

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7450

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR DESLIZAMIENTOS EN EL SECTOR ERASPATA DEL POBLADO DE ARCAHUA

Departamento Apurímac
Provincia Andahuaylas
Distrito Huancarama



NOVIEMBRE
2023

***EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR DESLIZAMIENTOS EN EL
SECTOR ERASPATA DEL POBLADO DE ARCAHUA***

Distrito Huancarama, provincia Andahuaylas, departamento Apurímac

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

Equipo de investigación:

David Prudencio Mendoza

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2023). *Evaluación de peligros geológicos por deslizamientos en el sector Eraspata del poblado de Arcahua. Distrito Huancarama, provincia Andahuaylas, departamento Apurímac*. Lima: INGEMMET, Informe Técnico A7450, 27 p.

INDICE

RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	2
1.1. Objetivos del estudio	2
1.2. Antecedentes y trabajos anteriores	2
1.3. Aspectos generales	3
1.3.1. Ubicación.....	3
1.3.2. Accesibilidad.....	4
1.3.3. Clima.....	4
2. DEFINICIONES	5
3. ASPECTOS GEOLÓGICOS	6
3.1. Unidades litoestratigráficas	6
3.1.1. Formación Labra.....	6
3.1.2. Formación Hualhuani	6
3.1.3. Rocas intrusivas.....	7
3.1.4. Depósitos recientes	7
3.2. Tectónica	9
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	9
4.1. Pendientes del terreno	9
4.2. Unidades geomorfológicas	10
4.2.1. Unidad de montañas.....	10
4.2.2. Unidad de piedemonte.....	10
5. PELIGROS GEOLÓGICOS Y/O GEOHIDROLÓGICOS	11
5.1. Peligros geológicos por movimientos en masa del sector Eraspata	11
5.1.1. Factores condicionantes.....	15
5.1.2. Factores detonantes o desencadenantes.....	16
RECOMENDACIONES	18
BIBLIOGRAFÍA	19
ANEXO 1: MAPAS	20
ANEXO 2: DESCRIPCIÓN DE FORMACIONES SUPERFICIALES	25

RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligros geológicos por deslizamientos, en el sector Eraspata perteneciente al poblado de Arcahua, en la jurisdicción distrital de Huancarama, provincia Andahuaylas, departamento Apurímac. Con este trabajo, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – Ingemmet, cumple con una de sus funciones que consiste en brindar asistencia técnica en peligros geológicos para los tres niveles de gobierno.

En la zona de estudio se aprecia rocas intrusivas de la Unidad Ocobamba, Plutón Anchaca conformado por rocas cuarzodioríticas completamente meteorizadas, la cual se encuentra cubiertos por depósitos deluviales poco consolidados. Estos últimos están conformados por arena en (30%), limo en (30%) y arcillas en (40%).

Las unidades geomorfológicas pertenecen a montaña en roca intrusiva, sobre ella se tiene una vertiente deluvial; las laderas presentan pendientes moderadas a fuerte (5°-25°).

El sector Eraspata presenta deslizamiento rotacional activo, con escarpa principal con salto de 3 m, longitud de 62 m, la distancia de la cabecera al pie del deslizamiento es 70 m; además, se aprecia el cuerpo deslizado basculado y la parte posterior de la escarpa se aprecia grietas tensionales, con longitudes de hasta 10 m de largo con apertura hasta de 1 cm, lo que muestra su avance retrogresivo y la inestabilidad del terreno.

El evento alcanzó un área 3657 m², afectando 2 viviendas, el sistema de agua potable del sector y el de regadío en 95 m cada uno, además de áreas agrícolas y el cementerio del poblado.

Se concluye que el sector Eraspata, es considerado de **peligro alto** a la reactivación del deslizamiento, que pueden ser desencadenados por lluvias intensas y/o prolongadas y por eventos sísmicos.

Finalmente, se brinda recomendaciones que se consideran importantes, las cuales deben ser tomadas en cuenta por las autoridades competentes; tales como realizar zanjas de coronación y drenaje en forma de espina de pescado impermeabilizado, forestación del cuerpo del evento y realizar un estudio de suelos, con el fin de instalar un muro de contención o realizar otras medidas de estabilidad del talud, entre otros.

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) en zonas que tengan elementos vulnerables.

Atendiendo la solicitud del Gobierno Regional de Apurímac, según Oficios N° 773-2022-GR/APURIMAC/GR, es en el marco de nuestras competencias que se realiza la evaluación de peligros geológicos en el sector Eraspata perteneciente al poblado de Arcahua por encontrarse en peligro ante “deslizamientos”. La activación del deslizamiento afectó un área 3657 m² dejando 2 viviendas destruidas, 95 m de tuberías del sistema de agua potable, 95 m del sistema de regadío, parte del cementerio y de áreas de cultivo.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet designó al Ing. David Prudencio Mendoza, realizar la evaluación de peligros geológicos. En los trabajos de campo se contó con la colaboración del jefe de la Oficina de Defensa Civil de la Municipalidad Distrital de Huancarama, quien comentó los hechos ocurridos el día que ocurrió el evento.

La evaluación técnica se realizó en 03 etapas: etapa de pre-campo con la recopilación de antecedentes e información geológica y geomorfológica del INGEMMET; etapa de campo a través de la observación, toma de datos (sobrevuelos dron, puntos GPS, tomas fotográficas), cartografiado, recopilación de información y testimonios de población local afectada; y para la etapa final de gabinete se realizó el procesamiento de toda información terrestre y aérea adquirida en campo, fotointerpretación de imágenes satelitales, cartografiado e interpretación, elaboración de mapas, figuras temáticas y redacción del informe

Este informe se pone a consideración del Gobierno Regional de Apurímac e instituciones técnico normativas del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – Sinagerd, como el Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI y el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastre - CENEPRED, a fin de proporcionar información técnica de la inspección, conclusiones y recomendaciones que contribuyan con la reducción del riesgo de desastres en el marco de la Ley 29664.

1.1. Objetivos del estudio

El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Identificar, tipificar y caracterizar los peligros geológicos por movimientos en masa que se presenta en el sector de Eraspata.
- b) Determinar los factores condicionantes y detonantes que influyen en la ocurrencia de peligros geológicos por movimientos en masa.
- c) Proponer medidas de prevención, reducción y mitigación necesarias a fin de evitar daños que puedan afectar a causa de los peligros geológicos identificados.

1.2. Antecedentes y trabajos anteriores

Entre los principales estudios y publicaciones del Ingemmet realizados a nivel local y regional en el distrito de Huancarama, se tienen:

- A) El informe técnico N° A6624 “Segundo reporte de zonas críticas por peligros geológicos y geo-hidrologicos en la región Apurímac” (Villacorta et al., 2013); muestra un mapa de susceptibilidad a movimientos en masa, donde el poblado de Arcahua muestra un terreno de **muy alta a media susceptibilidad**. 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.
- B) En el boletín N° 27, serie A Carta Geológica Nacional: “Geología de los cuadrángulos de Andahuaylas, Abancay y Cotabambas”, a escala 1:100 000 (Marocco, 1975) y la “Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Andahuaylas (28-p)”, escala 1: 50 000 (Lipa et al., 2003); describe la información relacionada a los cambios más resaltantes sobre estratigrafía (Formación Hualhuani y las rocas intrusivas del Plutón Anchaca de la Unidad Ocobamba) y la geología estructural del área de dicho cuadrángulo.
- C) Según la opinión técnica N° 07-2022 “Evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en los sectores de Tapaccera, Arcahua, California y Los Ángeles” (Ingemmet., 2022) describe que en el centro poblado de Arcahua en tiempo de lluvias se presenta ojos de agua y filtración dentro de viviendas que se encuentran construidas por debajo del nivel de la superficie de la carretera controlando el problema con encausamientos precarios.

1.3. Aspectos generales

1.3.1. Ubicación

El sector Eraspata se ubica en la parte alta al sur del centro poblado de Arcahua, a su vez, se encuentra al suroeste del centro poblado de Huancarama (capital del distrito) a 6 km por la carretera Dv. Kishuara – puente Sahuinto (tramo VII).

Políticamente se encuentra dentro del distrito de Huancarama, provincia Andahuaylas, departamento Apurímac. (figura 1), cuyas coordenadas centrales UTM (WGS84 – Zona 18S) son (cuadro 1):

Cuadro 1. Coordenadas del área de estudio

N°	UTM - WGS84 - Zona 19S		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	709979	8488704	-13.662993°	-73.058712°
2	710834	8488704	-13.662931°	-73.050811°
3	710834	8487963	-13.669627°	-73.050756°
4	709979	8487963	-13.669689°	-73.058657°
<i>COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA</i>				
C	710373	8488232	-13.667230°	-73.055036°

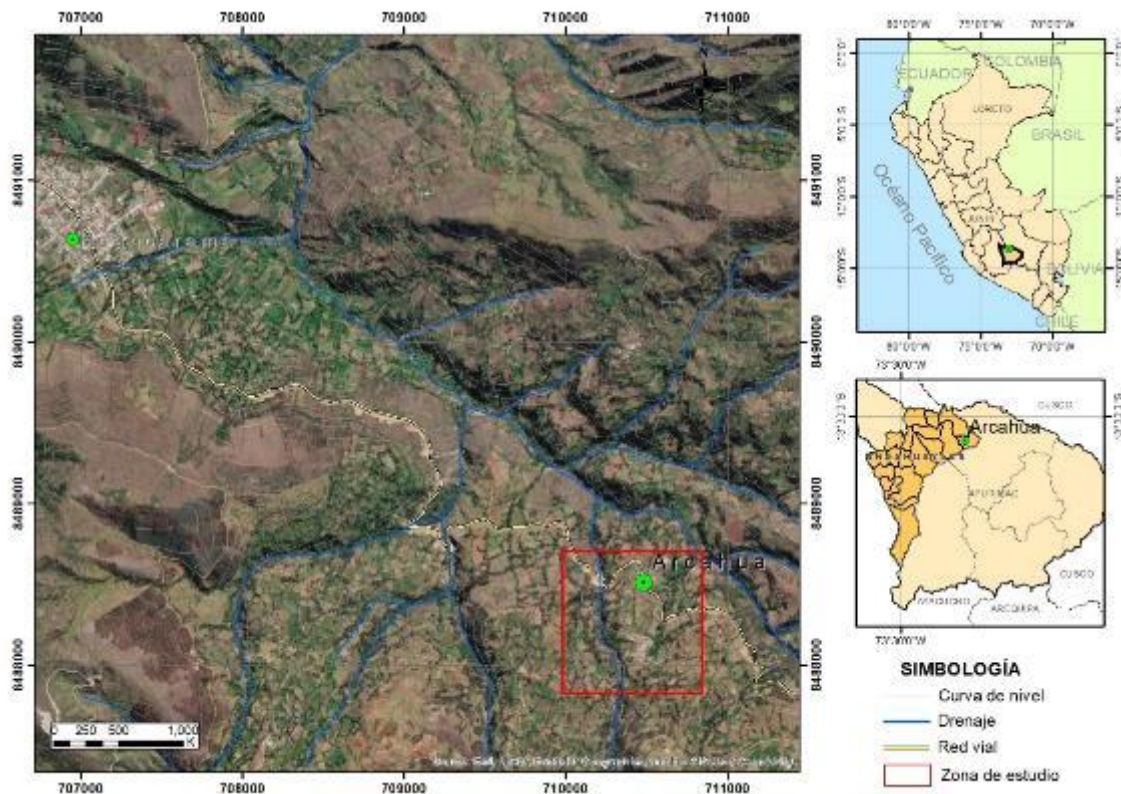


Figura 1. Ubicación del sector Eraspata en el poblado de Arcahua.

Hidrográficamente se ubica en la margen derecha de la quebrada Huayanacuy el cual vierte sus aguas a la quebrada Pallcamayo y luego al río Huancarama.

1.3.2. Accesibilidad

Se accede a la zona de estudio por vía terrestre, desplazándose desde la ciudad del Cusco, mediante la siguiente ruta (cuadro 2):

Cuadro 2. Rutas y accesos a la zona evaluada.

Ruta	Tipo de vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Cusco – Abancay	Asfaltada	197	4 h 30 min
Abancay – poblado Arcahua- sector Eraspata	Asfaltado	57	1h 15 min

1.3.3. Clima

De acuerdo al mapa climático del SENAMHI (2020), y detallando la información local, se puede observar que el poblado Arcahua tiene un clima semiseco, templado, con humedad abundante todas las estaciones del año.

Presenta una frecuencia de precipitación entre los meses de diciembre a marzo, cuyas lluvias acumuladas anuales son de 700 mm a 2000 mm, además, en los meses de junio a setiembre presenta temperaturas máximas que oscilan entre 21°C

a 25°C y mínimas entre 7°C y 11°C, con humedad atmosférica relativa abundante en todo el año.

Esta clasificación climática es sustentada con información meteorológica recolectada de aproximadamente 20 años a partir de la cual se formulan “Índices Climáticos” de acuerdo a la clasificación climática por el método de Thornthwaite.

2. DEFINICIONES

El presente informe técnico está dirigido a entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno, así como personal no especializado, no necesariamente geólogos; en el cual se desarrollan diversas terminologías y definiciones vinculadas a la identificación, tipificación y caracterización de peligros geológicos, para la elaboración de informes y documentos técnicos en el marco de la gestión de riesgos de desastres. Todas estas denominaciones tienen como base el libro: “Movimientos en masa en la región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas” desarrollado en el Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007), donde participó la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico-Ingemmet. Los términos y definiciones se detallan a continuación:

Agrietamiento: Formación de grietas causada por esfuerzos de tensión o de compresión sobre masas de suelo o roca, o por desecación de materiales arcillosos.

Corona: Zona adyacente arriba del escarpe principal de un deslizamiento que prácticamente no ha sufrido desplazamiento ladera abajo. Sobre ella suelen presentarse algunas grietas paralelas o semi paralelas conocidas como grietas de tensión o de tracción.

Derrumbe Movimiento en masa en el cual uno o varios bloques de suelo o roca se desprenden de una ladera. El material se desplaza por el aire, golpeando, rebotando o rodando. Se le conoce también como desprendimiento de rocas, suelos y/o derrumbes.

Deslizamientos: Movimiento ladera 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).

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.

Flujos: Es un tipo de movimiento en masa que durante su desplazamiento exhibe un comportamiento semejante al de un fluido; puede ser rápido o lento, saturado o seco. En muchos casos se originan a partir de otro tipo de movimiento, ya sea deslizamiento o una caída. Los flujos pueden ser canalizados (huaicos) y no canalizados (avalanchas).

Formación geológica: Es una unidad litoestratigráfica formal que define cuerpos de rocas caracterizados por unas propiedades litológicas comunes (composición y estructura) que las diferencian de las adyacentes.

Fractura: Corresponde a una estructura de discontinuidad menor en la cual hay separación por tensión, pero sin movimiento tangencial entre los cuerpos que se separan.

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.

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.

3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

El análisis geológico del área de estudio se elaboró teniendo como base a el boletín N° 27, serie A Carta Geológica Nacional: “Geología de los cuadrángulos de Andahuaylas, Abancay y Cotabambas” (Marocco, 1975) y la Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Andahuaylas (28-p)”, escala 1: 50 000 (Lipa et al., 2003), donde mencionan al Plutón Anchaca de la Unidad Ocobamba, y las unidades litoestratigráficas de la Formación Hualhuani, que se encuentran cubiertos por depósitos cuaternarios.

La geología se complementó con trabajos de interpretación de imágenes satelitales, fotografías aéreas y observaciones de campo.

3.1. Unidades litoestratigráficas

Las unidades litoestratigráficas que afloran en la zona inspeccionada y alrededores corresponden a cuarzdioritas del Pluton Anchaca y cuarciarenitas como afloramientos de rocas sedimentarias de la Formación Hualhuani y del Grupo Yura; además localmente se aprecian depósitos eluviales, deluviales y aluviales que han sido acumulados desde el Pleistoceno hasta la actualidad (Anexo 1 - Mapa 1).

3.1.1. Formación Labra

Aflora al norte de Arcahua en la margen derecha de la quebrada Pallcamayo, compuesto por cuarciarenita gris blanquecina con tonos verdes y amarillentos, alternada con niveles lutáceos, de edad jurásico superior.

3.1.2. Formación Hualhuani

Aflora ampliamente al oeste y sur oeste de la zona de estudio, en la parte alta de los cerros, se puede apreciar areniscas cuarzosas blancas de grano fino y medio en estratos gruesos con laminación oblicua y paralela con horizontes de lutitas, de edad cretácico inferior.

3.1.3. Rocas intrusivas

Unidad Ocobamba – Plutón Anchaca: es un cuerpo plutónico en forma de stocks, formando parte del batolito de Andahuaylas, intruyendo a la Formación Hualhuani del Grupo Yura. En la zona de estudios Aflora ampliamente, compuesta por cuarzdiorita granular con minerales visibles de plagioclasa y cuarzo, en la zona de evaluación se aprecian completamente meteorizada (figura 2).



Figura 2. Se aprecia la cuarzdiorita granular con minerales visibles y completamente meteorizada.

3.1.4. Depósitos recientes

Depósitos aluviales: Son depósitos medianamente consolidados que se encuentran adosados en el lecho de las quebradas y sus márgenes. Compuestas por gravas sub angulosas a sub redondeadas en matriz de arena, limo y arcilla (figura 3).

Materiales que fueron originados en las partes altas de la quebrada y transportándolos hasta las zonas más bajas por la gravedad y aguas de escorrentía, formando en la quebrada Huayanacuy un abanico aluvial. (Anexo 2 – descripción de formaciones superficiales 1).



Figura 3. Se aprecia el depósito aluvial, compuestas por gravas sub angulosas a sub redondeadas con matriz de arena, limo y arcilla.

Depósitos Deluviales: Son materiales erosionados y transportados hacia zonas más bajas por acción de las aguas de escorrentía (precipitaciones pluviales), se encuentran adosados en las laderas en capas finas aumentando su espesor hacia la base.

Están compuestos por arenas (30%), limos (30%) y arcillas (40%) (figura 4), se presentan poco compactos y susceptibles a generar nuevos movimientos en masa (Anexo 2 – descripción de formaciones superficiales 2).



Figura 4. Se aprecia el depósito deluvial en capas con materiales finos, compuestas por arenas, limos y arcillas.

Depósitos Eluviales: Son materiales generados de la erosión física y química de la roca preexistente, no presenta transporte y conserva la estructura de la roca original.

Se aprecian en la margen derecha de la quebrada Huayanacuy, junto al cementerio, tiene un espesor mayor a 1 m y están compuestos por materiales finos como arenas (20%), limos (40%) y arcillas (40%), los cuales no presentan compactación (figura 5) (Anexo 3 – descripción de formaciones superficiales 3).



Figura 5. Se puede ver el depósito eluvial, tiene una capa con espesor mayor a 1 m. Compuestas por arenas, limos y arcillas.

3.2. Tectónica

En la zona evaluada se aprecia al Grupo Yura y la Formación Arcurquina formando pliegues anticlinales y sinclinales de dirección NO-SE que se extiende por varios km, las cuales son afectadas por numerosas fallas transversales en la dirección principal (Lipa et al., 2003).

Además, se aprecia al norte de la zona evaluada una falla inferida que sigue la dirección de la falla Pacucha, predominantemente E-O con movimiento inverso, poniendo en contacto los grupos Mitu, Yura y la Formación Arcurquina (Lipa et al., 2003).

Estos tipos de estructuras, originan fracturamientos en las rocas con varias familias, lo que genera bloques, dando una inestabilidad al afloramiento.

4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

4.1. Pendientes del terreno

La pendiente es un parámetro importante en la evaluación de peligros por movimientos en masa, actúa como factor condicionante y dinámico en la generación de movimientos en masa por la diferencia de alturas que presenta la zona de estudio.

Se presenta el mapa de pendientes (Anexo 1 - Mapa 2) y un mapa de elevaciones (Anexo 1 - Mapa 3), los cuales fueron realizados con ayuda de un modelo de elevación digital de 12.5 m de resolución; tomada del satélite Alos Palsar (USGS).

En la zona evaluada, el cuerpo del deslizamiento, su corona y zonas aledañas presentan terrenos con pendientes de moderada (5°- 15°) a fuerte (15°- 25°), siendo un factor condicionante a los deslizamientos, además, las alturas del terreno sobre el nivel del mar que presenta la zona evaluada, comprenden desde los 3 200 hasta los 3 500 m s.n.m. los cuales son 300 metros de diferencia de alturas.

En el área circundante al deslizamiento se tiene afloramientos rocosos, que presentan laderas con pendientes muy fuertes (25°- 45°).

4.2. Unidades geomorfológicas

Para la caracterización de las unidades geomorfológicas en el área de estudio, se realizó la complementación y actualización del mapa geomorfológico regional a escala 1:100 000 (Ingemmet, 2012). Además, se consideraron criterios de control como: la homogeneidad litológica y caracterización conceptual, en base a aspectos del relieve en relación a la erosión, denudación y sedimentación, diferenciándose montañas de piedemonte (Anexo 1 - Mapa 4).

4.2.1. Unidad de montañas

Son geoformas de carácter degradacional y erosional. Se consideran dentro de esta unidad a elevaciones del terreno con alturas mayores a 300 m con respecto al nivel de base local, diferenciándose la siguiente subunidad según el tipo de roca que la conforma y los procesos que han originado su forma actual.

Subunidad de montañas en rocas sedimentaria (RM-rs): representado en la zona evaluada por un relieve modelado en afloramientos rocosos de la Formación Hualhuani, conformadas por cuarciarenitas de color gris blanquecino en estratos gruesos.

Se aprecia en las zonas altas al sur de la zona de estudio, formando laderas con pendiente fuertes hasta muy fuertes.

Subunidad de montañas en rocas intrusiva (RM-ri): Representada por rocas cuarzodioritas del Plutón Anchaca, que cortan las rocas de la Formación Hualhuani, se aprecia ampliamente en la zona de estudio.

Presenta pendientes de moderadas a fuertes, asociadas a la ocurrencia de movimientos en masa de tipo deslizamientos.

4.2.2. Unidad de piedemonte

Son geoformas de carácter depositacional y agradacional. Se consideran como formas de terrenos que constituyen la transición entre los relieves montañosos accidentados y las zonas planas, predominan los terrenos generados por fuerzas de desplazamiento como depósitos aluviales antiguos y recientes y depósitos de tipo glaciar – fluvial.

Subunidad de vertiente aluvial (V-al): dentro de esta subunidad se considera planicies inclinadas posicionadas en la base de las estribaciones andinas o sistemas montañosos, están conformados por los depósitos de materiales acarreados por las

corrientes de agua, estos materiales en las confluencias con otros ríos pueden generar formas de abanicos debido a movimiento lateral.

En la quebrada Huayanacuy las pendientes que se aprecian son moderadas a fuertes y en la confluencia con el río Pallcamayo llega a presentar pendientes muy fuertes, asociadas a la ocurrencia de movimientos en masa.

Subunidad vertiente coluvio-deluvial (V-cd): en la zona evaluada se aprecian materiales depositados sobre laderas de montaña en roca intrusiva, se encuentran conformados por materiales interestratificados de origen coluvial y deluvial indiferenciadamente, estos materiales fueron trasladados por acción gravitacional apoyado por las aguas de escorrentía hasta ser depositados en zonas más bajas.

Estos materiales presentan pendientes mayormente moderadas, las que pueden condicionar eventos de movimientos en masa de tipo complejo, reptaciones y consiguiente flujo de detritos.

5. PELIGROS GEOLÓGICOS Y/O GEOHIDROLÓGICOS

Los peligros geológicos en la zona evaluada, corresponden a movimientos en masa tipo deslizamientos y erosiones de ladera. Estos procesos son resultado del modelamiento del terreno, así como la incisión sufrida en los cursos de agua en la Cordillera de los Andes, que conllevó a la generación de diversos movimientos en masa, que modificaron la topografía de los terrenos y movilizaron cantidades variables de materiales desde las laderas hacia el curso de los ríos (PMA: GCA, 2007).

Los movimientos 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 tipo de cobertura vegetal. Como “detonantes” las precipitaciones pluviales intensas y prolongadas, así como sismos.

5.1. Peligros geológicos por movimientos en masa del sector Eraspata

Se identificaron movimientos en masa de tipo deslizamiento, que se activó el día 25 de septiembre del 2022, este evento en su trayectoria afectó dos viviendas (figura 6), como también al cementerio, áreas agrícolas y el sistema de agua potable del sector junto con el de regadío en 95 m. Según informaron los lugareños, el factor importante que condiciona a que se genere el deslizamiento fue el corte de talud para la construcción de una carretera.



Figura 6. Vivienda ubicada en el pie del deslizamiento que fue destruida por este evento.

El sector Eraspatha se encuentra en una lomada dentro del poblado de Arcahua, se ubica en la parte alta del poblado, donde los habitantes del sector construyeron su cementerio e iglesia, ubicados en coordenadas UTM: 710373 E, 8488232 S.

En este sector se identificó un deslizamiento rotacional activo ocupando un área 3657 m², la escarpa principal presenta un salto de 3 m con longitud de 62 m, la distancia de la cabecera al pie del deslizamiento es 70 m (figura 7); además se aprecia el cuerpo deslizado basculado.

Se aprecia una capa de arcilla, sobre ella se tiene presencia de agua, lo que indica la infiltración de aguas de escorrentía en la zona (figura 8).

Por otro lado, en la parte posterior de la escarpa principal, se aprecian grietas tensionales erosionadas con longitudes de hasta 10 m y apertura de 1 cm, lo que muestra su avance retrogresivo e inestabilidad del terreno (figura 9)



Figura 7. Escarpa principal del deslizamiento en el cementerio de Eraspata, en el cuerpo se aprecian también tumbas que fueron afectadas.



Figura 8. Se aprecia la escarpa principal con el cuerpo deslizado basculado y con retención de humedad en la capa de arcilla.



Figura 9. Se puede ver una grieta en un corte del suelo con apertura de 1 cm.

A unos 50 metros después de la escarpa, se aprecia la construcción de la iglesia de Arcahua, la que puede ser afectada por el avance retrogresivo del deslizamiento (figura 9).



Figura 9. Se aprecia la iglesia en construcción junto al cementerio, la que puede ser afectada si las grietas retrogresivas llegan hasta la iglesia.

Por otro lado, el sector sur de la iglesia presenta grietas en su muro con anchos menores a 1 cm y en el suelo con aperturas de hasta 2cm (figura 10), esto por el corte del talud

a una distancia de 4 m de la iglesia, realizado para la apertura de una carretera que circunda la lomada (figura 11).



Figura 10. En la zona sur de la iglesia se aprecia una grieta en un muro y junto a ella, en el suelo una grieta con apertura de hasta 2 cm.



Figura 11. Se aprecia la zona sur de la iglesia y el corte de talud a una distancia de la iglesia en construcción de 4 m.

5.1.1. Factores condicionantes

Factor litológico-estructural

- Substrato rocoso compuesto por rocas intrusivas cuarzodioritas las que se presentan completamente meteorizadas, originando suelos arenosos de fácil erosión.

- Los depósitos recientes deluviales se presentan porosos y poco compactos, están compuestos por arenas (30%), limos (30%) y arcillas (40%), que permite la infiltración de agua al subsuelo. Por lo cual son de fácil erosión y remoción.
- Las fallas y pliegues que se ubican a menos de 1 km de distancia de la zona de estudio, entre ellos la falla Pacucha generaron el fracturamiento en las rocas, lo que genera inestabilidad en el terreno.

Factor geomorfológico

- El sector donde se producen los deslizamientos se encuentra sobre la subunidad de montaña en roca intrusiva y en vertiente coluvio-deluvial, cuyas laderas presentan depósitos recientes con pendientes moderadas (5° - 15°) a fuertes (15° - 25°).

Factor hidrológico - hidrogeológico

- Junto al cuerpo del deslizamiento se aprecia roca intrusiva, que se comporta como acuífero fisurado, este fracturamiento puede generar la permeabilidad secundaria. Además, en el sector existe gran cantidad de canales de agua, los cuales presentan grietas y se encuentran en mal estado, los que producen infiltraciones sobre el terreno.

Factor antrópico

El factor que desencadenó este deslizamiento fue el antropogénico, por corte de talud que se realizó para la construcción de carreteras carrozable, la cual logró desestabilizar el terreno.

5.1.2. Factores detonantes o desencadenantes

- En el periodo lluvioso o de lluvias excepcionales, los terrenos poco consolidados se saturan fácilmente, originando inestabilidad en el terreno
- La sismicidad, el sector se encuentra, de acuerdo a la zonificación sísmica de la norma E.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones en la zona 2, además, de acuerdo al Mapa de Peligro Sísmico para el Perú considerando un periodo de retorno de 100 años los valores de aceleración están entre 280 y 300 gals, donde se pueden generar sismos en ambos casos de hasta un nivel VII en la escala de Mercalli, que podría desencadenar deslizamientos u otros movimientos en masa.
- Además, se tienen la falla neotectónica Pacucha, cuando se activa, genera sismos que pueden producir procesos de movimientos en masa.

CONCLUSIONES

- a) El deslizamiento que se presentó en el sector Eraspata, afectó 2 viviendas, cementerio, sistema de agua potable del sector y canal de regadío en 95 m, como también áreas agrícolas.
- b) Debido a las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas, el sector Eraspata del poblado de Arcahua es considerada de **peligro alto** a la reactivación del deslizamiento, el que puede ser desencadenado en presencia de lluvias intensas y/o prolongadas o en eventos sísmicos.
- c) El deslizamiento principal presenta una escarpa con longitud de 62 m y altura de 3 m, la distancia de la cabecera al pie del deslizamiento es 70 m.
- d) Los factores condicionantes de los movimientos en masa son:
 - El substrato rocoso del sector conformado por cuarzodiorita que se presentan completamente meteorizada.
 - Depósitos deluviales no consolidados, compuestos por arenas (30%), limos (30%) y arcillas (40%).
 - Las laderas que presentan depósitos recientes con pendientes moderadas (5° - 15°) a fuertes (15° - 25°). Donde el material suelto se puede movilizar con facilidad cuesta abajo.
 - Mal mantenimiento de su canal de regadío el cual presenta infiltraciones sobre el terreno.
 - Las fallas y pliegues que se ubican a menos de 1 km de distancia de la zona de estudio generaron el fracturamiento en las rocas.
- e) Una de los factores de la activación del deslizamiento, es el corte de talud para construcción de una vía, otro es la infiltración de aguas sobre el terreno.

RECOMENDACIONES

- a) Realizar zanjas de coronación y en espina de pescado revestidas, para drenar el cuerpo del deslizamiento, así evitar la infiltración y sobrecarga de peso.
- b) Forestar con planta nativas el cuerpo de los deslizamientos, con el fin de impermeabilizar y evitar sobrecargas por infiltración, para ello deben reducir las áreas destinadas para la agricultura.
- c) Para estabilizar y evitar nuevas afectaciones en la zona del deslizamiento y en la construcción de la iglesia, se debe realizar un estudio de suelos con el fin de instalar un muro de contención o realizar otras medidas de estabilidad de taludes por donde pasa la carretera que circunda las zonas mencionadas.
- d) Las dos viviendas afectadas del sector deben pasar a un proceso de reubicación, porque las áreas donde se ubican actualmente son inestables.
- e) Sensibilizar la población sobre los peligros geológicos que presenta el sector, para que puedan hacer un monitoreo de las grietas en la zona, ya que este deslizamiento tiene un avance retrogresivo y puedan tener una correcta reacción en caso se reactive este evento.
- f) Implementar un Sistema de Alerta Temprana (SAT), con el fin de contar con información real ante la ocurrencia nuevos deslizamientos, para la evacuación de personas que se encuentren dentro del ámbito del sector.
- g) Realizar un EVAR en la zona evaluada para contar con un análisis de riesgos de las zonas afectadas.



Segundo A. Núñez Juárez
Jefe de Proyecto-Act. 11



ING. JERSY MARIÑO SALAZAR
Director (e)
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico
INGEMMET

BIBLIOGRAFÍA

Cruden, D.M. & Varnes, D.J. (1996) - Landslides types and processes, en Turner, K., y Schuster, R.L., ed., Landslides investigation and mitigation: Washintong D. C, National Academy Press, Transportati3n researchs board Special Report 247, p. 36-75.

Lipa, V.; Zuloaga, A. & Edilberto, L. (2003). Memoria descriptiva de la revisi3n y actualizaci3n Cuadr3ngulo de Andahuaylas (28-p), base Marocco R. (1975). Escala 1:50 000. INGEMMET.

Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007) - Movimientos en masa en la regi3n andina: una gu3a para la evaluaci3n de amenazas. Santiago: Servicio Nacional de Geolog3a y Miner3a, 432 p., Publicaci3n Geol3gica Multinacional, 4.

SENAMHI, 2020. Climas del Per3 Mapa de Clasificaci3n Clim3tica Nacional. Resumen Ejecutivo. 7 p.

Tavera, H.; Bernal, Y.; Condori, C.; Ordaz, M.; Zevallos, A.; Ishizawa, O. (2014) - Re-evaluaci3n del peligro s3smico probabil3stico para el Per3, IGP, 89 p

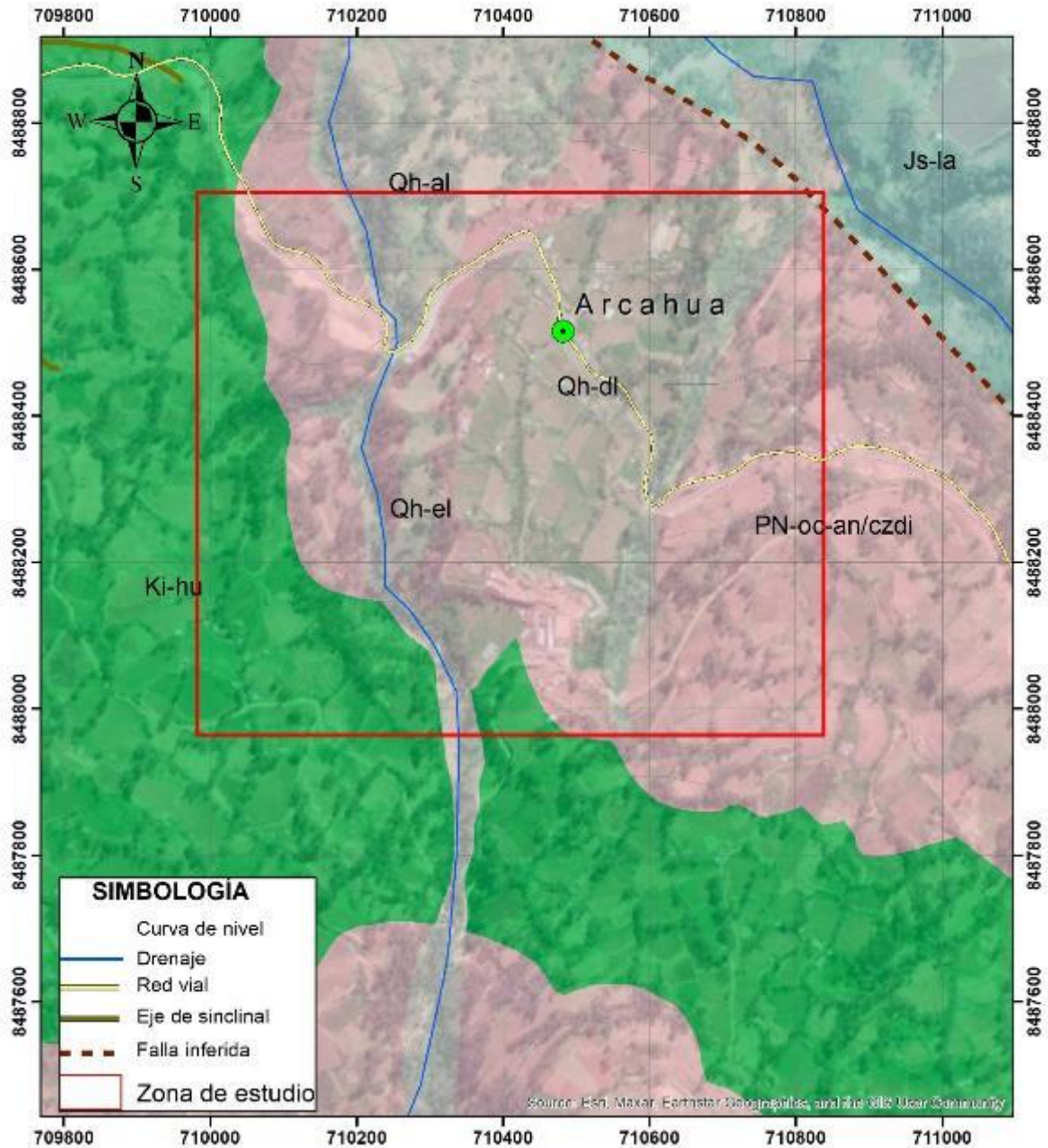
Valdivia, W.& Latorre, O. (2003). Memoria descriptiva de la revisi3n y actualizaci3n Cuadr3ngulo de Abancay (28-q), base Marocco R. (1975). Escala 1:50 000. INGEMMET

Villacorta, S.; Fidel, L. & Zavala, B. (2012) - Mapa de susceptibilidad por movimientos en masa del Per3. Revista de la Asociaci3n Geol3gica Argentina, 69(3), 393–399.

Villacorta, S.; Valderrama, P, & Ronni, R. (2012) – Primer reporte de zonas cr3ticas por peligros geol3gicos y geo-hidrol3gicos en la Regi3n Apur3mac, INGEMMET, 46 p.

Villacorta, S.; V3squez, P.; Valderrama, P, & Maduelo, M. (2013) – Segundo reporte de zonas cr3ticas por peligros geol3gicos y geo-hidrol3gicos en la Regi3n Apur3mac, INGEMMET, 46 p

ANEXO 1: MAPAS



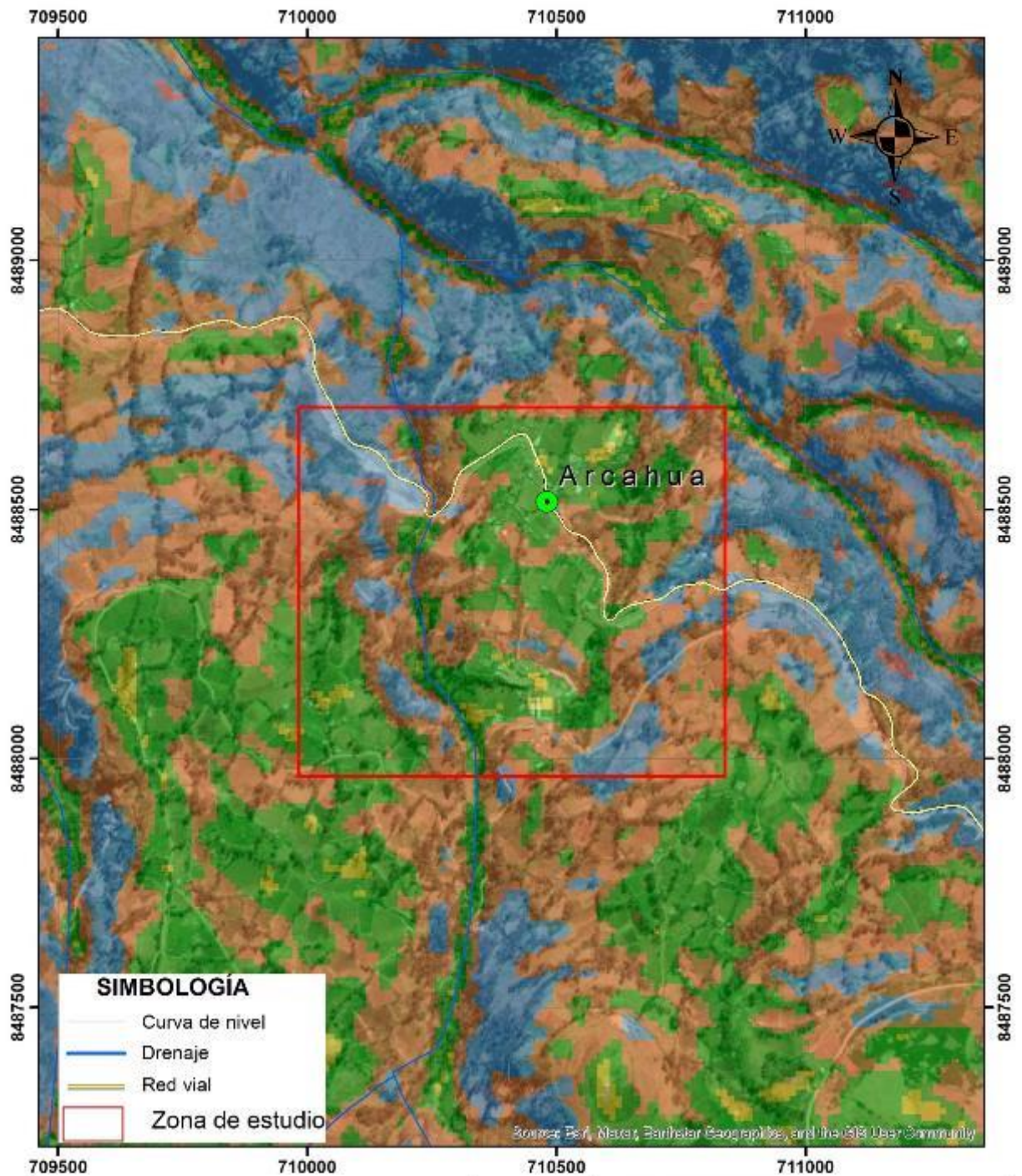
UNIDADES LITOLÓGICAS		UNIDADES ESTRUCTURACIONALES	
LITOLÓGICA	Dep. aluvial	Qh-el	Deposito de material detrítico.
	Dep. deluvial	Qh-di	Arcillas, limos y arenas con de fragmentos de gravas angulosos.
	Dep. aluvial	Qh-al	bloques subangulosos a subredondeados, envueltos en matriz gravosa, arenosa y/o limo-arcillosa.
ESTRUCTURACIONAL	Unidad Desbarran	PN-oc-an/czdi	Cuarzodiorita
	Platón Arcahua		
METAMÓRFICA	Dep. Yura	Ki-hu	Cuarzodioritas de coloración gris blanquecina en estratos gruesos.
		Js-gr	Lutitas grises, oscuras y gris oscura, intercaladas con calizas grises a manera de lentes.
		Js-la	Areniscas grises y niveles de lutitas negras.

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL

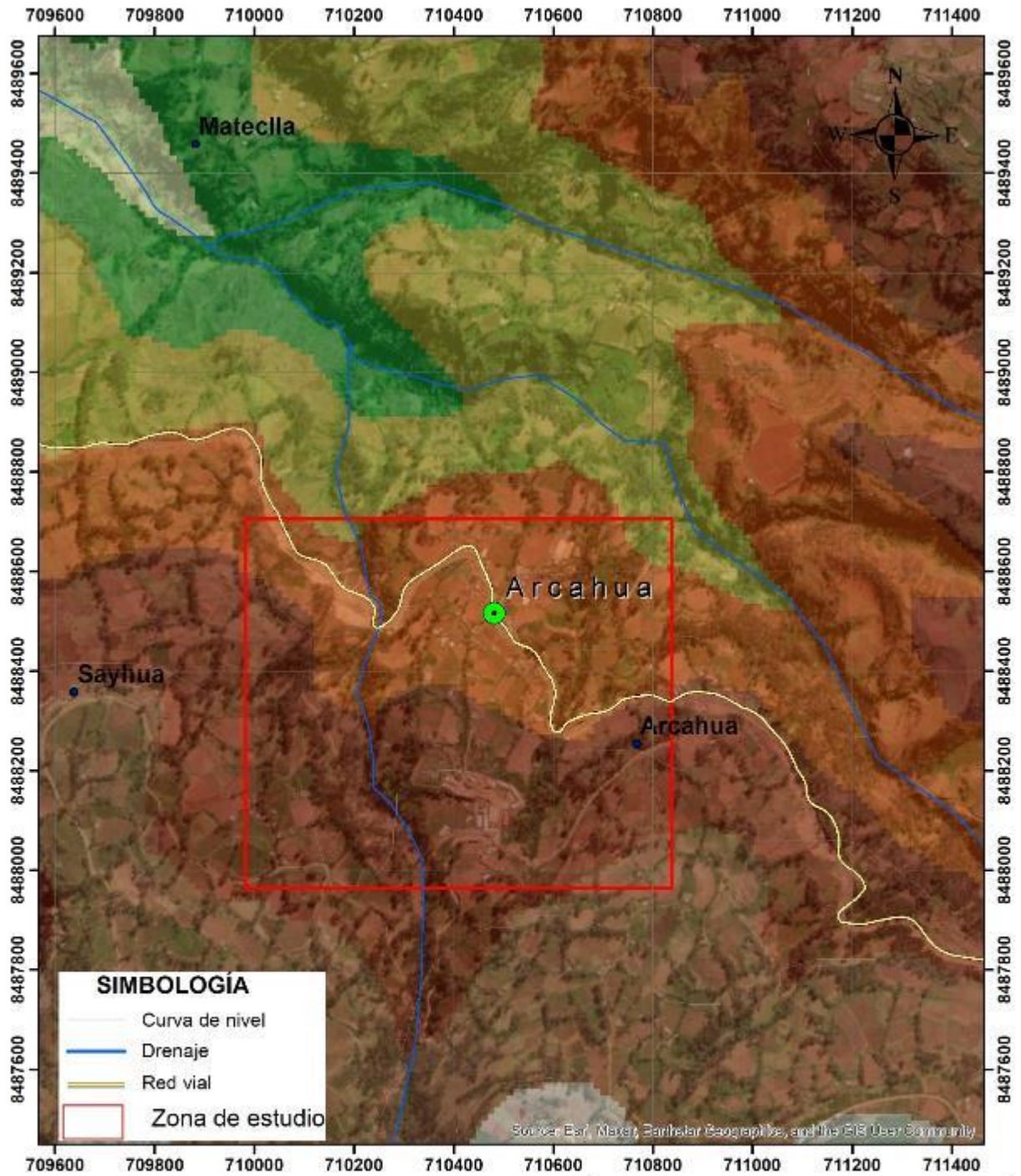
Geología del sector Eraspata Figura: **1**

Escala 1:7 000 Datum UTM WGS 84 Zona 18S
 Versión digital: año 2023 Impreso: Septiembre 2023



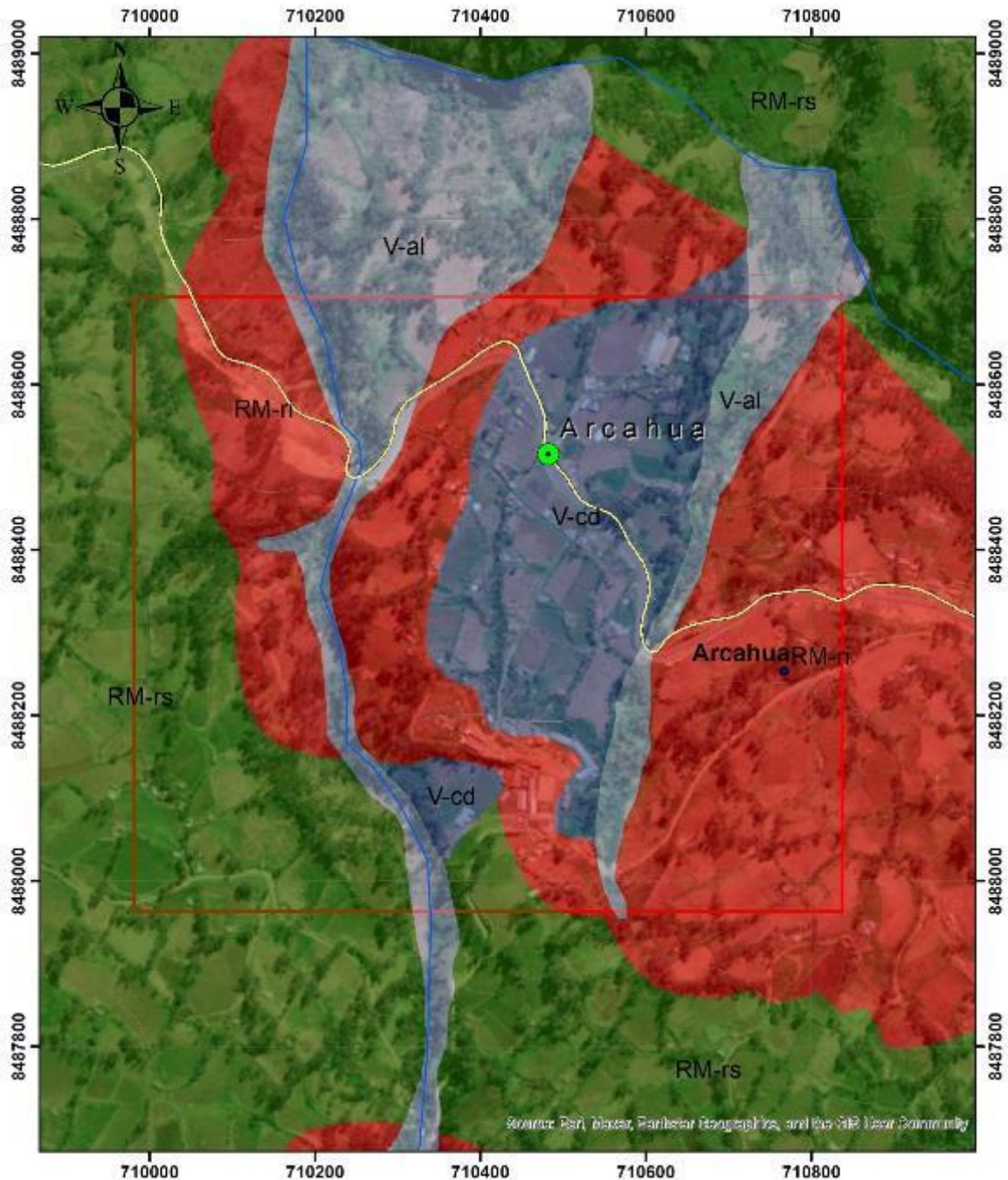
LEYENDA	
	(< 1°) Terreno llano
	(1° - 5°) Terreno inclinado con pendiente suave
	(5° - 15°) Pendiente moderada
	(15° - 25°) Pendiente fuerte
	(25° - 45°) Pendiente muy fuerte o escarpada
	(45° - 90°) Terreno muy escarpado

<p>SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO</p>	
<p>ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL</p>	
<p>Pendientes del sector Eraspata</p>	<p>Figura: 2</p>
<p>Escala 1:10 000 Datum UTM WGS 84 Zona 18S Versión digital: año 2022 Impreso: Septiembre 2023</p>	



LEYENDA (m s.n.m.)	
2,864 - 2,900	3,300.000001 - 3,400
2,900.000001 - 3,000	3,400.000001 - 3,500
3,000.000001 - 3,100	3,500.000001 - 3,600
3,100.000001 - 3,200	3,600.000001 - 3,700
3,200.000001 - 3,300	

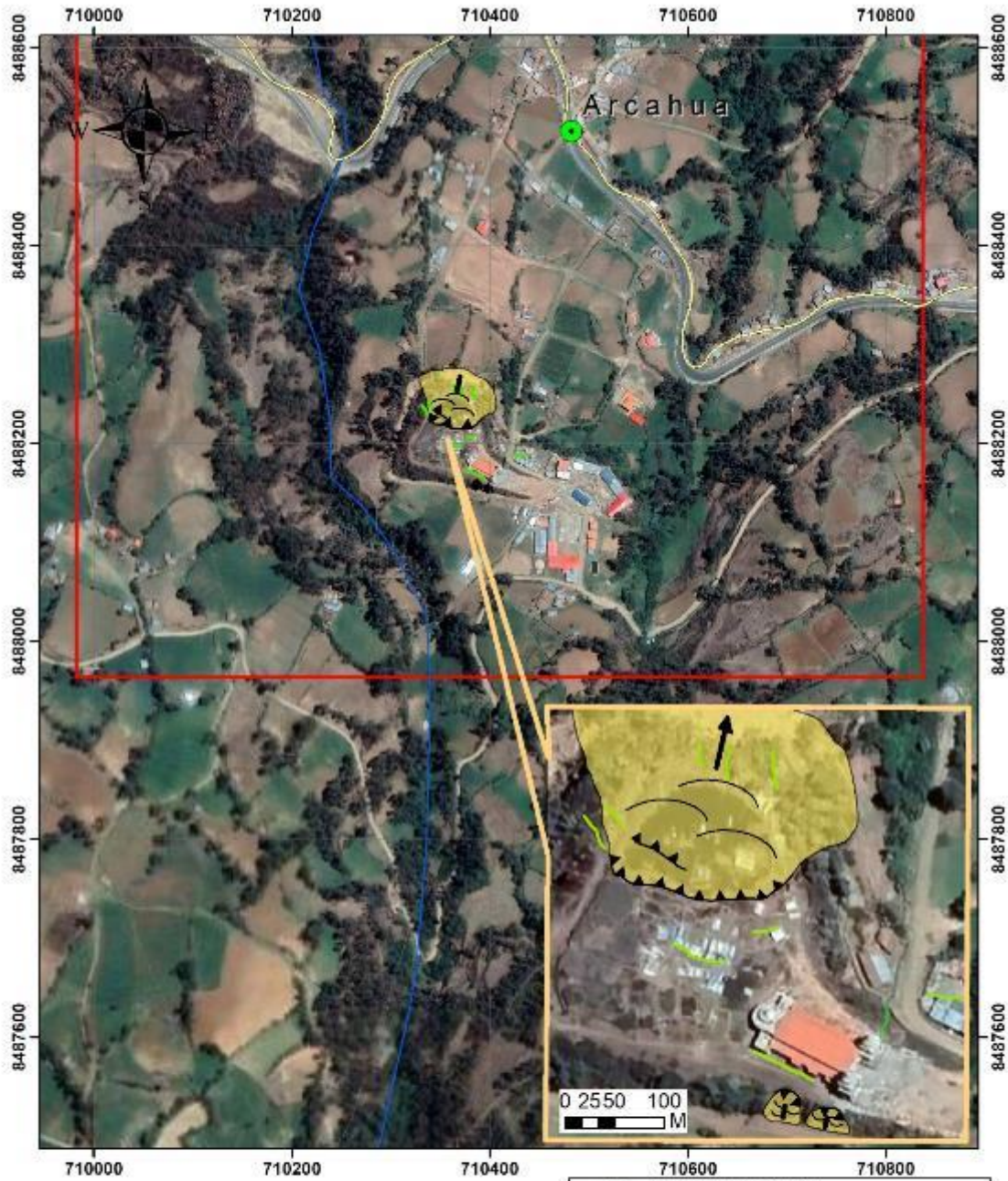
SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO	
ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL	
Elevaciones del sector Eraspata	Figura: 3
Escala 1:10 000 Datum UTM WGS 84 Zona 18S Versión digital año 2023 Impreso: Septiembre 2023	



LEYENDA	
RM-rs	Montaña en roca sedimentaria
RM-ri	Montaña en roca intrusiva
V-cd	Vertiente coluvio-deluvial
V-al	Vertiente aluvial

SIMBOLOGÍA	
	Curva de nivel
	Drenaje
	Red vial
	Zona de estudio

SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO	
ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL	
Geomorfología del sector Eraspata	Figura: 4
Escala 1:6 000 Datum UTM WGS 84 Zona 18S Versión digital: año 2023 Impreso: Septiembre 2023	



LEYENDA	
	Deslizamiento activo
	Cárcava

SIMBOLOGIA	
	Drenaje
	Red vial
	Grieta
	Deslizamiento activo
	Zona de estudio

SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO	
ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL	
Peligros del sector Eraspata	Figura: 5
Escala 1:5 000 Datum UTM WGS 84 Zona 18S Versión digital año 2023 Impreso Suplemento 2023	

ANEXO 2: DESCRIPCIÓN DE FORMACIONES SUPERFICIALES

Descripción de formaciones superficiales 1: Deposito Aluvial hacia el sur de la zona donde ocurrió el deslizamiento, en coordenada UTM 710301 E; 8488172 S

DESCRIPCIÓN DE FORMACIONES SUPERFICIALES							
		TIPO DE FORMACIÓN SUPERFICIAL	<input type="checkbox"/>	Eluvial	<input type="checkbox"/>	Lacustre	
			<input type="checkbox"/>	Deluvial	<input type="checkbox"/>	Marino	
			<input type="checkbox"/>	Coluvial	<input type="checkbox"/>	Eólico	
			<input checked="" type="checkbox"/>	Aluvial	<input type="checkbox"/>	Orgánico	
			<input type="checkbox"/>	Fluvial	<input type="checkbox"/>	Artificial	
			<input type="checkbox"/>	Proluvial	<input type="checkbox"/>	Litoral	
			<input type="checkbox"/>	Glaciar	<input type="checkbox"/>	Fluvio glaciar	
GRANULOMETRÍA		FORMA		REDONDES		PLASTICIDAD	
	%						
<input type="checkbox"/>	Bolos	<input checked="" type="checkbox"/>	Esférica	<input type="checkbox"/>	Redondeado	<input type="checkbox"/>	Alta plasticidad
<input type="checkbox"/>	Cantos	<input type="checkbox"/>	Discoidal	<input type="checkbox"/>	Subredondeado	<input checked="" type="checkbox"/>	Med. Plástico
<input type="checkbox"/>	10 Gravas	<input type="checkbox"/>	Laminar	<input checked="" type="checkbox"/>	Anguloso	<input type="checkbox"/>	Baja Plasticidad
<input type="checkbox"/>	10 Gránulos	<input type="checkbox"/>	Cilíndrica	<input type="checkbox"/>	Subanguloso	<input type="checkbox"/>	No plástico
<input type="checkbox"/>	20 Arenas						
<input type="checkbox"/>	30 Limos						
<input type="checkbox"/>	30 Arcillas						
ESTRUCTURA		TEXTURA		CONTENIDO DE		% LITOLOGÍA	
<input checked="" type="checkbox"/>	Masiva	<input type="checkbox"/>	Harinoso	<input type="checkbox"/>	Materia Orgánica	<input type="checkbox"/>	60 Intrusivos
<input type="checkbox"/>	Estratificada	<input checked="" type="checkbox"/>	Arenoso	<input type="checkbox"/>	Carbonatos	<input type="checkbox"/>	Volcánicos
<input type="checkbox"/>	Lenticular	<input type="checkbox"/>	Aspero	<input type="checkbox"/>	Sulfatos	<input type="checkbox"/>	Matamórficos
						<input type="checkbox"/>	40 Sedimentarios
COMPACIDAD							
SUELOS FINOS				SUELOS GRUESOS			
Limos y Arcillas		Arenas		Gravas			
<input checked="" type="checkbox"/>	Blanda	<input checked="" type="checkbox"/>	Suelta	<input checked="" type="checkbox"/>	Suelta		
<input type="checkbox"/>	Compacta	<input type="checkbox"/>	Densa	<input type="checkbox"/>	Med. Consolidada		
<input type="checkbox"/>	Dura	<input type="checkbox"/>	Muy Densa	<input type="checkbox"/>	Consolidada		
				<input type="checkbox"/>	Muy Consolidada		
CLASIFICACIÓN TENTATIVA S.U.C.S.							
SUELOS GRUESOS				SUELOS FINOS			
<input type="checkbox"/>	GW	<input type="checkbox"/>	GC	<input type="checkbox"/>	ML	<input type="checkbox"/>	CH
<input type="checkbox"/>	GP	<input type="checkbox"/>	SW	<input checked="" type="checkbox"/>	CL	<input type="checkbox"/>	OH
<input type="checkbox"/>	GM	<input type="checkbox"/>	SP	<input type="checkbox"/>	OL	<input type="checkbox"/>	PT
<input type="checkbox"/>	SM	<input type="checkbox"/>	SC	<input type="checkbox"/>	MH		

Descripción de formaciones superficiales 2: Deposito Deluvial en la zona donde ocurrió el deslizamiento, en coordenada UTM 710365 E; 8488266 S.

DESCRIPCIÓN DE FORMACIONES SUPERFICIALES								
		TIPO DE FORMACIÓN SUPERFICIAL	<input type="checkbox"/>	Eluvial	<input type="checkbox"/>	Lacustre		
			<input checked="" type="checkbox"/>	Deluvial	<input type="checkbox"/>	Marino		
			<input type="checkbox"/>	Coluvial	<input type="checkbox"/>	Eólico		
			<input type="checkbox"/>	Aluvial	<input type="checkbox"/>	Orgánico		
			<input type="checkbox"/>	Fluvial	<input type="checkbox"/>	Artificial		
			<input type="checkbox"/>	Proluvial	<input type="checkbox"/>	Litoral		
			<input type="checkbox"/>	Glaciar	<input type="checkbox"/>	Fluvio glaciar		
GRANULOMETRÍA			FORMA	REDONDES	PLASTICIDAD			
	%							
<input type="checkbox"/>	Bolos		<input type="checkbox"/>	Esférica	<input type="checkbox"/>	Redondeado	<input type="checkbox"/>	Alta plasticidad
<input type="checkbox"/>	Cantos		<input type="checkbox"/>	Discoidal	<input type="checkbox"/>	Subredondeado	<input checked="" type="checkbox"/>	Med. Plástico
<input type="checkbox"/>	Gravas		<input type="checkbox"/>	Laminar	<input type="checkbox"/>	Anguloso	<input type="checkbox"/>	Baja Plasticidad
<input type="checkbox"/>	Gránulos		<input type="checkbox"/>	Cilíndrica	<input type="checkbox"/>	Subanguloso	<input type="checkbox"/>	No plástico
<input type="checkbox"/>	30 Arenas							
<input type="checkbox"/>	30 Limos							
<input type="checkbox"/>	40 Arcillas							
		ESTRUCTURA	TEXTURA	CONTENIDO DE	%	LITOLOGÍA		
<input type="checkbox"/>	Masiva	<input type="checkbox"/>	Harinoso	<input type="checkbox"/>	Materia Orgánica	<input type="checkbox"/>	70	Intrusivos
<input checked="" type="checkbox"/>	Estractificada	<input checked="" type="checkbox"/>	Arenoso	<input type="checkbox"/>	Carbonatos	<input type="checkbox"/>		Volcánicos
<input type="checkbox"/>	Lenticular	<input type="checkbox"/>	Aspero	<input type="checkbox"/>	Sulfatos	<input type="checkbox"/>		Matamórficos
						<input type="checkbox"/>	30	Sedimentarios
		COMPACIDAD						
		SUELOS FINOS	SUELOS GRUESOS					
		Limos y Arcillas	Arenas	Gravas				
<input checked="" type="checkbox"/>	Blanda	<input checked="" type="checkbox"/>	Suelta	<input type="checkbox"/>	Suelta			
<input type="checkbox"/>	Compacta	<input type="checkbox"/>	Densa	<input type="checkbox"/>	Med. Consolidada			
<input type="checkbox"/>	Dura	<input type="checkbox"/>	Muy Densa	<input type="checkbox"/>	Consolidada			
				<input type="checkbox"/>	Muy Consolidada			
		CLASIFICACIÓN TENTATIVA S.U.C.S.						
		SUELOS GRUESOS			SUELOS FINOS			
<input type="checkbox"/>	GW	<input type="checkbox"/>	GC	<input checked="" type="checkbox"/>	ML	<input type="checkbox"/>	CH	
<input type="checkbox"/>	GP	<input type="checkbox"/>	SW	<input type="checkbox"/>	CL	<input type="checkbox"/>	OH	
<input type="checkbox"/>	GM	<input type="checkbox"/>	SP	<input type="checkbox"/>	OL	<input type="checkbox"/>	PT	
<input type="checkbox"/>	SM	<input type="checkbox"/>	SC	<input type="checkbox"/>	MH			

Descripción de formaciones superficiales 3: Deposito Eluvial en la margen derecha de la quebrada Huayanacuy, hacia el noreste y junto al cementerio, en coordenada UTM 710315 E; 8488248 S.

DESCRIPCIÓN DE FORMACIONES SUPERFICIALES					
	TIPO DE FORMACIÓN SUPERFICIAL	<input checked="" type="checkbox"/>	Eluvial	<input type="checkbox"/>	Lacustre
		<input type="checkbox"/>	Deluvial	<input type="checkbox"/>	Marino
		<input type="checkbox"/>	Coluvial	<input type="checkbox"/>	Eólico
		<input type="checkbox"/>	Aluvial	<input type="checkbox"/>	Orgánico
		<input type="checkbox"/>	Fluvial	<input type="checkbox"/>	Artificial
		<input type="checkbox"/>	Proluvial	<input type="checkbox"/>	Litoral
		<input type="checkbox"/>	Glaciar	<input type="checkbox"/>	Fluvio glaciar
GRANULOMETRÍA		FORMA		REDONDES	
%					
<input type="checkbox"/>	Bolos	<input type="checkbox"/>	Esférica	<input type="checkbox"/>	Redondeado
<input type="checkbox"/>	Cantos	<input type="checkbox"/>	Discoidal	<input type="checkbox"/>	Subredondeado
<input type="checkbox"/>	Gravas	<input type="checkbox"/>	Laminar	<input type="checkbox"/>	Anguloso
<input type="checkbox"/>	Gránulos	<input type="checkbox"/>	Cilíndrica	<input type="checkbox"/>	Subanguloso
<input type="checkbox"/>	20 Arenas				
<input type="checkbox"/>	40 Limos				
<input type="checkbox"/>	40 Arcillas				
	ESTRUCTURA	TEXTURA	CONTENIDO DE	%	LITOLOGÍA
<input checked="" type="checkbox"/>	Masiva	<input type="checkbox"/>	Harinoso	<input type="checkbox"/>	Materia Orgánica
<input type="checkbox"/>	Estractificada	<input type="checkbox"/>	Arenoso	<input type="checkbox"/>	Carbonatos
<input type="checkbox"/>	Lenticular	<input checked="" type="checkbox"/>	Aspero	<input type="checkbox"/>	Sulfatos
				<input type="checkbox"/>	100 Intrusivos
				<input type="checkbox"/>	Volcánicos
				<input type="checkbox"/>	Matamórficos
				<input type="checkbox"/>	Sedimentarios
COMPACIDAD					
SUELOS FINOS			SUELOS GRUESOS		
Limos y Arcillas		Arenas		Gravas	
<input checked="" type="checkbox"/>	Blanda	<input checked="" type="checkbox"/>	Suelta	<input checked="" type="checkbox"/>	Suelta
<input type="checkbox"/>	Compacta	<input type="checkbox"/>	Densa	<input type="checkbox"/>	Med. Consolidada
<input type="checkbox"/>	Dura	<input type="checkbox"/>	Muy Densa	<input type="checkbox"/>	Consolidada
				<input type="checkbox"/>	Muy Consolidada
CLASIFICACIÓN TENTATIVA S.U.C.S.					
SUELOS GRUESOS			SUELOS FINOS		
<input type="checkbox"/>	GW	<input type="checkbox"/>	GC	<input checked="" type="checkbox"/>	ML
<input type="checkbox"/>	GP	<input type="checkbox"/>	SW	<input type="checkbox"/>	CL
<input type="checkbox"/>	GM	<input type="checkbox"/>	SP	<input type="checkbox"/>	OL
<input type="checkbox"/>	SM	<input type="checkbox"/>	SC	<input type="checkbox"/>	MH
				<input type="checkbox"/>	CH
				<input type="checkbox"/>	OH
				<input type="checkbox"/>	PT