

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7269

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL CENTRO POBLADO VILLA MEJORADA

Departamento Ayacucho
Provincia Huanta
Distrito Llochegua



JUNIO
2022

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL CENTRO POBLADO VILLA MEJORADA

(Distrito LLochegua, provincia Huanta, departamento Ayacucho)

Elaborado por la
Dirección de Geología
Ambiental y Riesgo
Geológico del Ingemmet

Equipo de investigación:

Norma L. Sosa Senticala

Ely M. Ccorimanya Challco

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2022). "Evaluación de peligros geológicos en el centro poblado Villa Mejorada". Distrito LLochegua, provincia Huanta, departamento Ayacucho", informe técnico N°A7269, Ingemmet. 41 p.

ÍNDICE

RESUMEN.....	1
DEFINICIONES	2
1. INTRODUCCIÓN.....	4
1.1. Objetivos del estudio.....	4
1.2. Antecedentes y trabajos anteriores	4
1.3. Aspectos generales	6
1.3.1. Ubicación.....	6
1.3.2. Población.....	6
1.3.3. Accesibilidad.....	6
1.3.4. Clima	8
2. ASPECTOS GEOLÓGICOS.....	9
2.1. Unidades litoestratigráficas	9
2.1.1. Grupo Cabanillas (D-c).....	9
2.1.2. Depósitos cuaternarios	11
3.1. Pendientes del terreno.....	12
3.2. Unidades geomorfológicas	14
3.2.1. Subunidad de montañas en rocas sedimentarias (RM-rs):	14
3.2.2. Subunidad de vertiente coluvio-deluvial (V-cd):	15
3.2.4. Depósito antrópico (Dan)	17
4.1. Peligros geológicos por movimientos en masa.....	18
4.2. Deslizamiento en el Centro Poblado Villa Mejorada	19
4.2.1. Características visuales del evento	23
4.2.2. Daños por peligros geológicos	26
4.2.3. Análisis de perfil transversal del deslizamiento.....	27
4.2.4. Factores condicionantes.....	29
4.2.5. Factores detonantes o desencadenantes	29
4.2.6. Factores antrópicos	29
5. CONCLUSIONES.....	30
6. RECOMENDACIONES.....	31
7. BIBLIOGRAFÍA.....	32
ANEXO 1: MAPAS	33
ANEXO 2: MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN.....	38
ANEXO 3: FORMATO DE DESCRIPCIÓN DE SUELOS SUPERFICIALES.....	41

RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa, realizado en el centro poblado Villa Mejorada, que pertenecen a la jurisdicción de la Municipalidad distrital de Llochegua, provincia Huanta, departamento Ayacucho. Con este trabajo, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – Ingemmet, cumple con una de sus funciones que consiste en brindar asistencia técnica de calidad e información actualizada, confiable, oportuna y accesible en geología en los tres niveles de gobierno.

Las rocas que afloran en las zonas evaluadas y alrededores corresponden a areniscas, lutitas micáceas, limoarcillitas; estas se presentan muy fracturadas y altamente meteorizadas (Grupo Cabanillas). Se observan depósitos coluvio-deluviales compuesto por fragmentos líticos de areniscas y limoarcillitas, angulosos a subangulosos con diámetros que varían de 0.04 a 0.07 m; envueltos en una matriz limo-arcilloso, altamente erosionable y susceptible a movimientos en masa tipo deslizamientos, derrumbes.

Las geoformas identificadas corresponden a montañas modeladas en rocas sedimentarias y geoformas de piedemonte (vertiente con depósitos de deslizamiento, coluvio-deluvial) localizados en laderas de montañas cuyos rangos de pendientes van desde moderado (5° a 15°) a muy fuerte (25° a 45°).

El 13 de setiembre del 2019, cerca del centro poblado de Villa Mejorada y a 45 m de su local comunal, en dirección noreste, se generó un deslizamiento rotacional que presenta una corona de 309 m de longitud y 509 m de distancia entre la escarpa y el pie del deslizamiento. El evento destruyó 5 vivienda y afectó otras 3, así como también al sistema de desagüe y agua potable, terrenos de cultivo: mango, café y coca.

También se observó la reactivación de otro deslizamiento ubicado al suroeste del local del centro poblado, presentando una escarpa con longitud de 480 m y un emplazamiento de 284 m hacia el suroeste. Estos eventos afectan terrenos de cultivo.

Se le atribuye como factor detonante, las lluvias continuas e intensas registradas en la zona de estudio, con umbrales de 38.3 mm, coadyuvados y sumados a ellos las características de sitio, como: Substrato rocoso muy fracturado y altamente meteorizado, presencia de suelos inconsolidados de fácil erosión, laderas con pendientes moderadas a muy fuerte (5° - 45°). Así como la presencia de surgencias de aguas subterráneas.

Por las condiciones geológicas, geomorfológicas y dinámicas mencionadas anteriormente, al centro poblado Villa Mejorada se considera como **Zona Crítica** y de **Peligro Muy Alto** a la ocurrencia de deslizamientos y derrumbes, susceptibles hacer reactivados con lluvias intensas y excepcionales.

Finalmente, se brinda algunas recomendaciones a fin de que las autoridades competentes pongan en práctica restringir la construcción de nuevas viviendas e infraestructura u otra actividad antrópica dentro y en alrededores del cuerpo del deslizamiento, implementar un Sistema de Alerta Temprana (SAT) para monitorear el deslizamiento, entre otros.

DEFINICIONES

El Perú es un país que por su variedad de climas, complejidad geológica y ubicación en el denominado “Cinturón de Fuego del Pacífico”, está expuesto a diversos peligros geológicos que pueden convertirse en desastres. Se brinda una definición de los términos más importantes del presente informe:

ACTIVO	Movimiento en masa que actualmente se está moviendo, bien sea de manera continua o intermitente.
AGRIETAMIENTO	Formación de grietas causada por esfuerzos de tensión o de compresión sobre masas de suelo o roca, o por desecación de materiales arcillosos.
EROSIÓN	Parte del proceso denudativo de la superficie terrestre que consiste en el arranque y transporte de material de suelo o roca por un agente natural como el agua, el viento y el hielo, o por el hombre. De acuerdo con el agente, la erosión se puede clasificar en eólica, fluvial, glaciar, marina y pluvial. Por su aporte, de acuerdo con las formas dejadas en el terreno afectado se clasifica como erosión en surcos, erosión en cárcavas y erosión laminar.
DESLIZAMIENTO	Movimiento ladero debajo de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla. Según la forma de la superficie de falla se clasifican en traslacionales (superficie de falla plana u ondulada) y rotacionales (superficie de falla curva y cóncava).
ESCARPE, SIN.: (ESCARPA)	Superficie vertical o semi vertical que se forma en macizos rocosos o de depósitos de suelo debido a procesos denudativos (erosión, movimientos en masa, socavación), o a la actividad tectónica. En el caso de deslizamientos se refiere a un rasgo morfométrico de ellos.
EROSIÓN	Parte del proceso denudativo de la superficie terrestre que consiste del arranque y transporte de material de suelo o roca por un agente natural como el agua, el viento y el hielo, o por el hombre. De acuerdo con el agente, la erosión se puede clasificar en eólica, fluvial, glaciar, marina y pluvial. Por su aporte, de acuerdo a las formas dejadas en el terreno afectado se clasifica como erosión en surcos, erosión en cárcavas y erosión laminar.
FACTOR CONDICIONANTE	Se refiere al factor natural o antrópico que condiciona o contribuye a la inestabilidad de una ladera o talud, pero que no constituye el evento detonante del movimiento.
FACTOR DETONANTE	Acción o evento natural o antrópico, que es la causa directa e inmediata de un movimiento en masa. Entre ellos pueden estar, por ejemplo, los terremotos, la lluvia, la excavación del pie de una ladera, la sobrecarga de una ladera, entre otros.

FORMACIÓN GEOLÓGICA	Es una unidad litoestratigráfica formal que defino cuerpos de rocas caracterizados por unas propiedades litológicas comunes (composición y estructura) que las diferencian de las adyacentes.
FRACTURA	<p>Corresponde a una estructura de discontinuidad menor en la cual hay separación por tensión, pero sin movimiento tangencial entre los cuerpos que se separan.</p> <p>Lutita: Roca sedimentaria de grano muy fino, de textura pelítica, es decir integrada por detritos clásticos constituidos por partículas de tamaños de la arcilla y del limo.</p>
METEORIZACIÓN	Se designa así a todas aquellas alteraciones que modifican las características físicas y químicas de las rocas y suelos. La meteorización puede ser física, química y biológica. Los suelos residuales se forman por la meteorización in situ de las rocas subyacentes.
MOVIMIENTOS EN MASA	Son procesos que incluyen todos aquellos movimientos ladera abajo, de una masa de rocas o suelos por efectos de la gravedad. En el territorio peruano, los tipos más frecuentes corresponden a caídas, deslizamientos, flujos, reptación de suelos, entre otros.
PELIGRO O AMENAZA GEOLÓGICA	Es un proceso o fenómeno geológico que podría ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales.
REACTIVADO	Movimiento en masa que presenta alguna actividad después de haber permanecido estable o sin movimiento por algún periodo de tiempo.
RETROGRESIVO	Tipo de actividad de un movimiento en masa, en el cual la superficie de falla se extiende en la dirección opuesta al movimiento del material desplazado.
SUSCEPTIBILIDAD A MOVIMIENTOS EN MASA	La susceptibilidad está definida como la propensión o tendencia de una zona a ser afectada o hallarse bajo la influencia de un proceso de movimientos en masa determinado. La estimación de la susceptibilidad se basa en la correlación de los principales factores (intrínsecos) que contribuyen en la formación de movimientos en masa.

1. INTRODUCCIÓN

El Ingemmet, ente técnico-científico que desarrolla a través de los proyectos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR) la “Evaluación de peligros geológicos a nivel nacional (ACT. 11)”, contribuye de esta forma con entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno mediante el reconocimiento, caracterización y diagnóstico del peligro geológico (movimientos en masa, entre otros peligros geológicos) en zonas que tengan elementos vulnerables.

Atendiendo las solicitudes del Gobierno Regional de Ayacucho, según Oficio N°201-2021-GRA/SIREDECI-ST; es en el marco de nuestras competencias que se realiza la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en el centro poblado Villa Mejorada.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet designó a la Ingeniera Norma Sosa Senticala y a la Geol. Ely Ccorimanya Chalco, para realizar la evaluación de peligros geológicos respectiva, en el sector previamente mencionado, la cual se realizó el día 25 de marzo del presente año en coordinación con representantes de la Unidad de Gestión del Riesgo de Desastres de la Municipalidad Distrital de Llochegua.

La evaluación técnica se basa en la recopilación y análisis de información existente de trabajos anteriores realizados por Ingemmet, los datos obtenidos durante el trabajo de campo (puntos de control GPS, fotografías terrestres y aéreas), el cartografiado geológico y geodinámico, con lo que finalmente se realizó la redacción del informe técnico.

Este informe se pone en consideración de la Municipalidad Distrital de Llochegua, Gobierno Regional de Ayacucho y entidades encargadas de la gestión del riesgo de desastres, , donde se proporcionan resultados de la inspección y recomendaciones para la mitigación y reducción del riesgo de desastres, a fin de que sea un instrumento técnico para la toma de decisiones.

1.1. Objetivos del estudio

El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Evaluar, caracterizar los peligros geológicos por movimientos en masa en el centro poblado Villa Mejorada.
- b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes de la ocurrencia de peligros geológicos.
- c) Proponer medidas de prevención, reducción y mitigación ante peligros geológicos evaluados en la etapa de campo.

1.2. Antecedentes y trabajos anteriores

Existen trabajos previos y publicaciones del Ingemmet, que incluyen sectores aledaños a las zonas de evaluación (informes técnicos) y otros estudios regionales relacionados

a temas de geología y geodinámica externa (boletines), de los cuales destacan los siguientes:

- A) El boletín Geología del cuadrángulo de Llochegua (hojas 25o1, 25o2, 25o3, 254), (Gómez et al. 2021), Escala 1:50 000, donde indican que en el área de estudio afloran el Grupo Cabanillas que corresponden a una secuencia de areniscas, lutitas, limoarcillitas.
- B) Peligro Geológico en la Región Ayacucho de la Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, (Vílchez et al. (2019), en el que por escala de análisis (1:300 000.) se caracteriza al área de estudio como susceptibilidad muy alta a la ocurrencia de movimientos en masa (figura 1). Entendiéndose, la susceptibilidad a movimientos en masa, como la propensión que tiene una determinada zona a ser afectada por un determinado proceso geológico (movimiento en masa), expresado en grados cualitativos y relativos.
- C) Revisión y actualización de los cuadrángulos de San José de Secce (25-ñ), Llochegua (25-o), Huanta (26-ñ) y San Francisco (26-o), (Monge & Montoya, 2003), describen la geología de la zona de estudio y alrededores que corresponden principalmente a rocas sedimentarias del Grupo Cabanillas.

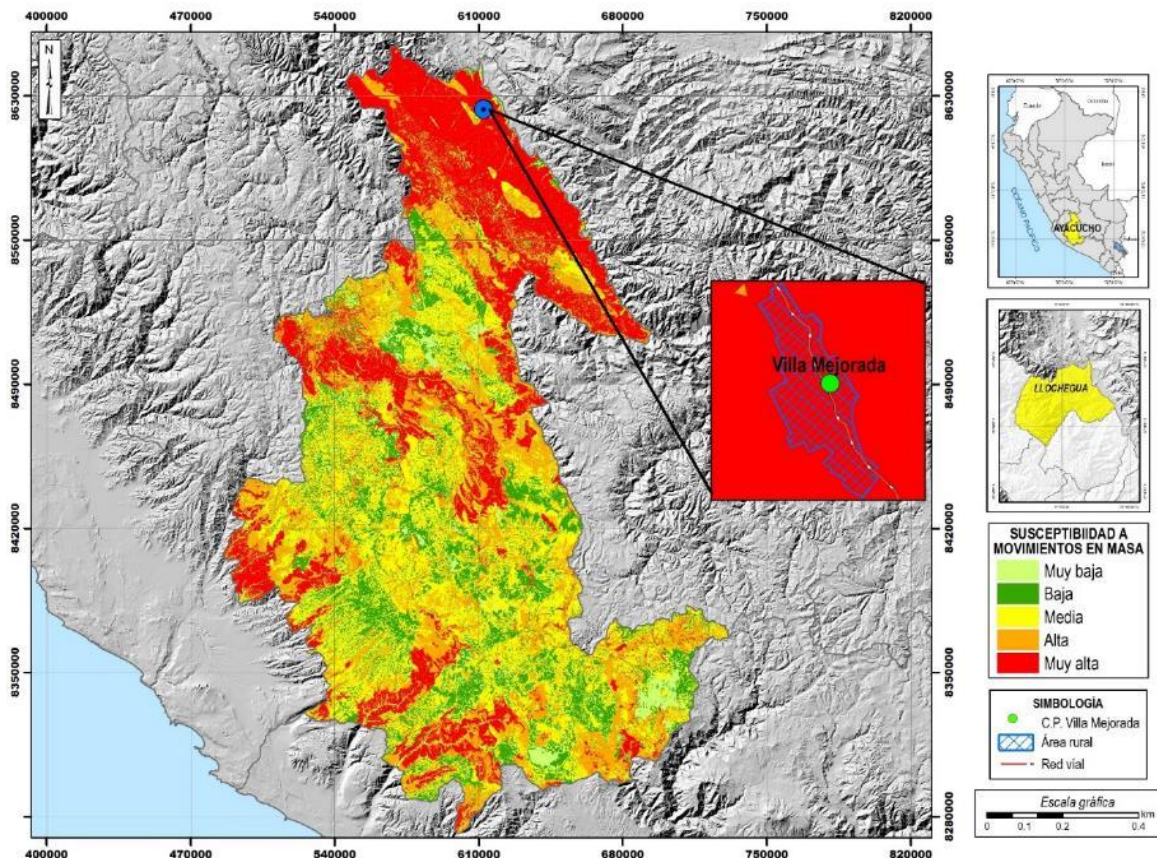


Figura 1: Susceptibilidad por movimientos en masa del centro poblado Villa Mejorada.
Fuente: Vílchez et al., 2020.

1.3. Aspectos generales

1.3.1. Ubicación

El centro poblado Villa Mejorada políticamente pertenece al distrito de LLochegua, provincia Huanta y departamento de Ayacucho (figura 2).

Cuenta con las siguientes coordenadas UTM (WGS84 – Zona 18S), se muestra en el cuadro 1:

Cuadro 1. Coordenadas del área de estudio.

N°	UTM - WGS84 - Zona 18L		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	611305.59	8624296.69	- 12.44°	- 73.97°
2	613279.55	8624598.82	- 12.43°	- 73.95°
3	613412.88	8622779.41	-12.45°	- 73.95°
4	611581.67	8622634.34	-12.45°	-73.97°
COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA O EVENTO PRINCIPAL				
C	612443.01	8623574.47	-12.44°	-73.96°

1.3.2. Población

Según el Censo Nacional 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidad Indígenas, la población del centro poblado Villa Mejorada es de 497 habitantes, distribuidos según total de 199 viviendas.

Cuadro 2. Población censada.

Varones	Mujeres	Total de población
269	228	497

1.3.3. Accesibilidad

El acceso se realizó por vía terrestre desde la sede central de Ingemmet (Lima), hasta el área de estudio mediante la siguiente ruta, (cuadro 2):

Cuadro 3. Ruta de acceso.

Ruta	Tipo de vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Lima – Ayacucho	Asfaltada	560	10 horas 10 min
Ayacucho – Llochegua	Asfaltada	219	6 horas 10 min
Llochegua – C.P. Villa Mejorada	Trocha carrozable	20	1 hora

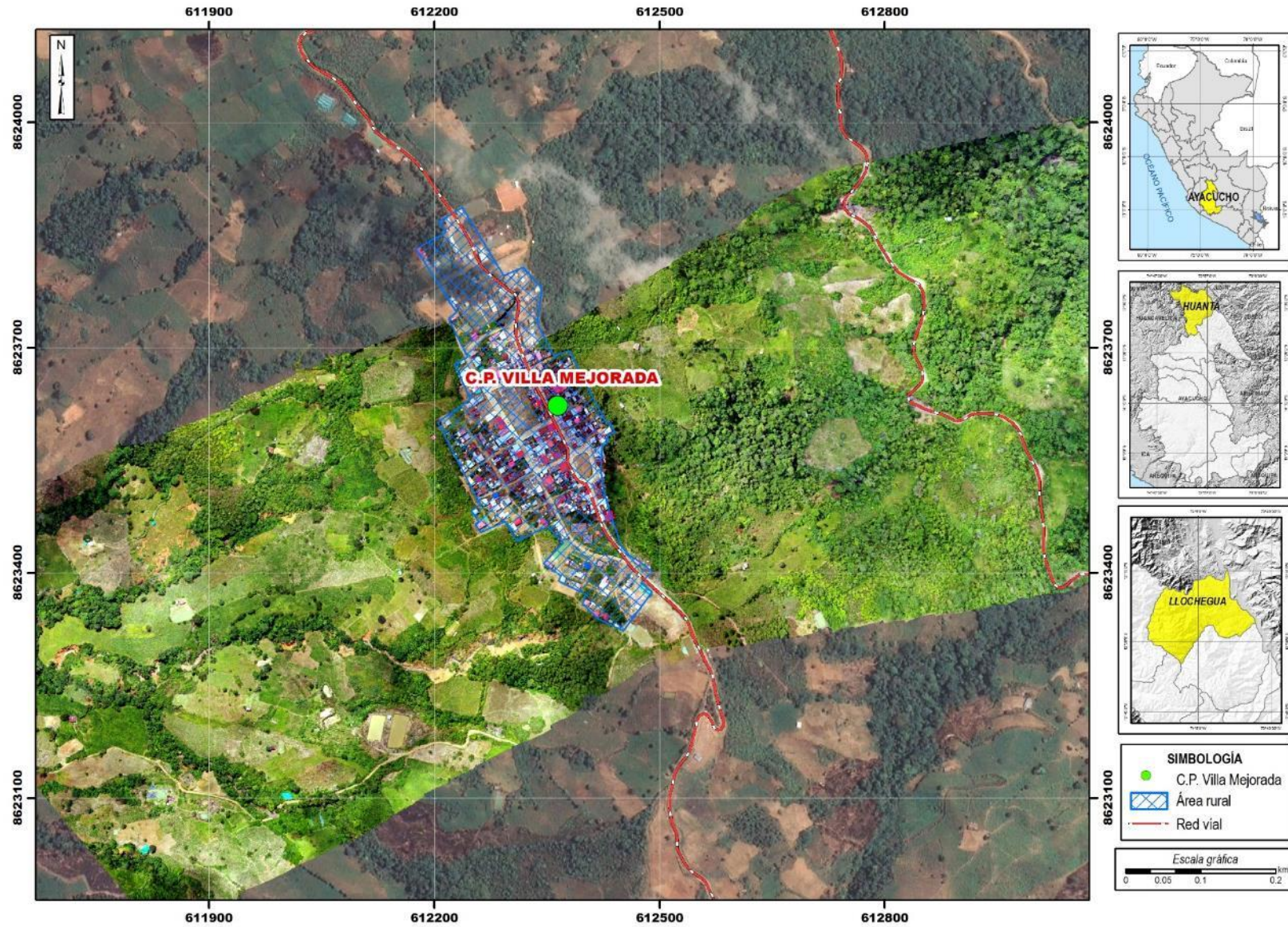


Figura 2: Ubicación del centro poblado Villa Mejorada, distrito de Llochegua..

1.3.4. Clima

Según la clasificación climática de Thornthwaite (SENAMHI, 2020), el centro poblado de Villa Mejorada, presenta un clima lluvioso con precipitaciones abundante en todas las estaciones, presentando ambientes cálidos y muy húmedo.

En cuanto a la cantidad de lluvia, según datos meteorológicos y pronóstico del tiempo del servicio de aWhere (que analiza los datos de 2 millones de estaciones meteorológicas virtuales en todo el mundo, combinándolos con datos raster y de satélite), la precipitación máxima registrada en el último periodo 2018-2022, fue de 38.3 mm, (figura 3). Cabe recalcar que las lluvias son abundantes en todas las estaciones.

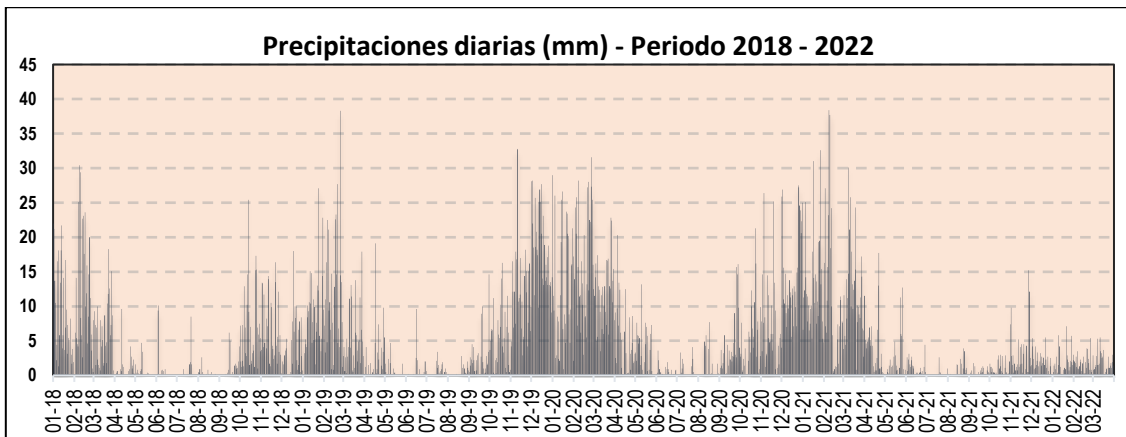


Figura 3. Precipitaciones máximas diarias en mm, distribuidas a lo largo del periodo 2018-2021. La figura permite analizar la frecuencia de las anomalías en las precipitaciones pluviales que inducen al desarrollo de la erosión del suelo. **Fuente:** Landviewer, disponible en: <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history/field/7843417>.

La temperatura anual oscila entre un máximo de 25 °C en verano y un mínimo de 0 °C en invierno (figura 4), y humedad promedio de 66.04% (figura 4). Durante casi todo el año, (Servicio aWhere).

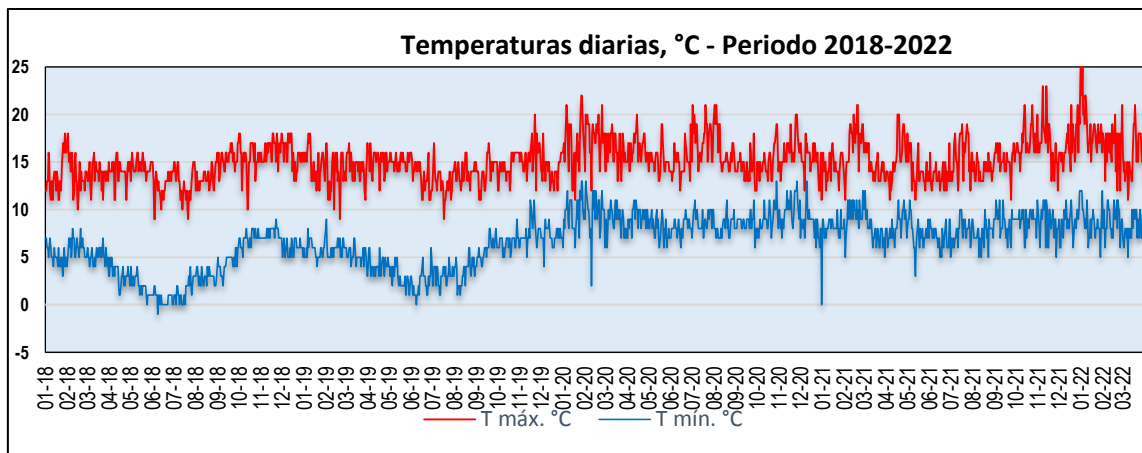


Figura 4. Temperaturas máximas y mínimas diarias, distribuidas a lo largo del periodo 2018-2022. La figura permite analizar la variedad, saltos extremos de temperatura, duración y regularidad. **Fuente:** Landviewer, disponible en: <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history/field/7843417>.

2. ASPECTOS GEOLÓGICOS

La geología local, se desarrolló teniendo como base el mapa geológico del cuadrángulo de Llochegua, hojas (25o1, 25o2, 25o3, 25o4) a escala 1:50,000 (Gómez, *et al.* 2021), así como la referencia de: “Revisión y actualización de los cuadrángulos de San José de Secce (25-ñ), Llochegua (25-o), Huanta (26-ñ) y San Francisco (26-o) (Monge & Montoya, 2003)” a escala 1:100 000, publicados por Ingemmet.

De igual manera, esta información se complementó con trabajos de interpretación de imágenes de satélite, vuelos de dron y observaciones de campo.

2.1. Unidades litoestratigráficas

Las unidades litoestratigráficas que afloran son principalmente de origen sedimentario del Grupo Cabanillas; así como depósitos recientes coluvio-deluvial, (anexo 1 – mapa 01).

2.1.1. Grupo Cabanillas (D-c)

Litológicamente consiste de una intercalación de areniscas, lutitas micáceas, limoarcillitas pizarrosas de color gris oscuro, en estratos medianos a delgados, con una intercalación de lutitas y areniscas en estratos delgados y laminares hasta de 10 centímetros, con algunas intercalaciones de areniscas oscuras y gris verdosas de grano grueso (Monge & Montoya, 2003)

En la zona de estudio se identificaron afloramientos de limoarcillitas de coloración gris oscuro a beige, estas rocas se encuentran altamente meteorizadas (A4), con espaciamentos entre 0.30 – 0.05 muy fracturas (F4), (figura 5 y 6).



Fotografía 1. Se observa areniscas altamente meteorizadas, ubicadas al noreste de la plaza del centro poblado.



Figura 5. Vista tomado con dirección al suroeste, donde se observa el afloramiento del Grupo Cabanillas, conformado por una secuencia de limoarcillitas, ubicado entre las coordenadas UTM 8623352 N, 612341 E con una altitud de 1289 m s.n.m.



Figura 6. Sustrato rocoso conformado por una secuencia de limoarcillitas beige a grises las cuales se encuentran muy fracturadas, con espaciamentos próximas entre sí (0.06 – 0.25 m), además se presentan altamente meteorizado.

2.1.2. Depósitos cuaternarios

a. Depósito coluvio-deluvial (Q-cd):

Se localizan en forma caótica al pie de laderas por acción de la gravedad y acción de las aguas de escorrentía. Están compuestos por fragmentos líticos de limoarcillitas angulosos a subangulosos con diámetros que varían de 0.04 a 0.07 m envueltos en una matriz limo-arcilloso, (figura 7). Son producto de la meteorización de rocas sedimentarias y removidos por procesos de movimientos en masa.



Figura 7. Material de depósito coluvio-deluvial compuesto por fragmentos de roca angulosos a subangulosos de tamaños variables (0.04 a 0.09), envueltos en una matriz limo-arcillosa.

b. Depósito antropógeno (Q-an):

Antropógeno o antrópico, es un término que designa a lo que está vinculado de algún modo al ser humano. La geotecnia, lo identifica como un terreno que ha sido modificado por el hombre. Para el caso del área de estudio está asociado al relleno integrados por basuras y/o escombros y/o suelos removidos o mezclados, (figura 8).



Figura 8. Vista del depósito antropógenos (Q-an), originado por la acción del hombre en el relleno de suelo.

3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

3.1. Pendientes del terreno

El análisis de la pendiente del terreno es un parámetro importante en la evaluación de procesos por movimientos en masa; ya que actúa como factor condicionante y dinámico en la generación de movimientos en masa.

En el anexo 1 – Mapa (02) de pendientes, elaborado en base a información del modelo de elevación digital de 12.5 m de resolución (USGS). De acuerdo a este mapa, el centro poblado Villa Mejorada, se localizan en laderas de montañas cuyos rangos de pendientes van desde moderado (5° a 15°) a muy fuerte (25° a 45°). Este rango de pendientes es el resultado de una intensa erosión y desgaste de la superficie terrestre, cuyas características principales se describen en el cuadro 4:

Cuadro 4. Rango de pendientes del terreno.

RANGOS DE PENDIENTES		
Pendiente	Rango	Descripción
0°-1°	Llano	Son terrenos llanos cubiertos por depósitos cuaternarios que se distribuyen principalmente a lo largo de terrazas aluviales.
1° a 5°	Inclinación suave	Terrenos planos con ligera inclinación que se distribuyen a lo largo de planicies y terrazas aluviales. En este rango se ubica principalmente al fondo del valle del río Chuimacota, ubicado al

		noroeste de la zona de estudio. Así mismo un porcentaje mínimo de los pobladores instalaron sus viviendas.
5°a 15°	Moderado	Terrenos con moderada pendiente, se ubican principalmente al pie de las laderas de montañas sedimentarias, quebradas y fondo de valles. En este rango se ubica el centro poblado de Villa Mejorada.
15°a 25°	Fuerte	Pendientes que se distribuyen indistintamente en las laderas de las montañas; a su vez, estas inclinaciones condicionan la erosión de laderas en las vertientes o piedemontes. En este rango se generaron los deslizamientos en direcciones noreste y noroeste.
25°a 45°	Muy Fuerte	Ocupan áreas pequeñas, ubicadas al noreste donde se encuentran laderas de montañas sedimentarias, así como en sus márgenes del río Acón. En este rango de pendiente, generalmente se registran procesos de deslizamientos, derrumbes y flujos.
>45°	Muy escarpado	Ocupa áreas muy reducidas, distribuidas a lo largo de laderas.

La figura 9, muestra el mapa de pendientes del centro poblado Villa Mejorada, elaborado en base al modelo de elevación digital (con 0.096 m/píxel de resolución) resultado del levantamiento fotogramétrico con dron en la zona de estudio.

A nivel general, la pendiente del terreno en el área del deslizamiento varía de 30° a > 45°, los cuales se categorizan desde pendiente muy fuerte hasta muy escarpado (mapa 2).

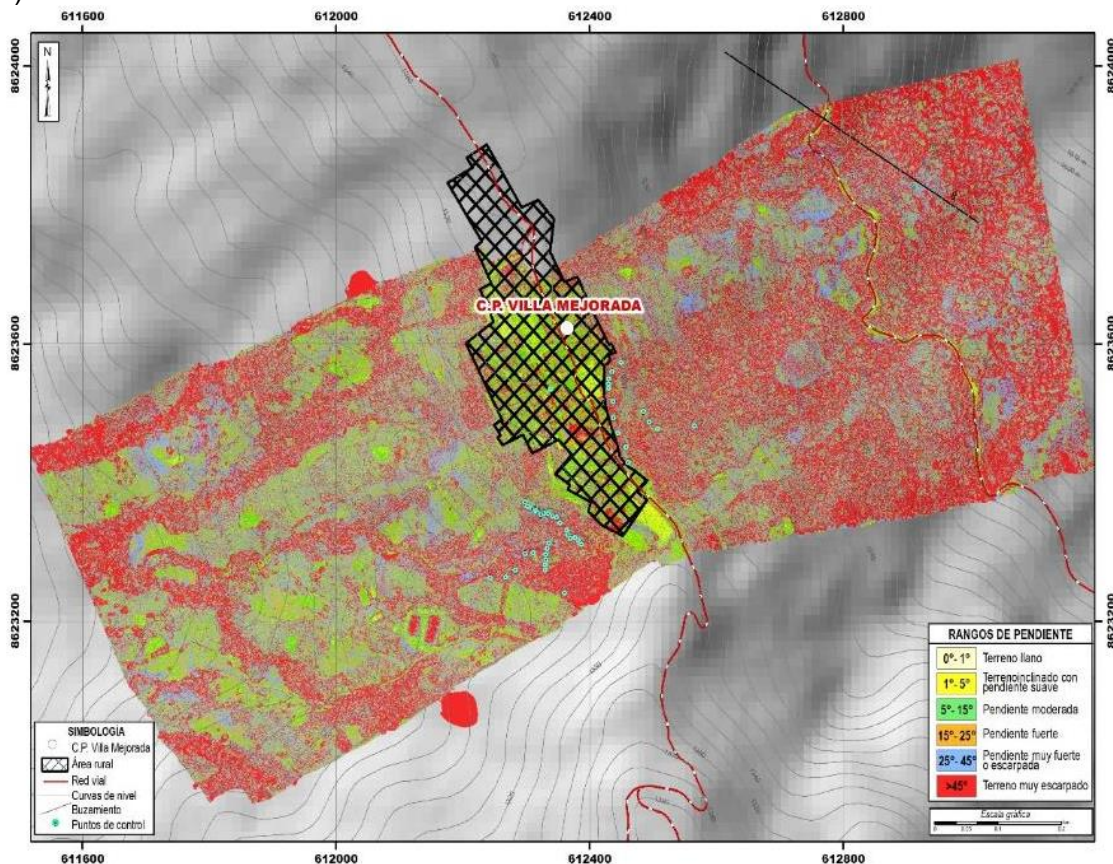


Figura 9. Pendiente del terreno en el deslizamiento y alrededores del C.P. Villa Mejorada, generado en base al modelo de elevación digital, resultado del levantamiento fotogramétrico con Dron.

3.2. Unidades geomorfológicas

Para la caracterización de las unidades y subunidades geomorfológicas en el área de estudio se realizó utilizando el criterio principal de homogeneidad relativa y la caracterización de aspectos de origen del relieve. Asimismo, para la delimitación de las subunidades geomorfológicas, se consideró los límites de las unidades litoestratigráficas (substrato rocoso y depósitos superficiales).

Para la caracterización de las unidades geomorfológicas en el área de estudio (anexo 1 – mapa 03), se consideraron criterios de control como: la homogeneidad litológica y caracterización conceptual en base a aspectos del relieve en relación con la erosión, denudación y sedimentación, (Vílchez, et al., 2019).

En la zona evaluada y alrededores se han identificado las siguientes geoformas:

Cuadra 5. Unidades y subunidades geomorfológicas

Unidades geomorfológicas de carácter tectónico degradacional y erosional	
Unidad	Subunidad
Montaña	Montañas en roca sedimentaria (RM-rs)
Unidades geomorfológicas de carácter depositacional o agradacional	
Unidad	Subunidad
Piedemonte	Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial (V-cd)
	Vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd)

A) Unidad de montañas

Tienen una altura de más de 300 m con respecto al nivel base local; diferenciándose las siguientes subunidades según el tipo de roca que las conforman y los procesos que han originado su forma actual, (Villota, 2005).

3.1.1. Subunidad de montañas en rocas sedimentarias (RM-rs):

Esta subunidad geomorfológica se encuentran las elevaciones de terreno que forman parte de las cordilleras, son levantadas por la actividad tectónica y su morfología actual depende de procesos exógenos degradacionales.

El relieve montañoso corresponde a rocas sedimentarias del Grupo Cabanillas, conformadas por intercalación de areniscas, lutitas micáceas, limoarcillitas pizarrosas, con pendientes moderadas (5°-15°) a muy fuertes (25°-45°), geodinámicamente se encuentra asociado a movimientos en masa de tipo deslizamiento, caídas (derrumbes) y erosión de laderas (fotografía 2).



Fotografía 2. Vista de la subunidad de montañas modeladas en rocas sedimentarias (RM-rs), cuyas laderas presentan pendientes de fuerte a muy fuerte (15° - 45°).

B) Unidad de Piedemonte

Corresponde a la acumulación de material muy heterogéneo, constituido por bloques, cantos, arena, limos y arcilla inconsolidados ubicado al pie de las cadenas montañosas; estos depósitos ocupan grandes extensiones. Se identificó las siguientes subunidades:

3.1.2. Subunidad de vertiente coluvio-deluvial (V-cd):

Son depósitos inconsolidados, localizados al pie de laderas de montañas sedimentarias, resultantes de la acumulación de material de origen coluvial y deluvial. Los principales agentes formadores de esta subunidad son los procesos de erosión de suelos, la gravedad, las lluvias, el viento, agua de escorrentía superficial y son altamente susceptibles a sufrir procesos geodinámicos como deslizamientos y derrumbes.

Compuestos principalmente por fragmentos líticos de limoarcillitas y areniscas con diámetros que varían de 0.055 a 0.07 m, angulosos a subangulosos envueltos en una matriz de limos y arcillas, (fotografía 3). Estas geoformas se encuentran ampliamente desarrolladas en las laderas de ambos márgenes del poblado, con pendientes moderadas a muy fuerte a muy escarpado (25° - $>45^{\circ}$) y fáciles de remover.



Fotografía 3. Vista de la subunidad coluvio-deluvial (V-cd) ubicado al pie de ladera de montañas sedimentarias.

3.1.3. Subunidad de vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd)

Zonas de acumulaciones en ladera originadas por procesos de movimientos en masa antiguos. Generalmente su composición litológica es homogénea; con materiales inconsolidados a ligeramente consolidados, de corto a mediano recorrido. Su morfología es usualmente convexa y su disposición es semicircular a elongadas en relación con la zona de arranque o despegue del movimiento en masa, (fotografía 4).

Estas geoformas se observaron cómo cuerpos de deslizamientos antiguos depositadas en las laderas de las montañas sedimentarias donde las pendientes van de fuerte a muy fuerte (15°-45°).



Fotografía 4. Vista de las subunidades de vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd) ubicado al noroeste del centro poblado Villa Mejorada, ubicado a media ladera de montañas sedimentarias.

C) Geoformas particulares

3.1.4. Depósito antrópico (Dan)

Estas geoformas, son el resultado de un conjunto de procesos generados por el hombre, mediante procesos de transformación rústica (obras de construcción artesanal).



Fotografía 4. Vista donde se observa depósitos antrópicos en donde instalaron dos tuberías de PVC, ubicado en las coordenadas UTM 8623429 N, 612457 E con una altitud de 1285 m s.n.m.

4. PELIGROS GEOLÓGICOS

Los peligros geológicos identificados en la zona inspeccionada y alrededores corresponden a los subtipos agrupados en la clase de movimientos en masa (anexo 1 – mapa 4).

4.1. Peligros geológicos por movimientos en masa

Este movimiento en masa, tienen como causas o condicionantes, factores intrínsecos, como son geometría del terreno, pendiente del terreno, tipo de roca, tipo de suelos, drenaje superficial–subterráneo y cobertura vegetal. Se tiene como “**desencadenante**” de estos eventos las precipitaciones pluviales periódicas y extraordinarias que caen en la zona, así como la sismicidad.

Los peligros geológicos identificados en la zona inspeccionada y sus alrededores se presentan en el anexo 1 – mapa 4.

En este sentido, para la caracterización de estos eventos, se realizaron en base a la información obtenida durante los trabajos de campo, donde se identificaron los tipos de movimientos en masa a través del cartografiado geológico y geodinámico, basado en la observación y descripción morfométrica in situ; de igual modo se tomó datos GPS, fotografías a nivel de terreno y levantamiento fotogramétrico con dron, a partir del cual

se obtuvo un modelo digital de terreno y un ortomosaico con una resolución de 0.20 y 0.10 cm/píxel respectivamente, complementada con el análisis de imágenes satelitales.

Además de ello, la zona es considerada de muy alta susceptibilidad a la ocurrencia de movimientos en masa (Vílchez et al., 2019).

4.2. Deslizamiento en el Centro Poblado Villa Mejorada

Se identificó deslizamientos en ambos flancos del centro poblado (figura 10), las mismas que se detallan en el siguiente cuadro:

Cuadro 6. Coordenadas de los deslizamientos evaluados.

N°	SECTOR (Referencia del C.P. Villa Mejorada)		COORDENADAS UTM (WGS84-Zona 18S)		
			Norte	Este	Cota
1	Sector I	SE	8623579	612423	1289
2	Sector II	SW	8623357	612309	m s.n.m

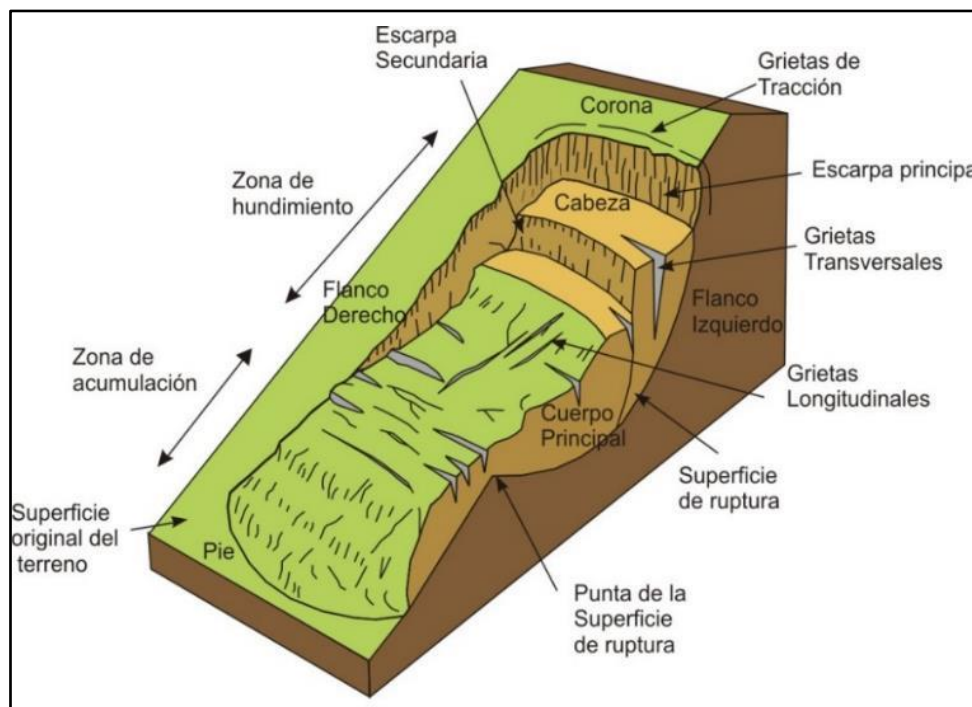


Figura 17. Esquema de un deslizamiento rotacional donde se muestran sus diferentes partes.

DESLIZAMIENTO SECTOR I:

De acuerdo con las versiones de los pobladores, el 13 de setiembre del 2019, se inició un movimiento en masa (deslizamiento), ubicado al noreste del centro poblado de Villa Mejorada. El evento generó la destrucción de 05 viviendas de madera, afectó 04 viviendas (figura 11) y el sistema de agua y desagüe; esta se ubica entre las coordenadas UTM, las que se detallan en el cuadro 7:

El deslizamiento tiene una escarpa con longitud de 307 m y salto de 3 m, la distancia entre la escarpa al pie de es 509 m; por la presencia de grietas de tracción distribuidos sobre la escarpa principal del deslizamiento se considera de actividad retrogresiva.

Cuadro 7: Afectaciones generada por el deslizamiento.

INFRAESTRUCTURA	CÓDIGO	ESTADO	COORDENADAS UTM - WG84		
			NORTE	ESTE	COTA
Vivienda	V1	destruido	8623566	612419	1290 m s.n.m
Vivienda	V2	destruido	8623558	612418	
Vivienda	V3	destruido	8623551	612421	
Vivienda	V4	destruido	8623582	612418	
Vivienda	V5	destruido	8623510	612426	
Vivienda	V6	afectada	8623510	612426	
Vivienda	V7	afectada	8623573	612416	
Vivienda	V8	afectada	8623574	612417	

De continuar el evento esta podría afectar la vía asfaltada que se ubica a 8 m. del escarpe,

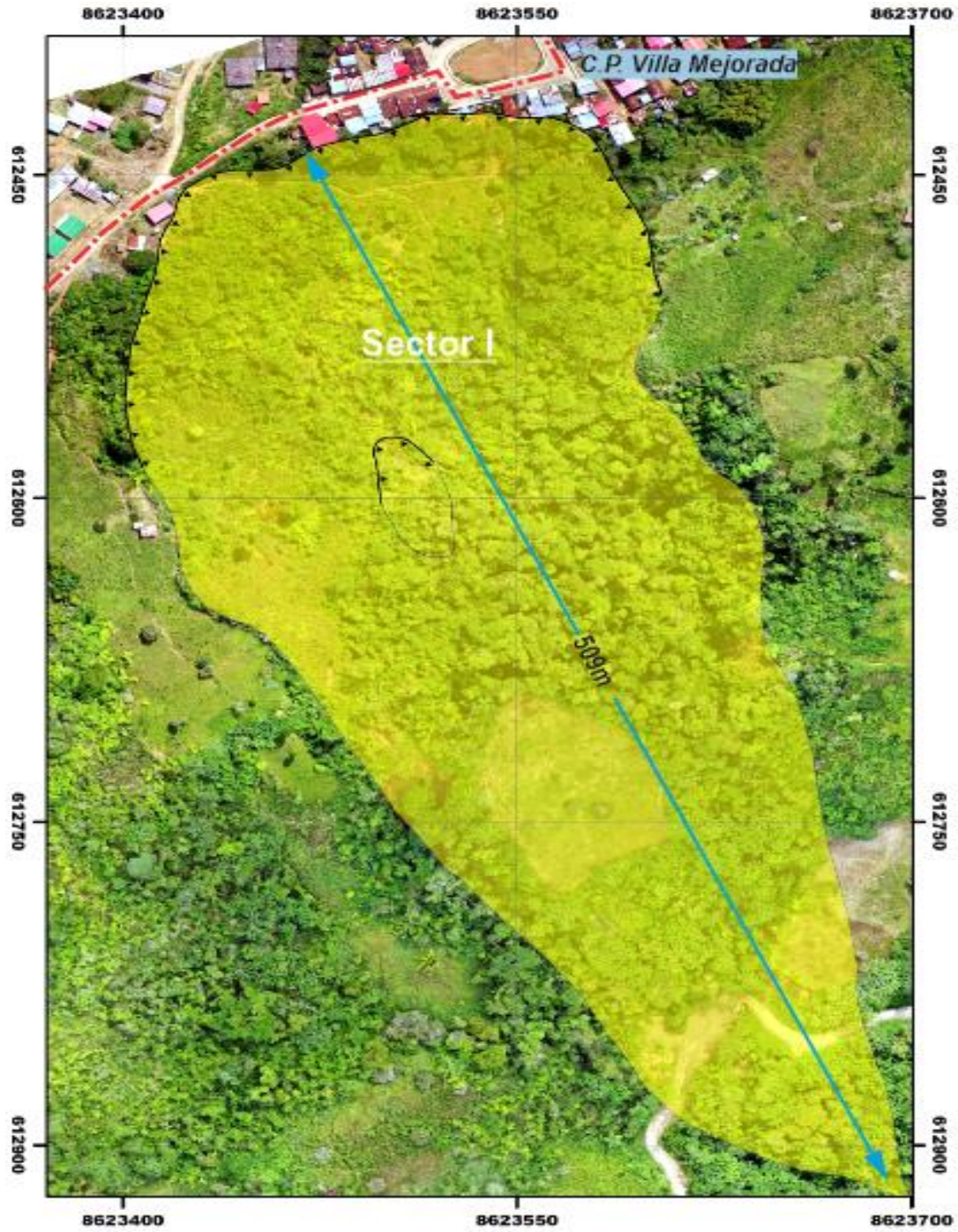


Figura 10. Vista del deslizamiento, donde se muestra que la escarpa está muy próxima a otras viviendas, así como a la trocha carrozable, que permite el tránsito vehicular.



Figura 11. Vista tomada con el dron, donde se observa las viviendas ubicadas dentro de la escarpa del deslizamiento rotacional (señaladas con círculos)

DESLIZAMIENTO SECTOR II:

El evento se inició en marzo del 2012, se inició un movimiento en masa (deslizamiento), ubicado al noroeste del centro poblado de Villa Mejorada.

El mismo que se reactivó el 03 de enero del 2020, generó afectación de cultivos de coca, buzón y tuberías de desagüe (figura 11). (Coordenadas UTM 8623273 N, 612283 E, altitud de 1258 m s.n.m.).



Figura 12. Se observa tubería destruida, también el buzón de desagüe que fue instalado hace cinco años atrás, actualmente ambas en desuso.

Se identificó un ojo de agua permanente, la misma que genera una pequeña laguna, con ello riega los sembríos de bambú (fotografía 5), las mismas que se encuentra entre las coordenadas UTM 8623255 N, 612355 E con una altitud de 1441 m s.n.m

4.2.1. Características visuales del evento

El deslizamiento ocurrido en el centro poblado de Villa Mejorada, (figura 13) presenta las siguientes características y dimensiones:

- **SECTOR I**
 - Estado de la actividad del movimiento: Activo
 - Deslizamiento de tipo: Rotacional
 - Forma de la escarpa principal: Semicircular
 - Superficie de rotura: Semicircular y alargada
 - Longitud de la escarpa: 307 m
 - Desnivel entre escarpa y pie: 309 m
 - Salto de escarpa principal, comprendido entre: 2 a 4 m.
 - En el cuerpo del deslizamiento se identificó agrietamientos de 0.04 a 0.06 m, con longitudes de hasta 1.3 m.
 - Presencia de agua subterránea.

- **SECTOR II**
 - Estado de la actividad del movimiento: Recativado
 - Deslizamiento de tipo: Rotacional
 - Forma de la escarpa principal: Elongada
 - Superficie de rotura: Elongada
 - Longitud de la escarpa: 480 m.
 - Densivel entre escarpa y pie: 284 m
 - Salto de escarpa principal, comprendido entre 0.80 a 3.5 m (fotografía 6).
 - Se identificó ojos de agua en el cuerpo del deslizamiento.

Todos estos rasgos observados en campo son indicativos que la masa deslizada sigue moviéndose hacia el noreste y noroeste del C. P. Villa Mejorada, catalogándolos como movimientos activos y latentes, con actividad progresiva hacia el noreste. Si bien es cierto el movimiento es de velocidad lenta, pero las lluvias intensas y/o prolongadas; así como la infiltración de las aguas puede acelerar el proceso.

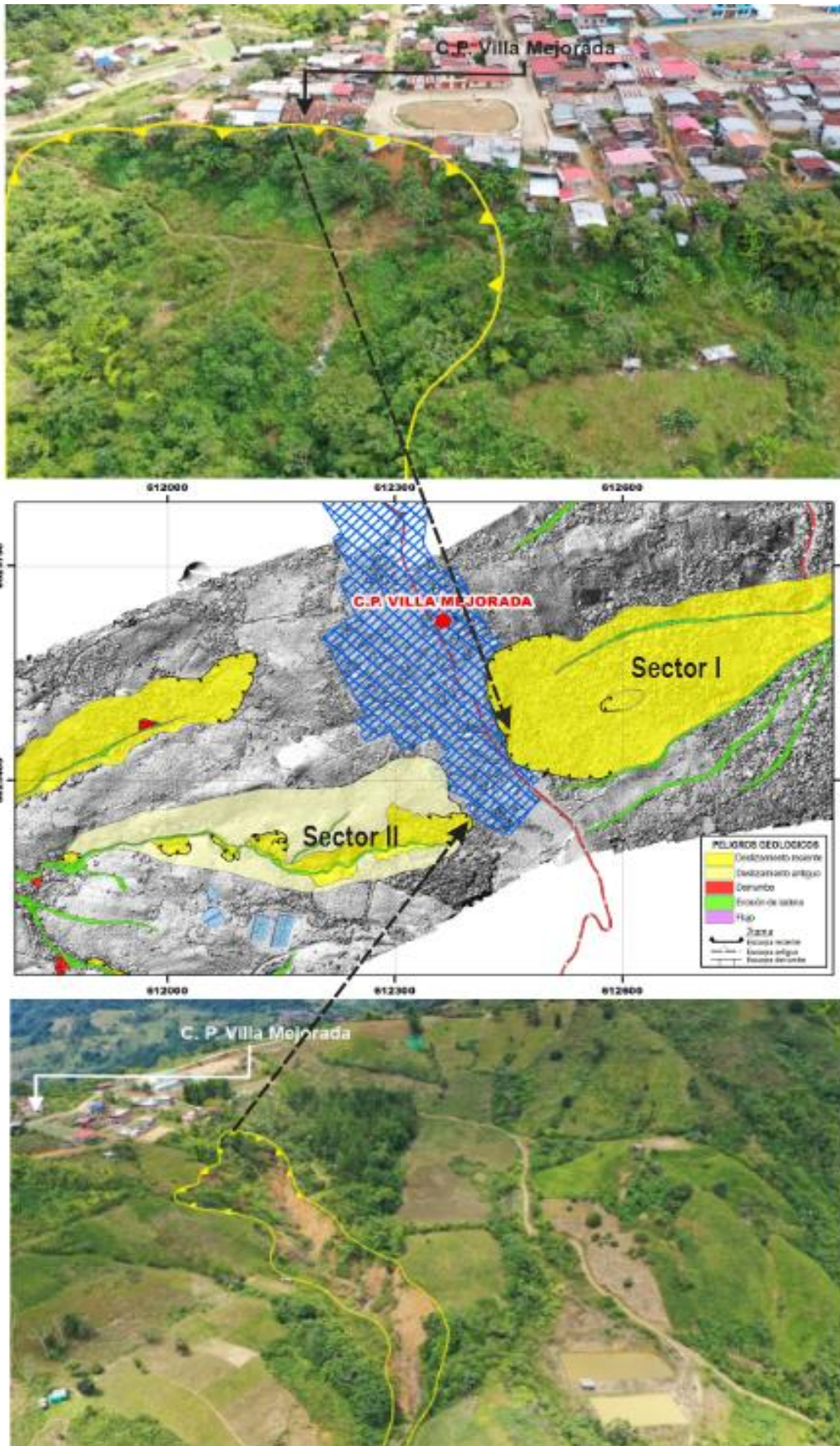


Figura 13. Vista de los deslizamientos ubicados en ambos flancos de C.P. Villa Mejorada.



Fotografía 5. Se observa emanación de agua en el cuerpo del deslizamiento, esta apareció hace más de 10 años, según indican los pobladores de la zona, esta pequeña lagunita (con dimensiones aproximadas de 8x4m), el cual es permanente.



Figura 14. Vista de escarpa semicircular con longitud de escarpa de 307 m, se delimito la escarpa de línea de color negro, evento generado el 13 de setiembre del 2019.



Fotografía 5. Salto vertical de 1.8 m, que evidencia el avance retrograsivo del deslizamiento.

4.2.2. Daños por peligros geológicos

Deslizamiento reciente:

- Destruyó 05 viviendas (Madera).
- Afectó 03 viviendas.
- Afectó tuberías de agua potable y desagüe.
- Podría afectar trocha carrozable (48 m).
- Podría afectar a 04 viviendas que están próximas al escarpe (3 a 5 m).
- Afectó vegetación (árboles y pastos) característicos de la zona.

Deslizamiento reactivado:

- Afectó cultivos de mango, café y coca (1.5 ha aproximadamente).
- Afectó tuberías de desagüe.
- Podría afectar 03 viviendas, ubicadas a 11 m de la escarpa.
- Afectó buzón de desagüe.

4.2.3. Análisis de perfil transversal del deslizamiento

Con el MDT (Modelo Digital del Terreno) de resolución 0.20 m/px, obtenido mediante levantamiento fotogramétrico aéreo con dron, en el C.P. Villa Mejorada, se ha realizado dos perfil transversales (figura 15), para realizar el análisis post evento (2022), destacado las siguientes características:

- **Perfil A-A'** (Deslizamiento activo), muestra el cuerpo de un deslizamiento de tipo rotacional generado en setiembre del 2019, que formó depósitos coluvio-deluviales. El estado del movimiento es activo caracterizado por un desnivel entre escarpa y pie de aproximadamente 509 m.

El escarpe de deslizamiento se encuentra a escasos 8 m de la vía asfaltada del centro poblado de Villa Mejorada; cuyo factor detonante son las constantes lluvias, además se observa la existencia de filtraciones de aguas subterráneas en el cuerpo del deslizamiento. De manera que el efecto de agua infiltrada se combinó desfavorablemente con las propiedades físico mecánicas de los materiales cuaternarios (de naturaleza poco consolidado) y la pendiente de la ladera que en este caso se encuentra de alta a muy alta.

El factor detonante son las fuertes lluvias, se observó la existencia de filtraciones de aguas subterráneas en el cuerpo del deslizamiento. De manera que el efecto del agua infiltrada se combinó desfavorablemente con las propiedades físico-mecánicas de los materiales cuaternarios (de naturaleza poco consolidado) y la pendiente de la ladera que en este caso se encuentra de muy fuerte (25° a 45°).

- **Perfil B-B'** (Deslizamiento reactivado), se observa el cuerpo del deslizamiento reactivado, se inicia en el escarpe principal del deslizamiento a los 1300 m s.n.m. hasta los 1100 m s.n.m. seguido por una zona de acumulación hasta la base del evento.

Este evento se desarrolla sobre depósitos cuaternarios (coluvio-deluvial), en la parte inferior esta conformado por limolitas, areniscas y lutitas, altamente meorizadas; donde más del 50% esta descompuesta. Se evidencia presencia de aguas subterráneas, cubierta por cultivos de coca y vegetación característica de la zona.

El factor detonante son lluvias fuertes, además se observó la existencia de filtraciones de aguas subterráneas en el cuerpo del deslizamiento.

La combinación de los factores como ojos de agua, material inconsolidado y pendiente de la ladera (25° a 45°), genera inestabilidad del terreno.

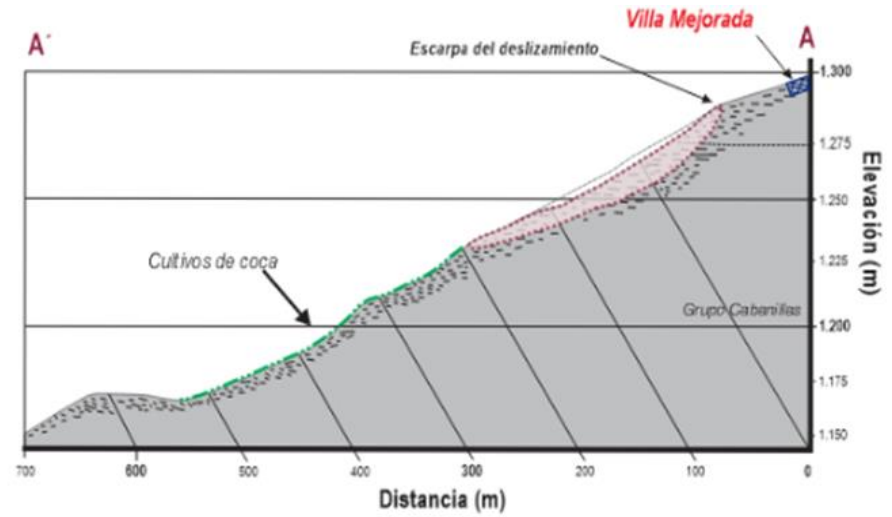
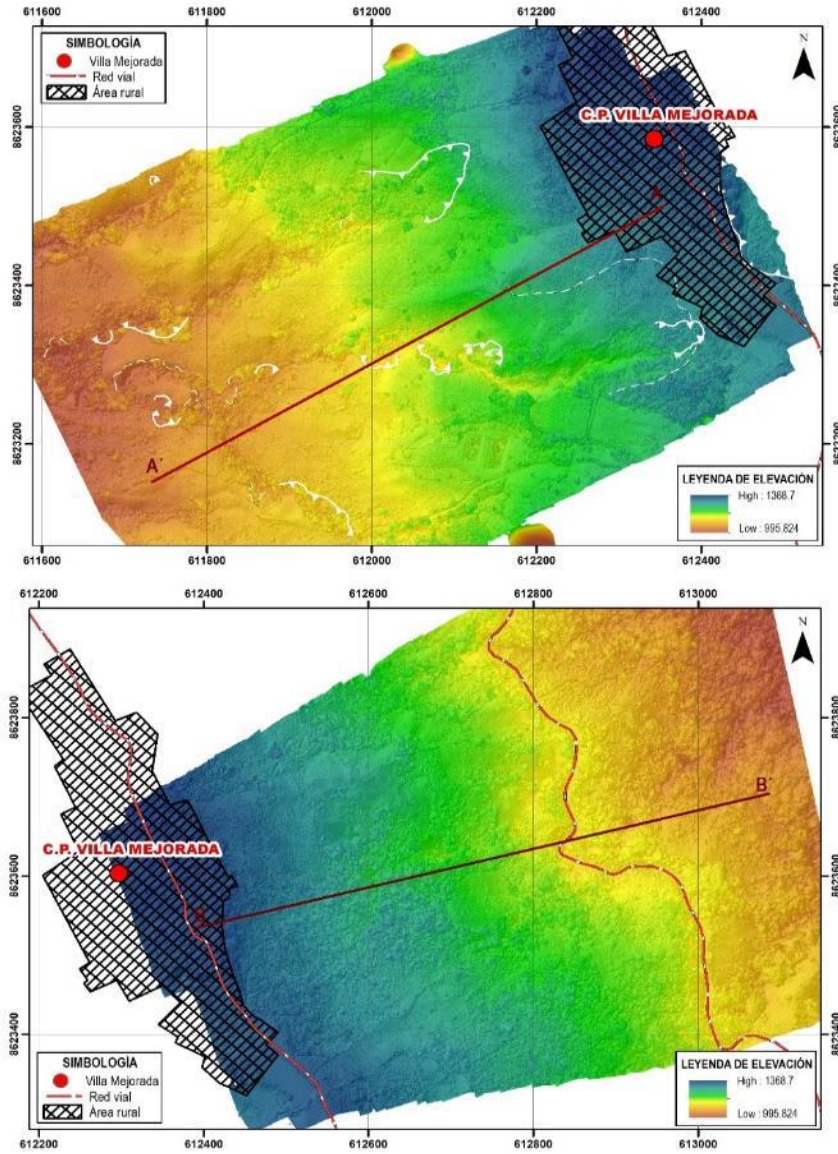


Figura 15. Perfiles longitudinales A-A' y B-B' donde se hace una comparación de los deslizamientos ocurridos al noreste y noroeste del centro poblado Villa Mejorada.

4.2.4. Factores condicionantes

Factor litológico-estructural

- Substrato rocoso compuesto de areniscas, lutitas micáceas, limoarcillitas pizarrosas, muy fracturadas y altamente meteorizadas, lo que permite mayor infiltración y retención de agua de lluvia y escorrentía al terreno, originando inestabilidad en las laderas, así como los suelos inconsolidados (depósitos coluvio-deluviales), desarrolladas en las laderas de ambos flancos.

Factor geomorfológico

- Configuración geomorfológica del área (montaña en roca sedimentaria), en esta unidad se observa mayor frecuencia de erosión de laderas y presencia de movimientos en masa, vertiente o piedemonte coluvio-deluvial y depósitos de deslizamientos, de la ladera, de moderada (5° a 15°) a muy alta (15° a 45°).

Factor hidrogeológico

- Presencia de ojos de agua subterránea (manantes), en ambos flancos; los cuales saturan el suelo.

4.2.5. Factores detonantes o desencadenantes

- Infiltraciones de agua acumuladas en el período lluvioso que ayudan a humedecer el material detrítico en la ladera. Otro factor es el sísmico, que también puede activar el deslizamiento.

4.2.6. Factores antrópicos

- Canales que vierten aguas servidas directamente al talud o cuerpo del deslizamiento, provocando sobresaturación e inestabilidad del terreno.
- Mal sistema de desagües, que direccionan sus tuberías hacia los cuerpos de deslizamientos, generando que la zona inestable que saturan los suelos.
- Se observa puntos de desmontes de basura sobre las laderas, incrementando el peso en el cuerpo.

5. CONCLUSIONES

- 1) El centro poblado de Villa Mejorada se encuentra asentada sobre rocas conformadas por areniscas, limoarcillitas, lutitas (Grupo Cabanillas). Estas rocas se encuentran muy fracturadas y altamente meteorizadas.
- 2) El deslizamiento rotacional ocurrido el 13 de setiembre del 2019 en el centro poblado Villa Mejorada, presenta una escarpa de longitud 309 m, saltos de 3 m, la distancia entre escarpa al pie del deslizamiento es 509 m.
- 3) El deslizamiento destruyó 5 viviendas, afectó 3 viviendas, tuberías de agua potable - desagüe y podría afectar la trocha carrozable en 48 m, así como 4 viviendas ubicadas muy cerca a la escarpa.
- 4) La ocurrencia de peligros geológicos por movimientos en masa en la zona evaluada está condicionada por los siguientes factores:
 - Substrato rocoso compuesto por intercalación de areniscas, limoarcillitas, lutitas micáceas de color gris oscuro muy fracturadas y altamente meteorizadas, que permiten mayor infiltración y retención de agua de lluvia al terreno, originando inestabilidad en las laderas.
 - Presencia de suelos inconsolidados (depósitos coluvio-deluviales), adosados a las laderas de las montañas.
 - Laderas con pendientes fuertes (15°-25°) a muy fuertes (25°-45°).
 - Acción de las aguas de escorrentía que saturan el terreno.
- 5) Las surgencias de agua identificados en el cuerpo del deslizamiento son indicativos que la masa sigue inestable, se aprecian movimientos en sentido SE y SW como un movimiento activo y latente, con actividad progresiva hacia el noreste.
- 6) El factor desencadenante para la ocurrencia de movimientos en masa en el centro poblado de Villa Mejorada, se les atribuye a las lluvias intensas registradas en la zona con umbrales de 38.3 mm por día.
- 7) Debido a las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas, el sector, es considerado de **Peligro Muy Alto** a la ocurrencia de deslizamientos y derrumbes, que pueden ser desencadenados en temporada de lluvias intensas.

6. RECOMENDACIONES

- 1) Reubicar las viviendas próximas al escarpe y evitar los cortes de talud cercanos al escarpe.
- 2) Prohibir la construcción de nuevas viviendas y/o algún tipo de infraestructura sobre la corona y alrededores del deslizamiento.
- 3) El sistema de desagüe y aguas servidas tienen que ser canalizados, revestidos y direccionados hacia alguna quebrada cercana, la misma que tiene que tener mantenimiento periódicamente.
- 4) Restringir el acceso de las personas a la zona del deslizamiento, señalar con letreros preventivos.
- 5) Prohibir el depósito de basura y/o desmonte sobre el talud, cercano al cuerpo del deslizamiento.
- 6) Se recomienda a las autoridades competentes, promover la construcción de zanjas de coronación por encima del escarpe, con el fin de evitar la infiltración de agua al subsuelo. Ver anexo 2: Medidas de mitigación para deslizamientos y derrumbes.
- 7) Todas las medidas estructurales deberán ser realizadas por un especialista en el tema, teniendo en cuenta cálculos hidrológicos y geotécnicos, que determinen, las características ingenieriles de cada una.
8. Implementar un Sistema de Alerta Temprana (SAT) para monitorear el deslizamiento del centro poblado de Villa Mejorada. Dicha implementación debe tener en cuenta la instalación de puntos de control geodésico, con el objetivo de tener avisos oportunos ante la ocurrencia de nuevos movimientos en masa como deslizamientos y derrumbes, estos trabajos deben de ser realizados por especialistas.
9. Deben implementarse las medidas correctivas, con la finalidad de atenuar los efectos que pueda ocasionar el avance retrogresivo del deslizamiento.



Ing. **NORMA LUZ SOSA SENTICALA**
Especialista en Peligros
Geológicos
INGEMMET

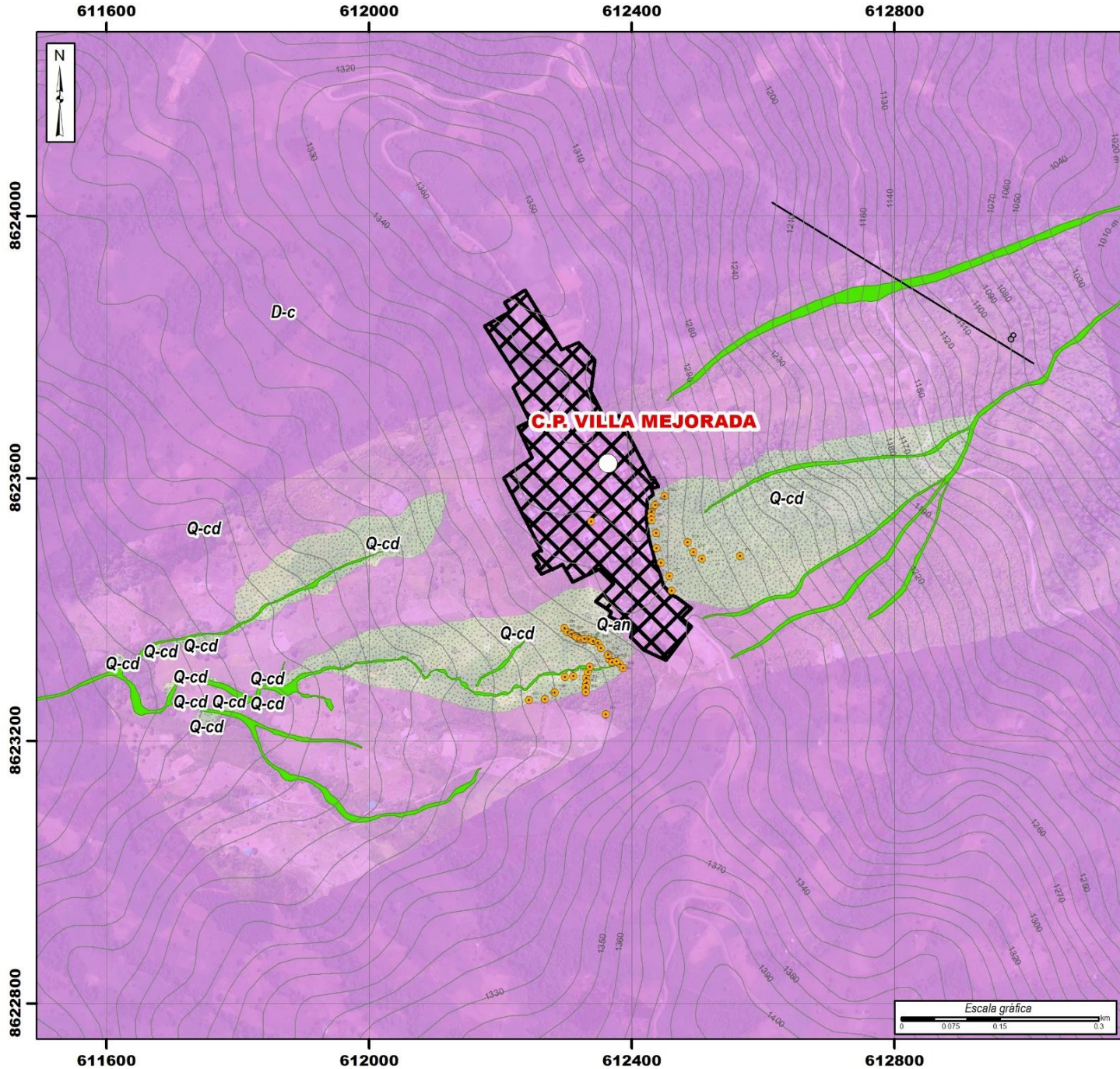


Ing. **LIONEL V. FIDEL SMOLL**
Director
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico
INGEMMET

7. BIBLIOGRAFÍA

- Vílchez, M., Ochoa, M., & Pari, W. (2019). Peligro geológico en la región Ayacucho. INGGEMMET. Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica; N° 70. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2480>
- Monge, R. & Montoya, C. (2003) Memoria revisión y actualización de los cuadrángulos San Jose de Secce (25-ñ), Llochegua (25-o), Huanta (26-ñ) y San Francisco (26-o), (Monge & Montoya. (Escala 1:100 000), Ingemmet. <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/2124>
- Gómez, E., Lozada, V., Cahuana, D., (2021) Geológico del cuadrángulo de Llochegua, hojas (25o1, 25o2, 25o3, 25o4), Boletín Serie: L, (Escala 1:50,000, Ingemmet. <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/3119>
- Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007) - Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas. Santiago: Servicio Nacional de Geología y Minería, 432 p., Publicación Geológica Multinacional, 4. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2830>
- Datos meteorológicos y pronóstico del tiempo del Servicio aWhere, Landviewer, disponible en: <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history/field/7843428>
- Villota, H. (2005) - Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras. 2. ed. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 210 p.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI (2017) – Directorio Nacional de Centros Poblados. Censos Nacionales 2017: XII de Población; VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. (Consulta: Junio 2021). Disponible en: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1541/index.htm.
- Servicio Nacional de Meteorológica e Hidrológica, SENAMHI (2020) – Mapa de clasificación climática del Perú (Texto). Lima, Perú. Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2185020/Climas%20del%20Per%C3%BA%3A%20Mapa%20de%20Clasificaci%C3%B3n%20Clim%C3%A1tica.pdf>

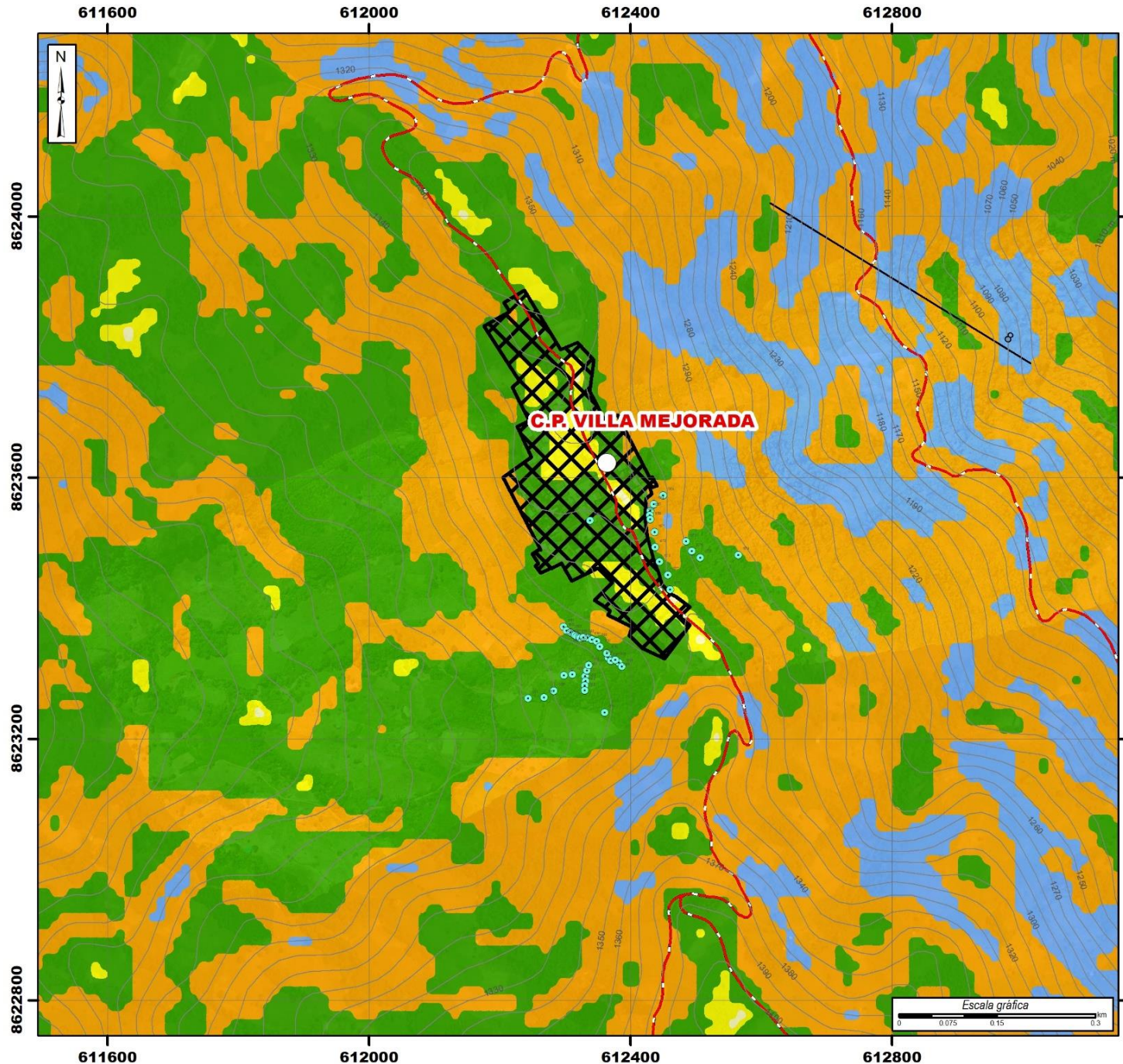
ANEXO 1: MAPAS



LEYENDA		
Era	Sistema	Unidades litoestratigráficas
Paleozoico	Cuaternario	Q-cd Depósito coluvio-deluvial D-an Depósito antropógeno
	Devónico	D-c Grupo Cabanillas

SIMBOLOGÍA	
	C.P. Villa Mejorada
	Área rural
	Red vial
	Curvas de nivel
	Buzamiento
	Puntos de control
	Erosión de ladera

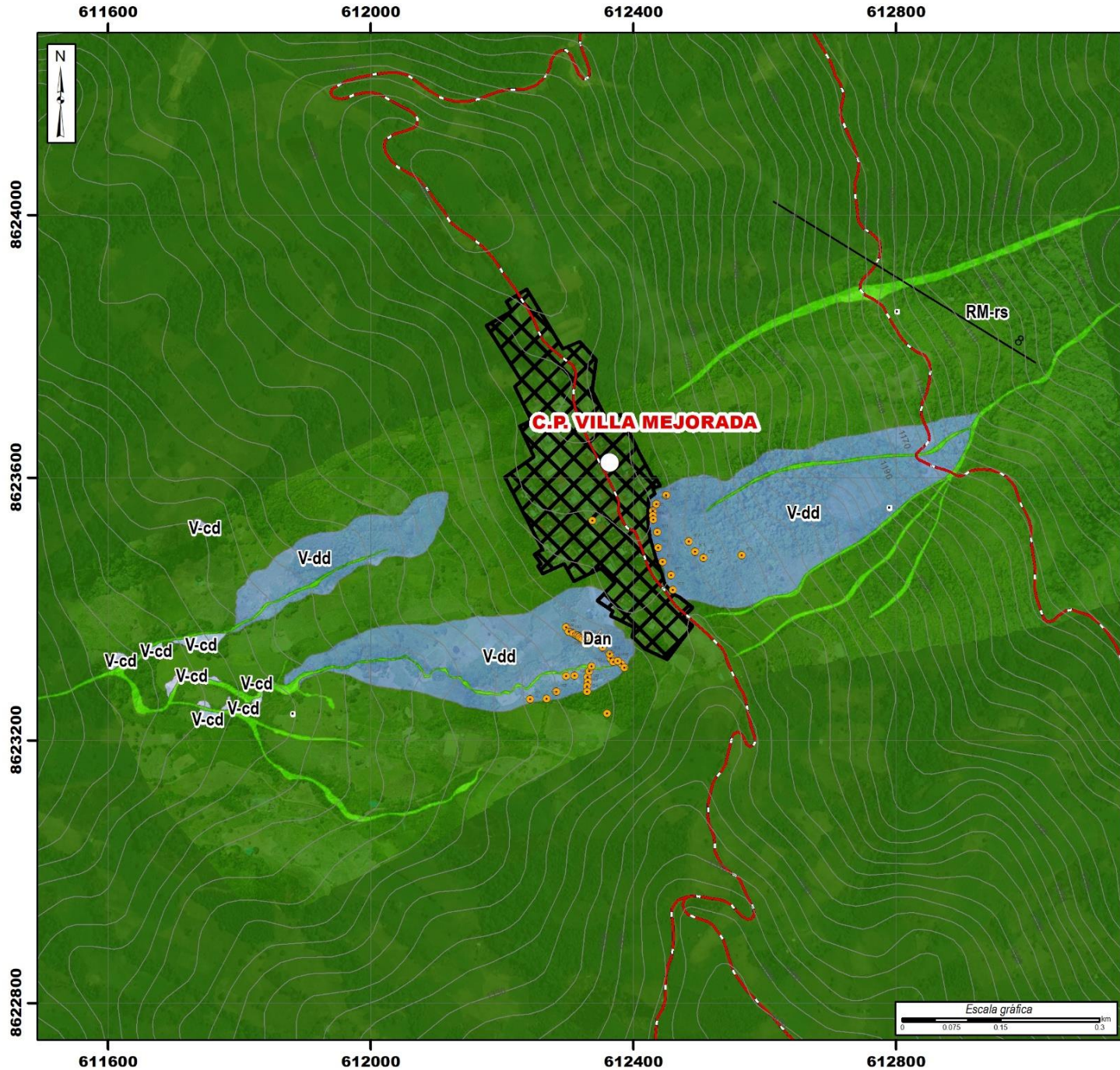
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLÓGIA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO	
DEPARTAMENTO: AYACUCHO PROVINCIA: HUANTA DISTRITO: LLOCHEHUA	
MAPA GEOLÓGICO	
Escala: 1/8,000 Proyección: UTM Zona 18 Sur Versión digital 2022	Elaborado por: Sosa, N. Datum: WGS 84 Impreso: Mayo, 2022
MAPA 01	



RANGOS DE PENDIENTE	
0° - 1°	Terreno llano
1° - 5°	Terreno inclinado con pendiente suave
5° - 15°	Pendiente moderada
15° - 25°	Pendiente fuerte
25° - 45°	Pendiente muy fuerte o escarpada
>45°	Terreno muy escarpado

SIMBOLOGÍA	
○	C.P. Villa Mejorada
▨	Área rural
—	Red vial
—	Curvas de nivel
—	Buzamiento
●	Puntos de control

<p>SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO</p>	
<p>DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO</p>	
<p>DEPARTAMENTO: AYACUCHO PROVINCIA: HUANTA DISTRITO: LLOCHEHUA</p>	
<p>MAPA PENDIENTE</p>	
<p>Escala: 1/8,000</p>	<p>Elaborado por: Sosa, N.</p>
<p>Proyección: UTM Zona 18 Sur</p>	<p>Datum: WGS 84</p>
<p>Versión digital 2022</p>	<p>Impreso: Mayo, 2022</p>
<p>MAPA 02</p>	

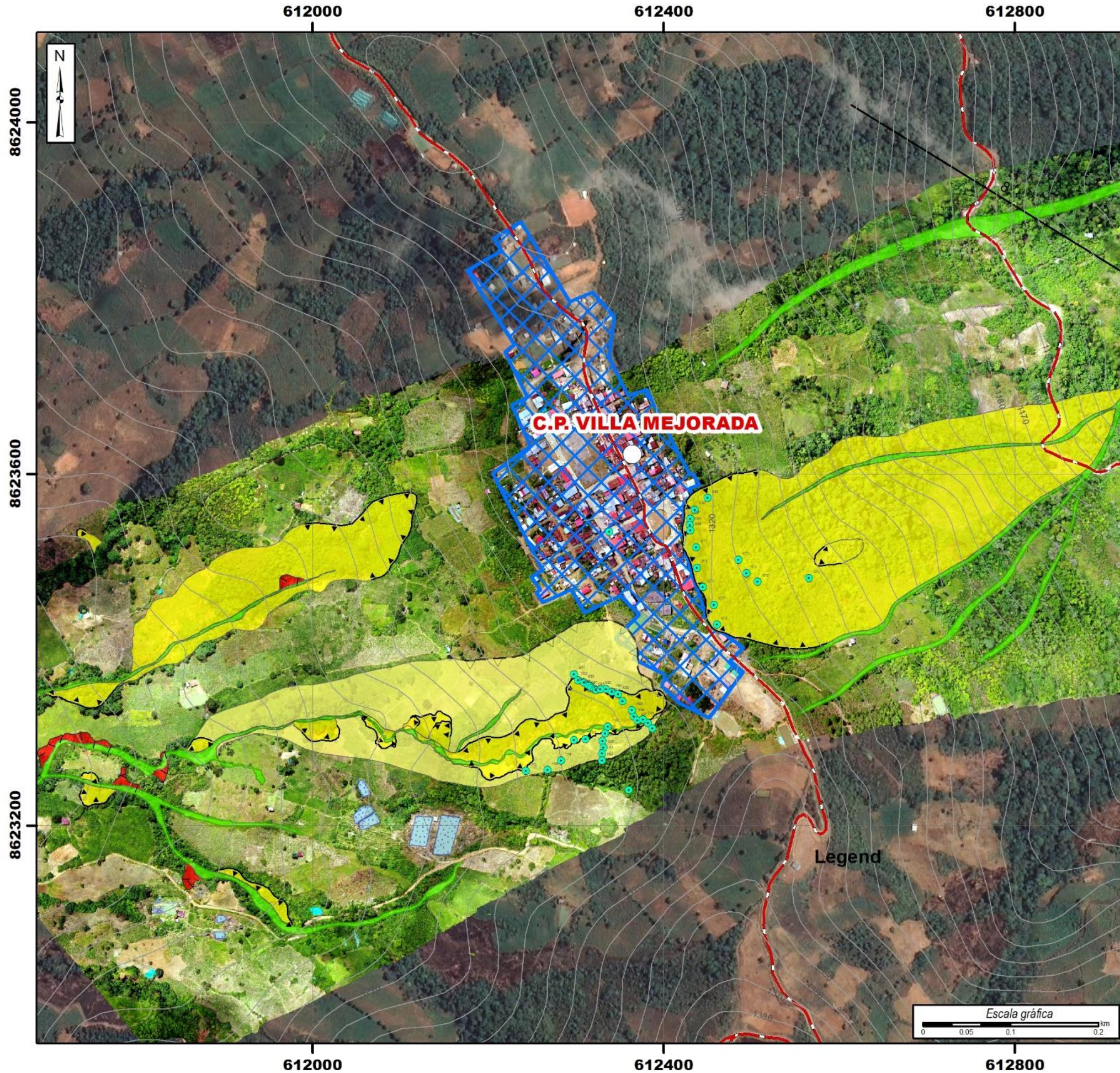


LEYENDA	
Código	Unidades geomorfológicas
RM-rs	Relieve montañoso de roca sedimentaria
V-cd	Vertiente con depósito de deslizamiento
V-dd	Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial
Dan	Depósito antrópico

SIMBOLOGÍA	
○	C.P. Villa Mejorada
▣	Área rural
—	Red vial
—	Curvas de nivel
—	Buzamiento
●	Puntos de control
—	Erosión de ladera

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO
DIRECCIÓN DE GEOLÓGIA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO
DEPARTAMENTO: AYACUCHO
PROVINCIA: HUANTA
DISTRITO: LLOCHEHUA

MAPA GEOMORFOLÓGICO		
Escala: 1/8,000	Elaborado por: Sosa, N.	MAPA 03
Proyección: UTM Zona 18 Sur	Datum: WGS 84	
Versión digital 2022	Impreso: Mayo, 2022	



PELIGROS GEOLOGICOS

- Deslizamiento reciente
- Deslizamiento antiguo
- Derrumbe
- Erosión de ladera
- Flujo

Trama

- Escarpa reciente
- Escarpa antiguo
- Escarpe derrumbe

SIMBOLOGÍA

- C.P. Villa Mejorada
- Área rural
- Red vial
- Curvas de nivel
- Buzamiento
- Puntos de control
- Reservorio rustico

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

DIRECCIÓN DE GEOLÓGIA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

DEPARTAMENTO: AYACUCHO
PROVINCIA: HUANTA
DISTRITO: LLOCHEHUA

MAPA DE PELIGROS GEOLOGICOS

Escala: 1/6,000	Elaborado por: Sosa, N.	MAPA
Proyección: UTM Zona 18 Sur	Datum: WGS 84	04
Versión digital 2022	Impreso: Mayo, 2022	

ANEXO 2: MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN

A. Medidas de mitigación para deslizamientos y derrumbes.

1) Uso de vegetación:

El efecto de la vegetación sobre la estabilidad de los taludes es muy debatido; el estado del uso actual deja muchas dudas e inquietudes y la cuantificación de los efectos de estabilización de las plantas sobre el suelo, no ha tenido una explicación universalmente aceptada. Sin embargo, la experiencia ha demostrado el efecto positivo de la vegetación, para evitar problemas de erosión, reptación y fallas subsuperficiales (J. Suárez Díaz, 1998). Para poder analizar los fenómenos del efecto de la vegetación sobre el suelo se requiere investigar las características específicas de la vegetación en el ambiente natural que se esté estudiando. Entre los factores se sugiere analizar los siguientes:

- Volumen y densidad de follaje, tamaño, ángulo de inclinación y aspereza de las hojas, altura total de la cobertura vegetal, presencia de varias capas diferentes de cobertura vegetal, tipo, forma, profundidad, diámetro, densidad, cubrimiento y resistencia del sistema de raíces.
- El tipo de vegetación, tanto en el talud como en el área arriba del talud es un parámetro importante para su estabilidad. La vegetación cumple dos funciones principales: En primer lugar, tiende a determinar el contenido de agua en la superficie y, además, da consistencia por el entramado mecánico de sus raíces.
- Como controlador de infiltraciones tiene un efecto directo sobre el régimen de aguas subterráneas y actúa posteriormente como secador del suelo al tomar el agua que requiere para vivir.

Otras medidas son:

2) Construir zanjas de coronación

Las zanjas en la corona o en la parte alta de un talud, son utilizadas para interceptar y conducir adecuadamente las aguas de lluvias y evitar su paso por el talud. La zanja de la corona no debe construirse muy cerca del borde superior del talud para evitar que se convierta en activadora de un deslizamiento en cortes recientes; o en una nueva superficie de falla (movimiento regresivo) en deslizamientos activos; o se produzca la falla de la corona del talud o escarpe (figura 16). Se debe tener en cuenta el mantenimiento periódico que debe efectuarse en las zanjas de coronación, a fin de evitar problemas que pueden incidir en la estabilidad del talud.

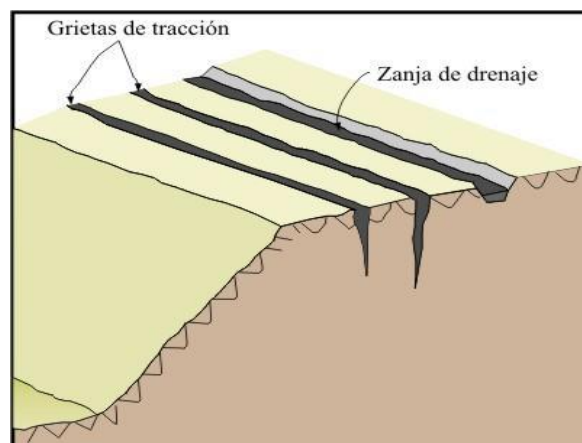


Figura 16. Canales de coronación.

Canales o zanjas de corona

Las zanjas en la corona o parte alta de un talud son utilizadas para interceptar y conducir adecuadamente las aguas de lluvias, evitando su paso por el talud.

La zanja de coronación no debe construirse muy cerca al borde superior del talud, para evitar que se conviertan en el comienzo y guía de un deslizamiento en cortes recientes o de una nueva superficie de falla (movimiento regresivo) en deslizamientos ya producidos; o se produzca la falla de la corona del talud o escarpe.

Se recomienda que las zanjas de coronación sean totalmente impermeabilizadas, así como debe proveerse una suficiente pendiente para garantizar un rápido drenaje del agua captada. La recomendación de impermeabilizar se debe adicionar con un correcto mantenimiento. Se sugiere que al menos cada dos años se deben reparar las zanjas de coronación para impermeabilizar las fisuras y grietas que se presenten (Figura 17)

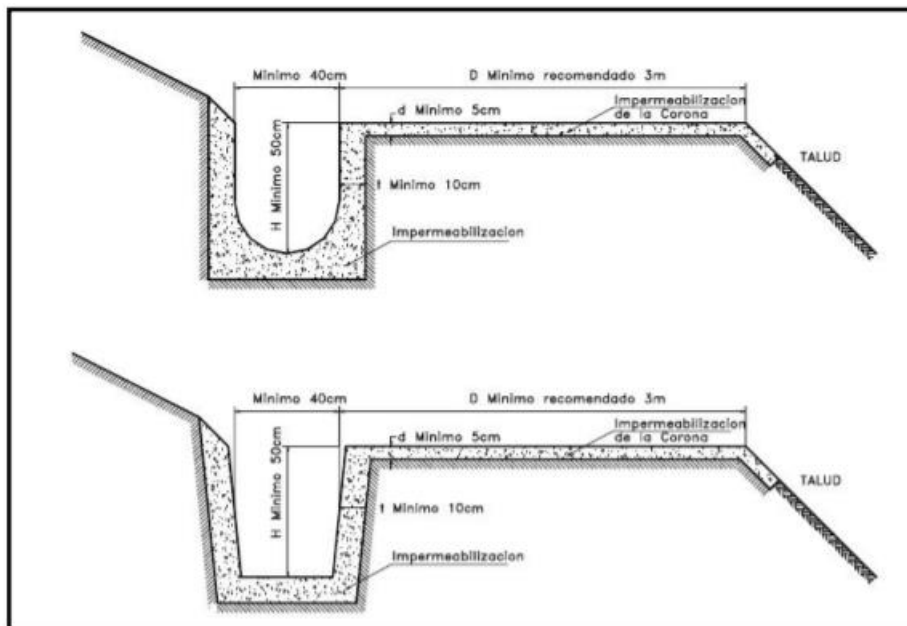


Figura 17. Detalle de zanjas de coronación para el control de aguas superficiales en un talud. (Suarez, J. 2010)

ANEXO 3: FORMATO DE DESCRIPCIÓN DE SUELOS SUPERFICIALES

DESCRIPCIÓN DE FORMACIONES SUPERFICIALES													
TIPO DE FORMACIÓN SUPERFICIAL	<input type="checkbox"/>	Eluvial	<input type="checkbox"/>	Lacustre	GRANULOMETRÍA (%)		FORMA		REDONDES		PLASTICIDAD		
	<input checked="" type="checkbox"/>	Deluvial	<input type="checkbox"/>	Marino	20	Bolos	<input checked="" type="checkbox"/>	Esférica	<input type="checkbox"/>	Redondeado	<input checked="" type="checkbox"/>	Alta plasticidad	
	<input checked="" type="checkbox"/>	Coluvial	<input type="checkbox"/>	Eólico	10	Cantos	<input type="checkbox"/>	Discoidal	<input checked="" type="checkbox"/>	Subredondeado	<input checked="" type="checkbox"/>	Med. Plástico	
	<input type="checkbox"/>	Aluvial	<input type="checkbox"/>	Orgánico	20	Gravas	<input type="checkbox"/>	Laminar	<input checked="" type="checkbox"/>	Anguloso	<input type="checkbox"/>	Baja Plasticidad	
	<input type="checkbox"/>	Fluvial	<input type="checkbox"/>	Artificial		Gránulos	<input type="checkbox"/>	Cilíndrica	<input checked="" type="checkbox"/>	Subanguloso	<input type="checkbox"/>	No plástico	
	<input type="checkbox"/>	Proluvial	<input type="checkbox"/>	Litoral	25	Arenas	ESTRUCTURA		TEXTURA		CONTENIDO DE % LITOLOGÍA		
	<input type="checkbox"/>	Glaciar	<input type="checkbox"/>	Fluvio glacia	10	Limos	<input type="checkbox"/>	Masiva	<input type="checkbox"/>	Harinoso	<input type="checkbox"/>	Materia Orgánica Intrusivos	
	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		15	Arcillas	<input type="checkbox"/>	Estratificada	<input type="checkbox"/>	Arenoso	<input type="checkbox"/>	Carbonatos Volcánicos	
	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	Lenticular	<input type="checkbox"/>	Aspero	<input type="checkbox"/>	Sulfatos Matamórficos	
	COMPACIDAD												
SUELOS FINOS			SUELOS GRUESOS			CLASIFICACIÓN TENTATIVA S.U.C.S.							
Limos y Arcillas			Arenas		Gravas	SUELOS GRUESOS			SUELOS FINOS				
<input checked="" type="checkbox"/>	Blanda	<input type="checkbox"/>	Suelta	<input type="checkbox"/>	Suelta	<input type="checkbox"/>	GW	<input type="checkbox"/>	GC	<input type="checkbox"/>	ML	<input type="checkbox"/>	CH
<input type="checkbox"/>	Compacta	<input checked="" type="checkbox"/>	Densa	<input checked="" type="checkbox"/>	Med. Consolidada	<input checked="" type="checkbox"/>	GP	<input type="checkbox"/>	SW	<input type="checkbox"/>	CL	<input type="checkbox"/>	OH
<input type="checkbox"/>	Dura	<input type="checkbox"/>	Muy Densa	<input type="checkbox"/>	Consolidada	<input type="checkbox"/>	GM	<input type="checkbox"/>	SP	<input type="checkbox"/>	OL	<input type="checkbox"/>	PT
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Muy Consolidada	<input type="checkbox"/>	SM	<input type="checkbox"/>	SC	<input type="checkbox"/>	MH	<input type="checkbox"/>	

