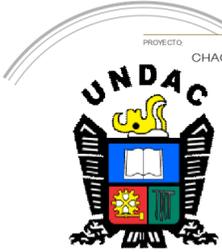
COBERTURA VEGETAL

% DE FALTA DE VEGETACIÓN

- 20%
- 40%
- 70%



1:10,000



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
 ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: AMENAZA GEOTÉCNICA POR DESLIZAMIENTOS EN LAS QUEBRADAS CHAQUIPA, MARANCHACRA Y MACHGYACU DEL DISTRITO DE YANAHUANCA PROVINCIA DANIEL ALCIDES CARRION, REGION PASCO

PIANO: PLANO DE COBERTURA VEGETAL		V°E°: -	
BACHILLER: Jamerli Israel CHAVEZ SEGURA	PROPIETARIO: Jamerli Israel CHAVEZ SEGURA	PROFESOR: DANIEL A. C.	LAMINA: PCV - 01
DIBUJO: J.I.C.H.S	FECHA: JUNIO - 2024	ESCALA: INDICADA	DISTRITO: YANAHUANCA
SISTEMA DE COORDENADAS: UTM WGS - 84		LUGAR: YANAHUANCA	

Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community

C. Matriz de Consistencia

Amenaza geotécnica por deslizamientos en las quebradas Chaquipa, Maranchacra y Machgayacu del Distrito de Yanahuanca, Provincia Daniel Alcides Carrión, Región Pasco

PROBLEMAS	OBJETIVOS	JUSTIFICACIÓN	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES
P. G.: ¿Cuál es el nivel de amenaza geotécnica por deslizamiento en las quebradas Chaquipa, Maranchacra y Machgayacu en el Distrito de Yanahuanca de la Provincia Daniel Alcides Carrión en la Región Pasco, en el año 2024?	O. G.: Determinar el nivel de amenaza geotécnica por deslizamientos en las quebradas Chaquipa, Maranchacra y Machgayacu en el Distrito de Yanahuanca de la Provincia Daniel Alcides Carrión en la Región Pasco, en el año 2024.	Debido a las diferentes condiciones naturales donde se encuentran ubicadas las quebradas Chaquipa, Maranchacra y Machgayacu, la probabilidad de que existan deslizamientos de cualquier tipo, es considerable; Así que determinar la amenaza geotécnica por deslizamiento y del área de estudio según una Zonificación de Amenaza Geotécnica, nos servirá como antecedente para realizar proyectos de disminuir el peligro a la que está expuesta la ciudad de Yanahuanca.	H. G.: Los deslizamientos en las quebradas Chaquipa, Maranchacra y Machgayacu, que pertenecen al Distrito de Yanahuanca, en la Provincia Daniel Alcides Carrión, Región Pasco, presentan una amenaza geotécnica, moderada, evidenciado por los resultados de los métodos de Mora-Vahrson y Reglas Empíricas, que consideran la interacción entre factores condicionantes y detonantes en la zona de estudio.	V. I: Amenaza Geotécnica	<ul style="list-style-type: none"> - Nivel de Susceptibilidad - Tipo de Evento Detonante - Ángulo de Fricción del Suelo - Cohesión del Suelo
P. E. 1: ¿Cuál es el factor de susceptibilidad que afecta el nivel de amenaza geotécnica por deslizamiento en las quebradas Chaquipa, Maranchacra y Machgayacu en el Distrito de Yanahuanca de la Provincia Daniel Alcides Carrión en la Región Pasco, en el año 2024?	O. E. 1: Determinar el factor de susceptibilidad que afecta el nivel de amenaza geotécnica por deslizamiento en las quebradas Chaquipa, Maranchacra y Machgayacu en el Distrito de Yanahuanca de la Provincia Daniel Alcides Carrión en la Región Pasco, en el año 2024.		H. E. 1: Los factores de susceptibilidad que determinan el nivel de amenaza geotécnica en las quebradas estudiadas presentan condiciones significativas, caracterizadas por pendientes superiores a 16°, presencia de materiales con resistencia al corte moderado, niveles de humedad con una precipitación mensual menor a 125 mm y propiedades geotécnicas desfavorables con un ángulo de fricción menor a 35°.	V. D.: Deslizamientos	<ul style="list-style-type: none"> - Tipo de Suelo - Tipo de Roca - Elevación del Terreno - Pendiente de Terreno
P. E. 2: ¿Cuál es el factor detonante que afecta el nivel de amenaza geotécnica por deslizamiento en las quebradas Chaquipa, Maranchacra y Machgayacu en el Distrito de Yanahuanca de la Provincia Daniel Alcides Carrión en la Región Pasco, en el año 2024?	O. E. 2: Determinar el factor detonante que afecta el nivel de amenaza geotécnica por deslizamiento en las quebradas Chaquipa, Maranchacra y Machgayacu en el Distrito de Yanahuanca de la Provincia Daniel Alcides Carrión en la Región Pasco, en el año 2024.		H. E. 2: Los factores detonantes incrementan significativamente el nivel de amenaza geotécnica, evidenciado por precipitaciones menores a 50 mm por un tiempo menor a 10 años y una actividad sísmica caracterizada por eventos de magnitud menor a 4.5 en la escala de Richter en un radio de 10 km de la zona de estudio.	V. IT.: Factores Condicionantes Factores Desencadenantes	<ul style="list-style-type: none"> - Elevación del Terreno - Pendiente de Terreno - Tipo de Roca - Promedio de Precipitación Mensual