

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7229

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL C.P. RICRÁN Y BARRIO SAN MARTIN

Departamento Junín
Provincia Jauja
Distrito Ricrán



FEBRERO
2022

**EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN
EL C.P. RICRÁN Y BARRIO SAN MARTIN.**

(Distrito de Ricrán, provincia Jauja, departamento de Junín)

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

Equipo de investigación:

Ángel Gonzalo Luna Guillén

Guisela Choquenaira Garate

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2022). *Evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en el C.P. Ricrán y el Barrio San Martín*, distrito Ricrán, provincia Jauja, departamento de Junín. Lima: Ingemmet, Informe Técnico A7229, 48 p.

ÍNDICE

RESUMEN.....	4
1. INTRODUCCIÓN.....	6
1.1. Objetivos del estudio	6
1.2. Antecedentes y trabajos anteriores	6
1.3. Aspectos generales	7
1.3.1. Ubicación	7
1.3.2. Accesibilidad.....	8
1.3.3. Clima	9
2. DEFINICIONES	10
3. ASPECTOS GEOLÓGICOS.....	12
3.1. Unidades litoestratigráficas	12
3.1.1. Grupo Mitú (PET-m).....	12
3.1.2. Grupo Pucará.....	13
3.1.3. Depósito coluvio-deluvial (Q-cd).....	14
3.1.4. Depósito Aluvial (Q-al).....	14
3.1.5. Depósito Fluvial (Q-fl).....	14
3.1.6. Depósito químico (Q-qm)	15
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	16
4.1. Pendientes del terreno.....	16
4.2. Unidades geomorfológicas	18
4.2.1. Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional.....	18
4.2.2. Geoformas de carácter depositacional y agradacional	19
5. PELIGROS GEOLÓGICOS.....	20
5.1. Peligros geológicos por movimientos en masa.....	20
5.1.1. Deslizamiento antiguo.....	20
5.1.2. Caída de bloques	21
5.1.3. Reptación de suelos	23
5.1.4. Flujo de detritos.....	25
5.2. Factores condicionantes.....	26
5.3. Factores desencadenantes	27
6. CONCLUSIONES.....	29
7. RECOMENDACIONES.....	30
8. BIBLIOGRAFÍA	31
ANEXO 1: MAPAS.....	32
ANEXO 2: MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN.....	37
Medidas de mitigación para deslizamientos y reptación de suelos.....	37
Medidas de mitigación para huaicos.....	45
Medidas de mitigación para Caída de rocas	46

RESUMEN

El presente informe técnico, es el resultado de la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa realizado en el C.P. de Ricrán y en el Barrio de San Martín, ubicado en la margen izquierda del río Ricrán, perteneciente a la jurisdicción del distrito de Ricrán, provincia de Jauja, departamento de Junín. 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 (distrital, regional y nacional).

Las unidades litoestratigráficas aflorantes en las áreas de inspección, corresponden a rocas de origen volcano-sedimentario y sedimentario, como por ejemplo el Grupo Mitu constituido por secuencias de conglomerados con clastos volcánicos intercalados con areniscas y lutitas de alto grado de meteorización y muy fracturadas, así como el Grupo Pucará constituido por la intercalación de calizas de las Formaciones Chambará y Condorsinga muy fracturadas y medianamente meteorizadas, lo cual ha generado suelos residuales químicos, arcillosos, y depósitos coluvio-deluviales que cubren las laderas de los cerros Puncomachay, Huacrash y Huajia que circunscriben al poblado de Ricrán y al Barrio San Martín.

Los depósitos coluvio-deluviales se encuentran constituidos de bloques y bolones de 0.3 m a 2 m de diámetro, gravas, gravilla, envueltos en una matriz limo-arcillosa plástica, que le da una característica cohesiva, saturada. Susceptibles a movimientos en masa tipo deslizamientos y reptación de suelos. El poblado de Ricrán en general se encuentra sobre una vertiente y cono aluvial generado por flujos de detritos antiguos, donde el depósito está conformado por bloques subredondeados de calizas y conglomerados envueltos en una matriz limo-arenosa, el Barrio San Martín se encuentra sobre depósitos fluviales, susceptibles a inundaciones.

Las geoformas identificadas según su origen tectónico-degradacional son montañas modeladas en rocas volcano-sedimentarias y sedimentarias, con laderas de pendientes escarpadas (25°-45°), las cuales se encuentran cubiertas por geoformas agradacionales como es el caso de las vertientes coluvio-deluviales; en el fondo de valle podemos observar que el Barrio de San Martín se encuentra sobre una llanura inundable no mayor a 1 m del cauce principal del río Ricrán.

En el contexto geodinámico, en el Barrio de San Martín, ladera SO del cerro Huacrash se identificó un deslizamiento antiguo con una altura de escarpe de 10 m, sobre el cuerpo del deslizamiento se contabiliza no menos de 11 viviendas y 115 m de la carretera de acceso al centro poblado de Ricrán; el evento no muestra evidencias de reactivación por lo que se le considera inactivo latente.

Sobre la ladera SO del cerro Huacrash, aldeaño al flanco izquierdo del deslizamiento antiguo, y a la altura de la I.E: 30470, se ha identificado la ocurrencia de caída de rocas, que obedece a procesos de erosión diferencial, donde el material menos competente (areniscas y lodolitas del Grupo Mitu) se degradan dejando rocas de mayor resistencia (conglomerados) sobresalientes en la ladera y susceptibles a caer, pudiendo afectar a vehículos, transeúntes y el patio externo de la I.E.30470.

En las laderas NO y SE de los cerros Huacrash y Puncomachay se evidencia la ocurrencia de reptación de suelos relacionados a la disolución calcárea del basamento rocoso y sobresaturación del depósito coluvio-deluvial por captaciones de agua que no son correctamente canalizados por la ladera. Este evento afecta alrededor de 0.25 km² en total, evidenciados por ondulaciones en el terreno y ruptura de la cobertura vegetal. Se debe tener

en cuenta que la reptación de suelos, puede preceder a movimientos más rápidos como deslizamientos, si no se toman las medidas correctivas necesarias.

Aproximadamente a 4 km aguas arriba del C.P de Ricrán, se encuentra la laguna Tinyacocha. La posibilidad de un desembalse violento de esta laguna producto de caídas de rocas en sus aguas o por precipitaciones intensas y/ o prolongadas, podría generar un flujo de detritos que se canalice por la quebrada afectando las viviendas y medios de vida de Ricrán.

Por lo antes expuesto, el sector de evaluación: Barrio San Martín se considera de **Peligro Alto** a la ocurrencia de caída de rocas y reactivación de deslizamientos, mientras que el C.P. de Ricrán se considera de **Peligro Muy Alto** a la ocurrencia de deslizamientos y reptación de suelos y sobre todo a flujo de detritos, sujetos a desencadenarse por precipitaciones intensas y/o prolongadas, así como sismos.

De manera general y entre otras recomendaciones citadas en el presente, se recomienda implementar sistemas de drenaje superficial y subdrenajes en las laderas de los Cerros Puncomachay y Huacrash, desquinche de bloques en la ladera SO del cerro Huacrash, así como la instalación de barreras dinámicas que protejan la carretera y a la I.E. 30470, complementando dichos trabajos con estudios de evaluación de riesgos (EVAR) para el poblado de Ricrán y el Barrio San Martín.

1. INTRODUCCIÓN

El Ingemmet, ente técnico-científico 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 el Oficio N° 073-2018-A/MDR de la Municipalidad Distrital de Ricrán, la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet, designa a los Ingenieros. Guisela Choquenaira Garate y Ángel Gonzalo Luna Guillen, realizar la evaluación de peligros geológicos, los cuales se llevaron a cabo del 01 al 04 de diciembre de 2021, en coordinación con la Municipalidad Distrital de Ricrán

La evaluación técnica, se realizó con 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, así como la cartografía geológica y geodinámica, con lo que finalmente se realizó la redacción del informe técnico.

Este informe, se pone a consideración de la Municipalidad Distrital de Ricrán, y entidades encargadas de la gestión del riesgo de desastres, donde se proporcionan resultados de la evaluación y recomendaciones para la mitigación y reducción del riesgo, 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) Identificar, tipificar y caracterizar los peligros geológicos que se presentan en el C.P de Ricrán y el Barrio de San Martín; los cuales pueden comprometer la seguridad física de las poblaciones, infraestructuras y medios de vida.
- b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes que influyen en la ocurrencia de los peligros geológicos por movimientos en masa.
- c) Proponer medidas de prevención, reducción y mitigación ante peligros geológicos por movimientos en masa identificados en la etapa de campo.

1.2. Antecedentes y trabajos anteriores

Entre los principales estudios realizados a nivel local y regional en los sectores de evaluación se tienen:

- A) En el Boletín L-3, Serie L: Geología del cuadrángulo de la Oroya, Rodríguez et al., 2021; se realiza la caracterización litológica, estructural y geomorfológica del cuadrángulo 24 I, a escala 1:50 000, en este se menciona que en el área de inspección aflora predominantemente rocas volcano-sedimentarias del Grupo Mitu y sedimentarias del Grupo Pucará-Formaciones Chambará y Pucará.
- B) En el Boletín N° 72 Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, “Peligro geológico en la región Junín”; elaborado por Luque et al., (2020); realiza la caracterización litológica, geomorfológica y de susceptibilidad a movimientos en masa en la región Junín, en el cual se observa que en el sector de evaluación tiene un grado de susceptibilidad “Alta” a movimientos en masa (figura 1).

C) Boletín N°65 Serie B: Geología Económica, “Investigación de calizas para el desarrollo de la región Junín”; elaborado por Carpio et al., 2019; donde describe las unidades de carácter litológico calcáreo en la región Junín, en ella describe de mejor manera al grupo Pucará, unidad aflorante en el área de inspección.

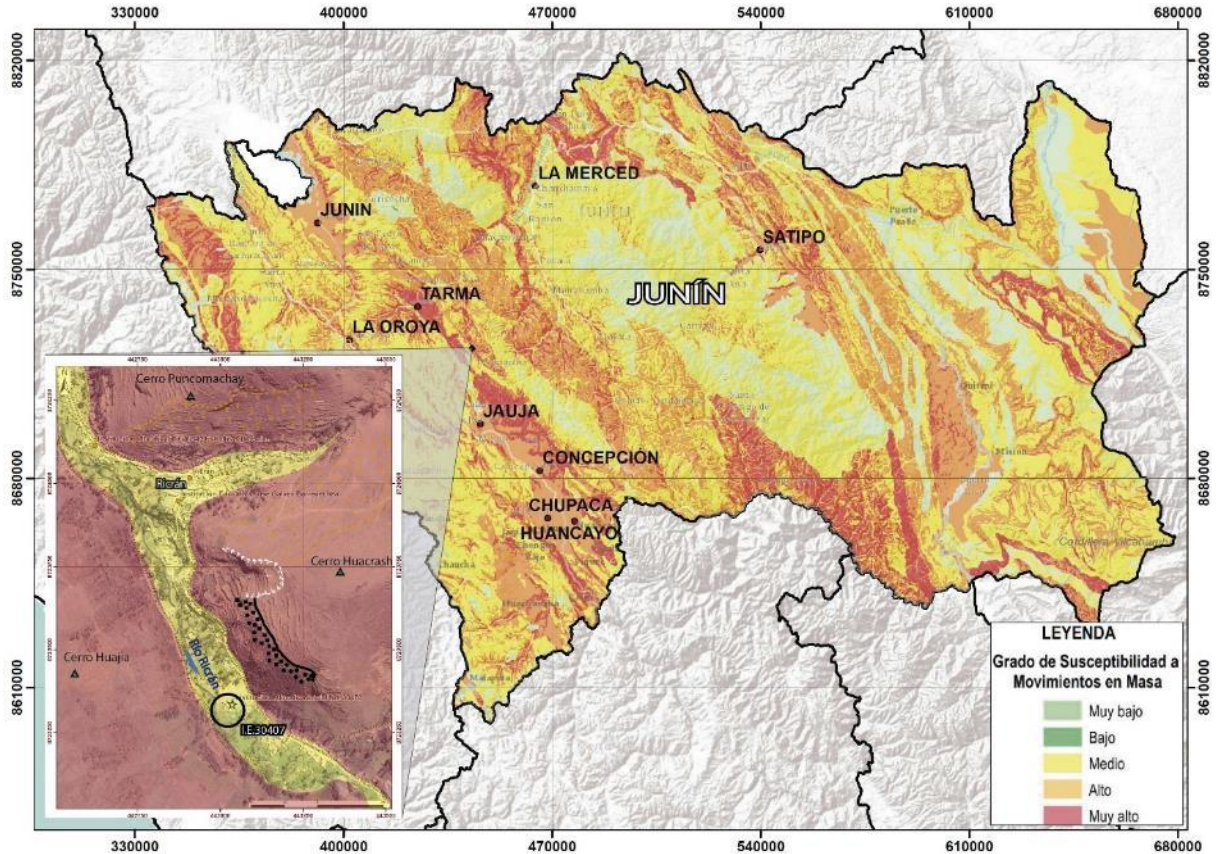


Figura 1. Susceptibilidad a movimientos en masa de la región Junín (escala base 1:250 000).
 Fuente: Luque et al., 2019.

1.3. Aspectos generales

1.3.1. Ubicación

El C.P. de Ricrán y el Barrio de San Martín se encuentran ubicados en la margen izquierda del río Ricrán, a una elevación aproximada de 3600 m s.n.m. Políticamente pertenecen al distrito de Ricrán, provincia de Jauja, departamento de Junín (figura 2).

Cuentan con las coordenadas UTM (WGS84 – Zona 18s) siguientes: (cuadro 1).

Cuadro 1. Coordenadas del área de estudio C.P. Ricrán.

N°	UTM - WGS84 - Zona 18S		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	442815.00 m	8723749.00 m	11°32'40.61"S	75°31'27.99"O
2	443221.00 m	8723909.00 m	11°32'35.42"S	75°31'14.58"O
3	443181.00 m	8724165.00 m	11°32'27.08"S	75°31'15.88"O
4	442653.00 m	8724001.00 m	11°32'32.39"S	75°31'33.32"O
COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA O EVENTO PRINCIPAL				
C	442949.00 m	8724014.00 m	11°32'31.99"S	75°31'23.55"O

Cuadro 2. Coordenadas del área de estudio Barrio de San Martín.

N°	UTM - WGS84 - Zona 18S		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	442982.88 m	8723199.37 m	11°32'58.51"S	75°31'22.48"O
2	443365.87 m	8723461.15 m	11°32'50.01"S	75°31'9.82"O
3	443060.91 m	8723927.79 m	11°32'34.80"S	75°31'19.86"O
4	442681.27 m	8723664.01 m	11°32'43.37"S	75°31'32.41"O
COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA O EVENTO PRINCIPAL				
C	443048.04 m	8723344.77 m	11°32'53.78"S	75°31'20.32"O

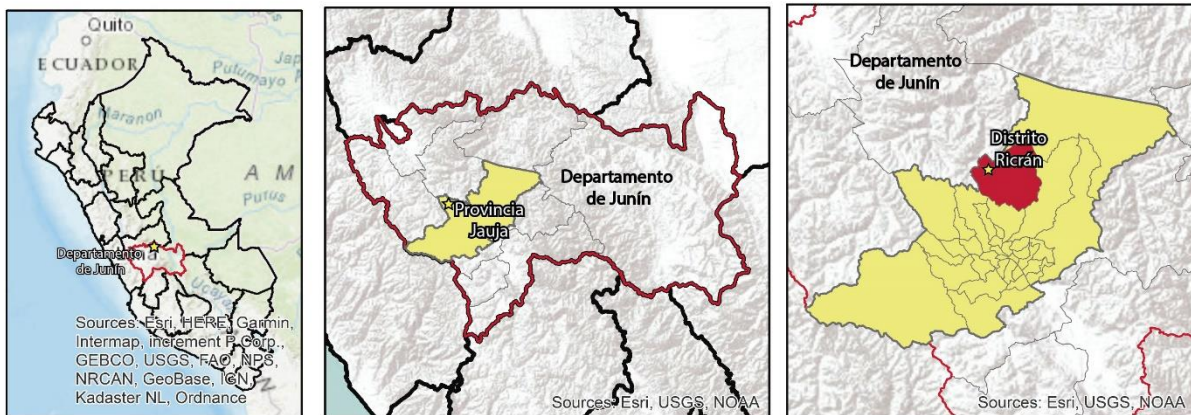
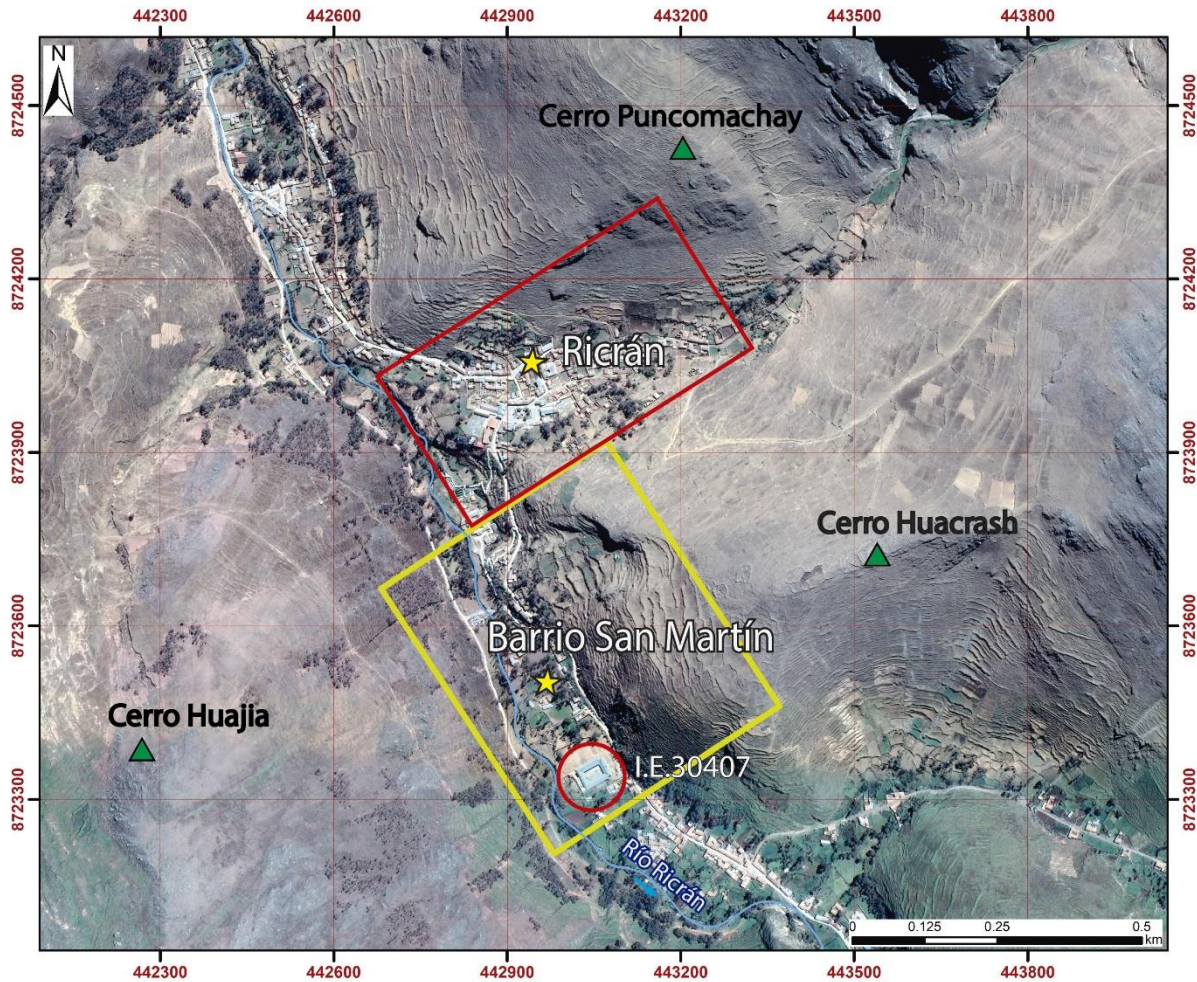


Figura 2. Ubicación del C.P. De Ricrán (cuadro rojo) y el Barrio San Martín (cuadro amarillo), Jauja, Junín.

1.3.2. Accesibilidad

El acceso se realiza por vía terrestre desde la ciudad de Lima, a través de vías asfaltadas, trochas carrozables y caminos vecinales, siguiendo la ruta y accesos del cuadro 3.

Cuadro 3. Rutas y accesos a la zona de evaluación

<i>Ruta</i>	<i>Tipo de vía</i>	<i>Distancia (km)</i>	<i>Tiempo estimado</i>
Lima-La Oroya	Carretera asfaltada	183	5 horas
La Oroya Jauja	Carretera asfaltada	82.6	1 h 24 min
Jauja - Ricrán	Carretera asfaltada y trocha carrozable	35	2 horas

1.3.3. Clima

El clima del valle del Mantaro (Jauja, Concepción y Huancayo) en el territorio de Junín es muy peculiar. Está ubicado sobre los 3200 m s.n.m.; es seco de mayo a octubre y con lluvias de noviembre a abril, con una precipitación anual entre los 700 l/m² y 1000 l/m² (SENAMHI, 2010a).

En cuanto a la cantidad de lluvia y temperatura local, según fuente de 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 rasters y de satélite), la precipitación máxima registrada en el último periodo 2020-2021, fue de 16 mm en noviembre del 2019, dato corroborado con a la estación meteorológica de Ricrán (figura 3).

Cabe mencionar que las lluvias son de carácter estacional, es decir, se distribuyen muy irregularmente a lo largo del año, produciéndose generalmente de diciembre a marzo.

Las temperaturas anuales registradas entre el 2019 y 2021, oscilaron entre máximos de 17°C en verano y mínimos de 2.7 °C en invierno (figura 6).

Según el registro histórico del Senamhi; las precipitaciones pueden superar los 30 mm.

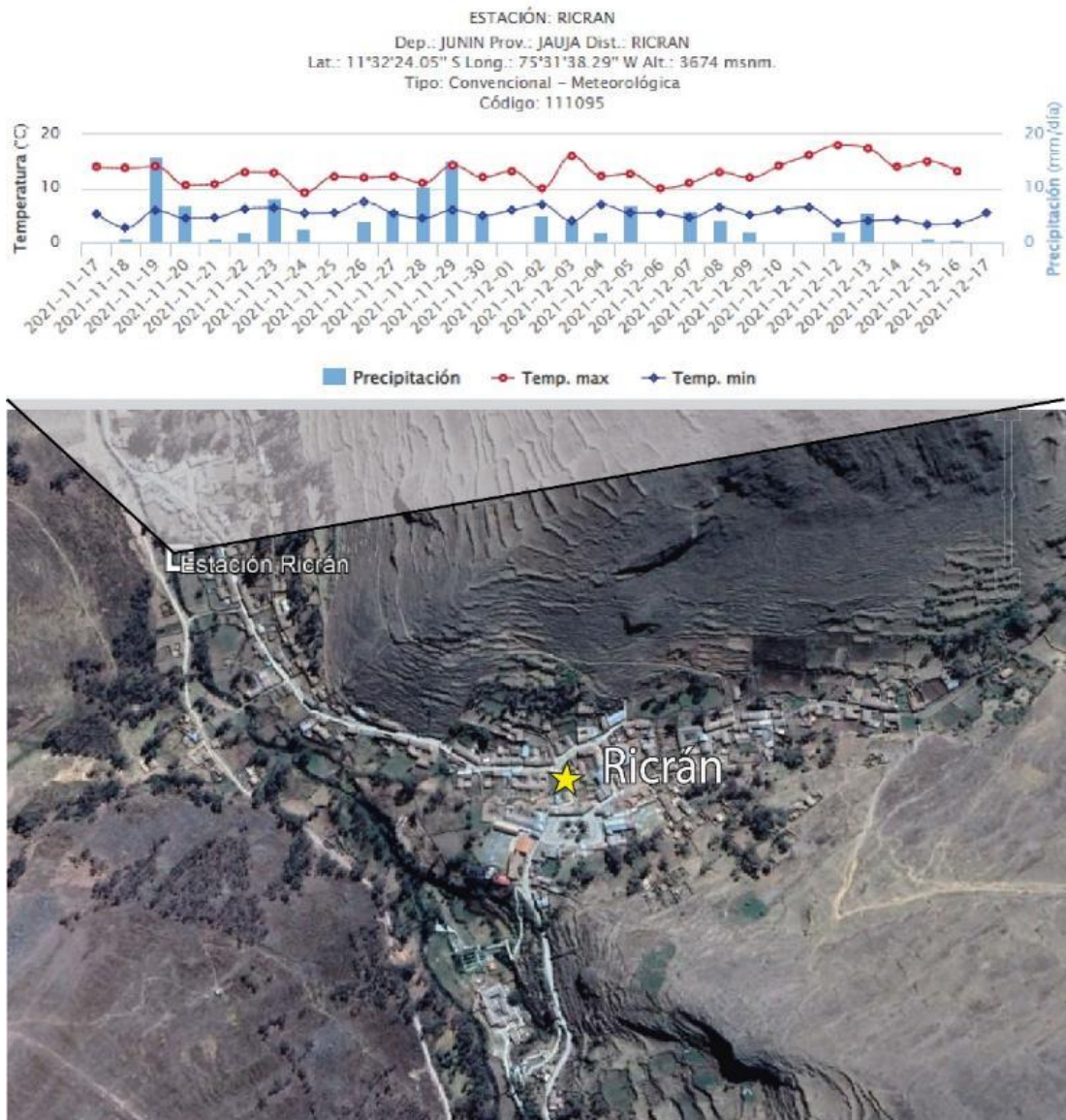


Figura 3. Precipitaciones y temperaturas diarias en mm, de la estación meteorológica Ricrán.
 Fuente: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=descarga-datos-hidrometeorologicos>

2. DEFINICIONES

Considerando que el presente informe de evaluación técnica está dirigido a las autoridades, personal no especializado y tomadores de decisiones que no son necesariamente geólogos; es por ese motivo que se desarrolla algunas definiciones relevantes en términos sencillos como son:

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

Caída de rocas: ocurre en laderas de montañas y colinas de moderada a fuerte pendiente, frentes rocosos escarpados, montañas estructurales asociadas a litologías de diferente naturaleza (sedimentarias, ígneas y metamórficas), en el que uno o varios bloques de rocas se desprenden de una ladera, desplazándose principalmente por el aire pudiendo efectuar golpes, rebotes y rodamiento.

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

Deslizamiento: son movimientos de masas de roca, residuos o tierra, hacia abajo de un talud” (cruden, 1991), son uno de los procesos geológicos más destructivos que afectan a los humanos, causando miles de muertes y daños en las propiedades, por valor de decenas de billones de dólares cada año (brabb y harrod, 1989). los deslizamientos producen cambios en la morfología del terreno, diversos daños ambientales, daños en las obras de infraestructura, destrucción de viviendas, puentes, bloqueo de ríos, etc.

los desplazamientos en masa se dividen en subtipos denominados deslizamientos rotacionales, deslizamientos traslacionales o planares y deslizamientos compuestos de rotación. esta diferenciación es importante porque puede definir el sistema de análisis y el tipo de estabilización que se va a emplear (suarez j., 2009).

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.

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

Flujo de detritos: es un flujo muy rápido a extremadamente rápido de detritos saturados, no plásticos (índice de plasticidad menor al 5%), que transcurre principalmente confinado a lo largo de un canal o cauce con pendiente pronunciada. se inician como uno o varios deslizamientos superficiales de detritos en las cabeceras o por inestabilidad de segmentos del cauce en canales de pendientes fuertes. los flujos de detritos incorporan gran cantidad de material saturado en su trayectoria al descender en el canal y finalmente los depositan en abanicos de detritos

Derrumbe: son desprendimientos de masas de roca, suelo o ambas, a lo largo de superficies irregulares de arranque o desplome como una sola unidad, que involucra desde pocos metros hasta decenas y centenas de metros. se presentan en laderas de montañas de fuerte pendiente y paredes verticales a subverticales en acantilados de valles encañonados. también se presentan a lo largo de taludes de corte realizados en laderas de montaña de moderada a fuerte pendiente, con afloramientos fracturados y alterados de diferentes tipos de rocas; así como en depósitos poco consolidados.

Escarpe: 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.

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

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.

Movimiento en masa sin.: fenómeno de remoción en masa (co, ar), proceso de remoción en masa (ar), remoción en masa (ch), fenómeno de movimiento en masa, movimientos de ladera, movimientos de vertiente. movimiento ladera abajo de una masa de roca, de detritos o de tierras (cruden, 1991).

Reptación de suelos: la reptación se refiere a aquellos movimientos lentos del terreno en donde no se distingue una superficie de falla. la reptación puede ser de tipo estacionaria, cuando se asocia a cambios meteorológicos o de humedad del terreno, y verdadera cuando hay un desplazamiento relativamente continuo en el tiempo.

3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

El análisis geológico, se desarrolla en base al Boletín L-03 cuadrángulo de La Oroya (hoja 24 I), elaborado a escala 1:50 000 por Rodríguez et al.,2021, complementándose con trabajos de fotointerpretación de imágenes satelitales, y observaciones en campo.

3.1. Unidades litoestratigráficas

Las unidades litoestratigráficas comprenden rocas sedimentarias y volcano-sedimentarias, aflorantes en ambas márgenes del río Ricrán. En general se observan muy fracturadas y altamente meteorizadas (figuras 4 y 5).

3.1.1. Grupo Mitú (PET-m)

Representadas por secuencias estratificadas de areniscas rojas y conglomerados con clastos volcánicos color gris, se observa en ambas márgenes del río Ricrán, a la altura de la I.E. 30470, con grado alto de meteorización y muy fracturadas (figura 4), debido a estas condiciones la ladera ubicada en la margen izquierda es susceptible a procesos de caída de rocas.



Figura 4. Areniscas moderadamente meteorizadas del Grupo Mitú, aflorantes en la margen derecha del río Ricrán.



Figura 5. Conglomerados del Grupo Mitu, aflorantes en la margen izquierda del río Ricrán, sobre la carretera de acceso a la plaza de Ricrán y la I.E. inicial 30470.

3.1.2. Grupo Pucará

Este Grupo se encuentra conformado por las Formaciones Chambará (Ts-ch), Aramachay (Ji-a) y Condorsinga (Ji-c), Está compuesto por rocas esencialmente carbonatadas (calizas y dolomías) que se formaron en ambiente marino, y sobreyace al Grupo Mitu. Los afloramientos de la secuencia sedimentaria se distribuyen con buena extensión en la depresión interandina, Cordillera Oriental y parte de la Faja Subandina (Carpio et al., 2019)

Localmente se han observado calizas gris oscuras con degradaciones químicas en ambas laderas que circunscriben a Ricrán pertenecientes a la Formación Chambará (figura 6) y calizas medianamente fracturadas y meteorizadas de la Formación Condorsinga (figura 7).



Figura 6. Calizas de la Formación Chambará en la ladera sur del cerro Puncomachay.



Figura 7. Calizas de la Formación Condorsinga medianamente fracturada y moderadamente meteorizada

3.1.3. Depósito coluvio-deluvial (Q-cd)

Depósito conformado por la acumulación intercalada de materiales de origen coluvial y deluvial, interestratificados, imposibles de separarlos como unidades individuales. Se encuentran acumulados al pie de laderas de montañas o acantilados de valles (Vílchez et al., 2019).

En el área evaluada se observan en la ladera oeste del cerro Huacrash, margen izquierda del río Ricrán, conformando una vertiente coluvio-deluvial con laderas de pendiente escarpada de 25° a 45°. Estos depósitos están constituidos de gravillas, gravas, bloques y bolones de diámetros entre 0.3 m y 2 m, envueltos en una matriz limo-arcillosa, suelta y saturada, de fácil erosión (fotografía 1).

3.1.4. Depósito Aluvial (Q-al)

Son depósitos inconsolidados que han sido acumulados por la combinación de procesos torrenciales y fluviales, ubicados en las márgenes y terrazas a diferentes niveles ligeramente más elevados, utilizadas como terrenos de cultivo, así como abanicos antiguos de gran dimensión, como es el caso donde se ubica Ricrán y el Barrio San Martín (figura 8).

3.1.5. Depósito Fluvial (Q-fl)

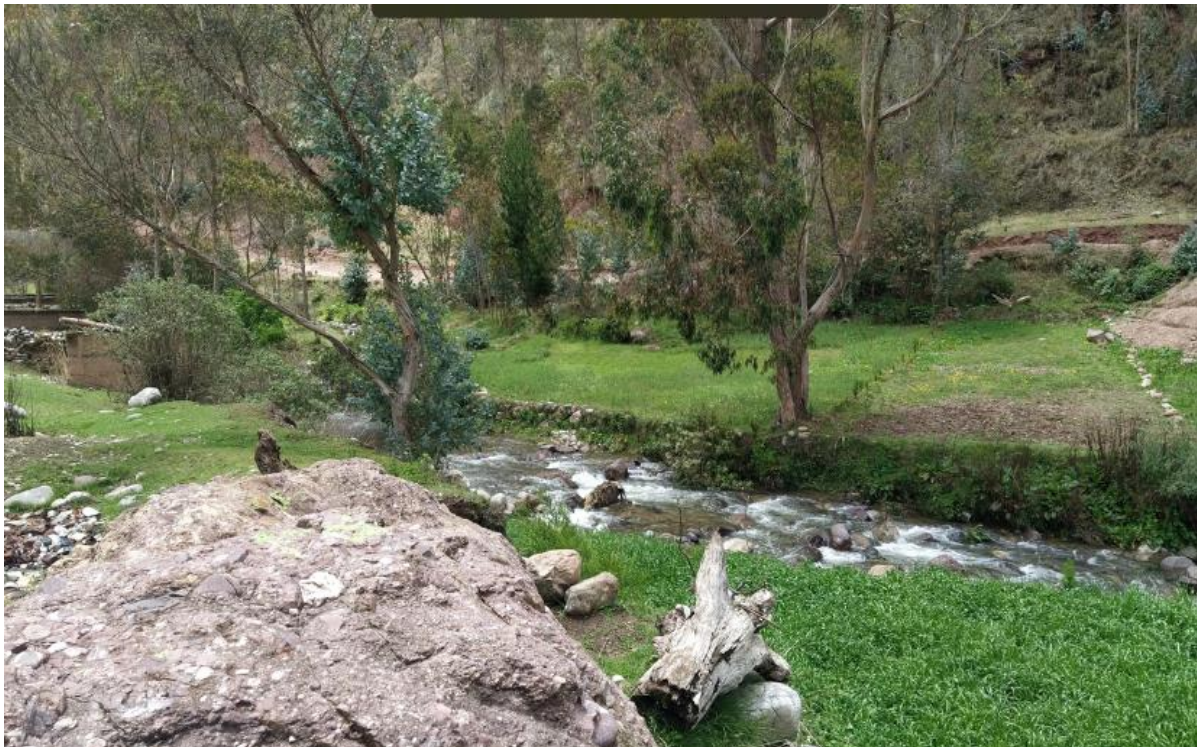
Los depósitos fluviales constituyen los materiales ubicados en el cauce o lecho de los ríos y/o quebradas, terrazas bajas inundables y llanura de inundación, constituidos por arenas gruesas a finas, cuarzosas, subredondeadas. Geomorfológicamente, están asociados principalmente a las llanuras de inundación (fotografía 2).

3.1.6. Depósito químico (Q-qm)

Los depósitos químicos son los derivados de la descomposición química de la roca in situ (proceso de meteorización intensa). No son suelos transportados, en parte conservan la estructura de la roca original. En este caso se debe a procesos de disolución de calizas que deja depósitos carbonatos e impurezas en las laderas, estos se observan en la ladera Este del cerro Huacrash.



Fotografía 1. Depósitos coluvio-deluviales en la ladera sur del cerro Huacrash.



Fotografía 2. Depósitos fluviales, en el cauce y márgenes del río Ricrán.



Figura 8. Depósitos aluviales, sobre los cuales se asienta el C.P. Ricrán.

4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

4.1. Pendientes del terreno

La pendiente es uno de los principales factores dinámicos y particularmente de los movimientos en masa (formadores de las geoformas de carácter depositacional o agradacional), ya que determinan la cantidad de energía cinética y potencial de una masa inestable (Sánchez, 2002); por lo cual es un parámetro importante en la evaluación de procesos de movimientos en masa, actúa como factor condicionante y dinámico en la generación de movimientos en masa (cuadro 4, figura 9).

En el área de inspección (Barrio San Martín), podemos observar los 6 rangos de pendiente descritos en el cuadro 4.

En general, las márgenes del río Ricrán presentan pendientes moderadas (5°-15°), con intercalaciones de pendientes suaves y llanas, como por ejemplo en el lugar de ubicación de la I.E. Inicial 30470, donde la pendiente promedio es de 4°

La ladera suroeste del cerro Huacrash (montaña en roca volcano-sedimentaria) presenta mayoritariamente pendientes escarpadas (25°-45°), cambiando esporádicamente a sectores con pendiente muy escarpada (>45°), sector donde se ha evidenciado el desprendimiento de rocas; la cima de esta montaña es subredondeada con pendientes fuertes (15°-25°).

Cuadro 4. Rango de pendientes del terreno

RANGOS DE PENDIENTES		
Pendiente	Rango	Descripción
< 1°	Llano	Este rango de pendiente, aparece muy difuminado en las márgenes (llanura inundable) del río Ricrán.
1° a 5°	Inclinación suave	Este rango de pendiente se presenta en la zona de llanura inundable y vertiente aluvial en la margen izquierda del río Ricrán, por ejemplo, el área donde se ubica la I.E. 30470, presenta una pendiente promedio de 4°.
5° a 15°	Moderado	Terrenos con moderada pendiente, predominan entre el cauce del río Ricrán y la ladera suroeste del cerro Huacrash. En este rango de pendientes se asientan la mayoría de viviendas del Ricrán.
15° a 25°	Fuerte	Este rango de pendiente se observa mayoritariamente en la cima del cerro Huacrash y en su ladera noroeste, que desciende hacia el centro del poblado de Ricrán.
25° a 45°	Muy fuerte	Estas se presentan en la ladera suroeste del cerro Huacrash, donde se ha identificado un deslizamiento antiguo y un área de desprendimiento de bloques de roca.
>45°	Muy escarpado	Este rango de pendiente aparece esporádicamente en la ladera suroeste del cerro Huacrash, como paredes semi-verticalizadas, donde se intensifica la susceptibilidad al desprendimiento de bloques.

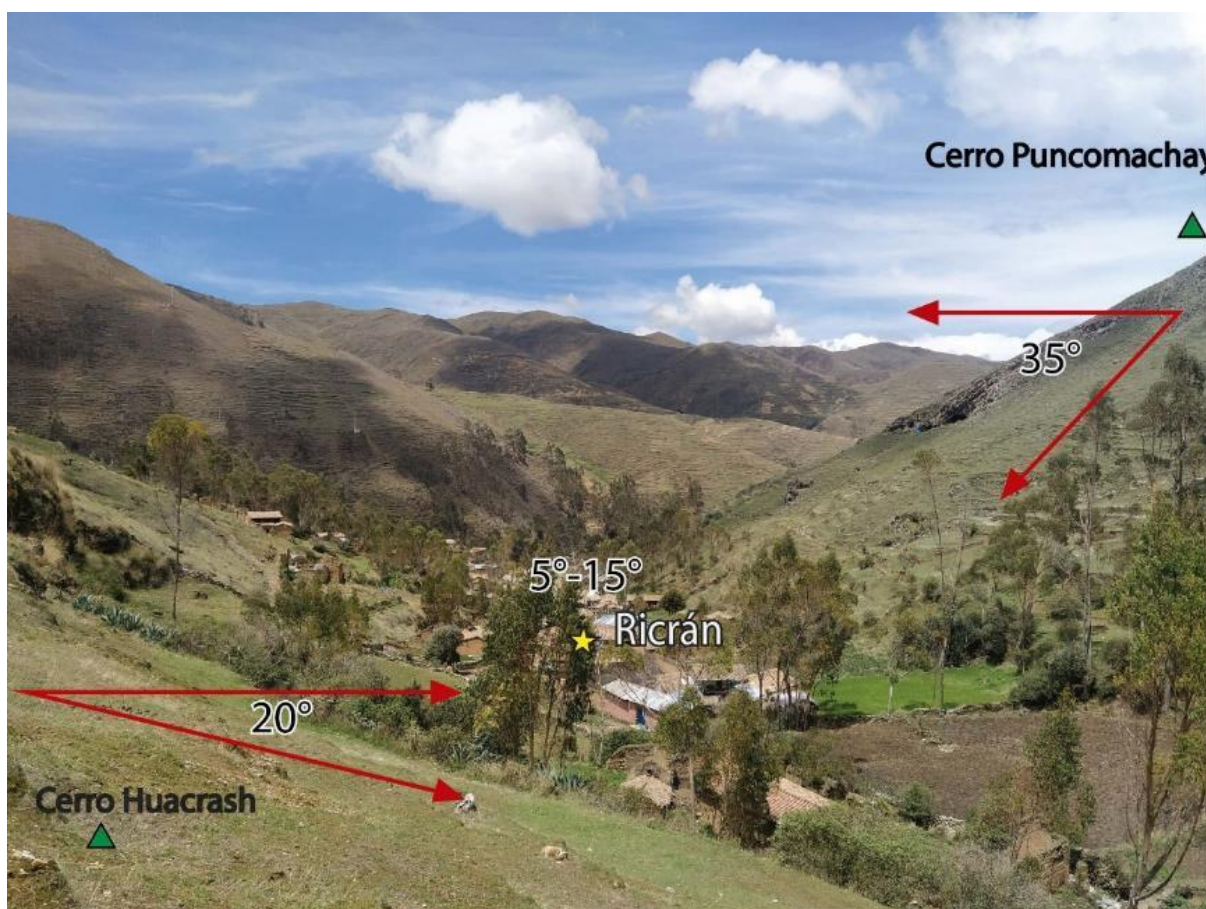


Figura 9. Pendientes de las laderas que descienden a Ricrán, ladera sur del cerro Puncomachay y norte del cerro Huacrash.

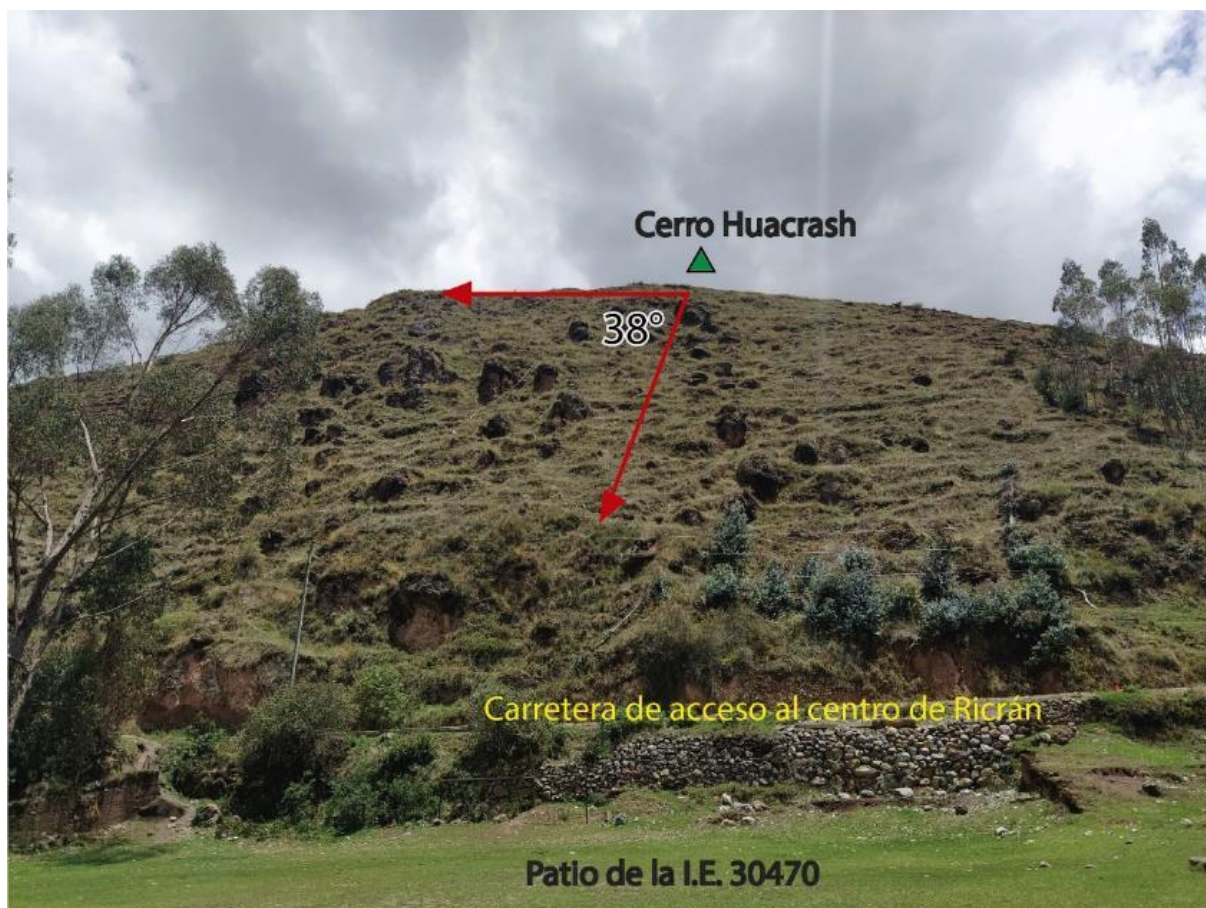


Figura 10. Pendientes de la ladera suroeste del cerro Huacrash, que desciende hacia la carretera de acceso al centro de Ricrán y a la I.E. 30470.

4.2. Unidades geomorfológicas

Para la caracterización de las unidades geomorfológicas (mapa 3), 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 (Vílchez et al., 2019).

4.2.1. Geformas de carácter tectónico degradacional y erosional

Están representadas por las formas de terreno resultados del efecto progresivo de procesos morfodinámicos degradacionales sobre los relieves iniciales originados por la tectónica, estos procesos conducen a la modificación parcial o total de estos a través del tiempo geológico y bajo condiciones climáticas cambiantes (Villota, 2005).

Subunidad de montañas en roca sedimentaria (RM-rs): Esta subunidad está conformada por asociaciones litológicas sedimentarias del Grupo Pucará, localmente pueden reconocerse alineamientos montañosos compuestos por secuencias estratigráficas plegadas y/o con buzamiento de capas de roca que controlan las pendientes de laderas (caso de los cerros Puncomachay y Huacrash), se encuentran conformando anticlinorios, manteniendo un alineamiento NO-SE. Geodinamicamente, se asocian a procesos de erosión de laderas, derrumbes y por su composición mineralógica (carbonatos de calcio) a depósitos químicos, con reptación de suelos (figura 11).

Subunidad de montañas en rocas volcano sedimentarias (RM-rvs): dentro de esta subunidad se consideran afloramientos de rocas volcano-sedimentarias del Cenozoico, pertenecientes al Grupo Mitu, presentan crestas algo irregulares, con pendientes que superan los 30° (ladera suroeste del cerro Huacrash y noreste del cerro Huajia). Geodinamicamente se encuentra relacionado a deslizamientos y Caída de bloques.

4.2.2. Geoformas de carácter depositacional y agradacional

Están representadas por formas de terreno resultados de la acumulación de materiales provenientes de los procesos denudativos y erosionales que afectan las geoformas anteriores, aquí se tienen:

Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial (V-cd): Unidad formada por la acumulación intercalada de materiales de origen coluvial y deluvial, se encuentran interestratificados y no es posible separarlos como unidades individuales; estos se encuentran acumulados al pie de laderas de montañas o acantilados de valles.

En este caso observamos la vertiente coluvio-deluvial, adosada a las laderas de los cerros Puncomachay, Huacrash y Huajia, conformado por gravillas, gravas y bloques de 0.2 m a 3 m de diámetro, envueltos en una matriz limo-arcillosa plástica y saturada, en algunos sectores la matriz presenta composición calcárea relacionada a la meteorización química de calizas del Grupo Pucará. Geodinamicamente estas laderas de pendientes escarpada (25°-45°), son susceptibles a la ocurrencia de deslizamientos, derrumbes, y caída de bloques.

Vertiente o piedemonte aluvial (V-al): Se trata de una planicie inclinada a ligeramente inclinada y extendida al pie de las estribaciones andinas o los sistemas montañosos, que está formada por la acumulación de sedimentos acarreados por corrientes de agua estacionales de carácter excepcional, asociados a todos los tipos de substrato existentes en el área de inspección, donde la disposición de material suelto es susceptible de ser acarreado como flujos de detritos que forman estos depósitos.

Ricrán se encuentra sobre este tipo de depósitos, que acaba en un abanico aluvial (margen izquierda del río Ricrán), donde la pendiente es de aproximadamente 15°. Geodinamicamente se considera una susceptibilidad alta a la ocurrencia de flujo de detritos, que puede ser desencadenado principalmente por el desborde de la laguna Tinyacocha, ubicada a ~3 km aguas arriba de la población de Ricrán.

Llanura inundable (PI-i): Son superficies bajas, con pendientes suaves adyacentes a los fondos de valles principales y el mismo curso fluvial, sujetas a inundaciones recurrentes, ya sean estacionales o excepcionales en máximas avenidas, provocando que, en los terrenos aledaños a los cauces de los ríos, al divagar a través del tiempo, se formen cauces abandonados, cochas y aguajales. Morfológicamente, se distinguen como terrenos planos compuestos de material no consolidado, removible.

Este es el caso de la margen izquierda del río Ricrán, donde la terraza fluvial no supera el metro de altura, y según testimonio de pobladores, es recurrente inundaciones leves en este sector.

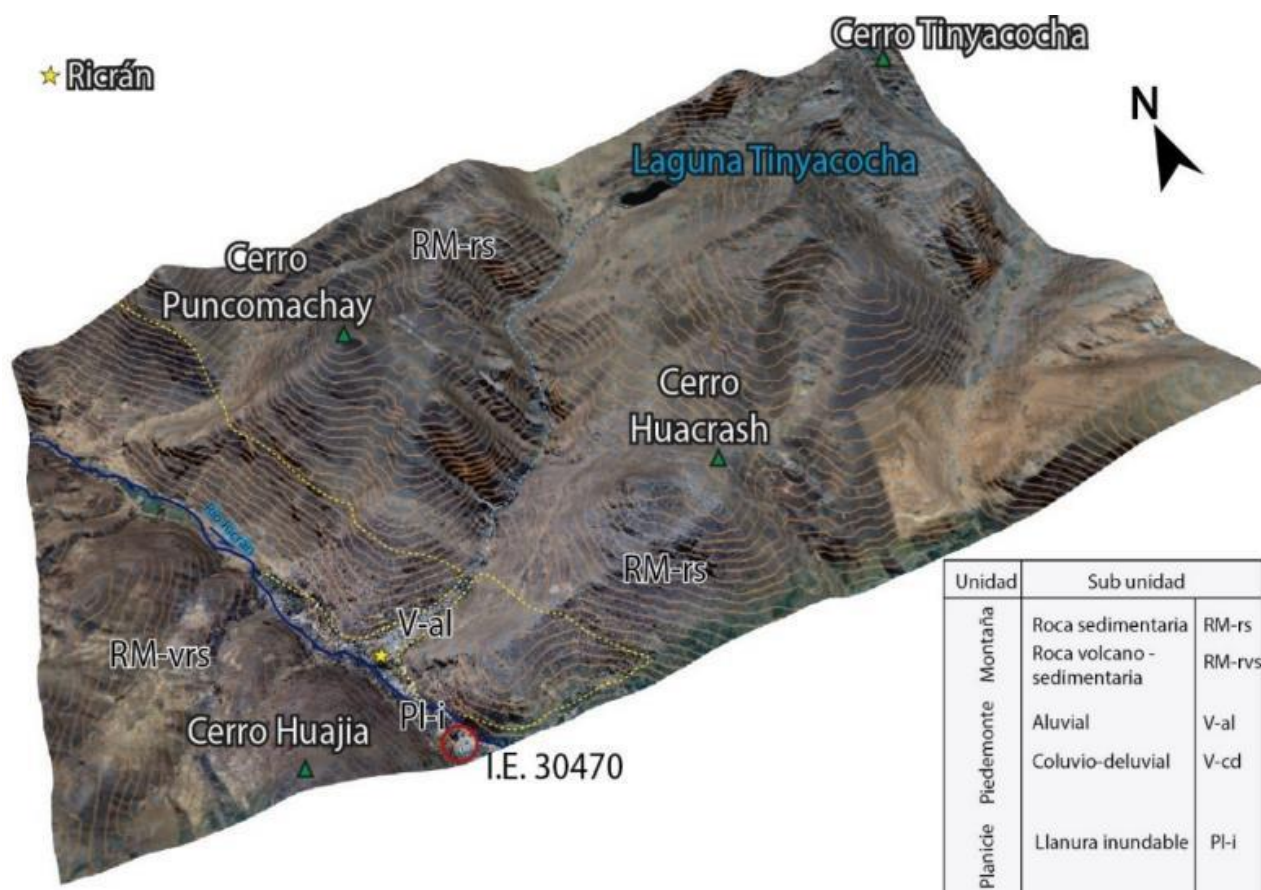


Figura 11. Subunidades geomorfológicas alrededores de Ricrán.

5. PELIGROS GEOLÓGICOS

Los peligros geológicos identificados, corresponden a movimientos en masa, tipo deslizamientos y reptación de suelos.

La caracterización de peligros geológicos, se realizó en base a la información obtenida de trabajos en campo; donde se clasificaron los tipos de movimientos en masa, basados en la observación, descripción litológica y morfométrica in situ de los mismos. Toma de puntos GPS, medidas con distanciómetro láser y fotografías a nivel de terreno.

5.1. Peligros geológicos por movimientos en masa

5.1.1. Deslizamiento antiguo

En el Barrio de San Martín, ladera suroeste del cerro Huacrash se ha identificado un deslizamiento antiguo de tipo rotacional (figura 12).

Las características de este deslizamiento son:

- Coordenadas de la corona de deslizamiento: WGS 84, UTM 18s, X: 443140; Y: 8723730; Z:3805 m s.n.m.
- Altura de la escarpa principal: ~10 m.
- Longitud de la escarpa principal de deslizamiento: 215 m
- Coordenadas del pie o frente de avance del deslizamiento: WGS 84, UTM 18s, X: 442854; Y: 8723717; Z:3695 m s.n.m
- Diferencia vertical entre la corona y frente de avance:110 m

- Área de la masa deslizada: 0.042 km²

Sobre la masa deslizada se asientan aproximadamente 11 viviendas y 115 m de la carretera de acceso al centro de Ricrán, la masa deslizada no muestra evidencias de reactivación es por ello que este evento se considera inactivo-latente. Sin embargo, se debe considerar que las infiltraciones de agua y la sobresaturación de terreno, puede reactivar el evento.

5.1.2. Caída de bloques

La caída de rocas en el Barrio San Martín se ha registrado en la ladera SO del cerro Huacrash, conformada por conglomerados de clastos volcánicos, intercalados con areniscas y limolitas, que, por erosión diferencial, han dejado bloques de rocas sobresalientes altamente susceptibles a desprenderse (figuras 12 y 13), estas caídas de bloques en el año 2019 han ocasionado la obstrucción de la carretera y representaron un alto riesgo para la I.E. 30470, evidencia de ello son bloques con diámetros de hasta 2 m que se ven en el patio externo de la institución (figuras 14 y 15).

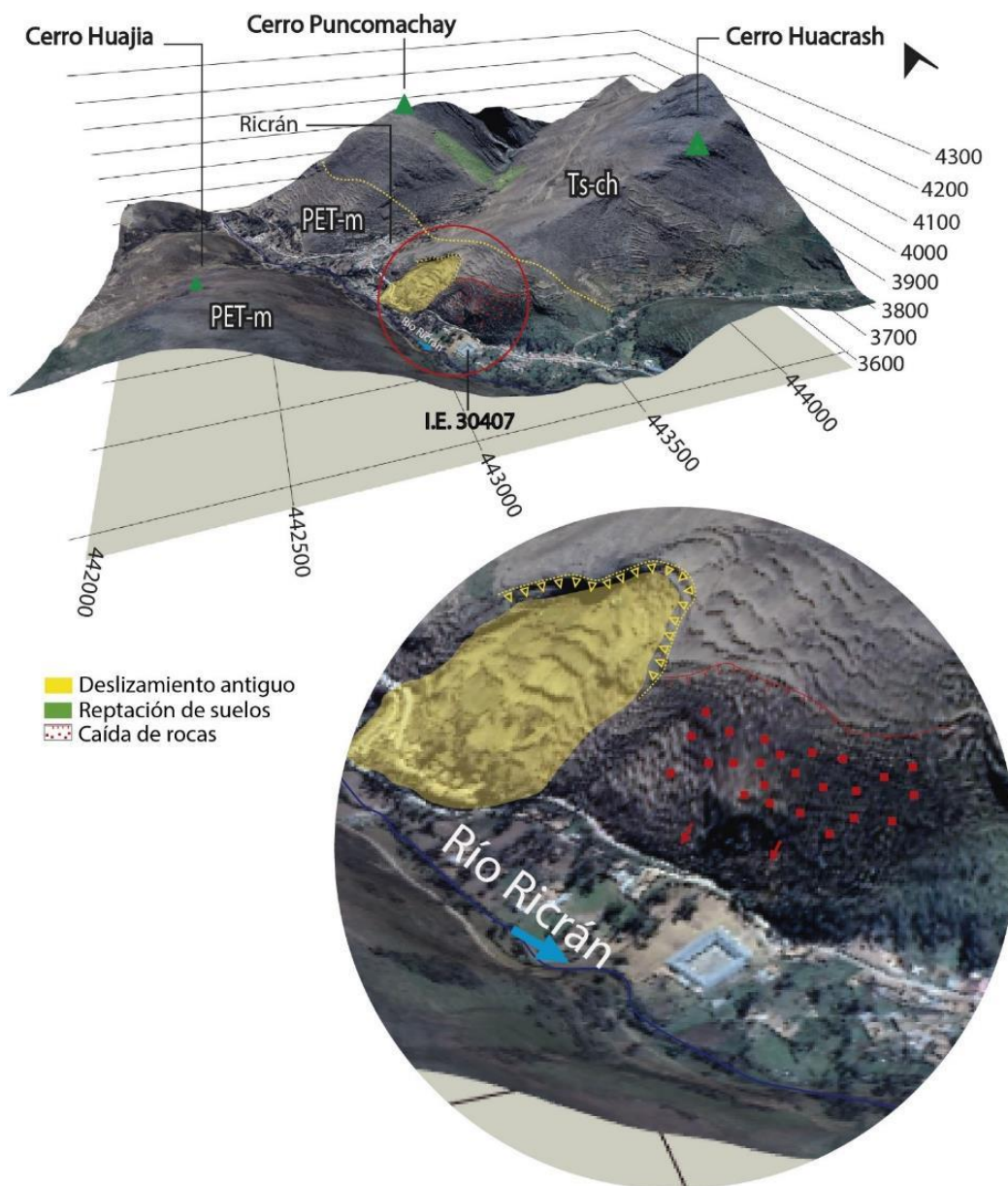


Figura 12. Esquema 3D, del deslizamiento antiguo y zona de caída de rocas en el Barrio San Martín.



Figura 13. Ladera suroeste del cerro Huacrash, evidencia bloques de rocas (conglomerados), sobresalientes susceptibles a caer.



Figura 14. Ladera suroeste del cerro Huacrash, evidencia bloques de rocas (conglomerados), sobresalientes susceptibles a caer y ocasionar bloqueos en la carretera a Ricrán y la IE. 30470



Figura 15. Bloques de roca conglomerados de hasta 2 m, ubicados en el patio externo de la I.E. 30470, por caída.

5.1.3. Reptación de suelos

La reptación de suelos en el sector de Ricrán se evidencia en las laderas SE del cerro Puncomachay y NO del cerro Huacrash, en aproximadamente 0.25 km², estas laderas descienden directamente al centro de Ricrán, en estas laderas se ha evidenciado la existencia de captaciones y canales de agua, que no contienen correctamente las surgencias, generando progresivamente la disolución del basamento rocoso (calizas), y la saturación del suelo coluvio-deluvial y químico, lo que en conjunto condiciona la reptación de los suelos, evidenciados por ondulaciones en el suelo, escarpamientos de 1 m y terraceos.

Se debe tener en cuenta que la reptación de suelos, puede preceder a movimientos más rápidos como deslizamientos, si no se toman las medidas correctivas necesarias.



Figura 15. Escarpamientos de un poco más de 1 m en la ladera SO del cerro Huacrash.



Fotografía 3. Ondulaciones en la ladera SO del cerro Huacrash.



Fotografía 3. Terraceos en la ladera NE, del cerro Puncomachay, producto de la destrucción parcial de andenes de agricultura.

5.1.4. Flujo de detritos

Por la configuración geomorfológica de Ricrán se evidencia que este poblado se encuentra asentado sobre una vertiente aluvial, conformado por la ocurrencia de antiguos flujos de detritos que han conformado depósitos de gravas y bloques envueltos en una matriz limo arenosa, susceptible a ser erosionada. Además de ello a ~4 km aguas arriba del centro del poblado se encuentra la laguna Tinyacocha, lo que incrementa el riesgo a la generación de flujo de detritos asociados a desbordes de lagunas, desencadenados por precipitaciones prolongadas y/o intensas.

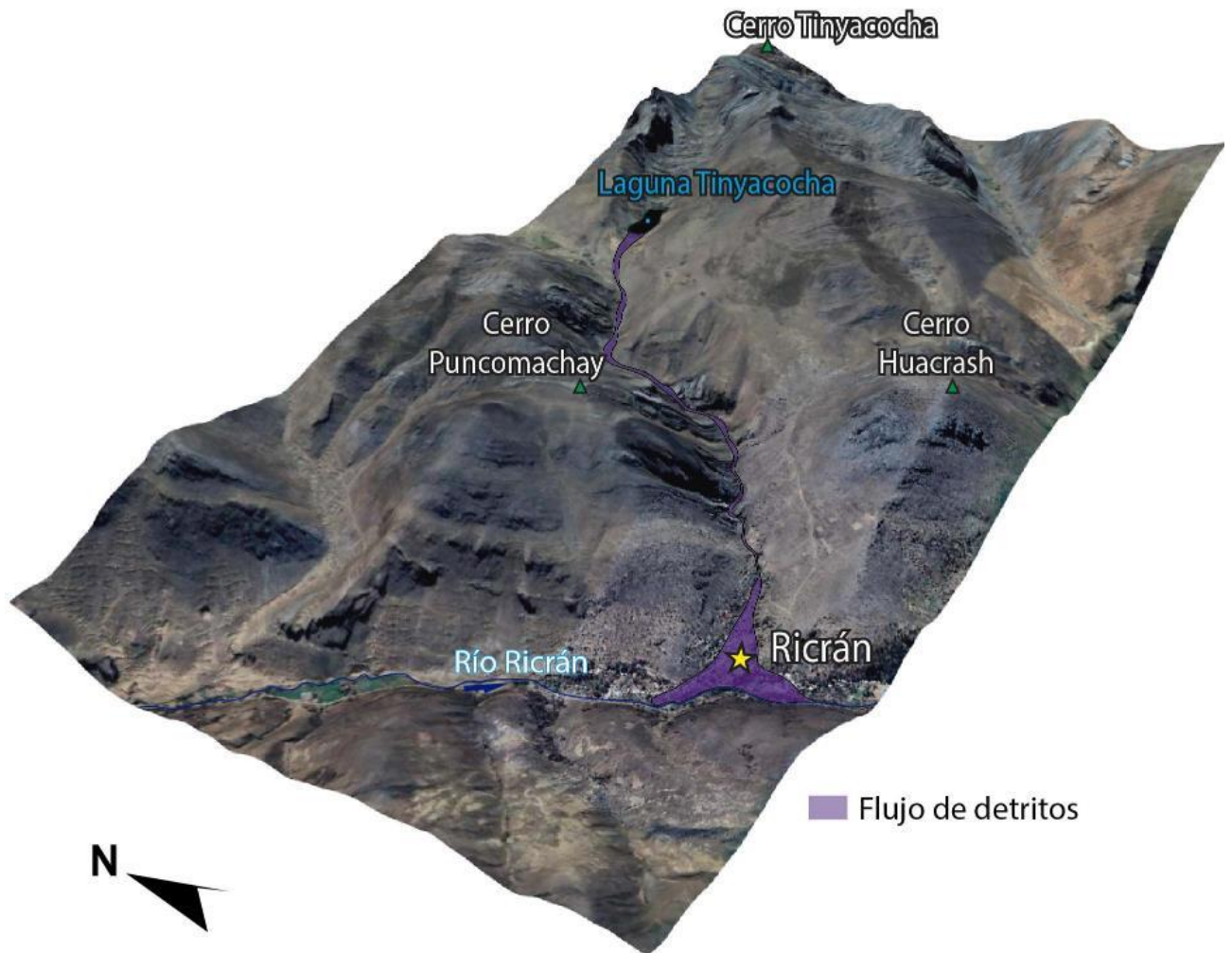


Figura 16. Representación 3D de la vertiente y abanico aluvial sobre el que se encuentra Ricrán, y por donde es posible la ocurrencia de flujo de detritos relacionados al desborde de la laguna Tinyacocha.

5.2. Factores condicionantes

La ocurrencia de movimientos en masa (deslizamientos y reptación de suelos) en el Barrio de San Martín, se considera:

Factor geomorfológico y de relieve

- Las laderas de los cerros que circunscriben a Ricrán y el Barrio San Martín son muy fuertes (25° - 45°), lo que favorece la ocurrencia de deslizamientos y reptación de suelos, en algunos sectores, caso de la ladera SO del cerro Huacrash las pendientes llegan 50° por procesos de erosión diferencial, favoreciendo la ocurrencia de caída de rocas.

Factor litológico

- La ladera SO, del cerro Huacrash esta conformada por conglomerados de clastos volcánicos intercalados con areniscas y lodolitas del Grupo Mitu, la diferencia en la resistencia litológica provoca que los menos competentes se

erosionen dejando bloques de conglomerados sueltos y sobresalientes susceptibles a caer.

- Las laderas SE y NO de los cerros Puncomachay y Huacrash están conformados por secuencias calcáreas del Grupo Pucará, los cuales por disolución química han generado suelos coluvio-deluviales y químicos susceptibles a procesos de erosión y reptación de suelos.
- El depósito coluvio-deluvial de la ladera SO, del cerro Huacrash conformado por gravillas, gravas y bloques de 0.2 m a 3 m de diámetro envueltos en una matriz limo arcillosa, es susceptible a procesos de erosión u deslizamientos.

Factor Antrópico

- Presencia de captaciones de aguas que surgen a la superficie sin una adecuada canalización, saturan los materiales sueltos coluvio-deluviales e incrementan los procesos de erosión química de las calizas del grupo Pucará, desestabilizando las laderas (fotografía 4).



Fotografía 4. Captaciones de agua que discurren por canales impermeabilizados incorrectamente dimensionados, saturan las laderas del cerro Huacrash.

5.3. Factores desencadenantes

- La sobresaturación del terreno por aguas de escorrentía superficial, indican que provienen de lluvias periódicas prolongadas y/o excepcionales. Teniendo como dato umbrales de precipitación de hasta 17 mm.
- Los factores cosísmicos también favorecen la ocurrencia de deslizamientos y la caída de bloques, caso de los últimos sismos registrados por el IGP el 12 y 13 de febrero del 2019 (figura 17), que provocó daños en la infraestructura de la I.E.30470, dejándola inhabitable, de igual manera el mapa probabilístico de sismos en la región Junín catalogan a Ricrán con Altas aceleraciones sísmicas con 250 y 300 gals (Luque et al.,2020).

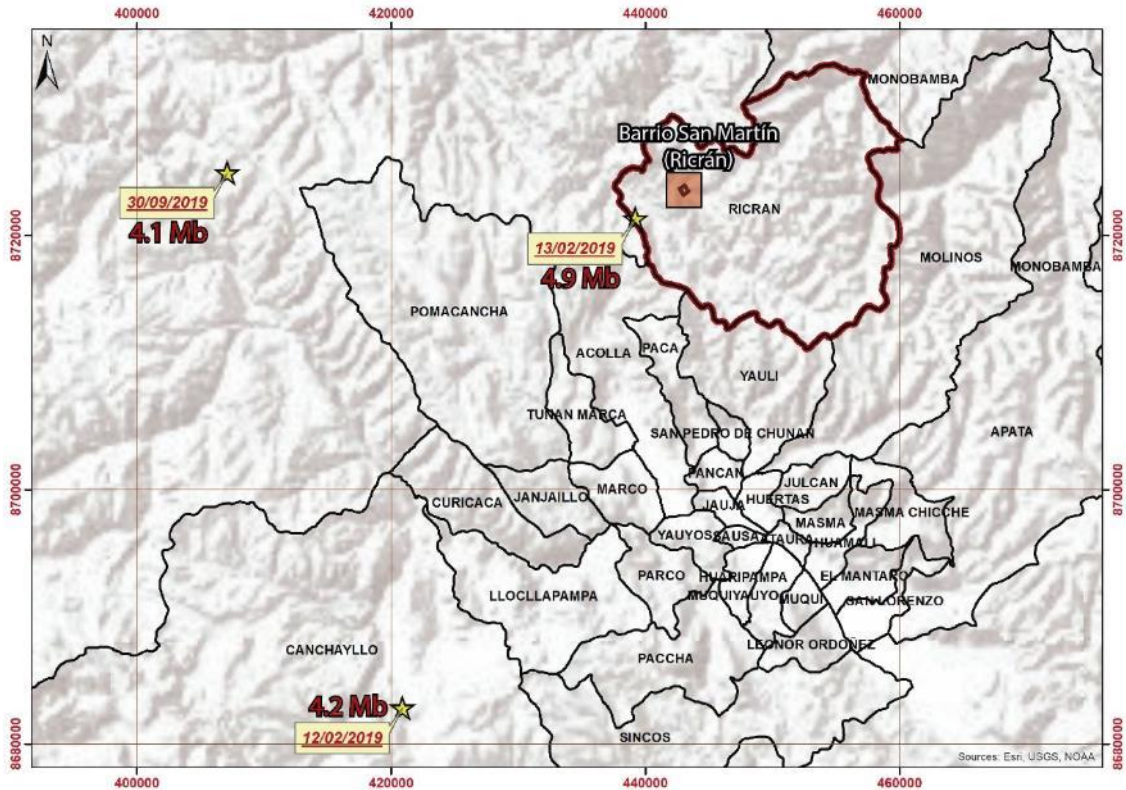


Figura 17. Sismos cercanos al distrito de Ricrán ocurridos entre 2019 y 2021

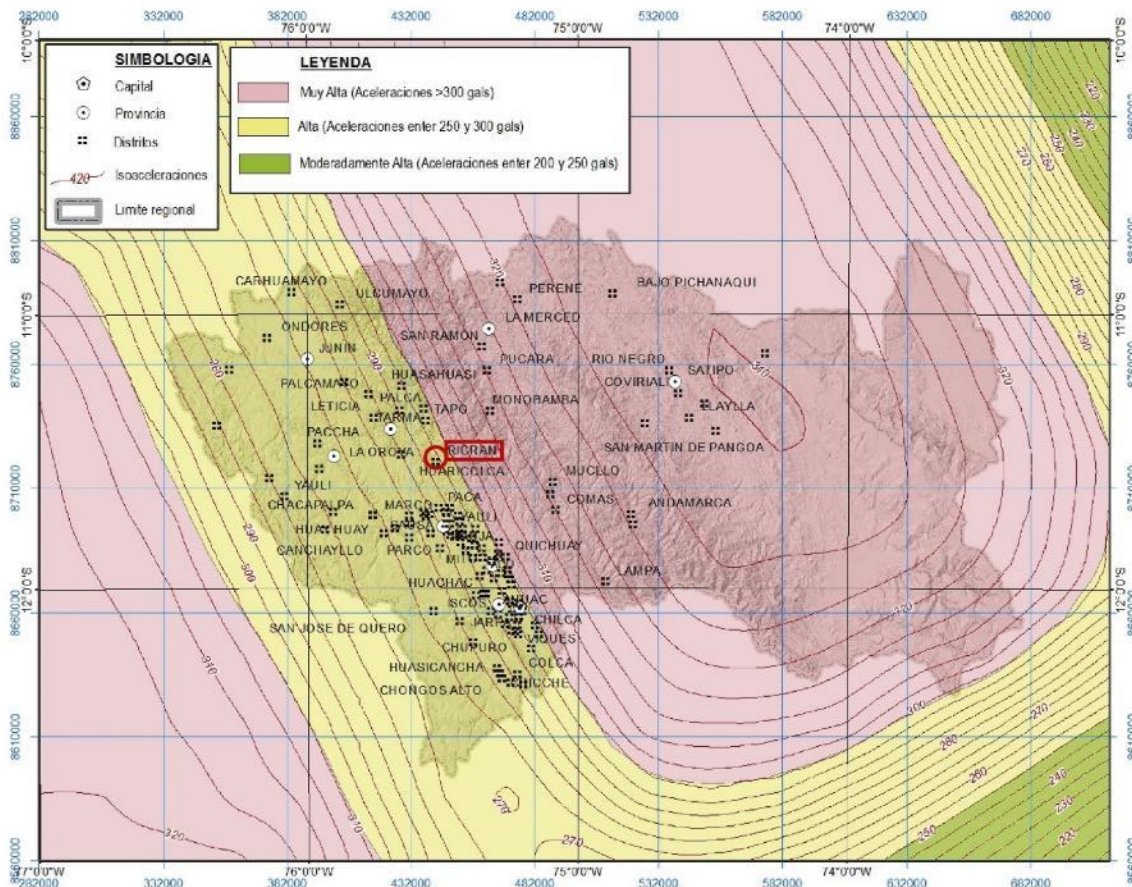


Figura 18. Sismos cercanos al distrito de Ricrán ocurridos entre 2019 y 2021

6. CONCLUSIONES

1. En el Barrio de San Martín, margen izquierda del río Ricrán, se identificó 01 deslizamiento con un escarpe de 10 m de altura, ubicado en la ladera SO del cerro Huacrash sin evidencias de reactivación por lo que se le considera inactivo-latente. La misma ladera a la altura de la I.E. 30470, se ha identificado procesos de caída de rocas que puede producir bloqueos en la carretera de acceso a Ricrán y daños al patio externo de la I.E.30470.
2. Las laderas SO y NE de los cerros Huacrash y Puncomachay presentan evidencias de reptación de suelos (ondulamientos en el terreno y rupturas en la cobertura vegetal) en aproximadamente 0.25 km², estas laderas descienden directamente al centro de poblado de Ricrán.
3. La laguna Tinyacocha, ubicada a ~4 km aguas arriba del C.P. de Ricrán, representa un peligro latente para la población ya que un desborde violento por caída de rocas, así como por precipitaciones prolongadas y/o intensas podría generar un flujo de detritos que se canalice por la quebrada, dañando medios de vida e infraestructura.
4. Geológicamente, la ladera SO del cerro Huacrash está conformado por conglomerados de clastos volcánicos intercalados por areniscas y lodolitas del Grupo Mitú, estos se encuentran altamente meteorizados y muy fracturados, parcialmente cubiertos por depósitos coluvio-deluviales constituidos por gravillas, gravas bloques y bolones de 0.3 m a 2 m de diámetro envueltos en matriz limo arcillosa, plástica y saturada.

Las laderas NO y SE de los cerros Puncomachay y Huacrash, están conformados por secuencias calcáreas del Grupo Pucará, que por disolución química generan depósitos químicos entreverados con depósitos coluvio-deluviales donde predominan procesos de reptación de suelos.

5. Geomorfológicamente, Ricrán se encuentra circunscrito por montañas sedimentarias con laderas de pendiente escarpada (25°-45°) y es sobre estas donde se presenta la mayor geodinámica. Las márgenes de río Ricrán conforma planicies inundables, y el C.P. de Ricrán se encuentra sobre una vertiente aluvial con pendiente moderada (5°-15°).
6. Los factores que condicionaron la inestabilidad de las ladera y ocurrencia de caída de rocas y reptación de suelos, están condicionados por la pendiente escarpada (25° a 45°) la saturación del terreno y los procesos de erosión.
7. Debido a las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas antes descritas, el Barrio de San Martín se le considera de **Peligro Alto** a la ocurrencia de deslizamientos y caída de rocas, mientras que el C.P de Ricrán se le considera de **Peligro Muy Alto** a la reptación de suelos y ocurrencia de flujo de detritos como consecuencia de un desembalse violento de la laguna Tinyacocha, que pueden ser desencadenados en temporada de lluvias intensas y/o prolongadas, así como por efectos cosísmicos.

7. RECOMENDACIONES

1. Los canales de riego y derivación de aguas, deben ser revestidos e impermeabilizados. De igual modo se deben implementar sistemas de drenaje superficial, por ejemplo, el de espina de pez, que derive el exceso de aguas de escorrentía lejos de las masas inestables y las drene al río Ricrán.
2. Implementar SAT (Sistemas de Alerta Temprana), ante posibles incrementos del nivel de agua de la laguna Tinyacocha y posterior ocurrencia de flujo de detritos, con la finalidad de salvaguardar la integridad física de la población.
3. Implementar obras de mitigación para la caída de rocas en la ladera SO del cerro Huacrash, estos pueden ser barreras dinámicas de mallas que retengan los bloques de roca y eviten daños a la carretera e I.E.30470, de igual manera se pueden planear actividades de desquinchamiento de los bloques inestables.
4. Las autoridades locales y comunidad deben implementar y participar en el monitoreo visual de la actividad y evidencias de la reptación de suelos y deslizamientos antiguos, ante posibles reactivaciones y generación de nuevos deslizamientos.
5. Canalizar el tramo del río Ricrán, desde el comienzo de la población aguas arriba, hasta su final aguas abajo (2 km aproximadamente), con la finalidad de evitar desborde del río y la posterior inundación de la margen izquierda del río (llanura inundable), donde se ubican viviendas y la I.E. 30470.
6. Realizar Estudios de Evaluación de Riesgos para el poblado de Ricrán y San Martín, así determinar el nivel de riesgo al cual se encuentran expuestos.
7. Todas las medidas estructurales indicadas, así como la elaboración de informes de evaluación de riesgos (EVAR) para el poblado de Ricrán y Barrio San Martín, deben ser realizadas y supervisadas por especialistas, que tengan en cuenta cálculos hidrológicos y geotécnicos, que determinen, las características ingenieriles de cada una.
8. Realizar charlas de sensibilización y concientización del peligro y riesgo a las que se encuentran expuestos la población y medios de vida (zonas agrícolas) en el Barrio de San Martín y Ricrán.



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

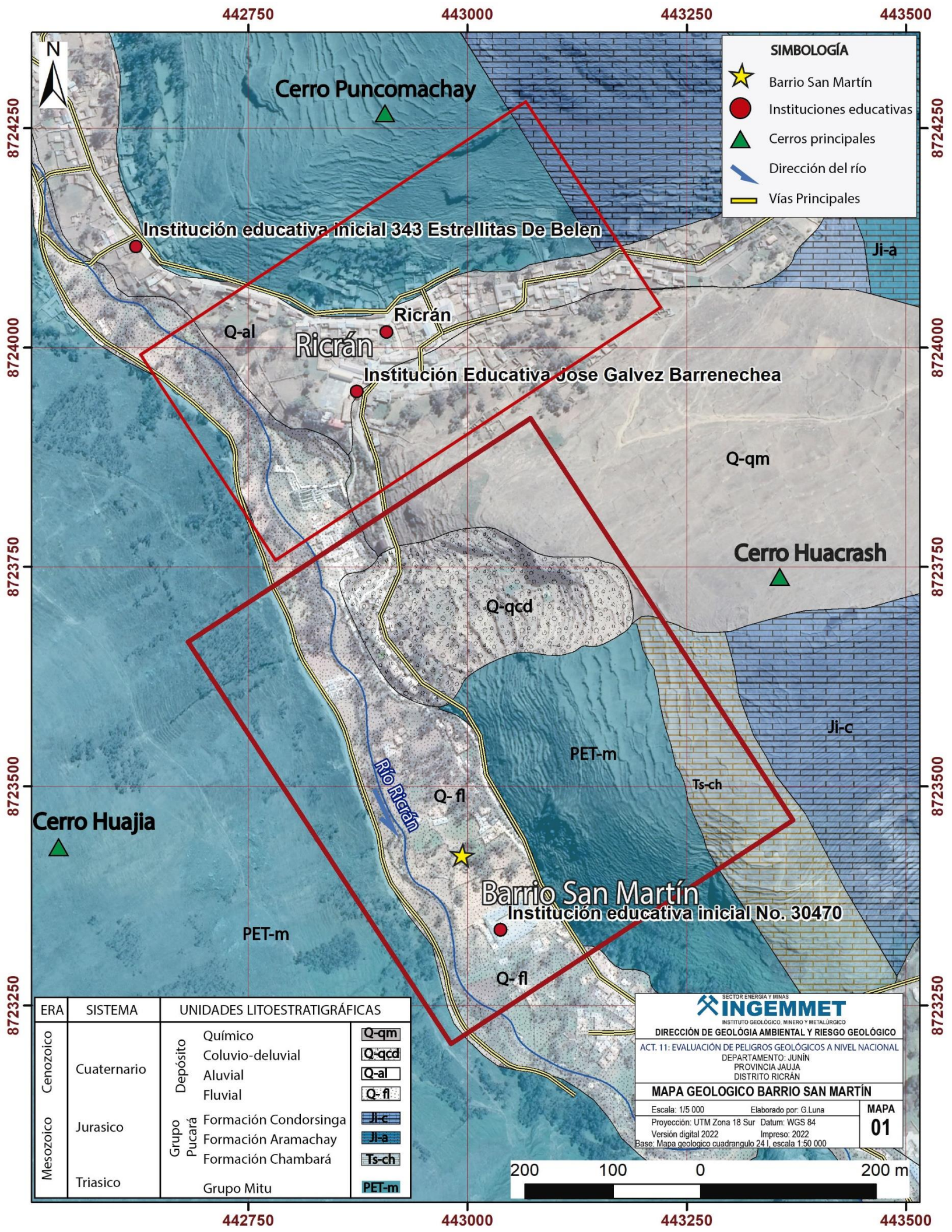


Ing. LIONEL V. FIDEL SMOLL
Director
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico
INGEMMET

8. BIBLIOGRAFÍA

- Carpio, M., Torre, J. & Fuentes, J. (2019) - Investigación de calizas para el desarrollo de la región Junín. INGEMMET, Boletín, Serie B: Geología Económica, 65, 343 p., 3 mapas. [GEOCATMIN - http://geocatmin.ingemmet.gob.pe](http://geocatmin.ingemmet.gob.pe)
- 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, Transportation researchs board Special Report 247, p. 36-75.
- De La Cruz y Jaimes (2003) Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Santiago de Chocorvos (28 m) Serie A: Carta Geológica Nacional <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/2125>
- Luque, G.; Rosado, M.;Pari, W.; Peña, F. & Huamán, M. (2020) - Peligro geológico en la región Junín. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica,72, 222 p., 9 mapas GEOCATMIN - <http://geocatmin.ingemmet.gob.pe>
- Palacios, O. (1994) - Geología del cuadrángulo de Santiago de Chocorvos y Paras. Hojas: 28-m y 28-n - [Boletín A 49] Serie A: Carta Geológica Nacional <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/170>
- 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>
- Rodríguez, R.; Huachaca, C. & Orozco, Y. (2021) - Geología del cuadrángulo de La Oroya (hojas 24I1, 24I2, 24I3, 24I4). INGEMMET, Boletín, Serie L: Actualización Carta Geológica Nacional (Escala 1:50 000), 3, 46 p., 4 mapas. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/3091>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (2010a) – Guía climática turística (en línea). Lima: SENAMHI, 216 p. (consulta: 03 junio 2015). Disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=descarga-datos-hidrometeorologicos>.
- Suárez, J. (1996) - Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales. Bucaramanga: Instituto de Investigación sobre Erosión y Deslizamientos, 282 p
- Varnes, J. (1978) - Slope movements types and processes. In: SCHUSTER, L. & KRIZEK, J. Ed, Landslides analysis and control. Washington D.C. National Academy Press Transportation Research Board Special Report 176, p.
- Vilchez, M.; Ochoa, M. & Pari, W. (2019). Peligro geológico en la región Huancavelica. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 69, 225 p., 9 mapas. <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/2479>.
- Villota, H. (2005) - Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras. 2. ed. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 210 p.

ANEXO 1: MAPAS



SIMBOLOGÍA

- ★ Barrio San Martín
- Instituciones educativas
- ▲ Cerros principales
- Dirección del río
- Vías Principales

ERA	SISTEMA	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS	
Cenozoico	Cuaternario	Depósito	Químico Q-qm
			Coluvio-deluvial Q-qcd
			Aluvial Q-al
			Fluvial Q-fl
Mesozoico	Jurásico	Grupo Pucará	Formación Condorsinga Ji-c
			Formación Aramachay Ji-a
			Formación Chambará Ts-ch
Triásico		Grupo Mitu PET-m	

INGEMMET
INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO

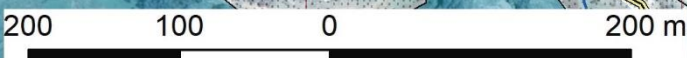
DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLOGICO

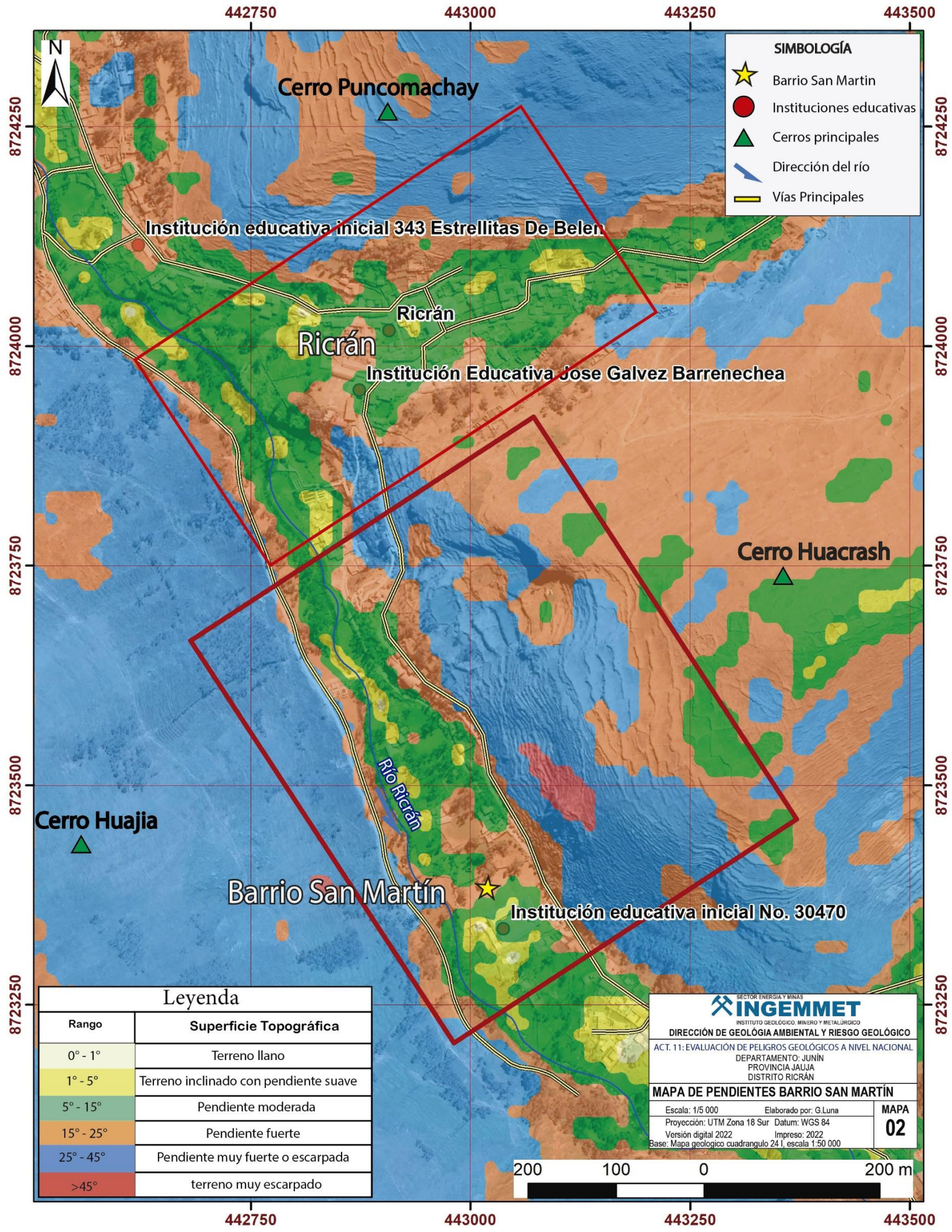
ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLOGICOS A NIVEL NACIONAL
DEPARTAMENTO: JUNIN
PROVINCIA JAUJA
DISTRITO RICRÁN

MAPA GEOLOGICO BARRIO SAN MARTÍN

Escala: 1/5 000	Elaborado por: G. Luna	MAPA 01
Proyección: UTM Zona 18 Sur	Datum: WGS 84	
Versión digital 2022	Impreso: 2022	

Base: Mapa geológico cuadrangulo 24 I, escala 1:50 000





SIMBOLOGÍA

- ★ Barrio San Martín
- Instituciones educativas
- ▲ Cerros principales
- Dirección del río
- Vías Principales

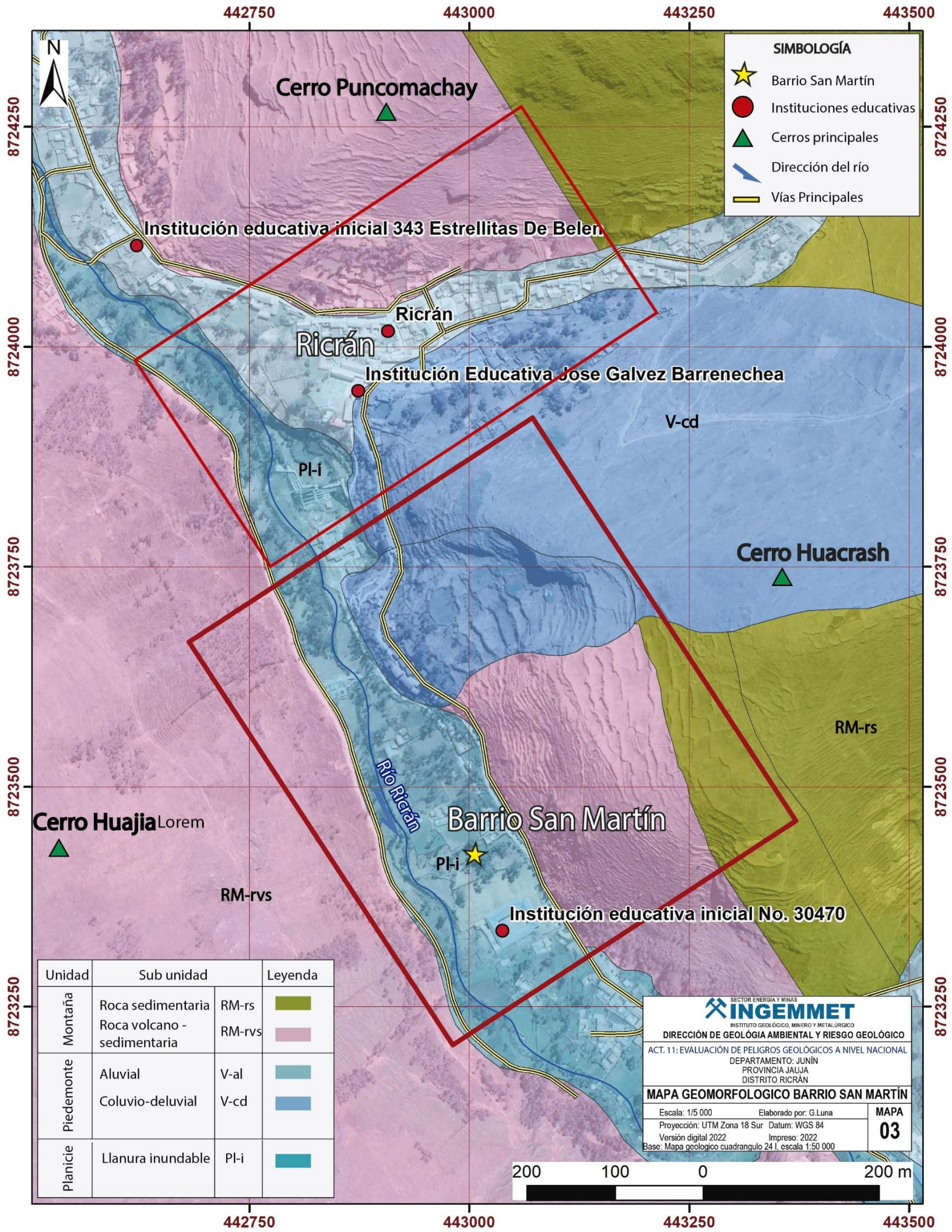
Leyenda	
Rango	Superficie Topográfica
0° - 1°	Terreno llano
1° - 5°	Terreno inclinado con pendiente suave
5° - 15°	Pendiente moderada
15° - 25°	Pendiente fuerte
25° - 45°	Pendiente muy fuerte o escarpada
>45°	terreno muy escarpado

INGEMMET
 INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO
DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLOGICO
 ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLOGICOS A NIVEL NACIONAL
 DEPARTAMENTO: JUNÍN
 PROVINCIA JAUJA
 DISTRITO RICRÁN

MAPA DE PENDIENTES BARRIO SAN MARTÍN

Escala: 1/5 000	Elaborado por: G.Luna	MAPA
Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84	Impreso: 2022	02
Base: Mapa geológico cuadrangulo 24 I, escala 1:50 000		





SIMBOLOGÍA

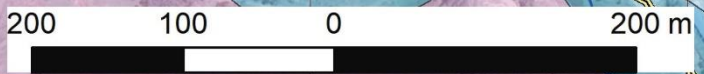
- ★ Barrio San Martín
- Instituciones educativas
- ▲ Cerros principales
- Dirección del río
- Vías Principales

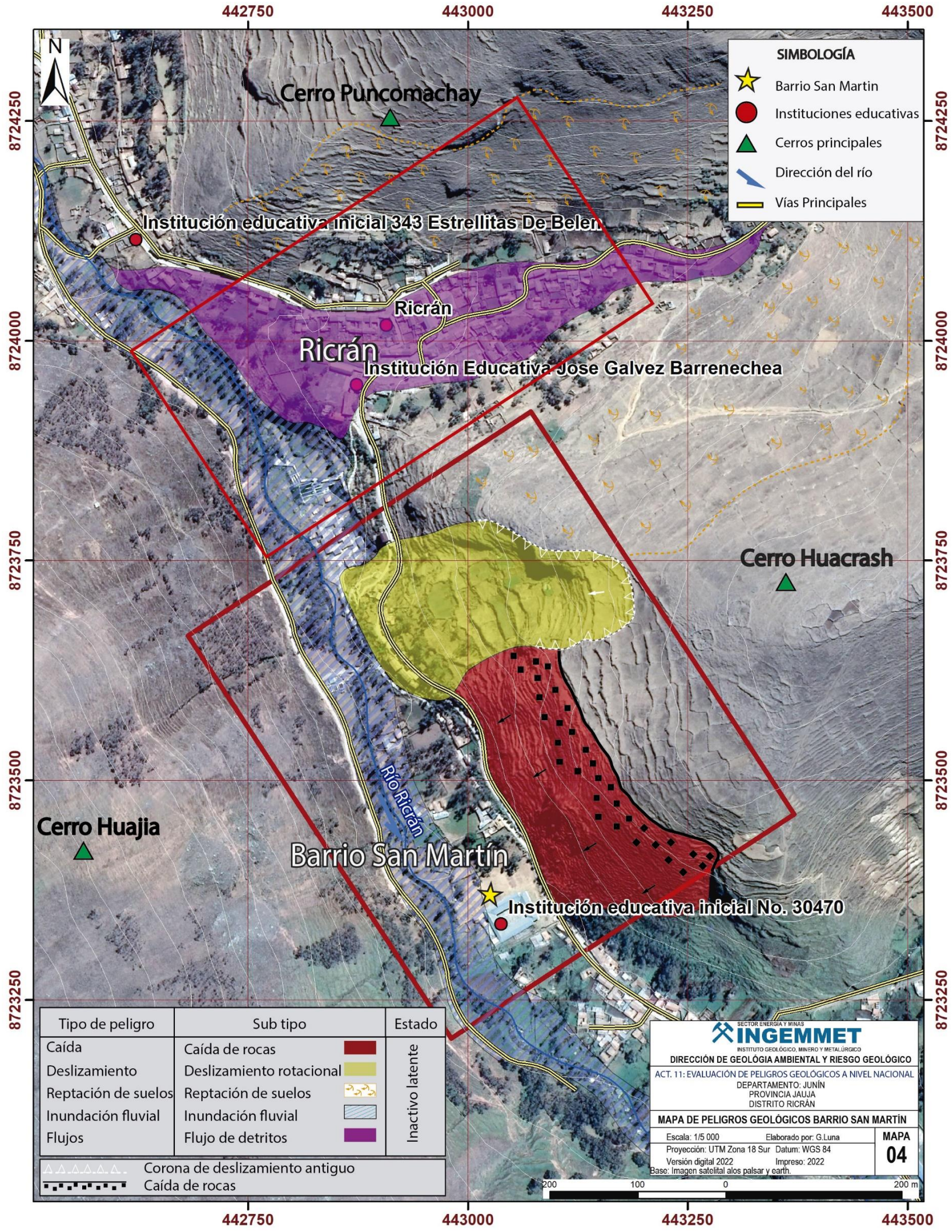
Unidad	Sub unidad	Leyenda
Montaña	Roca sedimentaria	RM-rs ■
	Roca volcano - sedimentaria	RM-rvs ■
Piedemonte	Aluvial	V-al ■
	Coluvio-deluvial	V-cd ■
Planicie	Llanura inundable	PI-i ■

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALÚRGICO
DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO
 ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL
 DEPARTAMENTO: JUNÍN
 PROVINCIA JAUJA
 DISTRITO RICRÁN

MAPA GEOMORFOLÓGICO BARRIO SAN MARTÍN

Escala: 1/5 000	Elaborado por: G.Luna	MAPA
Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84	Versión digital 2022	03
Base: Mapa geológico cuadrangulo 24 I, escala 1:50 000		





SIMBOLOGÍA

- ★ Barrio San Martín
- Instituciones educativas
- ▲ Cerros principales
- Dirección del río
- Vías Principales

Tipo de peligro	Sub tipo	Estado
Caída	Caída de rocas	Inactivo latente
Deslizamiento	Deslizamiento rotacional	
Reptación de suelos	Reptación de suelos	
Inundación fluvial	Inundación fluvial	
Flujos	Flujo de detritos	
 Corona de deslizamiento antiguo Caída de rocas		

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

DIRECCIÓN DE GEOLÓGIA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL
 DEPARTAMENTO: JUNÍN
 PROVINCIA JAUJA
 DISTRITO RICRÁN

MAPA DE PELIGROS GEOLÓGICOS BARRIO SAN MARTÍN

Escala: 1/5 000	Elaborado por: G.Luna	MAPA 04
Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84		
Versión digital 2022 Impreso: 2022		

Base: Imagen satelital a los pascars y earth.



ANEXO 2: MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN

Medidas de mitigación para deslizamientos y reptación de suelos

1. Manejo de aguas de escorrentía

La topografía y el régimen de lluvias pueden favorecer la acción del agua de escorrentía, causante de muchos fenómenos erosivos. Cuando no es posible propiciar una mayor infiltración, porque la topografía no lo permite, es necesario evacuar el agua hasta los cauces naturales, de esta manera se evita la saturación del terreno y disminuye la inestabilidad de la ladera que ha favorecido procesos de movimientos en masa.

Las obras de drenajes se recomiendan cuando:

- Hay que evacuar aguas sobrantes superficiales
- Existen volúmenes de agua grandes a drenar
- El nivel freático se encuentra cerca de la superficie del terreno.
- Las características climáticas del sector corresponden a zonas lluviosas.
- Cuando existen filtraciones de agua subterráneas.

En la zona evaluada para la mitigación de los peligros geológicos, se debe controlar la infiltración del agua hacia afuera del cuerpo del deslizamiento y masas de suelo reptante. Los métodos de estabilización de los deslizamientos, que contemplan el control del agua, tanto superficial como subterránea, son muy efectivos y generalmente más económicos que la construcción de grandes obras de contención, desactivan y disminuyen la presión de los poros, considerada el principal elemento desestabilizantes en laderas. El drenaje reduce el peso de la masa y al mismo tiempo aumenta la resistencia de la ladera (Suarez, 1998).

Las medidas de drenaje recomendadas son:

- a. Drenaje Superficial: Las zanjas construidas permiten la recolección de aguas superficiales, captan la escorrentía tanto de la ladera, como de la cuenca de drenaje arriba del talud y desvía el agua a las quebradas adyacentes al cuerpo de deslizamiento, evitando su infiltración, captando el agua de escorrentía, llevándola a las quebradas. Estas deben ser construidas en la parte superior al escarpe principal del deslizamiento o ladera inestable. En las obras construidas - zanjas de drenaje es necesario impermeabilizar la caja hidráulica captando y evitando totalmente la infiltración de las aguas de escurrimiento (figura 19).
- b. Drenaje tipo Espina de Pescado: Construcción de canales colectores, los cuales conducen las aguas colectadas fuera de las áreas vulnerables de las laderas, entregándolas a torrenteras o canales naturales de agua. Estos canales deben impermeabilizarse adecuadamente para evitar la infiltración del agua (figura 34).

El detalle gráfico de estas obras, y un esquema referencial de aplicación de laderas, se presentan en las figuras 19-21

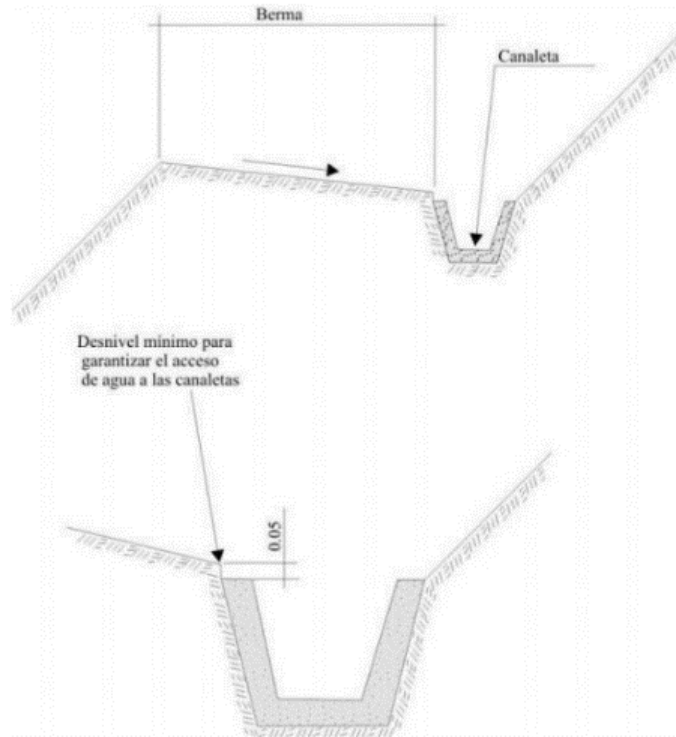


Figura 19. Detalle de una canaleta de drenaje superficial (zanjas de coronación). Fuente: Ingemmet (2000).

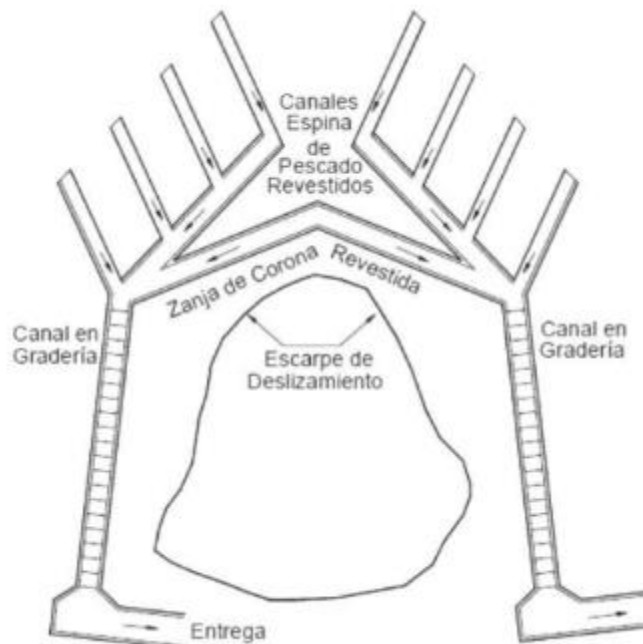


Figura 20. Esquema en planta de canales colectores. Espina de Pescado (Suarez, J.2010)

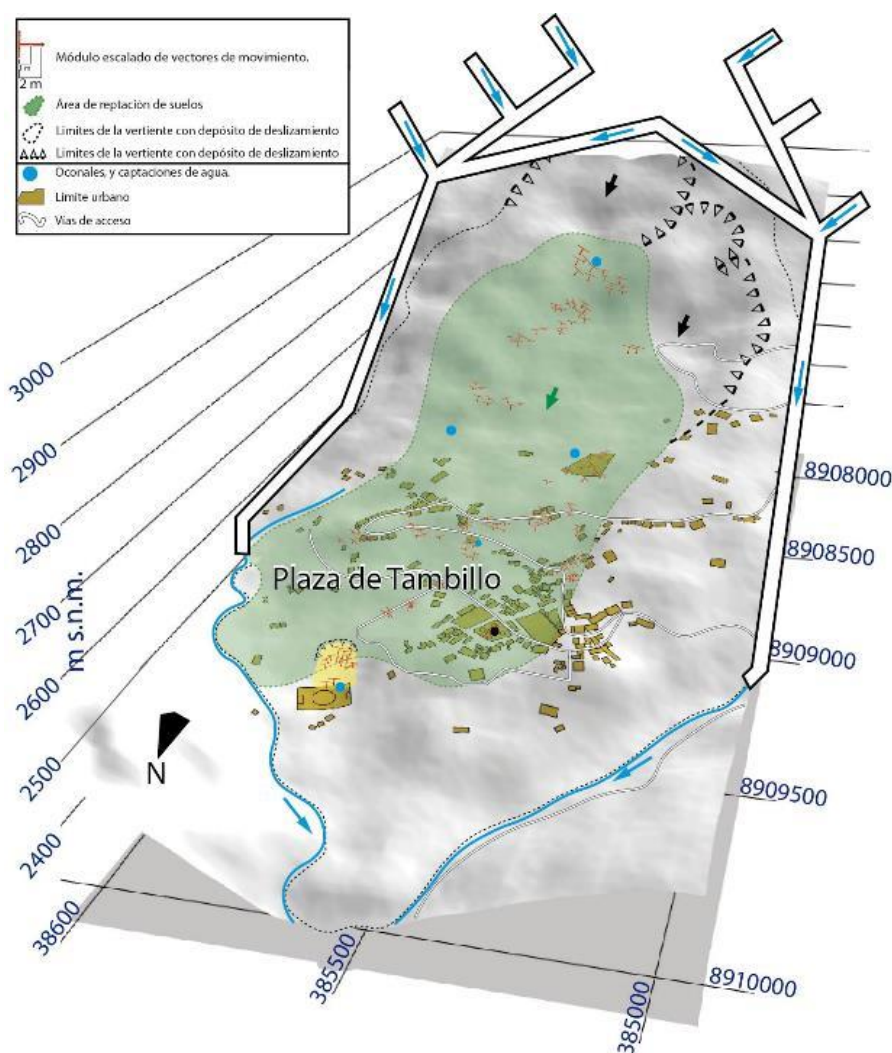


Figura 21. Esquema referencial de sistemas de drenaje para el control de aguas superficiales, que favorecen los procesos de reptación en el centro poblado de Tambillo (Luna et al., 2020)

Tipos de obra de drenaje superficial:

- a) **Canales para redireccionar el agua de escorrentía:** Se debe impedir que el agua de escorrentía se dirija hacia la zona inestable.
- b) **Zanjas de corona.** 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 la ladera. La zanja de la corona no debe construirse muy cerca del borde superior de la ladera o 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.
- c) **Diques en la corona del talud.** Son diques en relleno, colocados arriba de la corona, con el objeto de desviar hacia los lados las aguas de escorrentía.
- d) **Drenes Franceses.** Son zanjas rellenas de material granular grueso que tienen por objetivo captar y conducir las aguas de escorrentía.
- e) **Trinchos o Cortacorrientes.** Consisten en diques a través del talud para desviar lateralmente, las aguas de escorrentía.

- f) **Torrenteras.** Son estructuras que recogen las aguas de los canales, diques o cortacorrientes y las conducen hacia abajo del talud. Generalmente, incluyen elementos para disipar la energía del flujo del agua.
- g) **Sellado de grietas con arcilla o mortero.** El objeto es impedir la infiltración de agua hacia el deslizamiento.
- h) **Canales colectores en Espina de Pescado.** Para disminuir la infiltración de agua en las áreas grandes arriba del talud, se construyen canales colectores en Espina de Pescado, los cuales conducen las aguas colectadas fuera de las áreas vulnerables del talud, entregándolas generalmente a los canales en gradería o torrenteras. Estos canales deben impermeabilizarse adecuadamente para evitar la nuevamente la infiltración del agua.

Cuadro N° 5: Ventajas y desventajas del uso de diferentes métodos de corrección por drenaje. Fuente: Suárez, 1996.

Método	Ventajas	Desventajas
Canales superficiales para el control de escorrentía	Se recomienda construirlos como obra complementaria en la mayoría de los casos. Generalmente, las zanjas se construyen arriba de la corona del talud	Se deben construir estructuras para la entrega de las aguas y la disipación de energía.
Subdrenes de zanja	Muy efectivos para estabilizar deslizamientos poco profundos, en suelos saturados sub superficialmente.	Poco efectivos para estabilizar los deslizamientos profundos o los deslizamientos con nivel freático profundo
Subdrenes horizontales de penetración	Muy efectivos para interceptar y controlar las aguas subterráneas relativamente profundas.	Se requieren equipos especiales de perforación y su costo puede ser alto.
Galerías o túneles de subdrenaje	Efectivos para estabilizar los deslizamientos profundos en las formaciones con permeabilidad significativa y aguas subterráneas	Muy costosos y complejos de construir
Pozos profundos de subdrenaje	Útiles en los deslizamientos profundos con aguas subterráneas. Efectivos para las excavaciones no permanentes.	Su uso es limitado debido a la necesidad de operación y mantenimiento permanente

2. Manejo de aguas subterráneas

El drenaje subterráneo tiene por objeto disminuir las presiones de poro o impedir que estas aumenten.

La cantidad de agua recolectada por un sistema de subdrenaje depende de la permeabilidad de los suelos o rocas y de los gradientes hidráulicos. Cuando se instala un dren generalmente, el nivel piezométrico se disminuye al igual que el gradiente hidráulico, lo cual disminuye el caudal inicial recolectado por los drenes.

Las obras que se podrían implementar para el control de aguas subterráneas son las siguientes:

- a) Filtros y trincheras drenantes o subdrenes interceptores: los filtros son muy aptos para abatir el nivel freático, transportar el exceso de lluvia e interceptar corrientes subterráneas (figura 22 y 23).

Los subdrenes interceptores son zanjas excavadas a mano o con retroexcavadora, rellenas de material filtrante y elementos de captación y transporte del agua. La profundidad máxima de estas zanjas es de aproximadamente seis metros. Los hay de diversas formas así:

- Con material de filtro y tubo colector (Figura 22)
- Con material grueso permeable sin tubo (filtro francés)
- Con geotextil como filtro, material grueso y tubo colector.
- Con geotextil, material grueso y sin tubo.
- Tubo colector con capa gruesa de geotextil a su alrededor.
- Dren sintético con geomalla, geotextil y tubo colector

El tipo de dren interceptor a emplear dependerá de:

- Disponibilidad de materiales en la región y costos.
- Necesidad de captación y caudal del dren.

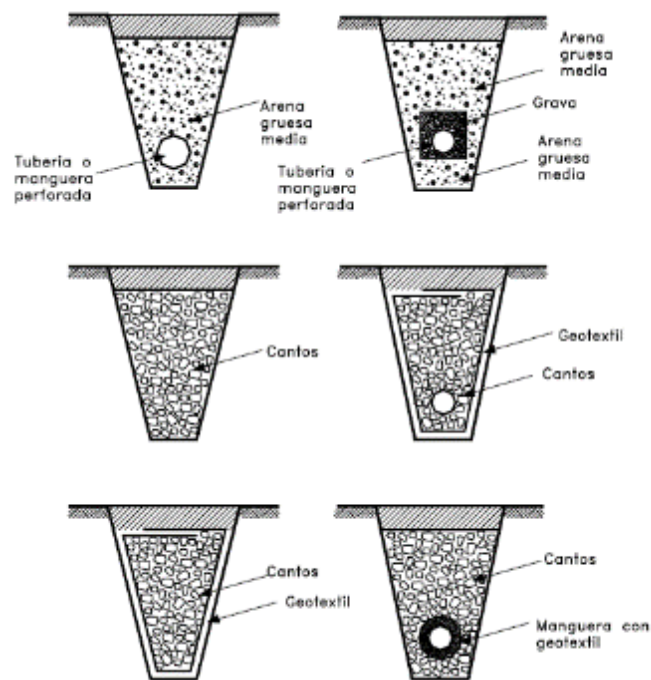


Figura 22. Esquema de sistemas de dren de zanjas.

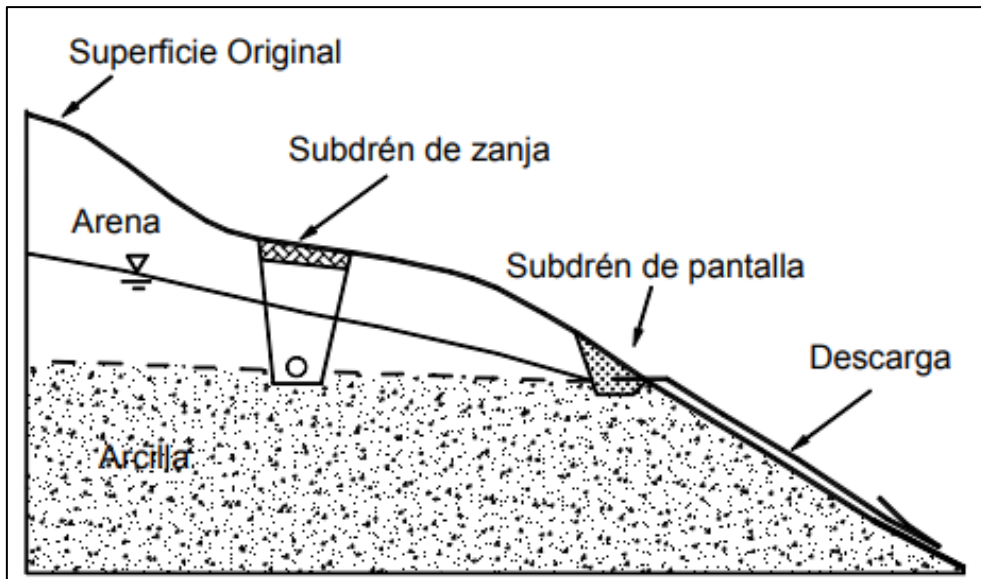


Figura 23. Sistemas de subdrenaje (Suárez, 1998).

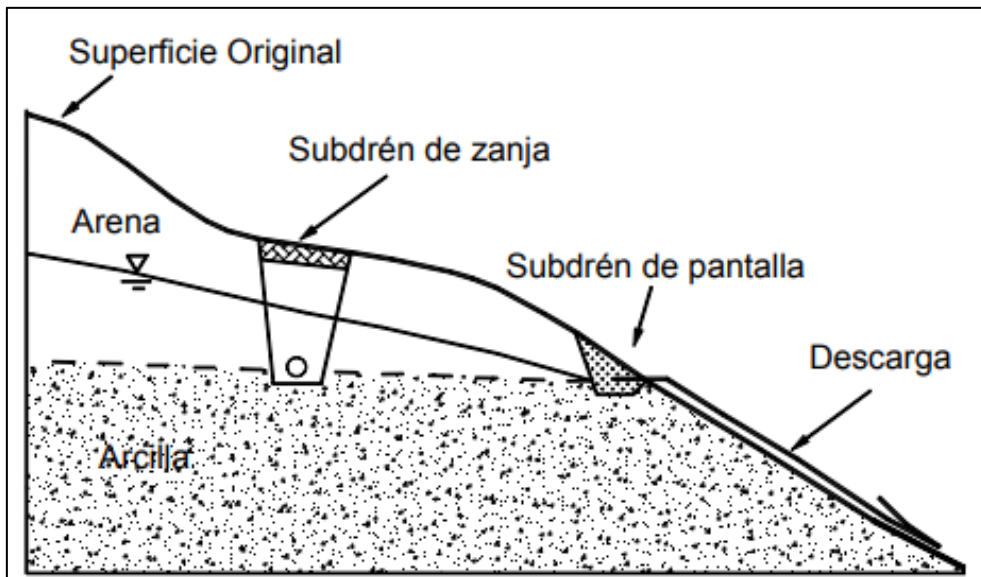


Figura 24. Esquema de un subdrenaje interceptor y un dren en el afloramiento (Suárez, 1998).

3. Manejo de zonas de deslizamiento.

Para deslizamientos de magnitudes pequeñas, se pueden aplicar obras de bioingeniería, que utilizan plantas o parte de ellas, como estacas vivas. Estos elementos pueden ser introducidos dentro del terreno y dispuestos de manera conveniente siguiendo patrones, definidos por especialistas, las funciones de estos son:

- Refuerzan las capas superficiales del suelo.
- Son una barrera interna contra movimientos de material detrítico.
- Retienen la humedad excedente y funcionan como drenes.

MUROS RÍGIDOS Son estructuras de contención generalmente de concreto que no permiten deformaciones importantes sin romperse (cuadro 6). Se apoyan sobre suelos competentes para transmitir fuerzas de su cimentación al cuerpo del muro y de esta forma generar fuerzas

de contención. La utilización de muros rígidos es una de las formas más sencillas de manejar cortes y terraplenes. Los muros rígidos actúan como una masa relativamente concentrada que sirve de elemento contenedor de la masa inestable.

Cuadro N° 6: Ventajas y desventajas del uso de muros. Fuente: Suárez, 1996.

Muro	Ventajas	Desventajas
Reforzado	Los muros de concreto reforzado pueden emplearse en alturas grandes (superiores a ocho metros), previo su diseño estructural y estabilidad. Se utilizan métodos convencionales de construcción, en los cuales la mayoría de los maestros de construcción tienen experiencia.	Requieren de buen piso de cimentación. Son poco económicos en alturas muy grandes y requieren de formaletas especiales. Su poco peso los hace poco efectivos en muchos casos de estabilización de deslizamientos de masas grandes de suelo
Concreto simple	Relativamente simples de construir y mantener, pueden construirse en curvas y en diferentes formas para propósitos arquitectónicos y pueden colocarse enchapes para mejorar su apariencia exterior	Se requiere una muy buena fundación y no permiten deformaciones importantes, se necesitan cantidades grandes de concreto y un tiempo de curado antes de que puedan trabajar efectivamente. Generalmente, son poco económicos para alturas mayores de tres metros.
Concreto ciclópeo	Similares a los de concreto simple. Utilizan bloques o cantos de roca como material embebido, disminuyendo los volúmenes de concreto. Generalmente, son más económicos que los de concreto simple o reforzado.	Se requiere muy buena fundación. El concreto ciclópeo (cantos de roca y concreto) no puede soportar esfuerzos de flexión grandes. Se requiere la disponibilidad de bloques de roca.
Concreto ciclópeo con columnas de refuerzo	Combinan las ventajas de economía del concreto ciclópeo con la capacidad de flexión del concreto reforzado	Es muy poca la investigación sobre su comportamiento y no existe una metodología aceptada de diseño
Mampostería o bloques de roca pegados con concreto	Son muy económicos cuando hay disponibilidad de bloques de roca. Son visualmente atractivos	Se requiere muy buena fundación. Resistencia muy baja a la flexión. Son muy vulnerables a los movimientos.

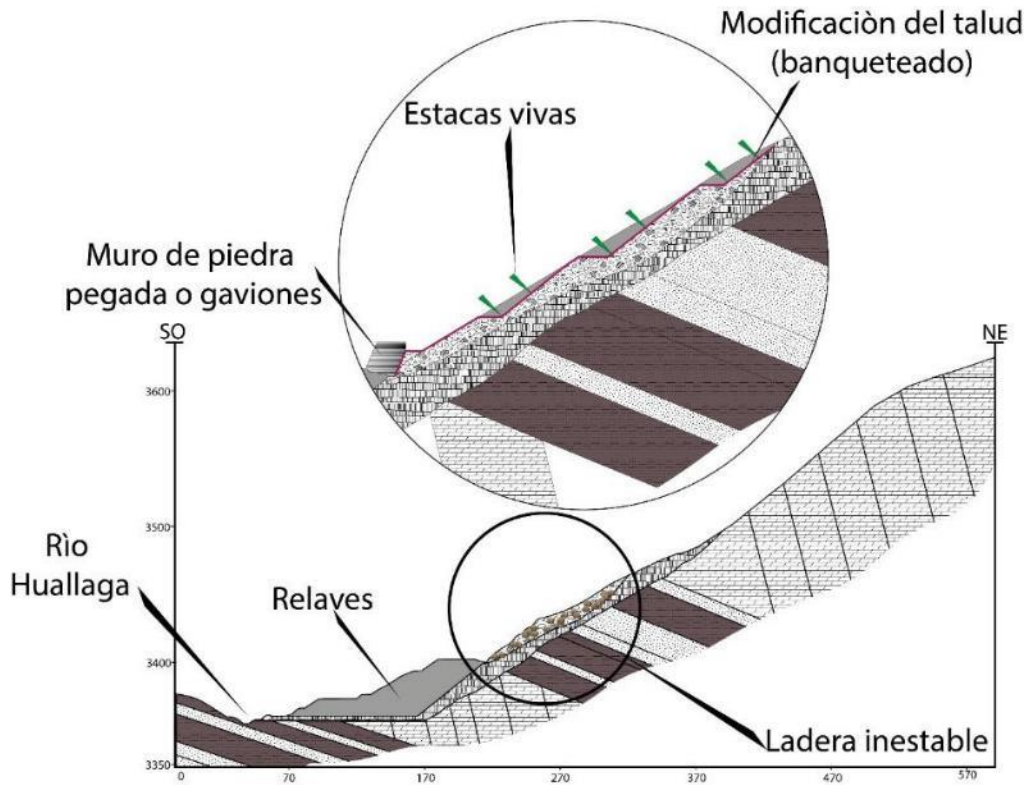


Figura 25. Ejemplo de aplicación de estacas vivas en una ladera inestable.

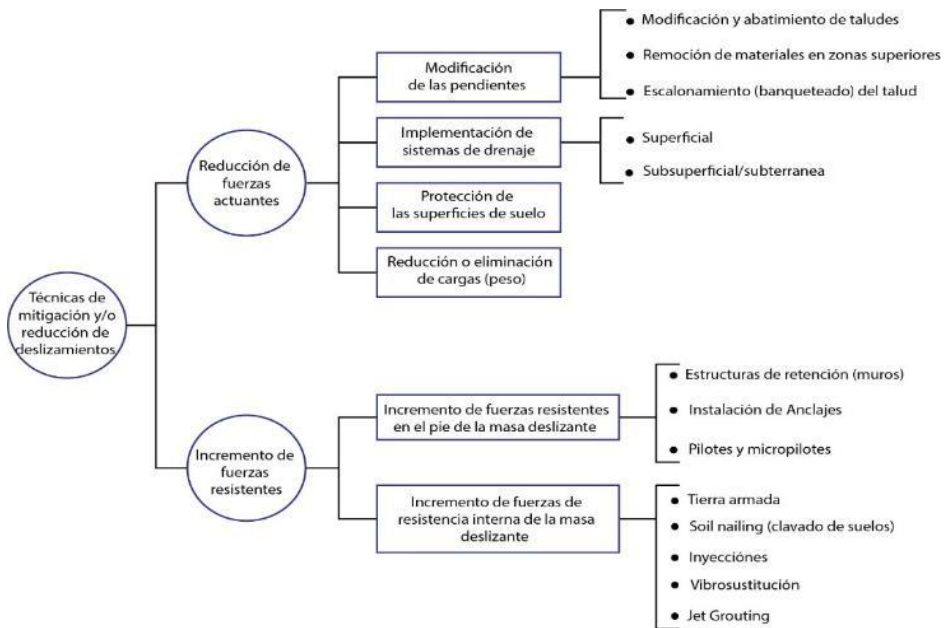


Figura 26. Esquema de técnicas de reducción de deslizamientos.

Medidas de mitigación para huaicos

Estas medidas de mitigación deben emplearse en quebradas de régimen temporal donde se producen huaicos periódicos a excepcionales que pueden alcanzar grandes extensiones y transportar amplios volúmenes de sedimentos gruesos y finos. Con el propósito de propiciar la fijación de los sedimentos en tránsito y de minimizar el transporte fluvial, es preciso aplicar, en los casos que sean posibles, las medidas que se proponen a continuación

- Encauzamiento del canal principal de los lechos fluviales secos, con remoción selectiva de los materiales gruesos, que pueden ser utilizados en los enrocados y/o espigones para controlar las corrientes (figura 27). Considerar siempre que estos lechos fluviales secos se pueden activar durante periodos de lluvia excepcional, caso del fenómeno El Niño. Es decir, el encauzamiento debe considerar un diseño que pueda resistir máximas avenidas sin que se produzcan desbordes.
- Propiciar la formación y desarrollo de bosques ribereños con especies nativas para estabilizar los lechos (figura 28).
- La construcción de obras e infraestructuras que crucen estos cauces secos deben construirse con diseños que tengan en cuenta las máximas crecidas registradas, que permitan el libre paso de huaicos, evitándose obstrucciones y represamientos, con posteriores desembalses más violentos.
- Realizar la construcción de presas de sedimentación escalonada para controlar las fuerzas de arrastre de las corrientes de cursos de quebradas que acarrean grandes cantidades de sedimentos durante periodos de lluvia excepcional, cuya finalidad es reducir el transporte de sedimentos gruesos.
- Evitar en lo posible la utilización del lecho fluvial como terreno de cultivo que permita el libre discurrir de los flujos hídricos.
- Las quebradas, torrenteras o chorreras que generan huaicos periódicos en la región pueden ser controladas en las carreteras mediante badenes de concreto o mampostería de piedra, alcantarillas, pontones o puentes, entre otros, en función de las características geodinámicas y topográficas de la quebrada. Es preciso mencionar que estas obras de infraestructuras, que atraviesen estos cauces, deben construirse con diseños que tengan en cuenta las máximas crecidas registradas, que permitan el libre discurrir de crecidas violentas que provienen de la cuenca media y alta evitándose obstrucciones y represamientos violentos.
- Además, estas obras deben ser acompañadas de obras de canalización y limpieza del cauce de la quebrada aguas arriba; así como obras de defensa contra erosión (enrocados, gaviones o muros de concreto) ya mencionados.

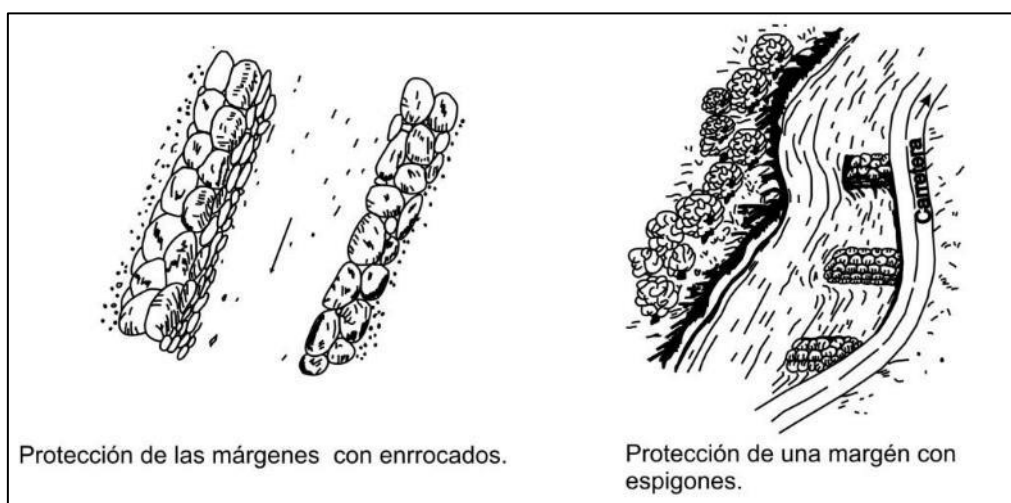


Figura 27. Protección de márgenes con enrocados, espigones y siembra de bosques ribereños.

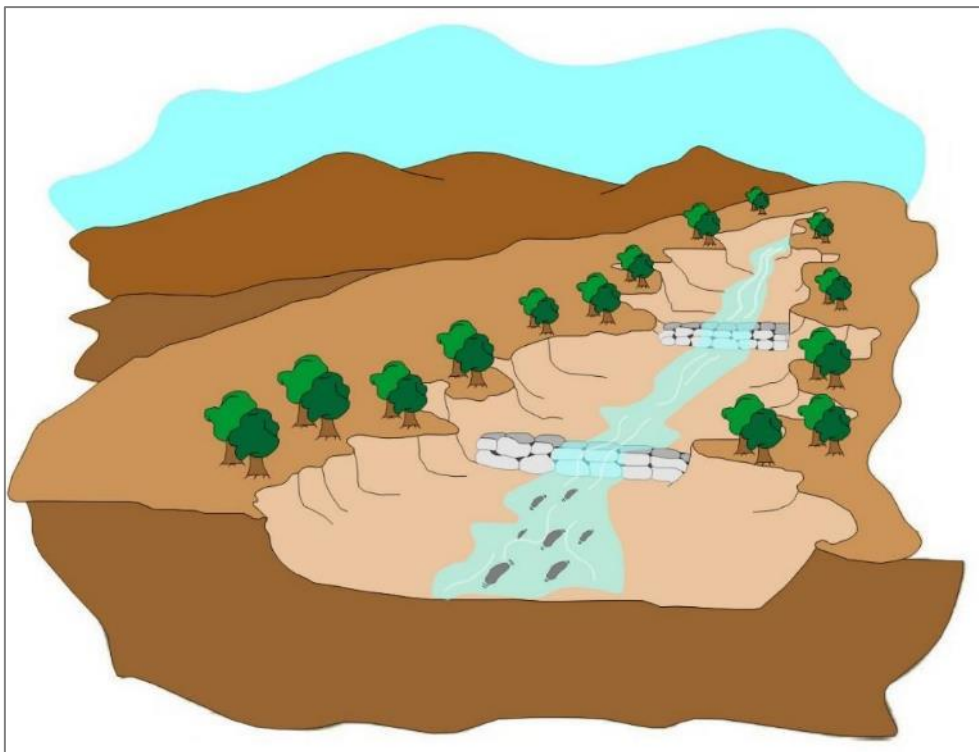


Figura 28. Presas transversales a cursos de quebradas.

Medidas de mitigación para Caída de rocas

En la zona de estudio se podrían implementar medidas de prevención y/o mitigación como mallas metálicas, pantallas metálicas, geomallas, entre otros, dichas técnicas dependerán de un estudio geotécnico a detalle realizado por un especialista en geotecnia.

- a) **Geomallas:** Es una cobertura que permite proteger la erosión del agua y el viento cuando estos problemas son difíciles de ser resueltos de una manera natural. Generalmente, se complementan con vegetación en su superficie. Son susceptibles a la acción directa de los rayos ultra violeta. En la geometría existente en el talud, se tendrían que hacer instalaciones complementarias para su auto sostenimiento. Cabe mencionar un geocompuesto (MacMat-R) fabricado a partir de una geomanta pegada a una malla metálica (malla hexagonal de doble torsión), que protege la superficie contra la erosión mediante la geomanta, y evita la caída de piedras mediante la malla metálica.
- b) **Uso de vegetación:** Se trata de un método preventivo y correctivo que consiste en el empleo de vegetación sobre o delante de la superficie del talud. Desde el punto de vista estético y de impacto ambiental, la revegetación es una buena alternativa que ha funcionado en otros taludes como en la Costa Verde en Lima. Sin embargo, en la zona de estudio existen dificultades para el crecimiento de la vegetación, tales como la verticalidad de los taludes y la cantidad de grava en el suelo. Esto evita que las raíces logren un entramado profundo para generar un agarre que estabilice el talud sin un considerable movimiento de tierras. El riego en esta zona no debe de realizarse mediante inundación sino por goteo puesto que el agua puede llegar a debilitar las propiedades resistentes del suelo y aumentar su peso, doble efecto negativo que puede hacer colapsar zonas del talud. La hidrosiembra es un método moderno que consiste en rociar una emulsión sobre el suelo que se desea revegetar. Esta emulsión (aglutinantes, hidroabsorbentes, nutrientes, semillas, agua, etc.) provoca una capa

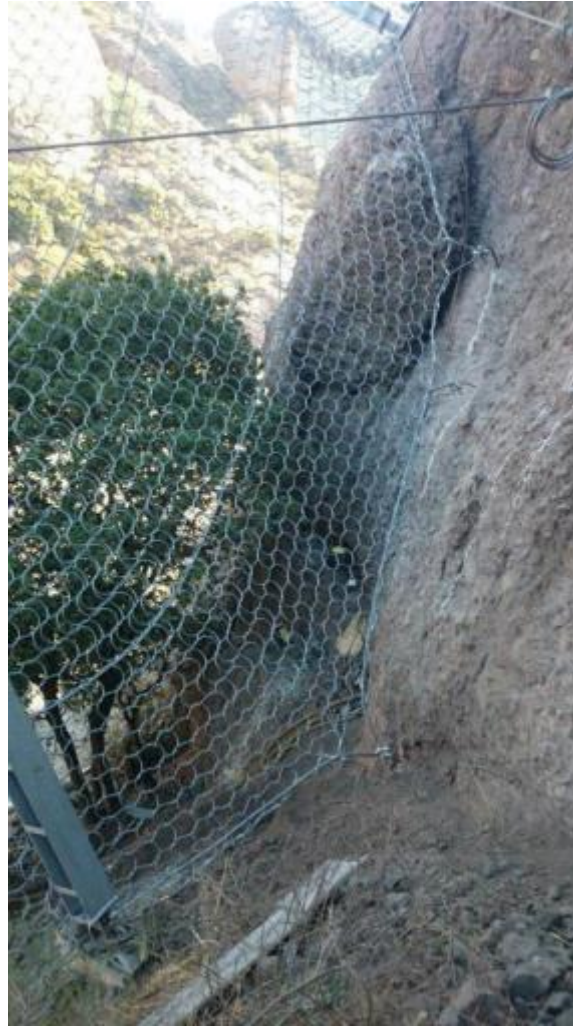
superior en la superficie del talud que favorece la germinación de las semillas.

- c) **Mallas metálicas:** El revestimiento del talud con mallas metálicas de triple o doble torsión, es un tratamiento eficaz que es muy utilizado en todo el mundo. Teniendo en cuenta la proximidad de la malla al talud, la densidad de anclado y la forma de colocación se pueden clasificar en mallas colgadas o adosadas al terreno. Las mallas colgadas encauzan el movimiento del material que cae del talud haciendo que disminuya su energía y se acumule al pie del talud, mientras que las mallas adosadas van prácticamente pegadas al talud, de manera que se tenga la mayor cantidad de puntos del talud en contacto con la malla, evitando así que el material de las zonas inestables se muevan de su sitio o que pueda alcanzar determinada velocidad. Las mallas colgadas requieren complementos en la base del talud como gaviones, bermas o “cunetas” para almacenar el material caído
- d) **Pantallas metálicas:** En taludes naturales de pendiente media, bajo un acantilado de gran altura, resultan muy convenientes las pantallas metálicas para la intercepción de material que puedan caer del acantilado. De acuerdo con la forma de trabajo las pantallas se pueden denominar estáticas o dinámicas.

Barreras estáticas: Constituidas con elementos metálicos, se comportan de forma acertada ante impactos de muy baja energía, su principio de funcionamiento está basado en el empleo de soluciones potentes basado en elementos rígidos y de gran inercia que se oponen al paso de las rocas. Para energías superiores a los 50 kJ son inadecuadas y resultan literalmente arrasadas por el paso de las rocas.

Barreras dinámicas: Es una barrera que, al igual que la anterior, se coloca perpendicular al eje de la trayectoria probable del material caído, con el objeto de interceptarlo y evitar que llegue a la parte baja del talud. En este caso se pone una estructura de elevada deformabilidad, gracias a la cual se puede absorber una elevada cantidad de energía sin que los esfuerzos en los diferentes elementos de la misma sean excesivamente elevados. El conjunto de pantallas metálicas existentes en la zona se pueden complementar con paneles o publicidad reforzada para el impacto, alargándose en forma de medios túneles, elevándoseles con un parapeto o sino reubicándose en el mismo acantilado, etc.

- e) **Pantallas ancladas:** Los anclajes en suelos pueden ser usados en combinación con muros, vigas horizontales y bloques de concreto para estabilizar taludes. Los anclajes pretensados de suelos actúan contra el posible plano de falla e incrementan el esfuerzo normal en la superficie potencial de falla. Una aplicación común de los anclajes es la construcción de pantallas ancladas para estabilizar excavaciones y taludes. Éstas, consisten de muros con uno o más niveles de anclajes diseñados para restringir las fuerzas asociadas con masas inestables de suelos. La presión del terreno en el muro anclado se transfiere a los tensores, ya sea a través de largueros horizontales o a través de placas de carga en la cabeza de cada anclaje, los cuales deberán alcanzar el estrato de conglomerado firme y estable. Se puede usar en zonas en las que el relleno es muy grande. Además, esta solución protege el talud contra eventos catastróficos y elimina el efecto del intemperismo en el talud.



Fotografía 5. Ejemplo de barrera dinámica.



Fotografía 6. Ejemplo Combinación de geomallas y vegetación en los acantilados de la Costa Verde (Lima)