

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

**Informe Técnico N° A7166**

# EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN LOS CENTROS POBLADOS NUEVO HORIZONTE, MATIAZA RIMACHI, SAN PABLO Y TINGORBAMBA

Región Amazonas  
Provincia Bongará  
Distrito Valera



JULIO  
2021

## EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN LOS CENTROS POBLADOS NUEVO HORIZONTE, MATIAZA RIMACHI, SAN PABLO Y TINGORBAMBA, DEL DISTRITO DE VALERA, PROVINCIA DE BONGARA, REGIÓN AMAZONAS



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

*Equipo de investigación:*

*Cristhian Chiroque Herrera y Luis León Ordáz*

### Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2020). *Evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en los centros poblados Nuevo Horizonte, Matiaza Rimachi, San Pablo y Tingorbamba, del distrito de Valera, provincia de Bongará, región Amazonas*. Lima: INGEMMET, Informe Técnico A7166, 52p.

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	1
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	3
<b>1.1. Objetivos del estudio</b> .....	3
<b>1.2. Antecedentes y trabajos anteriores</b> .....	3
<b>1.3. Aspectos generales</b> .....	6
<b>1.3.1. Ubicación</b> .....	6
<b>1.3.2. Accesibilidad</b> .....	¡Error! Marcador no definido.
<b>2. ASPECTOS GEOLÓGICOS</b> .....	7
<b>2.1. Unidades litoestratigráficas</b> .....	7
<b>2.1.1. Formación Aramachay (Ji-a)</b> .....	7
<b>2.1.2. Formación Sarayaquillo (Jms-sa)</b> .....	7
<b>2.1.3. Grupo Goyllarisquizga (Ki-g)</b> .....	8
<b>2.1.4. Depósitos cuaternarios</b> .....	8
<b>3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS</b> .....	10
<b>3.1. Modelo digital de elevaciones (MDE)</b> .....	10
<b>3.2. Pendientes del terreno</b> .....	10
<b>3.3. Unidades geomorfológicas</b> .....	11
<b>3.3.1. Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional</b> .....	11
<b>3.3.2. Geoformas de carácter depositacional y agradacional</b> .....	11
<b>4. PELIGROS GEOLÓGICOS</b> .....	14
<b>4.1. Peligros geológicos por movimientos en masa en el centro poblado Nuevo Horizonte</b> .....	14
<b>4.1.1. Deslizamientos</b> .....	14
<b>4.1.2. Flujo de detritos</b> .....	17
<b>4.2. Peligros geológicos en el centro poblado Matiaza Rimachi</b> .....	19
<b>4.2.2. Flujos de detritos y lodos</b> .....	20
<b>4.3. Peligros geológicos en el centro poblado Tingorbamba</b> .....	22
<b>4.3.1. Deslizamientos</b> .....	22
<b>4.3.2. Caída de rocas</b> .....	24

<b>4.4. Peligros geológicos en el centro poblado San Pablo</b> .....	25
4.4.1. Caída de rocas .....	25
4.4.2. Inundación pluvial .....	27
<b>4.5. Factores condicionantes</b> .....	28
4.5.1. Pendiente .....	28
4.5.2. Litología .....	29
<b>4.6. Factores desencadenantes</b> .....	29
<b>4.7. Daños por peligros geológicos</b> .....	31
4.7.1. Red vial interprovincial Chachapoyas – Pedro Ruiz.....	31
4.7.2. Infraestructuras de abastecimiento .....	32
4.7.3. Viviendas .....	32
<b>5. CONCLUSIONES</b> .....	34
<b>6. RECOMENDACIONES</b> .....	36
6.1. Nuevo Horizonte.....	36
6.2. Matiaza Rimachi .....	36
6.3. Tingorbamba .....	36
6.4. San Pablo .....	36
<b>7. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	37
<b>ANEXO 1: MAPAS Y PERFILES</b> .....	39
<b>ANEXO 2: GLOSARIO</b> .....	50
<b>ANEXO 3: ALTERNATIVAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN</b> .....	52

## RESUMEN

El presente informe es el resultado de la evaluación geológica y geodinámica de los centros poblados Nuevo Horizonte, Matiaza Rimachi, San Pablo y Tingorbamba,

afectados por deslizamientos, flujos de detritos y caídas de rocas que impactaron en las áreas urbanas. Todos los poblados mencionados, pertenecen a la jurisdicción de la Municipalidad Distrital de Valera, provincia de Bongará, región Amazonas. 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).

Geológicamente, las viviendas de los centros poblados Nuevo Horizonte, Matiaza Rimachi y Tingorbamba, se asientan sobre depósitos aluviales no consolidados formados por gravas, arenas y limos con clastos angulosos a subredondeados de composición polimíctica. Estos depósitos cubren rocas de tipo areniscas y lutitas muy fracturadas, meteorizadas, con baja resistencia y poco competentes correspondientes a la Formación Sarayaquillo.

De igual modo, en el centro poblado San Pablo, se identificaron areniscas con intercalaciones de lutitas y limolitas muy meteorizadas del Grupo Goyllarisquiza, cubiertas por depósitos coluvio deluviales poco compactos y susceptibles a erosión. Las rocas de naturaleza sedimentaria se encuentran muy fracturadas y las coberturas cuaternarias conforman zonas susceptibles a deslizamientos y flujos que se activan por lluvias intensas y prolongadas.

Geomorfológicamente, los centros poblados Nuevo Horizonte, Matiaza Rimachi, San Pablo y Tingorbamba se sitúan sobre vertientes o piedemontes aluviales con pendientes ligeramente inclinadas a moderadas ( $1^{\circ}$ - $15^{\circ}$ ), modeladas por antiguos aluviones emplazados al pie de las laderas.

Las áreas urbanas, están limitadas por montañas estructurales en rocas sedimentarias con pendientes fuertes a muy escarpadas ( $25^{\circ}$ -  $>45^{\circ}$ ), sobre estos relieves se identificaron vertientes o piedemontes coluvio deluviales producto de antiguos deslizamientos.

Los deslizamientos activados en el mes de marzo originaron vertientes o piedemontes con depósitos de deslizamientos, que transportaron hasta las quebradas sedimentos detríticos conformados por gravas y bloques dispersos; aportando de este modo material que puede ser removido por huaicos frecuentes en la zona.

En los centros poblados Nuevo Horizonte y Matiaza Rimachi, se identificaron flujos de detritos y deslizamientos que se originan en depósitos aluviales poco consolidados que se sobresaturan debido a lluvias intensas. Los deslizamientos proporcionan material acarreado para flujos que descienden hasta el río Utcubamba donde se han afectado un total de (12) viviendas y varios tramos de 7 a 42 m de largo de la vía interprovincial Chachapoyas-Pedro Ruiz. Así también, las viviendas en el área urbana de San Pablo y Tingorbamba han sido afectadas por caídas de rocas, que se desprenden de afloramientos

de areniscas y calizas muy fracturadas de la Formación Goyllarisquizga, aflorantes en laderas de montañas con pendientes muy escarpadas.

Los centros poblados Nuevo Horizonte, Matiaza Rimachi y Tingorbamba tienen **Peligro Alto** por flujo de detritos, deslizamientos y caída de rocas. El centro poblado San Pablo tiene **Peligro Medio** por caída de rocas condicionadas por areniscas, calizas y limolitas muy fracturadas que afloran en laderas con pendientes fuertes y muy escarpadas.

Dentro de las alternativas y medidas indicadas en el marco de la Gestión del Riesgo de Desastres, se recomienda realizar la revegetación de laderas, impermeabilizar acequias y canales e implementar sistemas de manejo de manantes de agua con la finalidad de evitar el sobresaturamiento de laderas ya inestables. De igual forma se debe plantear la construcción de muros de contención y gaviones para proteger las viviendas próximas a quebradas afectadas por flujos de detritos.

## **1. INTRODUCCIÓN**

El Ingemmet, institución 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 de peligros geológicos por movimientos en masa, entre otros, en zonas que tengan elementos vulnerables. Ocurren deslizamientos, flujo de detritos y caída de rocas en los centros poblados Nuevo Horizonte, Matiaza Rimachi, San Pablo y Tingorbamba en el distrito de Valera, provincia de Bongará, región Amazonas.

Atendiendo la solicitud de la Municipalidad Distrital de Valera, según Oficio N° 077-2021-ESVR-A/MDV/B-A, es en el marco de nuestras competencias que se realizó la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa de tipo “deslizamientos, flujo de detritos y caída de rocas”, ocurridos en los meses de febrero y marzo de 2021, los cuales afectaron algunas viviendas, puentes, zonas de cultivos, y tramos de conexión entre los centros poblados Nuevo Horizonte, Matiaza Rimachi, San Pablo y Tingorbamba.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet designó al ingeniero Cristhian Chiroque Herrera para realizar la evaluación geológica, geomorfológica y geodinámica de los peligros geológicos suscitados en los centros poblados antes mencionados, el trabajo de campo se realizó desde el 23 de abril al 01 de mayo del 2021.

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

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

### **1.1. Objetivos del estudio**

El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Identificar, tipificar y caracterizar los peligros geológicos por movimientos en masa que se desarrollan en los centros poblados Nuevo Horizonte, Matiaza Rimachi, Tingorbamba y San Pablo; procesos geodinámicos que afectaron a varios caseríos comprometiendo la seguridad física de la población, viviendas, obras de infraestructura y vías de comunicación.
- b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes que influyen en la ocurrencia de movimientos en masa.
- c) Emitir las recomendaciones generales para la reducción o mitigación de los daños que puedan causar los peligros geológicos identificados.

### **1.2. Antecedentes y trabajos anteriores**

Existen trabajos previos y publicaciones del INGEMMET relacionados a temas de geología y geodinámica externa de los cuales destacan los siguientes:

- A. Boletín N° 39, Serie C. “Riesgo Geológico en la región Amazonas” (Medina, et al. 2009). Este estudio abarcó con detalle las 105 zonas o áreas consideradas como críticas, con peligros potenciales. Teniendo la mayor cantidad en la provincia de Utcubamba (25), seguida por las provincias de Chachapoyas (23) y Bongará (14). Según el inventario de peligros geológicos, el distrito de Valera tiene 11 peligros geológicos, la mayoría movimientos complejos (06), deslizamientos (02), caídas de rocas (02) y flujos (01). En el boletín se desarrolla el mapa de susceptibilidad a movimientos en masa (1:100 000), los centros poblados evaluados se ubican sobre relieves con alta a muy alta susceptibilidad a movimientos en masa. Estos rangos corresponden a zonas modeladas por antiguos deslizamientos y procesos de erosión, substratos rocosos de mala calidad de limolitas, areniscas, calizas y conglomerados de las Formaciones Sarayaquillo, Goyllarisquizga y Aramachay; y laderas con pendientes entre 25° y 45°, denominadas montañas estructurales de alta pendiente (figura 01).
- B. Boletín N° 56, Serie A, Geología de los cuadrángulos de Bagua Grande, Jumbilla, Lonya Grande, Chachapoyas, Rioja, Leimebamba y Bolívar 12-g, 12-h, 13-g, 13-h, 13i, 14-h, 15-h (Sánchez, 1995). El cuadrángulo elaborado a escala 1:100 000, describe la zona de estudio, ubicada al extremo noroeste del Cuadrángulo de Chachapoyas (13-h), donde los centros poblados de Nuevo Horizonte, San Pablo y Matiaza Rimachi se ubican sobre calizas de la Formación Chambará y calizas con limoarcillitas de la Formación Aramachay. El centro poblado San Pablo se encuentra sobre areniscas cuarzosas y limoarcillitas muy fracturadas del Grupo Goyllarisquizga.
- C. Mapa geológico del cuadrángulo de Chachapoyas Hoja 13h cuadrante IV (2012). Actualización geológica a escala 1: 50 000, describe que los centros poblados de Nuevo Horizonte y Matiaza Rimachi se ubican sobre depósitos conformados por gravas, arenas y limos con clastos, que cubren las areniscas y lutitas muy fracturadas de la Formación Sarayaquillo. El poblado San Pablo se asienta sobre un depósito coluvio deluvial antiguo intercalados con lutitas y limolitas muy meteorizadas.
- D. De estos contextos litológicos, se evidencia que las coberturas cuaternarias conforman zonas muy susceptibles a deslizamientos y flujos que se activan por lluvias intensas o extraordinarias.



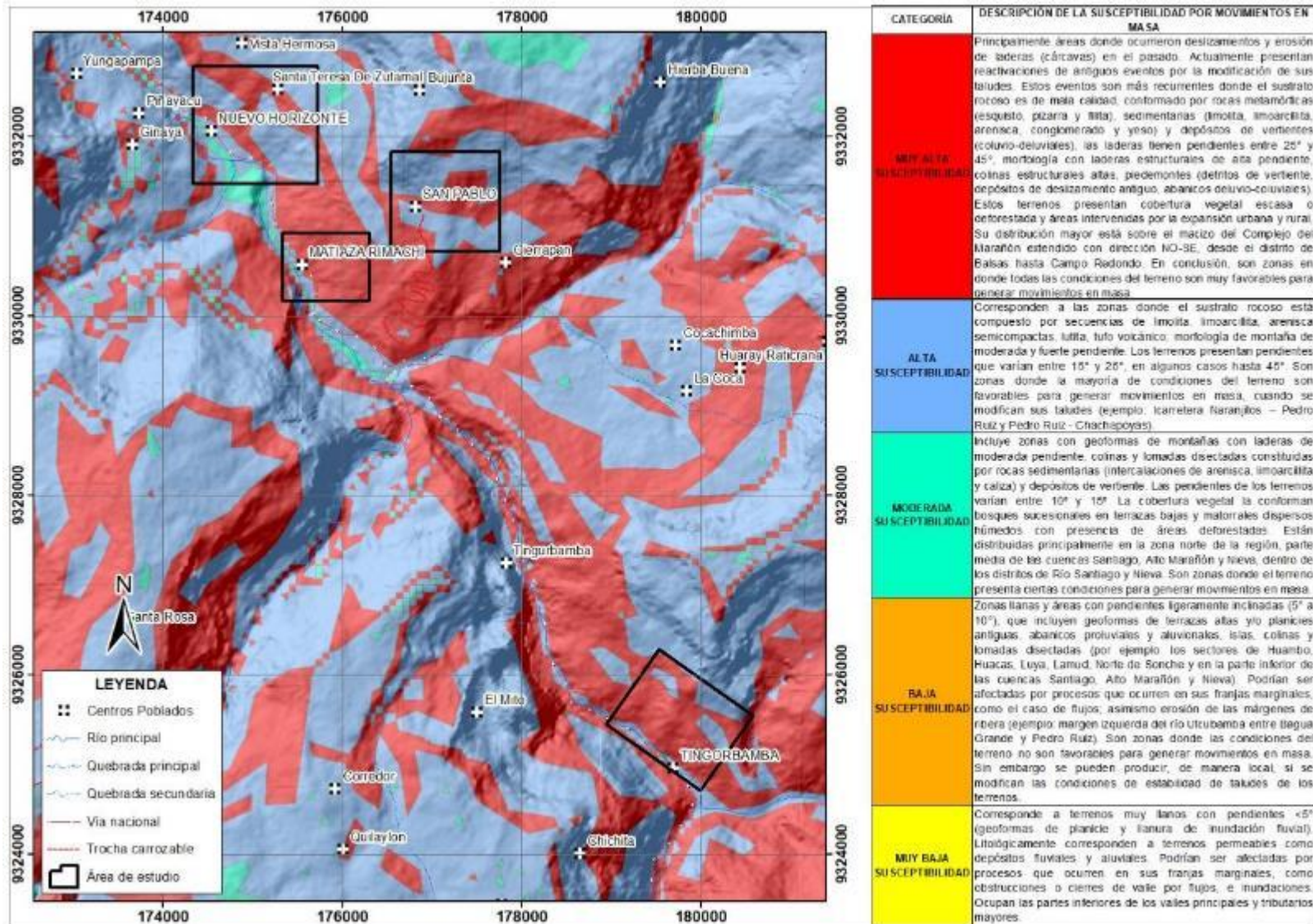


Figura 01. Susceptibilidad a movimientos en masa a escala 1:100 000 de la región Amazonas (Medina, et al. 2009).

### 1.3. Aspectos generales

#### 1.3.1. Ubicación

Los centros poblados Nuevo Horizonte, Matiaza Rimachi, San Pablo y Tingorbamba se ubican al extremo norte del distrito de Valera; provincia de Bongará, región Amazonas (Anexo 01 Mapa 01), ubicados en las siguientes coordenadas UTM WGS84 – Zona 18S (Cuadro 01):

**Cuadro 01.** Coordenadas del área de evaluación

N°	UTM - WGS84 - Zona 18L		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	174584	9331987	6° 2' 7.97" S	77° 56' 21.66" O
2	176813	9331222	6° 2' 33.25" S	77° 55' 9.36" O
3	175650	9330434	6° 2' 58.68" S	77° 55' 47.29" O
4	179681	9324962	6° 5' 57.34" S	77° 53' 37.29" O
COORDENADA CENTRAL DE LAS ZONAS EVALUADAS O EVENTOS PRINCIPALES				
5	177534	9328543	6° 4' 0.5" S	77° 54' 46.40" O

#### 1.3.2. Accesibilidad

El acceso a la zona se realizó desde la ciudad de Cajamarca por vía terrestre, mediante la siguiente ruta (Cuadro 02):

**Cuadro 02.** Rutas y accesos a la zona evaluada

Ruta	Tipo de vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Cajamarca – Chachapoyas	Asfaltada	357	9 h 30 min
Chachapoyas – Nuevo Horizonte	Asfaltada	54	1 h 30 min

## 2. ASPECTOS GEOLÓGICOS

El análisis geológico se revisa y adapta del cuadrángulo geológico de Chachapoyas 13h-IV a escala 1:50 000 (Carlotto, 2012) y del Boletín N° 056 “Geología de los cuadrángulos de Bagua Grande, Lonya Grande, Chachapoyas, Rioja, Leimebamba y Bolívar” (Sánchez, 1995) a escala 1:100 000. Además, se realizó la interpretación de imágenes satelitales y trabajos de campo (Anexo 01 Mapa 02):

### 2.1. Unidades litoestratigráficas

A continuación, se describen las características litológicas locales de las formaciones aflorantes en la zona de estudio:

#### 2.1.1. Formación Aramachay (Ji-a)

Corresponde a calizas arcillosas gris oscuro, bituminosas de colores gris bien estratificadas y laminadas; intercaladas con arcillas y lutitas bituminosas. Aflora al sur y suroeste de los centros poblados Nuevo Horizonte, Matiaza Rimachi y San Pablo, distribuidas en la margen izquierda del río Utcubamba. El sector Tingorbamba se asienta sobre calizas y lutitas muy fracturadas y meteorizadas (figura 02).



**Figura 02.** Calizas y lutitas muy meteorizadas, en la margen derecha del río Utcubamba.

#### 2.1.2. Formación Sarayaquillo (Jms-sa)

Son intercalación de areniscas y lutitas con algunos niveles de brechas con clastos de calizas y con algunos niveles de areniscas cuarzosos de coloraciones amarillentas. Estos afloramientos se ubican en la parte alta del sector Vista Hermosa y al noreste de Nuevo Horizonte (figura 03).



**Figura 04.** Areniscas y lutitas muy fracturadas en las inmediaciones del sector Vista Hermosa.

#### 2.1.3. Grupo Goyllarisquizga (Ki-g)

Son afloramientos de areniscas cuarzosas con algunas intercalaciones de lutitas y limolitas de coloración verdosa, este tipo de rocas se ubican en la parte alta del centro poblado San Pablo. Este tipo de litología se muestra muy fracturada y medianamente meteorizada, esta litología genera clastos y bloques como caídas de rocas y antiguos deslizamientos (figura 04).



**Figura 04.** Areniscas cuarzosas en las inmediaciones del sector San Pablo.

#### 2.1.4. Depósitos cuaternarios

Depósitos aluviales (Q-al)

Se distribuyen en la parte alta de los sectores Nuevo Horizonte y Matiaza Rimachi, cubriendo calizas y areniscas muy fracturadas. Están conformadas por arenas arcillosas con gravas y clastos dispersos de granulometría angulosas a subangulosas muy poco clasificados y heterogéneos. Han sido depositados por la escorrentía y flujos de corto recorrido debido a la intemperización de rocas insitu.

#### Depósitos coluviales (Q-co)

Los depósitos coluviales son producto de deslizamientos, desarrollados en la ladera este del cerro Tioranta y en las inmediaciones del sector Nuevo Horizonte. Estos depósitos están constituidos por bloques, clastos y gravas angulosas, heterométricas y de origen volcánico, dentro de una matriz limo arcillosa, con escasa cohesión, plasticidad media, húmedas o saturadas e inestables, presentan malas características geotécnicas y se consideran suelos no competentes, susceptibles a la generación de movimientos en masa.

#### Depósitos proluviales (Q-pl)

Estos depósitos están compuestos por fragmentos rocosos polimícticos y heterométricos (bloques, gravas y arenas) soportados en matriz areno-limosa, que han sido depositados en forma de chorreras a lo largo de las quebradas Nuevo Horizonte y Rimachi. Estos materiales están asociados directamente a las ocurrencias de flujos de detritos y lodos comúnmente llamados huaicos.

#### Depósitos coluvio-deluvial (Q-cd)

Son aquellos depósitos que se encuentran acumulados al pie de laderas prominentes, como material de escombros constituidos por bloques de gravas, guijarros con clastos subangulosos a angulosos y matriz areno-limosa que han sufrido transporte, se cartografiaron en la parte alta del sector Nuevo Horizonte. Los depósitos de esta unidad son conformados por depósitos de movimientos de masa antiguos, como los deslizamientos, avalanchas y derrumbes.

### 3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

Para el análisis geomorfológico, la brigada de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR) realizó el levantamiento fotogramétrico con dron del centro poblado San Pablo, para lo cual se obtuvo el modelo digital de elevaciones, pendientes y ortofoto con una resolución (GSD) de 5 cm por pixel.

Para los centros poblados Nuevo Horizonte, Matiaza Rimachi y Tingorbamba se utilizó un modelo digital de terreno en formato GeoTIFF, extraído del servidor ALOS PALSAR de 12.5 m/pix. Además, se realizó la revisión de imágenes satelitales y el análisis de la morfometría del relieve en los trabajos de campo.

#### 3.1. Modelo digital de elevaciones (MDE)

El MDE muestra que, los centros poblados Nuevo Horizonte y Matiaza Rimachi se ubican sobre relieves con elevaciones entre 1415 m y 1437 m; donde se identificaron deslizamientos antiguos con zonas de arranque desde los 1930 m s.n.m, el cuerpo y pie de estos movimientos en masa se proyectan ladera abajo hasta los 1696 m de altitud, afectando terrenos de cultivo, viviendas y vías de acceso.

El centro poblado San Pablo se ubica sobre superficies con cotas entre 1950 m y 1910 m, las caídas de rocas descienden desde los 2098 m de altitud alcanzando distancias de 50 a 70 m laderas abajo. Las inundaciones pluviales que afectan el área urbana de San Pablo, se encausan hacia las quebradas que descienden hasta el sector Matiaza Rimachi, pero que solo afectan a la vía interprovincial Chachapoyas-Pedro Ruiz.

El centro poblado Tingorbamba se ubica a 1475 m de altitud, las montañas tienen elevaciones de 1480 m a 1670 m, con caídas de rocas que descienden 50 m ladera abajo (Anexo 01 Mapa 03).

#### 3.2. Pendientes del terreno

El centro poblado Nuevo Horizonte se ubica sobre relieves con pendientes suavemente inclinadas a moderadas ( $1^\circ$  a  $10^\circ$ ), los deslizamientos se ubican sobre laderas con fuerte a muy fuerte pendiente ( $15^\circ$  a  $45^\circ$ ).

El área urbana de Matiaza Rimachi se ubica sobre superficies con elevaciones que varían de suavemente inclinada a moderada ( $1^\circ$  a  $10^\circ$ ), los deslizamientos y flujos se desarrollan sobre laderas con pendientes muy fuertes ( $25^\circ$  a  $45^\circ$ ).

El centro poblado San Pablo se ubica en superficies con pendiente suavemente inclinadas ( $1^\circ$  a  $5^\circ$ ), las caídas de rocas se ubican en laderas de montañas con pendientes muy fuertes con tendencias subverticales ( $25^\circ$  a  $45^\circ$ ).

El sector Tingorbamba es afectado por caída de rocas que se ubican en laderas de montañas con pendientes muy escarpadas ( $45^\circ$ ) (Anexo 01 Mapa 04).

### 3.3. Unidades geomorfológicas

Desde el punto de vista morfoestructural, el área de estudio está controlada por la cordillera Interandina, la cordillera Oriental y la faja Subandina, disectada por los ríos Marañón, Utcubamba, Cenepa, Santiago, Nieva e Imaza.

Las unidades geomorfológicas diferenciadas son muy variables, según su origen son producidas por agentes tectónicos, erosionales y depositacionales, ocurridos a lo largo de su historia geológica. El origen de estos ambientes geomorfológicos está muy ligado al proceso del levantamiento andino (profundización y ensanchamiento de valles), asociado a eventos de glaciación y deglaciación, procesos de movimientos en masa, etc (Medina, et al. 2009).

Los centros poblados evaluados, se enmarcan y localizan en la Cordillera Oriental conformada por cadenas montañosas altas y alargadas que pueden sobrepasar los 4 600 m s.n.m., con pendientes moderadas a muy escarpadas (figuras 05 y 06) y Anexo 01 (Mapas 5.1 y 5.2).

#### 3.3.1. Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional

Están representadas por las formas de terreno resultados de la acumulación de materiales provenientes de los procesos denudativos y erosionales que afectan otras geoformas preexistentes:

##### 3.3.1.1. Unidad de montaña

Es la unidad o componente de cualquier cadena montañosa y se define como una gran elevación natural del terreno, de diverso origen, con más de 300 metros de desnivel, cuya cima puede ser aguda, sub aguda, semiredondeada, redondeada o tabular y cuyas laderas regulares, irregulares a complejas y que presenta un declive promedio superior al 30% (FAO, 1968, citado por Villota. 2005, p. 43).

**Subunidad de montaña estructural en roca sedimentaria (RME-rs):** Estas geoformas se ubican al este y oeste de los centros poblados Nuevo Horizonte y Matiaza Rimachi, conformados por afloramientos de calizas, areniscas y lutitas, principal fuente de clastos y bloques, que forman los depósitos aluviales y coluvio deluviales. Las laderas de esta geoforma tienen pendientes moderadas a muy escarpadas (15° a 45°).

#### 3.3.2. 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 de carácter tectónico degradacional (Villota, 2005), aquí se tiene:

##### 3.3.2.1. Unidad de piedemonte

Superficie inclinada al pie de los sistemas montañosos, formada por caídas de rocas o por el acarreo de material aluvial arrastrado por corrientes de agua estacional y de carácter excepcional.

**Subunidad vertiente o piedemonte aluvial (V-al):** Es una subunidad ligeramente inclinada y extendida, posicionada al pie de estribaciones andinas o sistemas montañosos. Está conformada por la acumulación de sedimentos acarreados por corrientes de agua estacionales o excepcionales, que pueden formar abanicos (Vílchez et al., 2019). Los centros poblados Nuevo Horizonte y Matiaza Rimachi se ubican sobre esta unidad con pendientes suavemente inclinadas a moderadas (1°-15°).

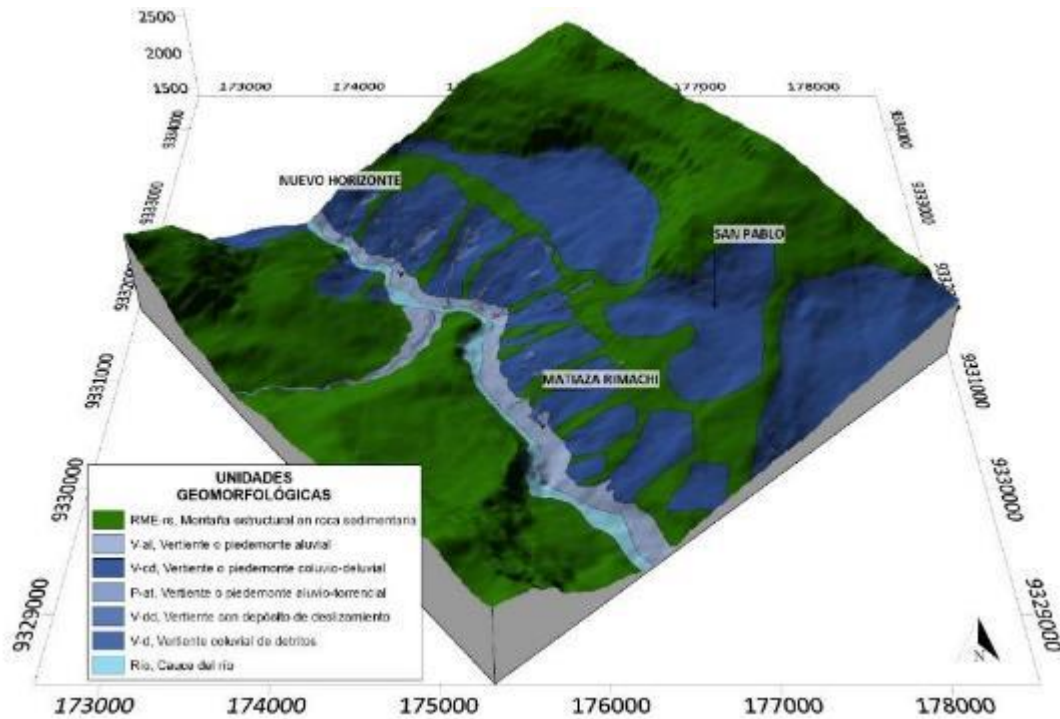
**Subunidad de vertiente o piedemonte coluvio deluvial (V-cd):** Son unidades conformadas por la acumulación intercalada de materiales de origen coluvial y deluvial. Se encuentran interestratificados y no es posible separarlas como unidades individuales: Esta unidad se encuentra depositada al pie de las laderas de montañas o acantilados (Vílchez et al., 2019). Se formó por la acción de movimientos en masa antiguos (gravitacionales y fluvio-gravitacionales), presentan pendientes moderadas a fuertes (5°-25°). Geodinámicamente, este tipo de depósitos se pueden asociar a la ocurrencia de movimientos en masa de tipo complejos, deslizamientos y flujo de detritos. El centro poblado San Pablo se ubica sobre este tipo de unidad originada por un deslizamiento antiguo.

**Subunidad de vertiente o piedemonte aluvio torrencial (P-at):** Esta geoforma es el resultado de la acumulación de materiales movilizados a manera de flujos de detritos (huaicos), modifican localmente la dirección de los cursos de ríos y se ubican en las desembocaduras de quebradas hacia los ríos principales. El centro poblado Nuevo Horizonte fue afectado por flujos que descendieron por las quebradas Zutanal y Pinayacu, la activación de estos procesos se debió a lluvias intensas, se evidenciaron también depósitos antiguos, la mayoría de los flujos recorren distancias menores a 10 km hasta el río Utcubamba.

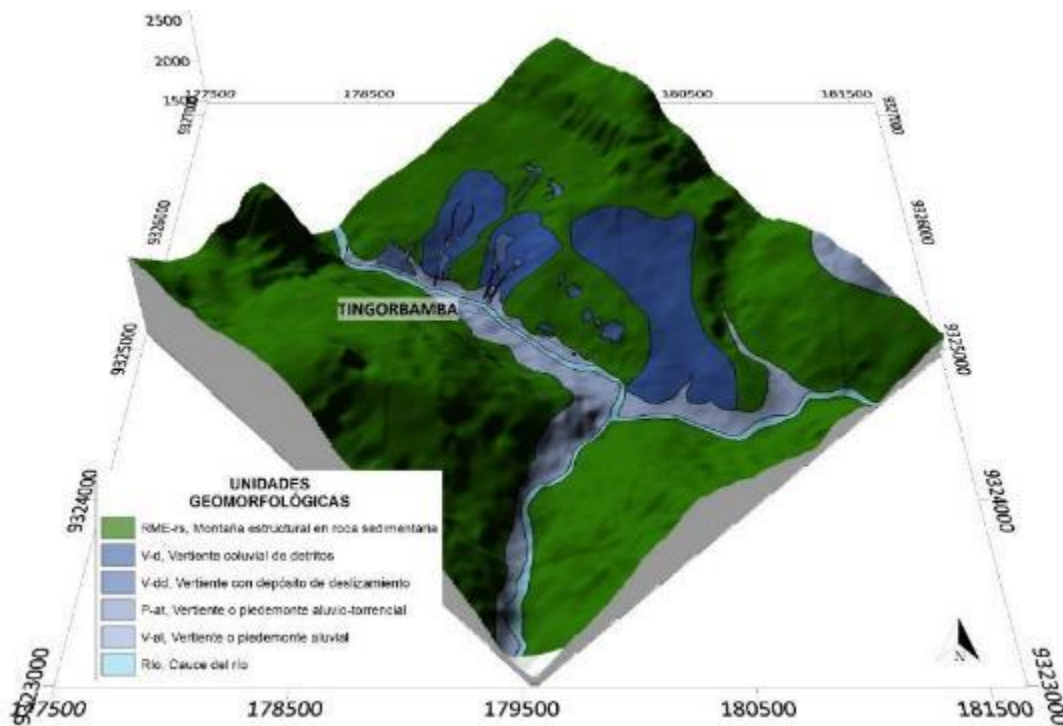
**Subunidad de vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd):** Esta geoforma es el resultado de la acumulación de materiales originados por procesos de movimientos en masa, antiguos y recientes, que pueden ser del tipo deslizamientos, flujos de detritos y/o movimientos complejos. Son de corto a mediano recorrido, relacionados a las laderas superiores adyacentes. Su morfología es usualmente convexa y su disposición semicircular a elongada en relación con la zona de arranque o despegue del movimiento en masa. Los centros poblados Nuevo Horizonte y Matiaza Rimachi son afectados por varios deslizamientos que depositan materiales en los cursos de quebradas, al sobresaturarse forman flujos y afectan la parte baja de las áreas urbanas.

**Subunidad de vertiente coluvial de detritos (V-d):** Corresponde a las acumulaciones de laderas originadas por procesos de movimientos en masa (deslizamientos, derrumbes y caídas de rocas), así como también por la acumulación de material fino y detrítico, caídos o lavados por escorrentía superficial, los cuales se acumulan sucesivamente al pie de laderas. Estas geoformas presentan detritos conformados por gravas y gravillas angulosas provenientes de caída de rocas en sectores muy puntuales y definidos.





**Figura 05.** Subunidades geomorfológicas presentes en los centros poblados Nuevo Horizonte, Matiaza Rimachi y San Pablo.



**Figura 06.** Subunidades geomorfológicas en el centro poblado Tingorbamba.

## 4. PELIGROS GEOLÓGICOS

Los peligros geológicos identificados en los centros poblados Nueva Esperanza, San Pablo, Matiaza Rimachi y Tingorbamba, corresponden a movimientos en masa de tipo deslizamientos, flujos de detritos y caídas de rocas. Estos procesos se desarrollan en relieves modelados por antiguos deslizamientos, que dieron origen a coberturas conformadas por sedimentos medianamente compactos, porosos, deleznable y susceptibles a erosión. La evolución geodinámica de las zonas dio origen a las geoformas que condicionan junto a la litología la ocurrencia de movimientos en masa, que son desencadenados por lluvias intensas o eventos extraordinarios.

A continuación, se describen los peligros geológicos evaluados de mayor a menor importancia en los centros poblados, tomando en cuenta la extensión y el área afectada.

### 4.1. Peligros geológicos por movimientos en masa en el centro poblado Nuevo Horizonte

Se identificaron 39 deslizamientos con procesos de reactivación y 10 flujos de detritos que afectaron viviendas del área urbana y un tramo de 70 m de longitud de la vía interprovincial Chachapoyas – Pedro Ruiz (Anexo 01 Mapa 6.1).

#### 4.1.1. Deslizamientos

Mediante el análisis de imágenes satelitales y fotos aéreas tomadas por drones, se identificaron 39 deslizamientos, de los cuales, 21 se reactivaron el 03 de abril del 2021 (figura 07 y cuadro 03).

Los materiales y sedimentos transportados llegaron hasta las principales quebradas, que afectaron 150 m del kilómetro 12 de la vía asfalta Chachapoyas-Pedro Ruiz. A continuación, se describe uno de los deslizamientos más importantes y que fueron cartografiados in situ en los trabajos de campo (figura 08 y figura 09):



**Figura 07.** Vista lateral del deslizamiento y los materiales deslizados.

La zona de arranque de estos deslizamientos se localiza principalmente en la ladera este del cerro Shanhuasca, los cuales afectan principalmente los terrenos de cultivo; se puede observar que el factor antrópico de deforestación y remoción de tierras, condiciona y desencadena su reactivación (figura 08).



**Figura 08.** Deslizamiento que impacta en el kilómetro 12+100, en la carretera Chachapoyas-Pedro Ruiz.

- Escarpes de forma semicircular, con zonas de arranque ubicadas entre 1880 y 1680 m s.n.m., desplazándose hasta 50 y 100 m ladera abajo.
- La longitud de los escarpes alcanzan entre 10 m a 45 m, con un desnivel entre el escarpe y el pie de 120 m.
- El área afectada: 320 ha.
- La superficie de falla es rotacional.
- El salto de falla principal mide entre 1 m a 3 m.
- Largo y ancho del deslizamiento: 152 m y 74 m.
- Volumen desplazado: menor a 101 m<sup>3</sup>.
- Velocidad del movimiento: rápida a moderada.
- Se muestran evidencias de procesos retrogresivos.



**Figura 09.** Escarpe del deslizamiento que causó los mayores daños en la zona de evaluación.

En el cuerpo del deslizamiento se observan agrietamientos del terreno con profundidades visibles mayores a 10 cm de ancho y 40 m de longitud, como también asentamientos (figura 10).



**Figura 10.** Grietas longitudinales en la corona del deslizamiento principal en la zona de evaluación.

**Cuadro 03.** Ubicación de los deslizamientos en el CP. Nuevo Horizonte.

Tipo de peligro	Norte (m)	Este (m)		Tipo de peligro	Norte (m)	Este (m)
Deslizamiento	9332380	174738		Deslizamiento	9332438	175024
Deslizamiento	9332849	174255		Deslizamiento	9332108	175103
Deslizamiento	9332281	174646		Deslizamiento	9332154	175602

Deslizamiento	9332439	174766		Deslizamiento	9332066	175656
Deslizamiento	9332404	174486		Deslizamiento	9331905	175548
Deslizamiento	9332427	174620		Deslizamiento	9331800	175608
Deslizamiento	9332511	174671		Deslizamiento	9332197	175526
Deslizamiento	9332781	174478		Deslizamiento	9331651	175856
Deslizamiento	9332439	175105		Deslizamiento	9332857	173753
Deslizamiento	9332364	175105		Deslizamiento	9332801	173810
Deslizamiento	9332259	175045				

#### 4.1.2. Flujo de detritos

Los flujos de detritos se inician con uno o varios deslizamientos ubicados 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 (figura 11).



**Figura 11.** Quebrada Shanhuasca activada por flujos de detritos.

Los flujos de detritos y lodos ocurridos el 4 de abril del presente, transportaron gran cantidad de materiales de clastos y bloques de hasta 2 m de alto y 2 m de ancho que interrumpieron en el km 12+100 de la vía Chachapoyas-Pedro Ruiz (figura 12).



**Figura 12.** Vista de la zona de deslizamiento y flujos de detritos que afectó la vía Chachapoyas-Pedro Ruiz.

De igual modo en el tramo de la carretera Chachapoyas-Pedro Ruiz se inventariaron alrededor de 10 sectores con flujos de detritos, que recorren de 200 a 740 m de largo desde la parte alta de la cuenca hasta la carretera mencionada (figura 13).



**Figura 13.** Flujo de detritos que afectó a 5 viviendas.

## 4.2. Peligros geológicos en el centro poblado Matiaza Rimachi

El centro poblado Matiaza Rimachi, se ubica en la margen derecha del río Utcubamba y sobre carretera de conexión Chachapoyas - Pedro Ruiz (km.14.7), presenta aproximadamente 12 procesos de deslizamientos y 03 flujos de detritos que llegaron a destruir 05 viviendas, e interrumpir el tránsito temporal de la vía interprovincial de conexión (Anexo 01 Mapa 6.2).

### 4.2.1. Deslizamientos

Los deslizamientos se generan en laderas de montañas en roca sedimentaria con coberturas detríticas originadas por antiguos deslizamientos; estos materiales porosos se sobresaturan incrementando su carga y deslizando (figura 14 y cuadro 04).



**Figura 14.** Vista de laderas con deslizamientos y flujos que afectan a varias viviendas del caserío Matiaza Rimachi.

Mediante el análisis de fotos aéreas tomadas por drone, se identificaron 12 deslizamientos, que se activaron el 03 de abril del 2021. A continuación, se describen los aspectos más relevantes de los deslizamientos cartografiados in situ con trabajos de campo en el 2021 (figura 15):

- Escarpes de forma semicircular, con zonas de arranque ubicadas entre los 1650 y 1690 m s.n.m., y se desplazan de 70 m a 120 m ladera abajo.
- La longitud de los escarpes alcanzan entre 5 m a 20 m, con un desnivel entre el escarpe y el pie de 50 m.
- El área afectada: 107 ha.

- La superficie de falla es rotacional.
- El salto de falla principal mide entre 0.30 m a 1 m.
- Largo y ancho del deslizamiento: 107 m y 15 m.
- Volumen desplazado: menor a 90 m<sup>3</sup>.
- Velocidad del movimiento: moderada.
- Se muestran evidencias de procesos retrogresivos.



**Figura 15.** Vista de deslizamientos en el sector Matiaza Rimachi.

**Cuadro 04.** Ubicación de los deslizamientos en el CP. Matiaza Rimachi.

Tipo de peligro	NORTE (m)	ESTE (m)		Tipo de peligro	NORTE (m)	ESTE (m)
Deslizamiento	9331336	175362		Deslizamiento	9330637	175554
Deslizamiento	9331162	175494		Deslizamiento	9330868	175691
Deslizamiento	9331156	175518		Deslizamiento	9330849	175456
Deslizamiento	9331107	175509		Deslizamiento	9330931	175549
Deslizamiento	9331059	175485		Deslizamiento	9330956	175585
Deslizamiento	9331033	175478		Deslizamiento	9330574	175571

#### 4.2.2. Flujos de detritos y lodos

Los flujos se originan a partir de deslizamientos cuyos materiales se acumulan en las hendiduras o irregularidades de las laderas como surcos o quebradas, estos materiales se sobresaturan debido a lluvias intensas y prolongadas, que al perder cohesión e incrementar la carga, fluyen ladera abajo, arrastrando clastos, gravas y palizada. Los



materiales acarreados ladera abajo, llegan y cortan tramos de la vía Chachapoyas-Pedro Ruiz (figura 16).



**Figura 16.** A. Vista del flujo de detritos y lodos en el kilómetro 14 del caserío Matiaza Rimachi.  
B. El flujo de detritos y lodo formó un abanico en la desembocadura al río Utcubamba.

El flujo de detritos y lodos recorrió 70 m, expandiéndose hasta 7 m de ancho, en el frente de flujo se observaron clastos y abundante palizada que descendió a través de terrenos de cultivos y 03 viviendas hasta la principal vía de acceso (figura 17).



**Figura 17.** Vista del flujo que afectó varias viviendas en abril del 2021.

### 4.3. Peligros geológicos en el centro poblado Tingorbamba

El centro poblado Tingorbamba se ubica en la margen derecha del río Utcubamba, limitado por montañas estructurales en rocas sedimentarias, tiene pendientes fuertes a muy escarpadas, conformadas por afloramientos de calizas y areniscas muy fracturadas de la Formación Aramachay. Las viviendas de Tingorbamba, están expuestas a caídas de rocas, mientras que, el sector Tingorbamba Alto donde se ubica la captación de agua fue afectada por deslizamientos (Anexo 01 Mapa 6.3).

#### 4.3.1. Deslizamientos

Localizados en la parte alta del sector Tingorbamba en la coordenada central UTM zona 18S, 179637E y 9326009N. Por medio de vuelos con dron y trabajo de campo, se identificaron deslizamientos de tipo traslacional (figura 18 y cuadro 05).



**Figura 18.** Vista panorámica de los deslizamientos en la parte alta de Tingorbamba.

Se ha evidenciado además que, en la parte superior de la corona del deslizamiento, se observa un manante de agua donde se construyó la captación de agua para distribuirla hacia las comunidades de Tingorbamba Alto y Bajo.

El escarpe del deslizamiento y los materiales transportados han destruido las conexiones de tuberías que dejan fugar el agua a la superficie (figura 19); donde además se verificó que, el agua proveniente de la captación sobresatura los sedimentos ubicados a 70 m ladera abajo, en algunos casos forman flujos de lodo.

Mediante imágenes satelitales multitemporales, se determinó que la zona evaluada es geodinámicamente muy activa, observándose deslizamientos y flujos de detritos desde el año 2012 con procesos de activación posterior en el 2013, 2014, 2016 y 2017.



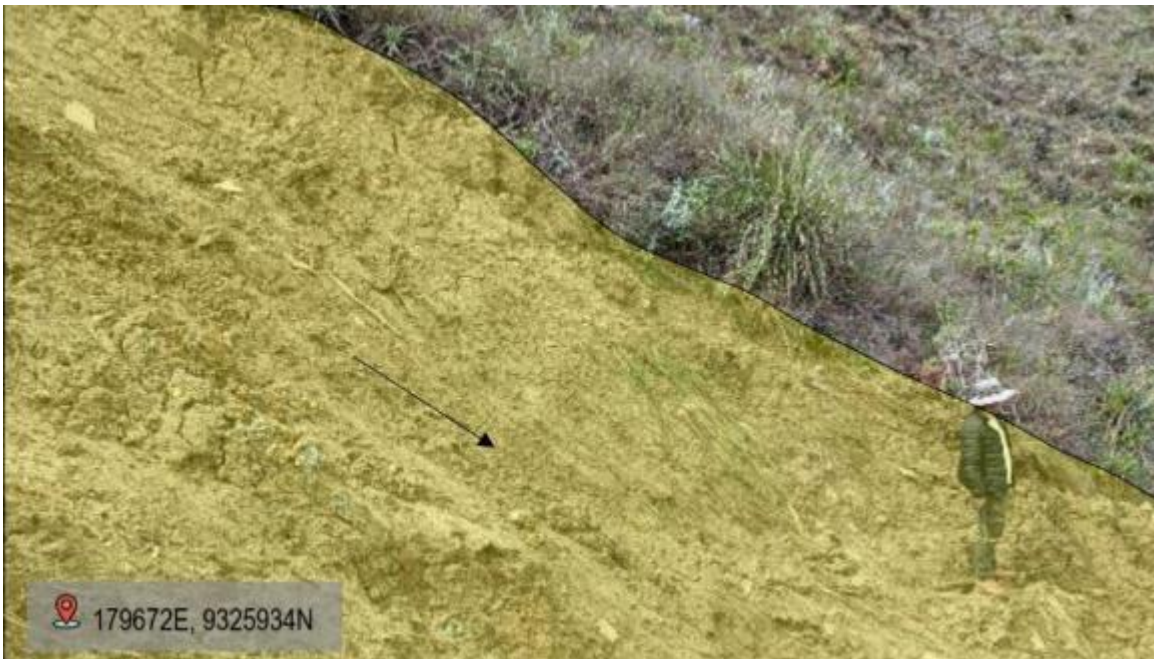
**Figura 19.** Vista lateral de los deslizamientos de tipo traslacional.

A continuación, se describen las características morfométricas del principal deslizamiento cartografiado (figura 20):

- Escarpe de forma alargada, con zonas de arranque ubicadas entre los 1915 y 1905 m y desplazamientos de 110 m y 320 m ladera abajo.
- Longitud del escarpe: 166 m, con un desnivel entre el escarpe y el pie de 168 m.
- El área afectada: 87.1 ha.
- Superficie de falla traslacional.
- Salto de falla principal mide 2 m.
- Largo y ancho del deslizamiento: 320 m y 290 m.
- Volumen desplazado: menor 63 m<sup>3</sup>.
- Velocidad del movimiento: moderada.
- Se muestran evidencias de procesos retrogresivos.

**Cuadro 05.** Ubicación de los deslizamientos en el CP. Tingorbamba.

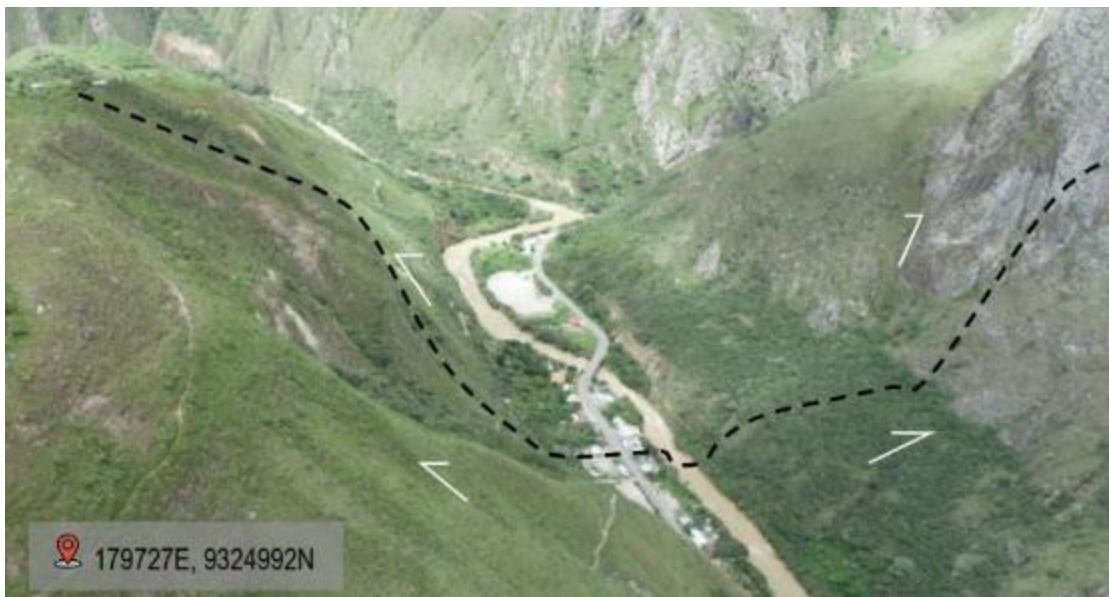
Sector	De		A		Daños
	Norte	Este	Norte	Este	
Tingorbamba Alto	9326085	179627	9325941	179708	Grietas en obra de captación



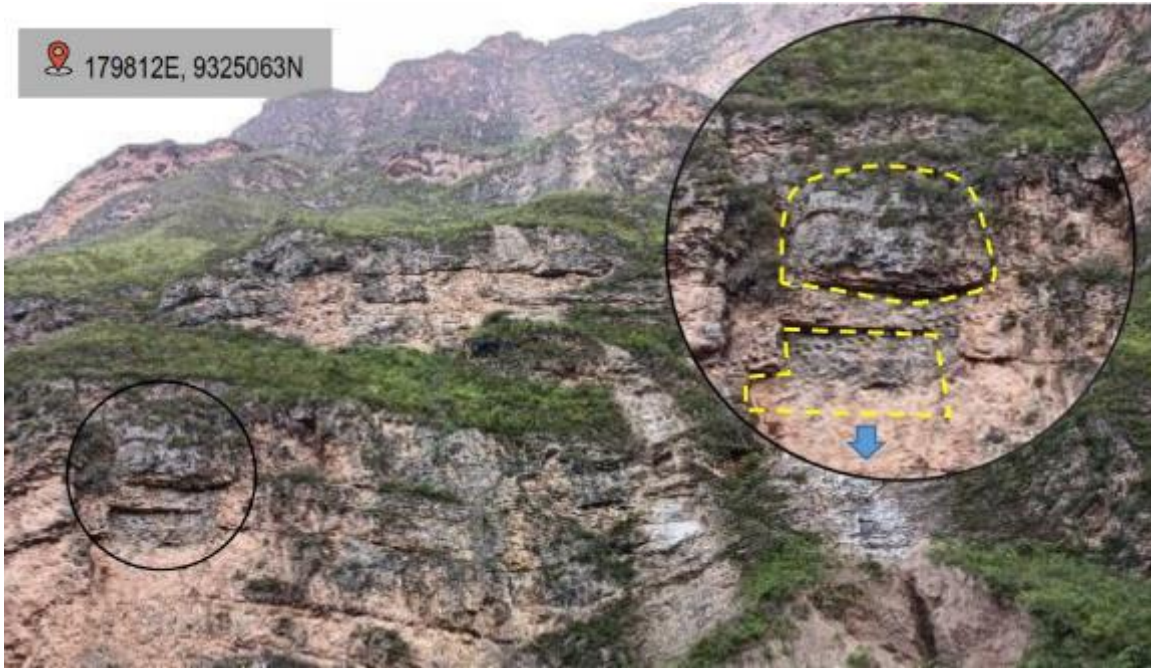
**Figura 20.** Cuerpo del deslizamiento ubicado en el sector Tingorbamba Alto.

#### 4.3.2. Caída de rocas

Presentes en la ladera este del cerro Tingorbamba, conformada por substratos de calizas y areniscas muy fracturadas de la Formación Aramachay, con pendientes fuertes a muy escarpadas. La meteorización de estas rocas origina caídas de detritos y rocas hacia el área urbana del poblado, estos procesos se han identificado entre el kilómetro 23 y 23.2 de la vía Pedro Ruiz-Chachapoyas (figura 21 y 22).



**Figura 21.** Sector Tingorbamba Bajo, vista de laderas con pendientes muy escarpadas.



**Figura 22.** Calizas muy fracturadas de la Formación Aramachay, en estratos de 1 m de espesor.

#### 4.4. Peligros geológicos en el centro poblado San Pablo

El área urbana del centro poblado San Pablo está expuesto a caídas de rocas que se desarrollan a partir de rocas fracturadas que afloran en pendientes muy escarpadas; el 03 de abril del presente, las lluvias intensas provocaron la inundación de varias viviendas (Anexo 01 Mapa 6.4). A continuación, se detallan los peligros identificados:

##### 4.4.1. Caída de rocas

El sector noroeste del área urbana está delimitado por montañas que presentan pendientes muy escarpadas ( $>45^\circ$ ), conformadas por limolitas, lutitas y areniscas cuarcíticas muy meteorizadas y fracturadas del grupo Goyllarisquizga. Los afloramientos presentan buzamientos a favor de la pendiente, lo que condiciona el desprendimiento de clastos y bloques principalmente de areniscas, originando caídas de rocas que descienden hasta la loza deportiva de San Pablo (figura 23).

Los factores condicionantes como: la pendiente escarpada y la litología poco competente conformada por afloramientos de rocas muy fracturadas, aumentan la susceptibilidad ante caídas de rocas que se desprenden rebotando y rodando (figura 24 y cuadro 06).

**Cuadro 06.** Caídas de rocas en el CP. San Pablo.

Sector	De		A		Daños
	Norte	Este	Norte	Este	
San Pablo	9331586	176523	9331462	176780	Caídas de rocas Tramos propuestos para enmallado



**Figura 23.** Vista panorámica del centro poblado San Pablo, expuesto a caídas de rocas.

Las caídas de rocas están conformadas por clastos y bloques de 1.5 m de ancho y 1 m de alto, los depósitos se distribuyen sobre el piedemonte coluvio aluvial. Al pie de la ladera se ubica la loza deportiva, que funciona como una zona de amortiguamiento, protegiendo las viviendas ubicadas a menos de 47 m (figura 24).



**Figura 24.** Bloques caídos hacia la loza deportiva.

Estos procesos pueden activarse por sismos de mediana magnitud y/o lluvias intensas, por lo que debe considerarse una zona de impacto con peligro alto, aquí debe restringirse

la construcción de viviendas e infraestructuras ante la ocurrencia de futuros movimientos en masa.

#### 4.4.2. Inundación pluvial

El 03 de abril del presente, ocurrió la inundación debido a lluvias intensas y prolongadas que afectaron 07 viviendas ubicadas en la Av. Gocta (figuras 25 y 26). Según los pobladores, los tirantes de la inundación llegaron a una altura de 15 cm, desplazándose de norte a sur hasta encausarse hasta las quebradas próximas.



**Figura 25.** Viviendas afectadas por inundaciones pluviales.

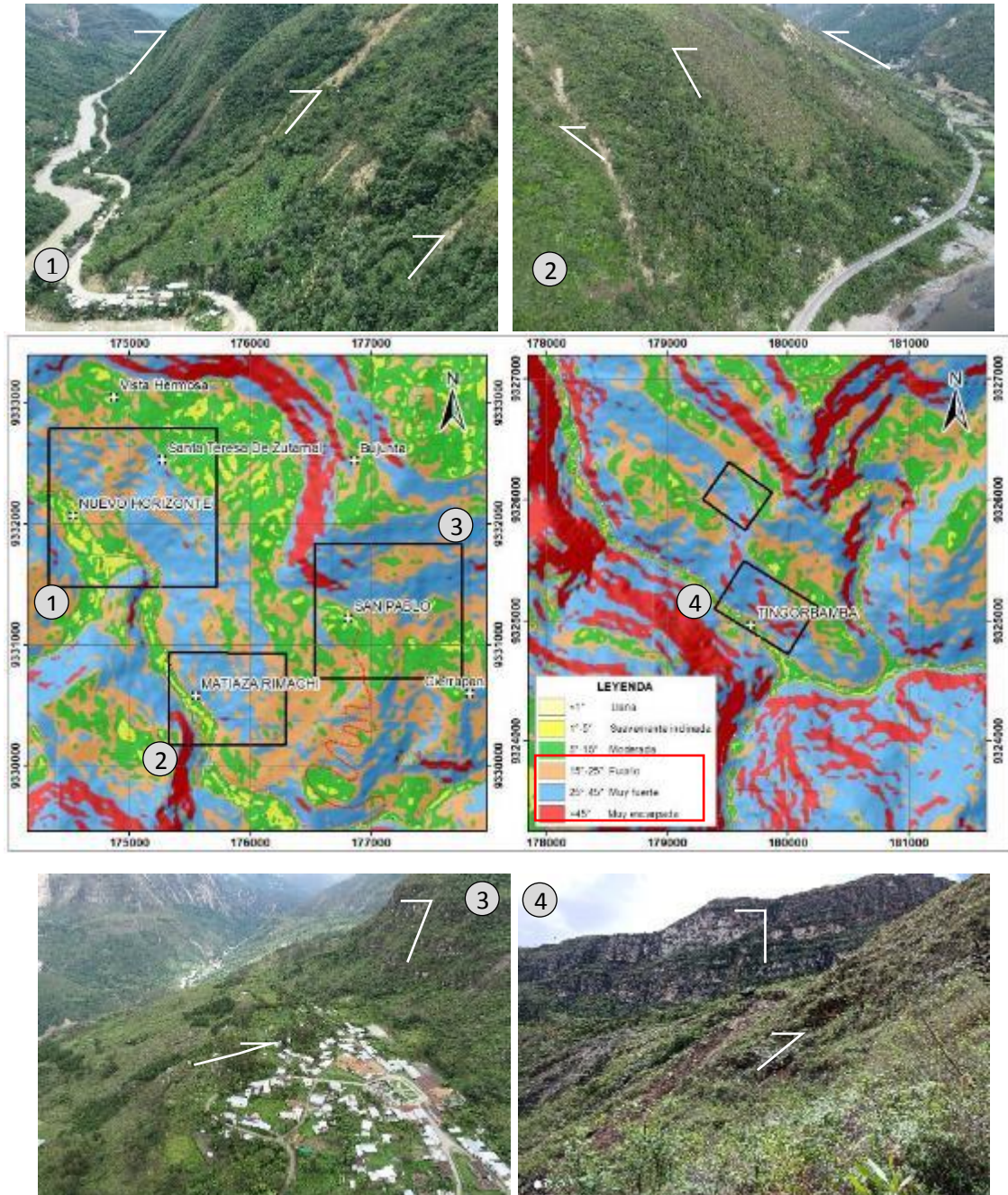


**Figura 26.** Vista aérea del área urbana afectada por inundación pluvial.

## 4.5. Factores condicionantes

### 4.5.1. Pendiente

Los centros poblados evaluados presentan rangos de pendientes entre fuertes a muy escarpadas ( $15^\circ$  a  $45^\circ$ ) que, aunado a la morfometría de estas zonas, condiciona la ocurrencia de los peligros geológicos identificados (figura 27).



**Figura 27.** (1) Nuevo Horizonte pendientes fuertes a muy fuertes ( $15^\circ$  -  $45^\circ$ ). (2) Matiaza Rimachi con pendientes muy fuertes ( $25^\circ$ - $45^\circ$ ). (3) San Pablo con pendientes suavemente inclinadas a moderadas ( $1^\circ$ - $15^\circ$ ) y pendientes fuertes al noreste ( $15^\circ$ - $25^\circ$ ). (4). Tingorbamba con pendientes muy escarpadas ( $>45^\circ$ ).



#### 4.5.2. Litología

Los tipos de afloramientos presentes en la zona, conformados por rocas sedimentarias de calizas, lutitas, limolitas y areniscas de las formaciones Sarayaquillo, Aramachay y Goyllarisquizga se encuentran intensamente fracturados y meteorizados, los cuales han originado coberturas muy susceptibles a la generación de movimientos en masa debido a materiales poco consolidados porosos y contenidos arcillosos y arenosos que contienen clastos y bloques dispersos (figura 28).



**Figura 28.** Depósitos coluvio deluviales producto de antiguos deslizamientos y que fueron reactivados en el mes de abril en temporada de lluvias.

#### 4.6. Factores desencadenantes

##### 4.6.1. Precipitaciones

Se considera a las precipitaciones pluviales como el principal factor desencadenante de los movimientos en masa, tipo deslizamientos.

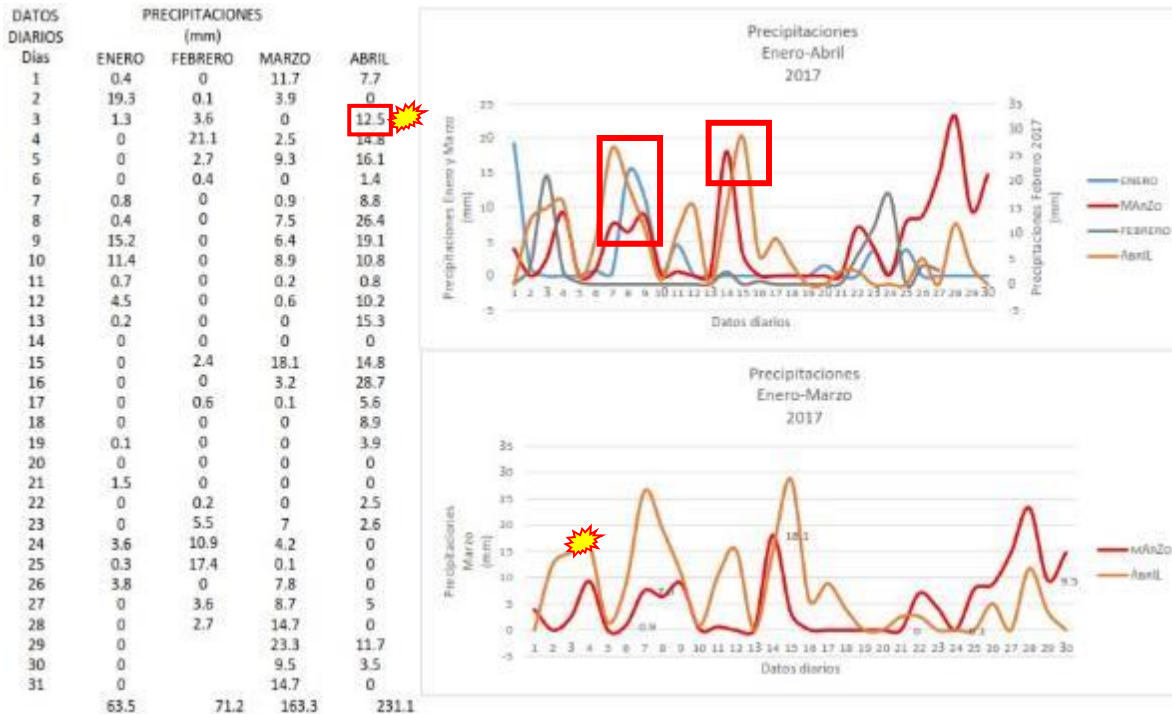
Para analizar la influencia que pudo tener las lluvias días previos al evento, se recopiló la información de las estaciones meteorológicas más cercanas al área de estudio. Se accedió al servidor del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), de donde se recopilaron los datos de la estación meteorológica Jazán, ubicada en el distrito del mismo nombre, provincia de Bongará, región Amazonas, ubicada a 10.5 km al sur de los poblados evaluados (Cuadro 07).

**Cuadro 07.** Ubicación de la estación meteorológica próxima al área de estudio.

Estación: JAZA					
<b>Departamento:</b>	<b>AMAZONAS</b>	<b>Provincia:</b>	<b>BONGARÁ</b>	<b>Distrito:</b>	<b>JAZAN</b>
<b>Latitud:</b>	<b>5°56'41.44"</b> <b>S</b>	<b>Longitud:</b>	<b>77°58'32.5"</b> <b>W</b>	<b>Altitud:</b>	<b>1354 m</b> <b>s.n.m.</b>
<b>Tipo:</b>	<b>Convencional - Meteorológica</b>				

De estos registros, podemos observar que, entre enero y marzo del presente año, se presentaron entre 10 y 21 mm diarios, alcanzando acumulados mensuales de 63 mm, 71 mm, 163 mm en enero, febrero y marzo respectivamente.

Los deslizamientos ocurridos el 03 de abril del 2021, se presumen estuvieron condicionados por las coberturas aluviales, coluvio deluviales y proluviales saturadas debido a las intensas lluvias que, en algunos casos duraron hasta 3 días (del 01 y 04 de abril se registraron precipitaciones diarias de 7 mm a 12.5 mm) (gráfico 01).



**Gráfico 01.** Precipitaciones diarias, período enero-abril 2021 en la estación Jazán. Fuente: Senamhi 2021.

**4.6.2. Infiltración hídrica**

Se identificaron manantes de aguas subterráneas que sobresaturan los suelos, en estos puntos se forman zonas inestables. A continuación, se detallan los puntos inventariados (Cuadro 08):

**Cuadro 08.** Ubicación de los tramos afectados por flujos de detritos y deslizamientos.

N°	Sector/paraje	Ubicación		Inventario
		Norte (m)	Este (m)	
1	Nuevo Horizonte	9332941	174310	Manante
2	Nuevo Horizonte	9332889	174520	Manante
3	Nuevo Horizonte	9332818	174506	Zona saturada
4	Nuevo Horizonte	9332694	174771	Manante

#### 4.7. Daños por peligros geológicos

Los deslizamientos y flujos de detritos evaluados ocasionaron daños e impactos en infraestructura de abastecimiento de agua, vía asfaltada, caminos, entre otros. A continuación, se detallan los daños reportados por la municipalidad de distrital de Bongará y la oficina de Indeci.

##### 4.7.1. Red vial interprovincial Chachapoyas – Pedro Ruiz

Los principales daños en la principal vía de comunicación son causados por flujos de detritos y deslizamientos que llegan a interrumpir varios tramos; dichos materiales están conformados por lodo, clastos, bloques y en algunos casos palizada (cuadro 09).

En los trabajos de campo se identificaron 12 quebradas que tienen el potencial de generar flujos de detrito, de las cuales 4 fueron activadas durante la temporada de lluvias de enero a marzo del presente año (figura 29).



**Figura 29.** Vía Chachapoyas-Pedro Ruiz en el centro poblado Matiaza Rimachi. Fuente: Ficha REPORTE-COMPLEMENTARIO-N°-1869-4ABR2021.

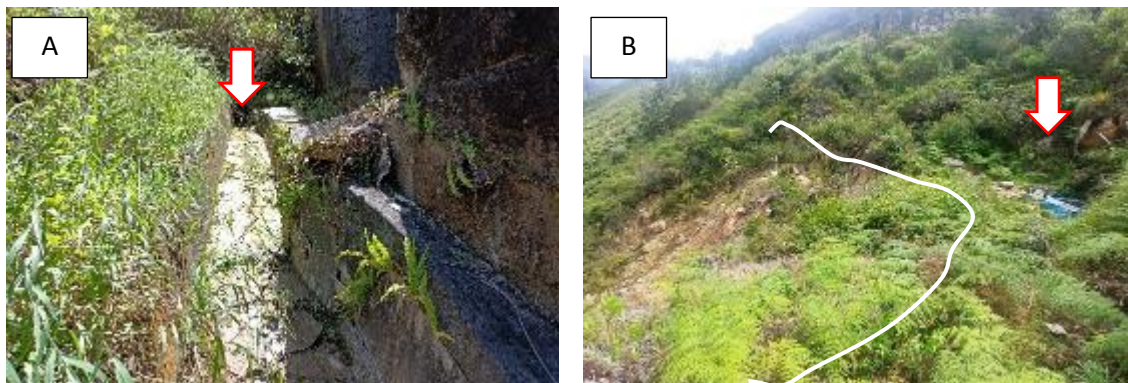
**Cuadro 09.** Ubicación de los tramos afectados por flujos de detritos y deslizamientos.

N°	Sector/paraje	Ubicación		Tramo (m)	Tipo de peligro geológico
		Norte (m)	Este (m)		
1	Yungapampa-Nuevo Horizonte	9333129	173458	18	Flujo de detritos
2	Nuevo Horizonte	9332963	173649	10	Deslizamiento
3	Nuevo Horizonte	9332850	173747	75	Deslizamiento
4	Nuevo Horizonte	9332791	173801	28	Deslizamiento
5	Nuevo Horizonte	9332546	174042	36	Flujo de detritos
6	Nuevo Horizonte	9332381	174183	12	Flujo de detritos
7	Nuevo Horizonte	9332239	174463	32	Flujo de detritos
8	Nuevo Horizonte	9331763	174916	29	Flujo de detritos
9	Nuevo Horizonte	9331717	175151	22	Flujo de detritos

10	Nuevo Horizonte	9331651	175239	15	Flujo de detritos
11	Nuevo Horizonte	9331625	175251	17	Flujo de detritos
12	Matiaza Rimachi	9330958	175293	10	Flujo de detritos
13	Matiaza Rimachi	9330727	175399	24	Flujo de detritos
14	Matiaza Rimachi	9330608	175525	48	Deslizamiento
15	Matiaza Rimachi	9330568	175567	42	Deslizamiento
16	Tingorbamba	9325480	178999	10	Flujo de detritos
17	Tingorbamba	9325365	179272	7	Flujo de detritos
18	Tingorbamba	9325345	179297	20	Flujo de detritos

#### 4.7.2. Infraestructuras de abastecimiento

En los poblados de Nuevo Horizonte y Tingorbamba se inventariaron deslizamientos que afectaron estructuras de captación de agua y canales de conducción. Las grietas y materiales desplazados afectaron estructuras dejando sin servicio básico a varios caseríos y poblados anexos (figura 30 y Cuadro 10).



**Figura 30.** A. Canal de captación del sector Nuevo Horizonte. B. Captación afectada en el poblado Tingorbamba.

**Cuadro 10.** Ubicación de los tramos afectados.

N°	Sector/paraje	Ubicación		Tramo (m)	Tipo de peligro geológico
		Norte (m)	Este (m)		
1	Tingorbamba	9326005	179683	155	Deslizamiento

#### 4.7.3. Viviendas

Según el Reporte-Complementario N°-1869-4ABR2021 de Indeci, los daños en viviendas fueron los siguientes:

##### CP. Nuevo Horizonte

- 05 viviendas por flujos de detritos (quebrada Ashohuaico) (figura 31).
- 03 viviendas destruidas por flujos de detritos (activación de quebradas).
- 02 viviendas destruidas por deslizamientos.

##### CP. Matiaza Rimachi

- 05 viviendas expuestas por deslizamientos.



**Figura 31.** Viviendas destruidas por flujo de detritos en la quebrada Nuevo Horizonte.

## 5. CONCLUSIONES

- a) Los poblados Nuevo Horizonte, Matiaza Rimachi y Tingorbamba se asientan sobre depósitos aluviales inconsolidados, porosos y deleznable, conformados por clastos y gravas con matriz areno limosa, coberturando calizas, areniscas y lutitas muy fracturadas y meteorizadas. En conjunto, los tipos de rocas y depósitos recientes tienen alta susceptibilidad a la generación de movimientos en masa.
- b) El área urbana de San Pablo se ubica sobre depósitos coluvio deluviales compactos, originados por antiguos deslizamientos que se distribuyen sobre areniscas cuarzosas muy fracturadas e intercaladas con lutitas muy meteorizadas y poco competentes que afloran al noreste.
- c) Nuevo Horizonte, Matiaza Rimachi, San Pablo y Tingorbamba se ubican sobre el piedemonte aluvial con pendientes ligeramente inclinadas a moderadas que, limitan con montañas en rocas sedimentarias con pendientes fuertes. Sobre estas geoformas, se desarrollan y transitan los principales eventos geodinámicos identificados como: los deslizamientos, iniciando en relieves con pendientes fuertes y descendiendo hasta piedemontes con pendientes más bajas donde los materiales transportados se depositan.
- d) Se identificaron 111 peligros geológicos: 84 deslizamientos, 18 flujos de detritos, 8 zonas de caídas de rocas e inundaciones de tipo pluvial en el centro poblado San Pablo.
- e) En Nuevo Horizonte ocurrieron 15 deslizamientos y 07 flujos de detritos, los materiales desplazados llegaron a interrumpir 294 m lineales en varios tramos de la vía asfaltada interprovincial Chachapoyas-Pedro Ruiz.
- f) En Matiaza Rimachi se activaron 02 deslizamientos y 02 flujos de detritos, los materiales conformados por gravas, clastos y bloques con matriz limo arcillosa afectaron un tramo de 70 m.
- g) En el sector Tingorbamba Alto, los deslizamientos afectaron la captación de agua dejando sin servicio a los caseríos aledaños. Las viviendas de Tingorbamba Bajo, están expuestas a caídas de rocas que descienden de montañas estructurales con pendientes muy escarpadas, conformadas por calizas y lutitas muy fracturadas.
- h) El 03 de abril del presente, los deslizamientos y flujos de detritos, se desarrollaron sobre coberturas poco consolidadas y saturadas por la presencia de manantes de agua y riachuelos que descienden desde la parte alta de San Pablo.
- i) Según los reportes de Indeci, los eventos geológicos descritos, ocurrieron el 03 de abril del 2021. Los datos pluviométricos consultados, muestran lluvias de 12.5 y 14.8 mm para el 03 y 04 de abril. Se determina que, las precipitaciones desencadenaron los deslizamientos y flujos de detritos y lodos; teniendo para enero, febrero y marzo

picos mensuales de 63 mm, 71 mm y 163 mm, respectivamente, los cuales han sumado un acumulado de 297 mm, considerados umbrales críticos.

- j) Los centros poblados Nuevo Horizonte, Matiaza Rimachi y Tingorbamba tienen PELIGRO ALTO por deslizamientos, flujos de detritos y caídas de rocas; mientras que, San Pablo tiene PELIGRO MEDIO por caídas de rocas.

## **6. RECOMENDACIONES**

### **6.1. Nuevo Horizonte**

- A) Realizar la estabilización de taludes y laderas a través de la construcción de banquetas para reducir la pendiente en zonas inestables y expuestas a deslizamientos (Ver Cuadro 03 y Anexo A3.1).
- B) Implementar campañas de revegetación de laderas en zonas expuestas por deslizamientos y caídas de suelos y rocas (Ver Cuadro 03 y Anexo A3.2).
- C) Restringir la construcción de viviendas en laderas de alta pendientes o en zonas con evidencia de deslizamientos y flujos (Ver Cuadro 03).
- D) Implementar un sistema de captación de manantes de agua, impermeabilizar acequias y riachuelos con tuberías de PVC flexible, además de la reparación de los canales de conducción con fugas de agua (Ver Cuadro 08).
- E) Considerar la construcción de cunetas, drenes revestidos o impermeabilizados y disipadores de energía como muros de enrocado o concreto en las quebradas por donde desciende flujo (Ver Cuadro 09 y Anexo A3.4).

### **6.2. Matiaza Rimachi**

- A) Realizar la estabilización de taludes y laderas en el kilómetro 14.7 de la vía Pedro Ruiz-Chachapoyas, a través de la construcción de banquetas para reducir la pendiente en zonas inestables y expuestas a deslizamientos (Ver Cuadro 04 y Anexo A3.1).
- B) Realizar la revegetación de laderas afectadas por deslizamientos y procesos de erosión (Ver Cuadro 04 y Anexo A3.2).
- C) Restringir la construcción de viviendas en laderas de alta pendientes o en zonas con evidencia de deslizamientos y flujos (Ver Cuadro 04).
- D) Planificar la construcción de disipadores de energía como muros de enrocado o concreto en las quebradas activadas por flujos de detritos (Ver Cuadro 09 y Anexo A3.4).

### **6.3. Tingorbamba**

- A) Reparar los daños en la captación de agua ubicada en Tingorbamba Alto, empleando tuberías de PVC flexible para mitigar rupturas ante futuros deslizamientos (Ver Cuadro 05).
- B) Realizar trabajos de estabilización mediante técnicas de banqueteo en zonas afectadas por deslizamientos, disminuyendo la pendiente y mitigar el avance de estos procesos (Ver Cuadro 05 y Anexo A3.1).
- C) Realizar la revegetación de zonas afectadas por deslizamientos y procesos de erosión que puedan generar nuevos procesos de remoción en masa (Ver Cuadro 05 y Anexo A3.2).
- D) Realizar el enmallado de laderas con pendientes fuertes a muy escarpadas con presencia de caídas de rocas, entre el kilómetro 23 y 23.2 de la vía Pedro Ruiz-Chachapoyas (Anexo A3.3).

### **6.4. San Pablo**

- A) Restringir la construcción de viviendas en laderas expuestas a caídas de rocas, tomando como referencia el límite de la losa deportiva (Ver Cuadro 06).
- B) Realizar el enmallado de laderas, con la finalidad de evitar que el desprendimiento de clastos o bloques lleguen a las viviendas (Ver Cuadro 06 y Anexo A3.3).





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



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

## 7. BIBLIOGRAFÍA

Carlotto, C. (2012). Mapa geológico del cuadrángulo de Chachapoyas a escala 1:50 000 Hoja 13H Cuadrante – IV.

<<https://geocatminapp.ingemmet.gob.pe/complementos/Descargas/Mapas/Geologia50/Ordenado/Shapefile/imagenes/13-h4.jpg>>

Agencia de Cooperación Internacional del Japón (2004). “Manual de gestión y prevención de desastres en carreteras, Procedimiento v: obras de prevención de desastres”. Sitio Web. Consultado el 28 de noviembre del 2020.

<[https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/11866373\\_03.pdf](https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/11866373_03.pdf)>

Medina, L.; Vílchez, M. & Dueñas, S. (2009). Riesgo Geológico en la región Amazonas. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 39, 205p.

<<https://hdl.handle.net/20.500.12544/244>>

Pimentel, F. (2011). Retroanálisis para la determinación de los coeficientes de restitución de gneis y depósitos de talud. Instituto de geociencias de la Universidad federal de Rio de Janeiro. 48p.

<<https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/5383/1/LIMA%2C%20F.P.pdf>>

Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas. (2007) - Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional, No. 4, 432 p., 1 CD-ROM.

<<https://hdl.handle.net/20.500.12544/2830>>

Sánchez, A. (1995). Geología de los cuadrángulos de Bagua Grande, Jumbilla, Lonya Grande, Chachapoyas, Rioja, Leimebamba y Bolívar 12-g, 12-h, 13-g, 13-h, 13i, 14-h, 15-h. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, N° 56, 287p.

<<https://hdl.handle.net/20.500.12544/177>>

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (2021) “Servicio de Consulta de data meteorológica en línea” SENAMHI. (Consulta: junio 2020)

<<https://www.senamhi.gob.pe/?p=descarga-datos-hidrometeorologicos>>

Suarez, J. (1998). Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales. INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN.

<<https://www.erosion.com.co/deslizamientos-y-estabilidad-de-taludes-en-zonas-tropicales.html>>

Varnes, D. J. (1978). Slope movements types and processes, en Schuster R.L., y Krizek R.J., ed, Landslides analysis and control: Washington D. C, National Academy Press, Transportation Research Board Special Report 176.

<[https://www.scirp.org/\(S\(czeh2tfqyw2orz553k1w0r45\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1855370](https://www.scirp.org/(S(czeh2tfqyw2orz553k1w0r45))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1855370)>

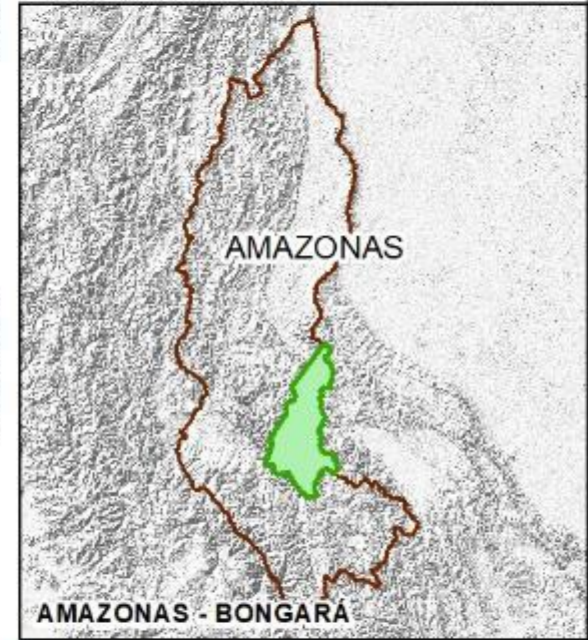
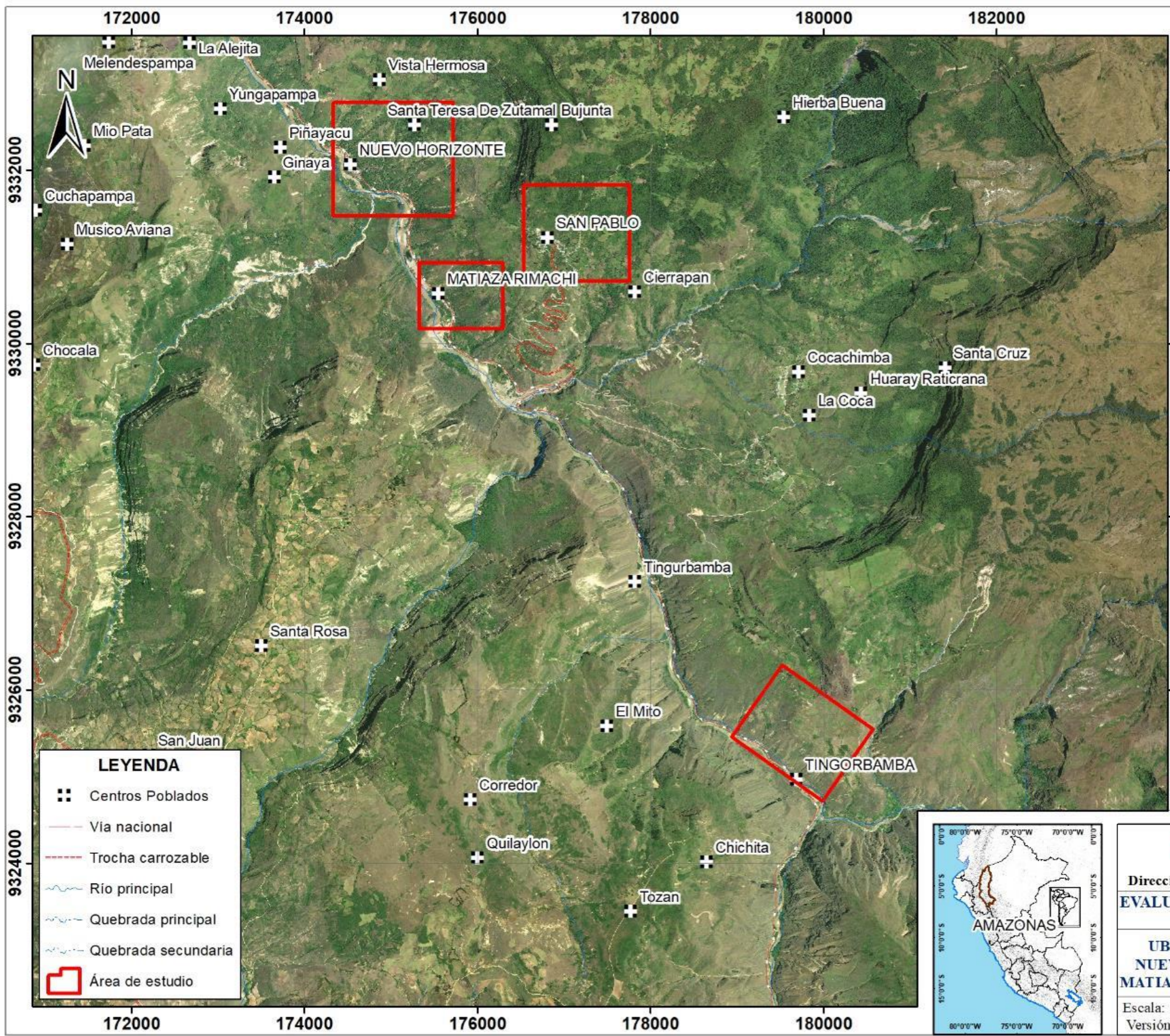
Villota, H. (2005). Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras. España: Instituto Geográfico Agustín Codazi.

<<https://searchworks.stanford.edu/view/6532331>>

WP/WLI (1990). A suggested method for reporting a landslide: Bulletin of the International Association of engineering Geology, no. 41, p. 5–12.

<[https://www.researchgate.net/publication/290438810\\_A\\_suggested\\_method\\_for\\_reporting\\_a\\_landslide](https://www.researchgate.net/publication/290438810_A_suggested_method_for_reporting_a_landslide)>

## **ANEXO 1: MAPAS Y PERFILES**



**LEYENDA**

- ☒ Centros Poblados
- Via nacional
- Trocha carrozable
- Río principal
- Quebrada principal
- Quebrada secundaria
- ☐ Área de estudio



SECTOR ENERGÍA Y MINAS

**INGEMMET**  
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

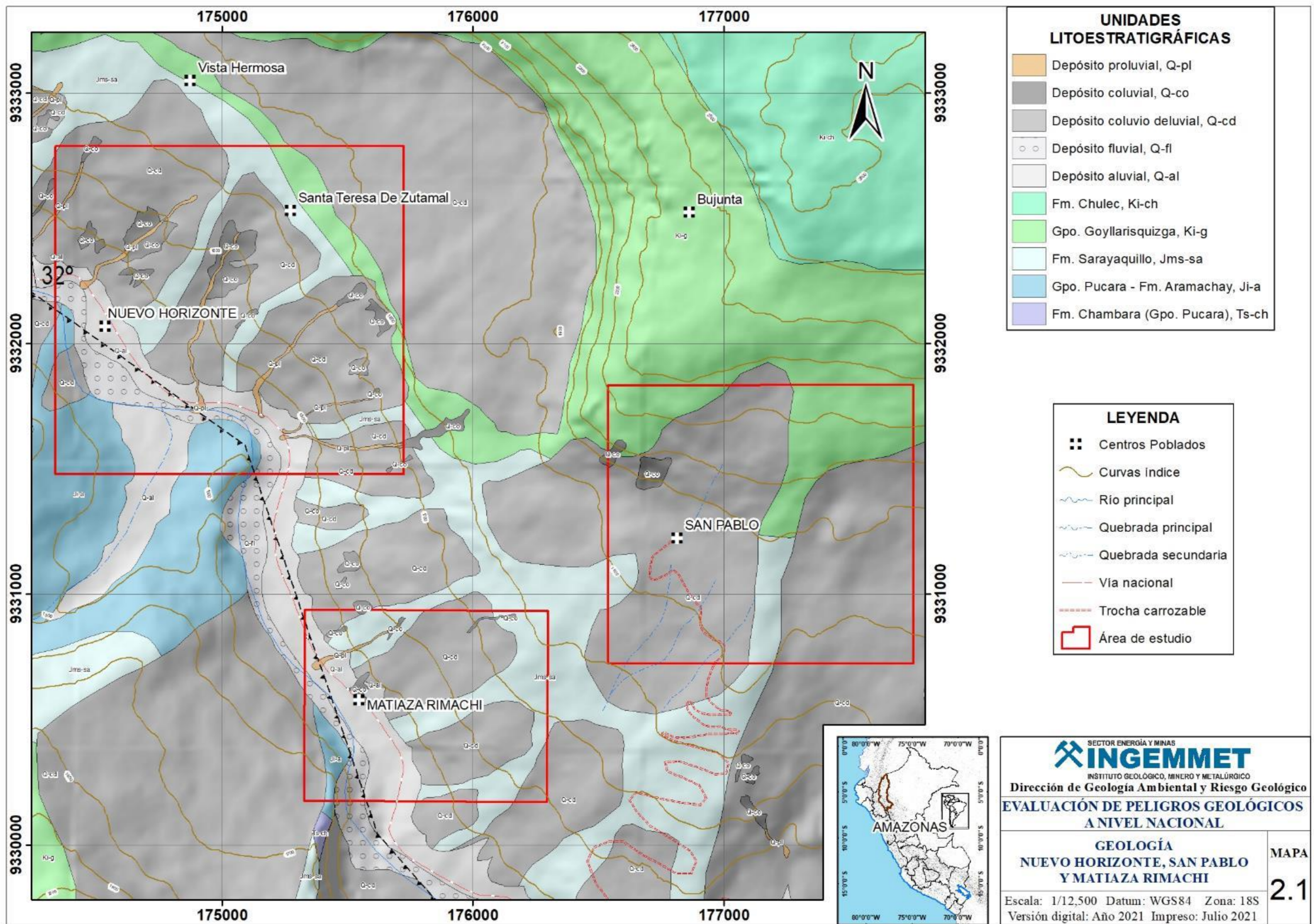
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico

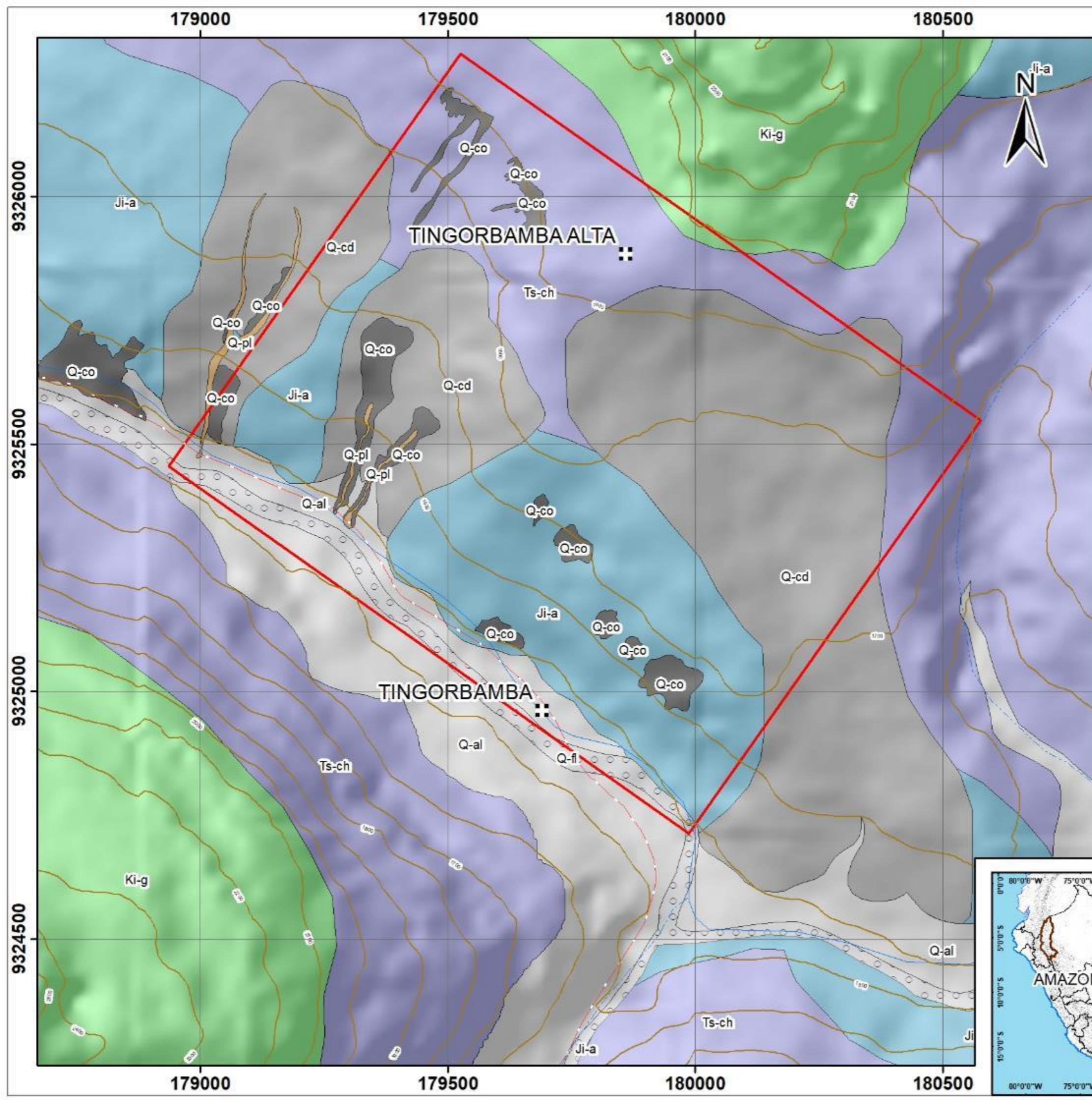
**EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL**

**UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD  
NUEVO HORIZONTE, SAN PABLO,  
MATIAZA RIMACHI Y TINGORBAMBA**

Escala: 1/40,467 Datum: WGS84 Zona: 18S  
Versión digital: Año 2021 Impreso: Julio 2021

MAPA  
**1**





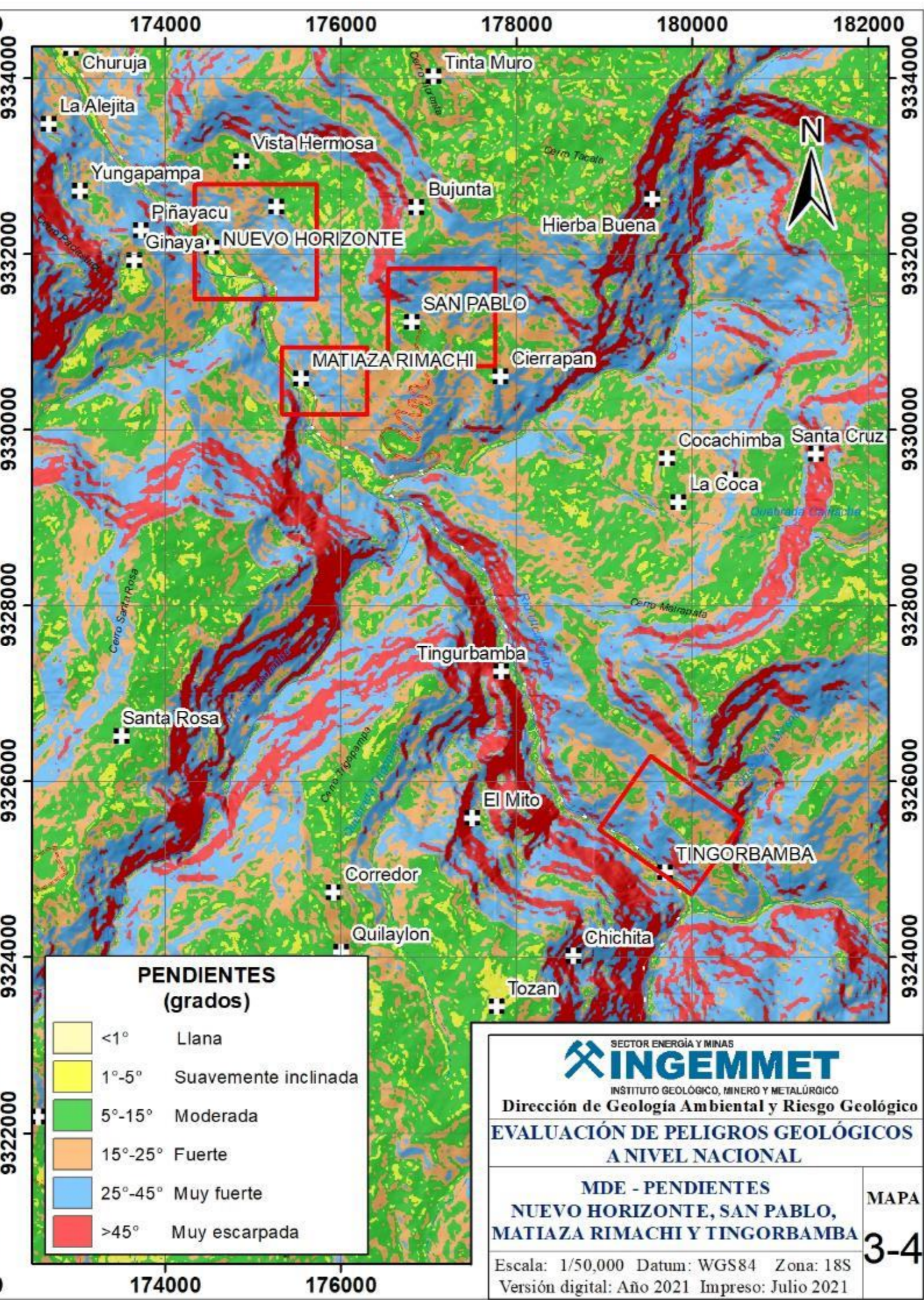
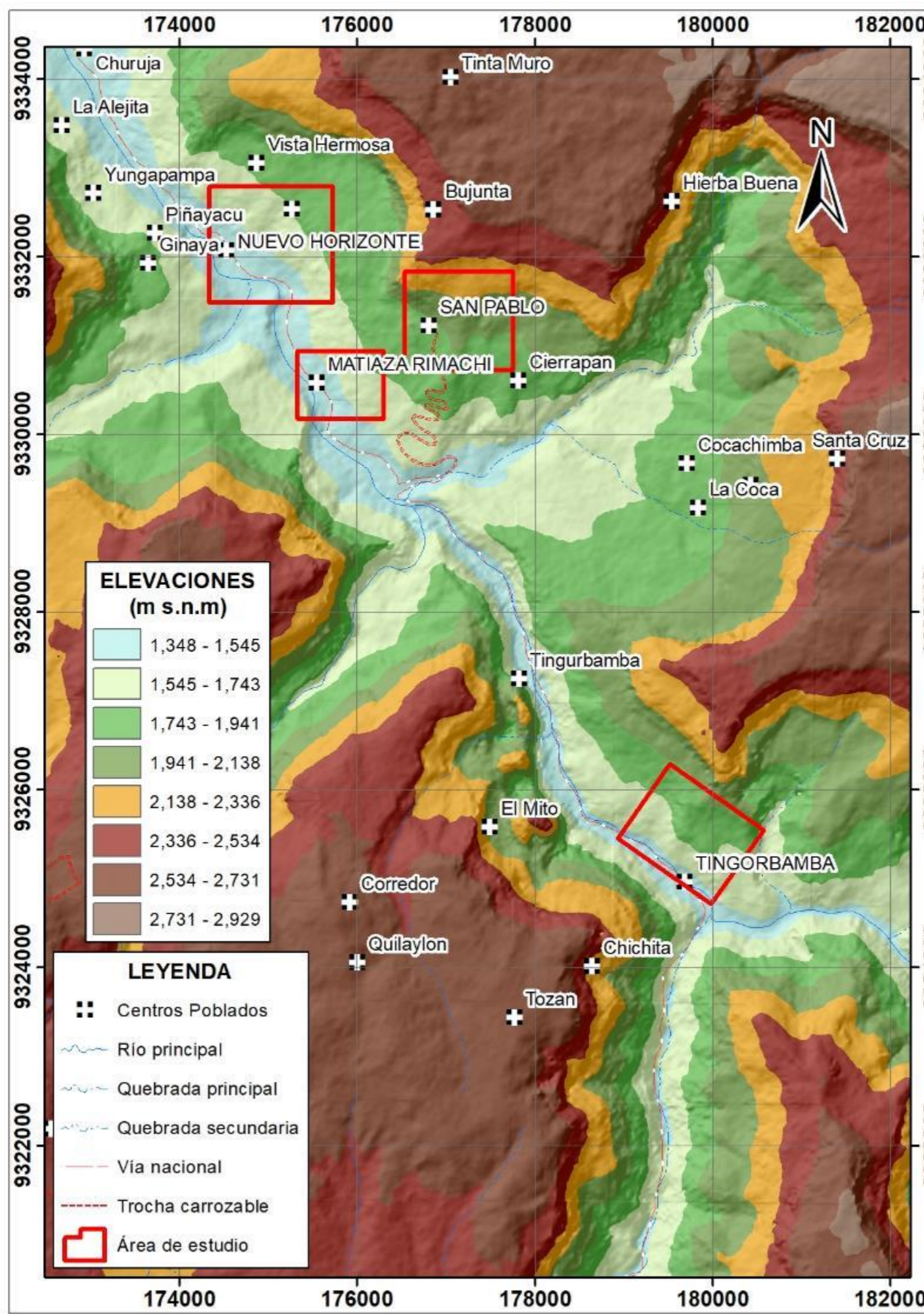


SECTOR ENERGÍA Y MINAS  
**INGEMMET**  
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico

**EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL**

<p><b>GEOLOGÍA TINGORBAMBA</b></p>	<p>MAPA <b>2.2</b></p>
<p>Escala: 1/7,500 Datum: WGS84 Zona: 18S          Versión digital: Año 2021 Impreso: Julio 2021</p>	



SECTOR ENERGÍA Y MINAS

**INGEMMET**  
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

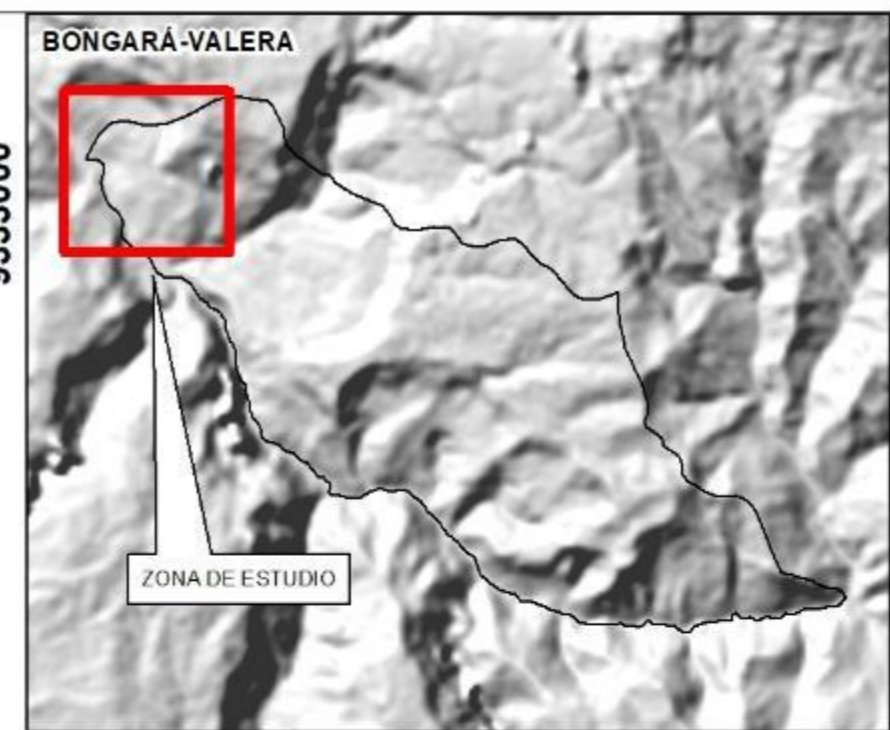
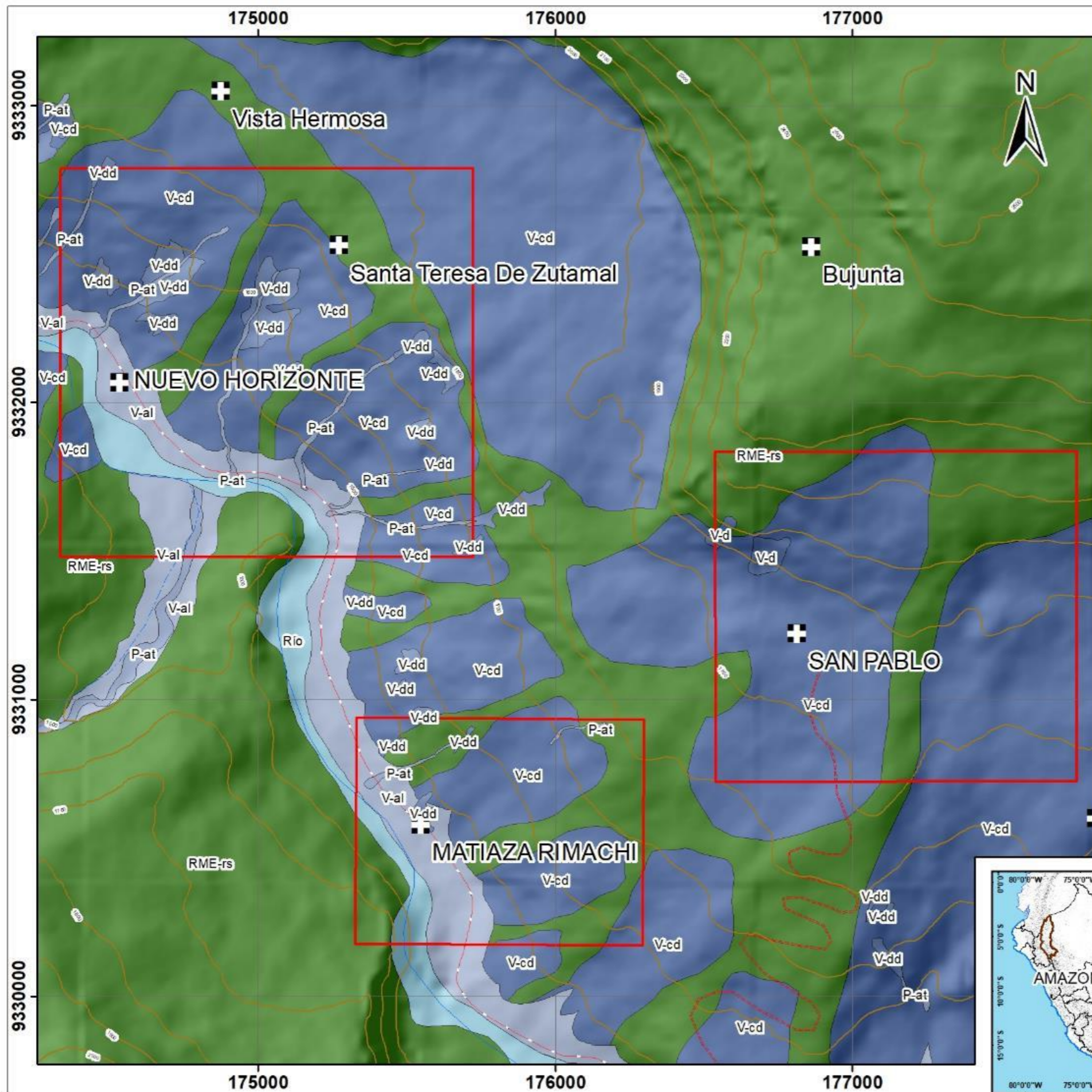
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico

**EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL**

MDE - PENDIENTES  
NUEVO HORIZONTE, SAN PABLO,  
MATIAZA RIMACHI Y TINGORBAMBA

MAPA 3-4

Escala: 1/50,000 Datum: WGS84 Zona: 18S  
Versión digital: Año 2021 Impreso: Julio 2021



**LEYENDA**

- ☒ Centros Poblados
- Curvas índice
- Río principal
- Quebrada principal
- Via nacional
- - - Trocha carrozable

**UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS**

- RME-rs, Montaña estructural en roca sedimentaria
- V-al, Vertiente o piedemonte aluvial
- V-cd, Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial
- P-at, Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial
- V-dd, Vertiente con depósito de deslizamiento
- V-d, Vertiente coluvial de detritos
- Río, Cauce del río



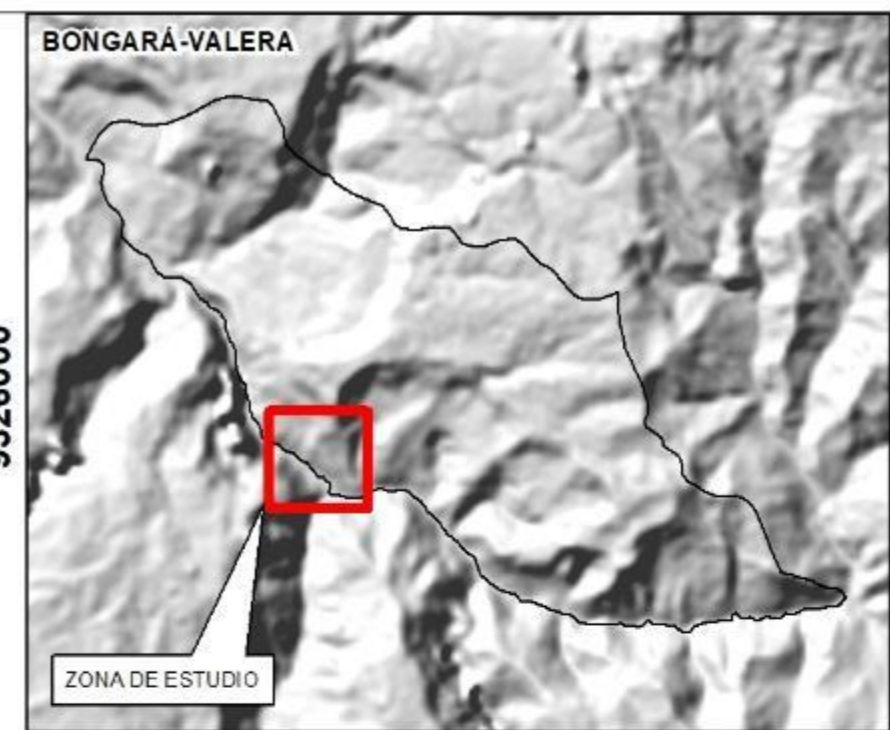
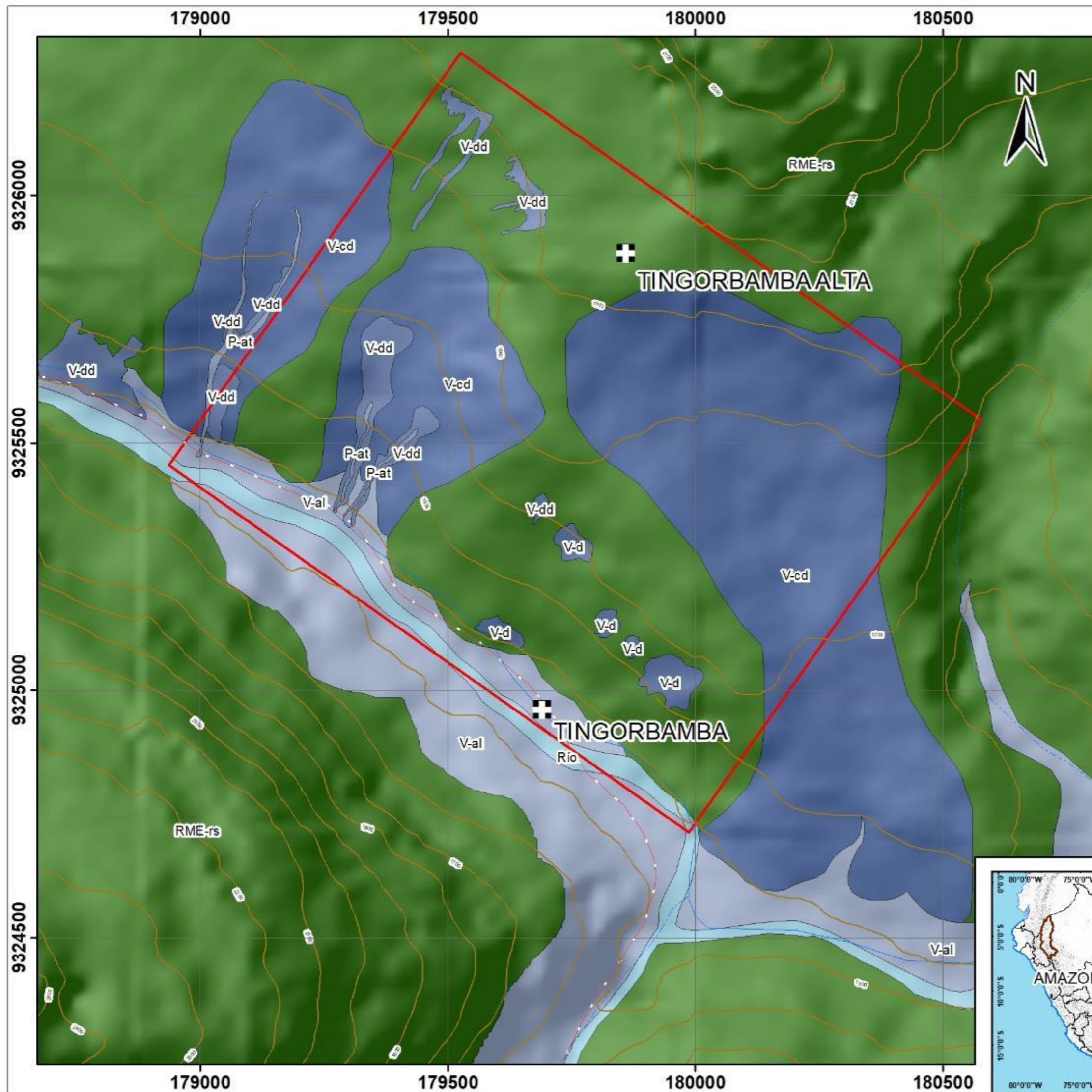
SECTOR ENERGÍA Y MINAS  
**INGEMMET**  
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO  
 Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico  
**EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL**

**GEOMORFOLOGÍA**  
**NUEVO HORIZONTE, SAN PABLO**  
**Y MATIAZA RIMACHI**

Escala: 1/12,500 Datum: WGS84 Zona: 18S  
 Versión digital: Año 2021 Impreso: Julio 2021

MAPA  
**5.1**





**LEYENDA**

- ☒ Centros Poblados
- Curvas índice
- Río principal
- Quebrada principal
- Quebrada secundaria
- Via nacional

**UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS**

- RME-rs, Montaña estructural en roca sedimentaria
- V-al, Vertiente o piedemonte aluvial
- V-cd, Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial
- P-at, Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial
- V-dd, Vertiente con depósito de deslizamiento
- V-d, Vertiente coluvial de detritos
- Río, Cauce del río



SECTOR ENERGÍA Y MINAS

**INGEMMET**

INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico

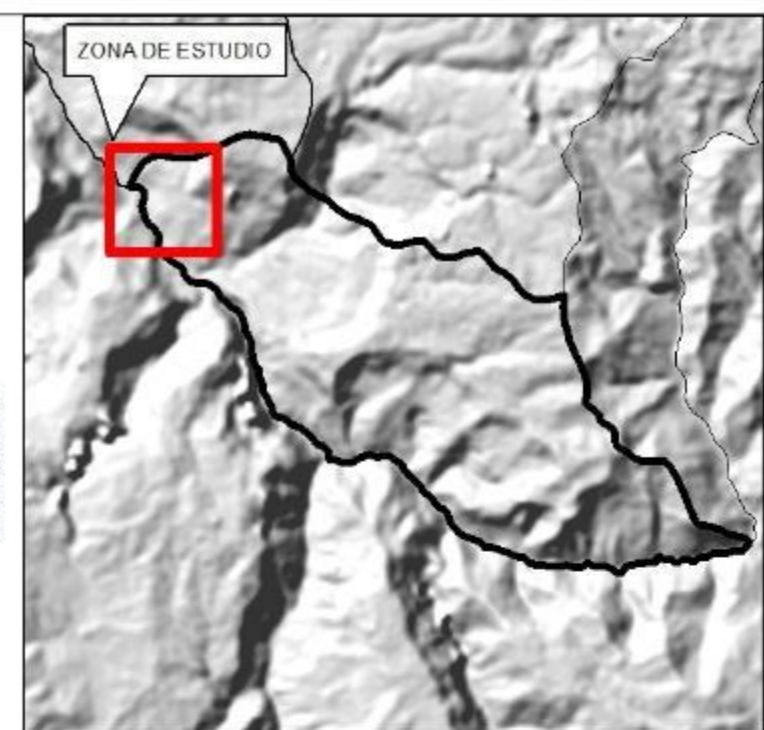
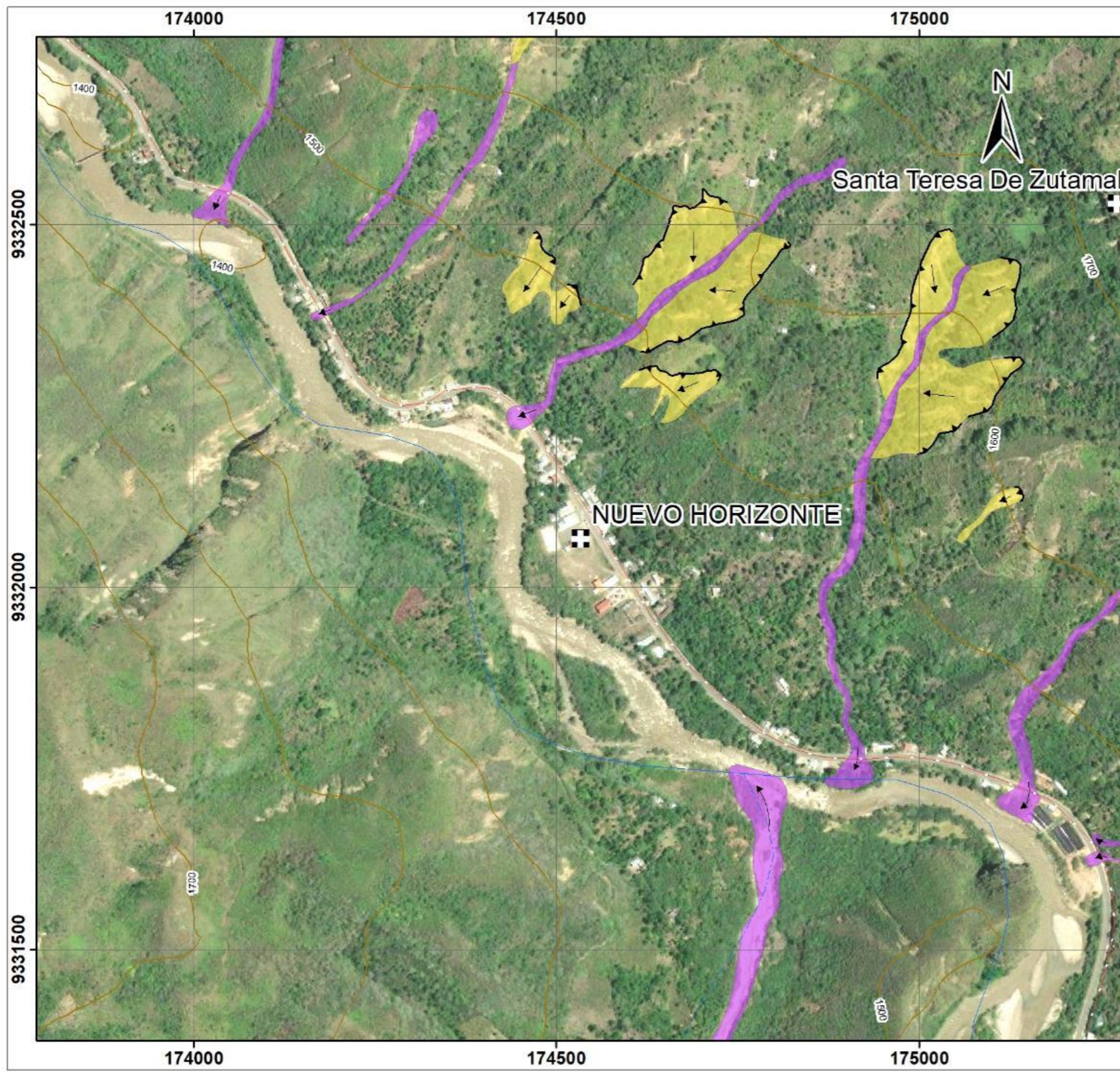
**EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL**

---

**GEOMORFOLOGÍA TINGORBAMBA**

MAPA 5.2

Escala: 1/7,500 Datum: WGS84 Zona: 18S  
 Versión digital: Año 2021 Impreso: Julio 2021



**LEYENDA**

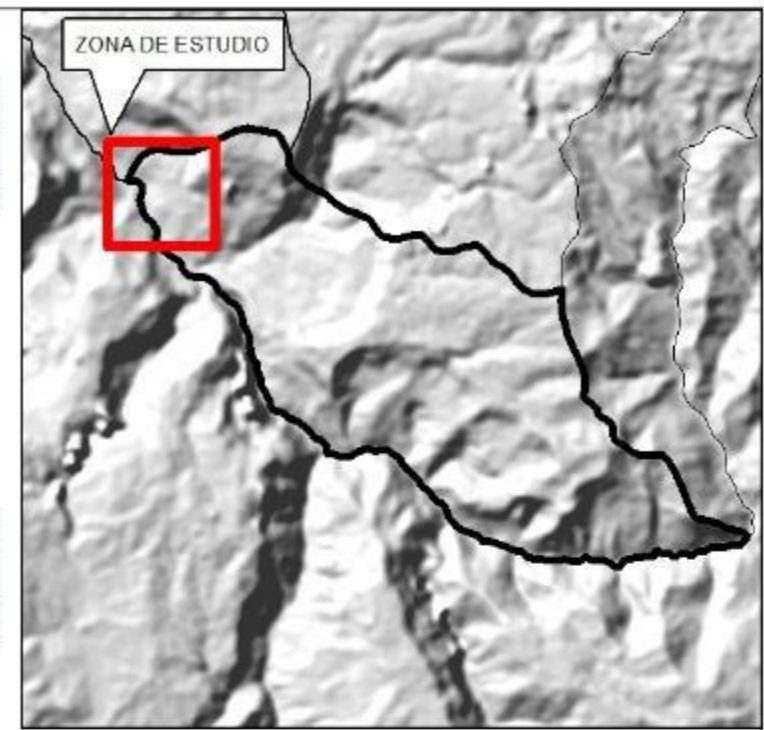
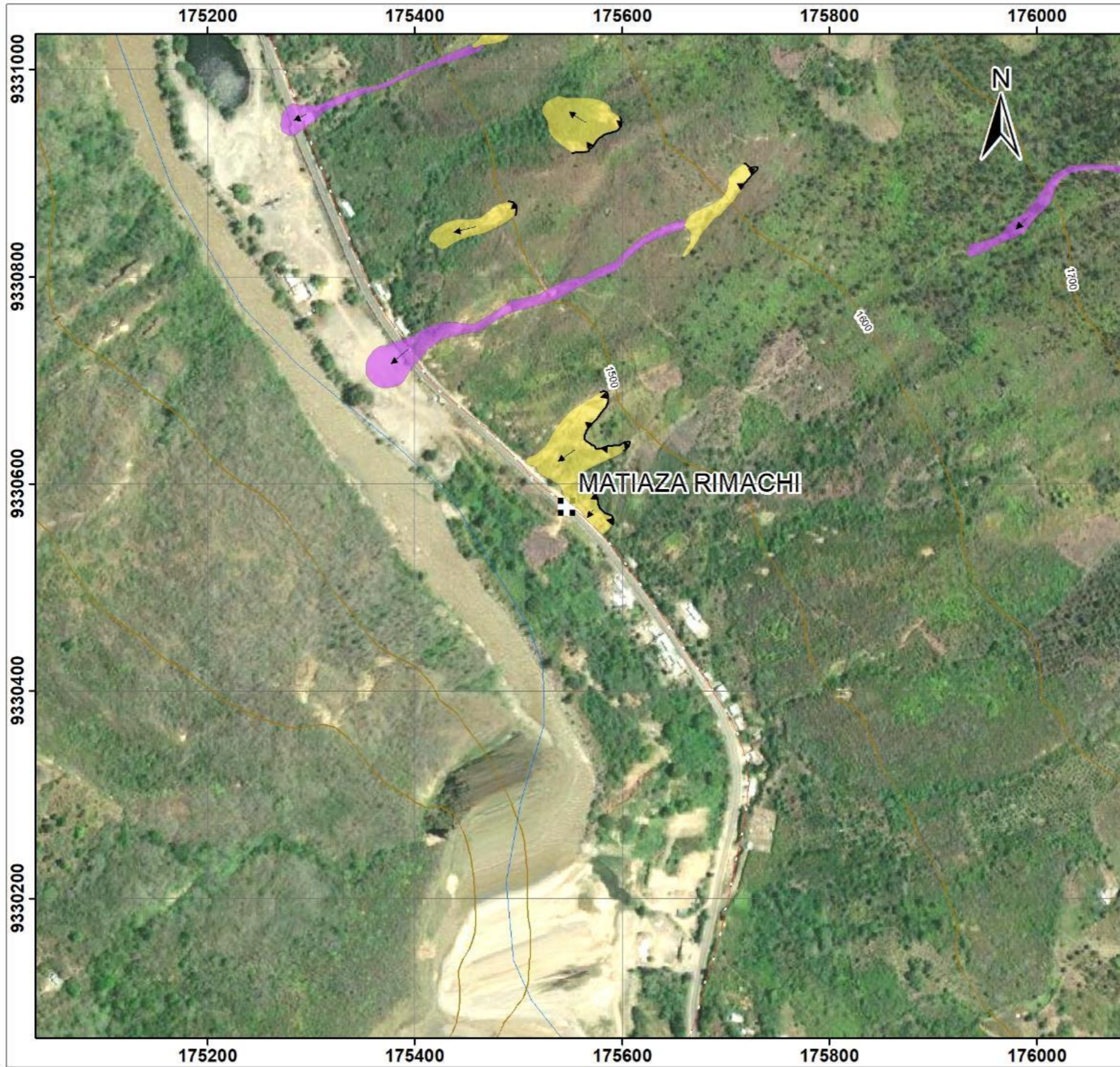
- Centros Poblados
- Curvas índice
- Río principal
- Quebrada principal
- Via nacional

**PELIGROS GEOLÓGICOS CARTOGRAFIADOS**

- Deslizamiento
- Flujo de detritos y lodos

SECTOR ENERGÍA Y MINAS  
**INGEMMET**  
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO  
 Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico  
**EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL**

<b>PELIGROS GEOLÓGICOS NUEVO HORIZONTE</b>	<b>MAPA 6.1</b>
Escala: 1/5,000 Datum: WGS84 Zona: 18S Versión digital: Año 2021 Impreso: Julio 2021	



**LEYENDA**

-  Centros Poblados
-  Curvas índice
-  Río principal
-  Vía nacional

**PELIGROS GEOLÓGICOS CARTOGRAFIADOS**

-  Deslizamiento
-  Flujo de detritos y lodos

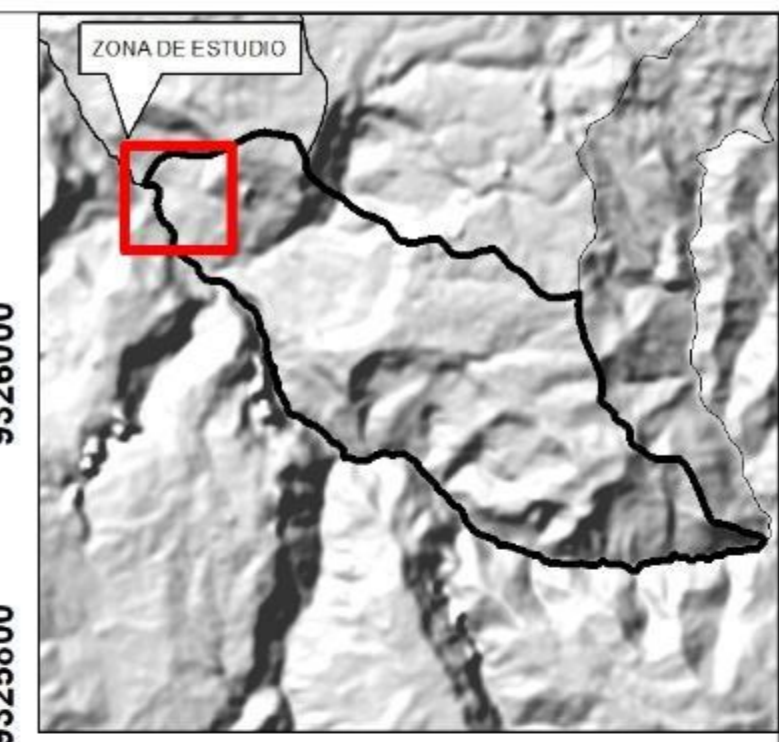
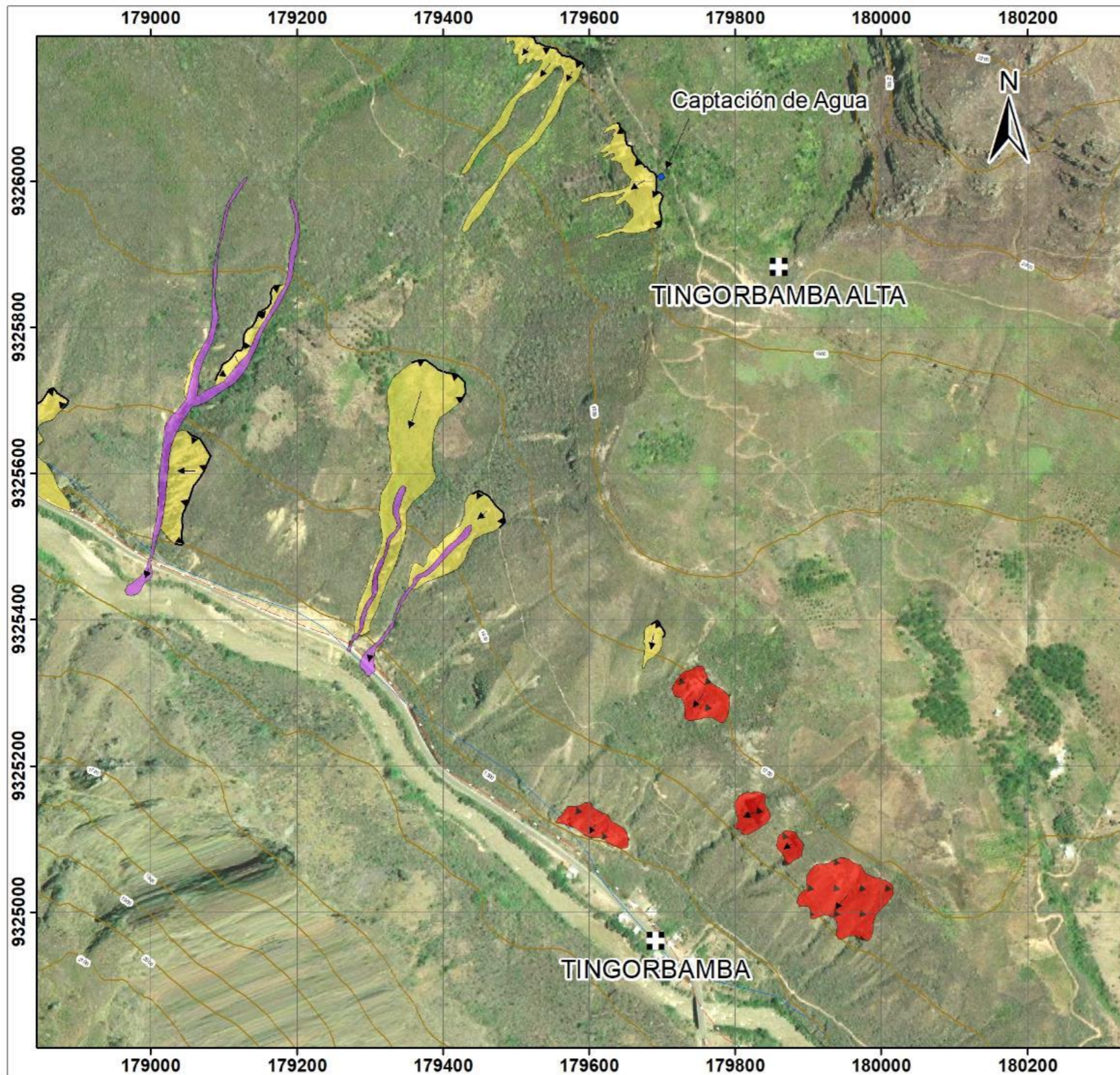
SECTOR ENERGÍA Y MINAS  
**INGEMMET**  
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO  
 Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico  
**EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL**

---

**PELIGROS GEOLÓGICOS MATIAZA RIMACHI**

MAPA **6.2**

Escala: 1/3,500 Datum: WGS84 Zona: 17S  
 Versión digital: Año 2020 Impreso: Marzo 2021



**LEYENDA**

- Centros Poblados
- Curvas índice
- Río principal
- Vía nacional
- Infraestructura de Abastecimiento

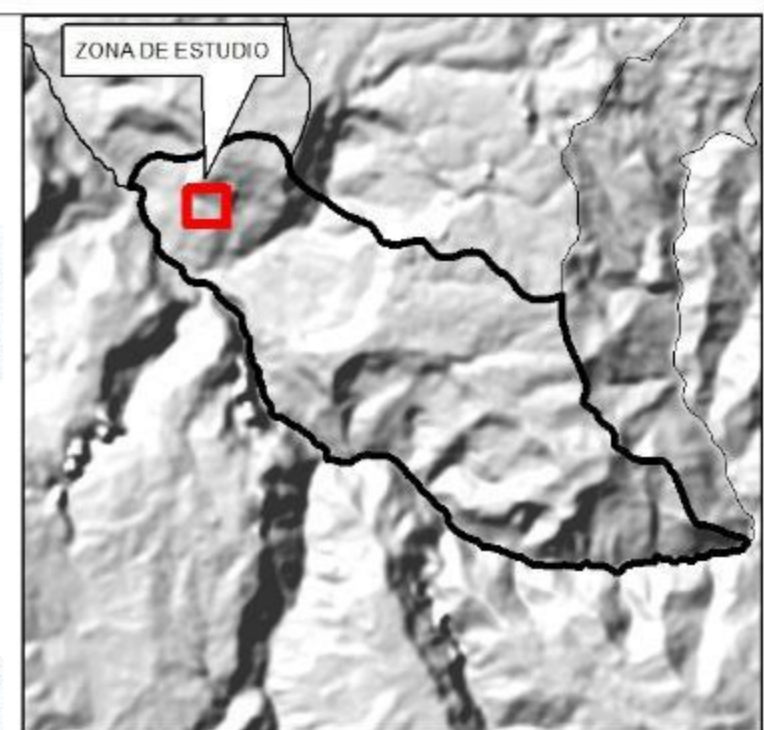
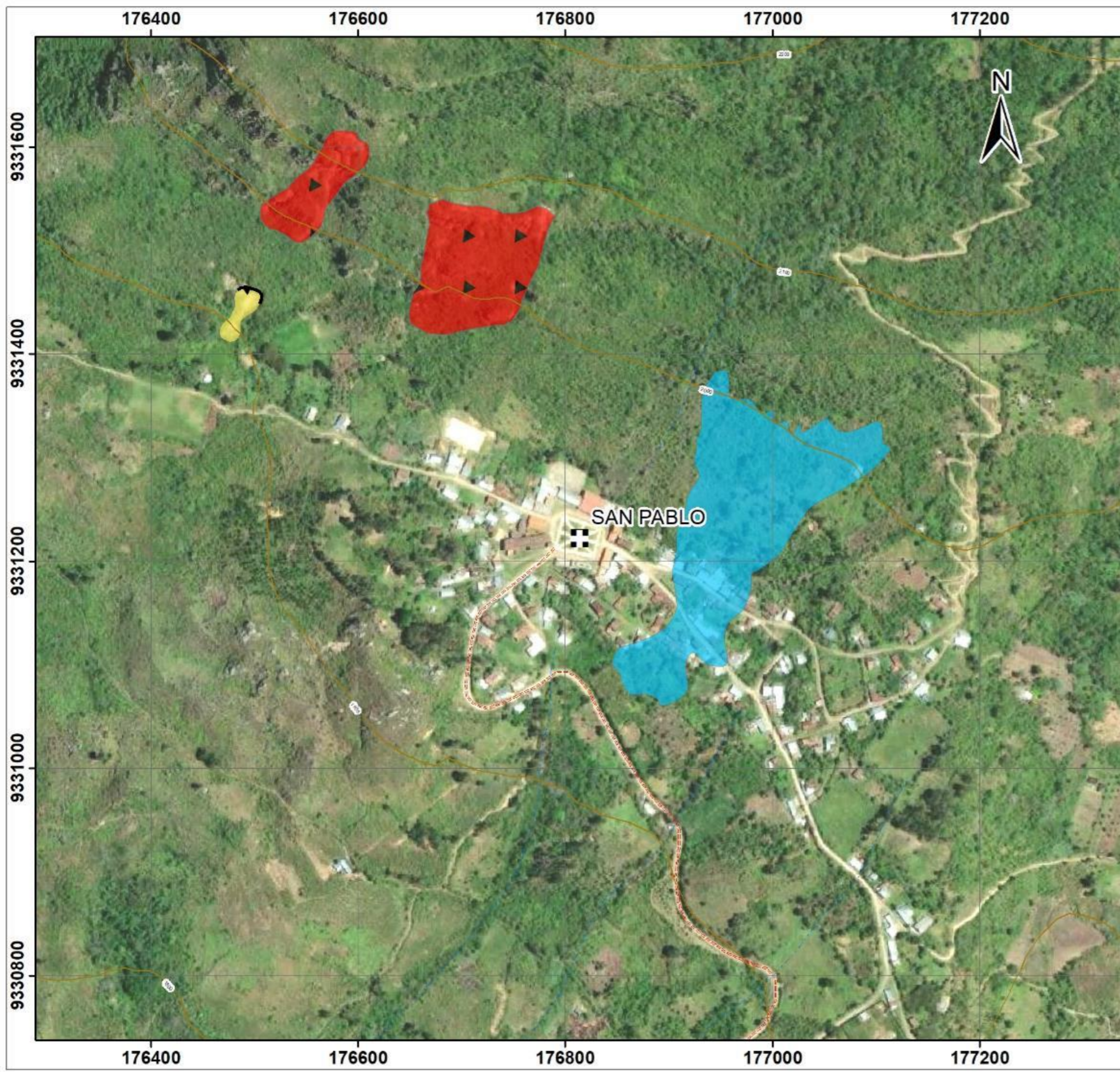
**PELIGROS GEOLÓGICOS CARTOGRAFIADOS**

- Caída de rocas
- Deslizamiento
- Flujo de detritos y lodos




SECTOR ENERGÍA Y MINAS  
**INGEMMET**  
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO  
 Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico

**EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL**

<b>PELIGROS GEOLÓGICOS TINGORBAMBA</b>	<b>MAPA 6.3</b>
Escala: 1/5,000 Datum: WGS84 Zona: 18S Versión digital: Año 2021 Impreso: Julio 2021	



**LEYENDA**

-  Centros Poblados
-  Curvas índice
-  Quebrada secundaria
-  Trocha carrozable

**PELIGROS GEOLÓGICOS CARTOGRAFIADOS**

-  Caída de rocas
-  Inundación pluvial
-  Deslizamiento

  
 SECTOR ENERGÍA Y MINAS  
**INGEMMET**  
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO  
 Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico

**EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL**

<b>PELIGROS GEOLÓGICOS SAN PABLO</b>	<b>MAPA 6.4</b>
Escala: 1/3,500 Datum: WGS84 Zona: 18S Versión digital: Año 2021 Impreso: Julio 2021	

## ANEXO 2: GLOSARIO

### A2.1. Deslizamiento

Según la Guía para Evaluación de Amenazas de Movimientos en Masa en la Región Andina (PMA, 2007), los deslizamientos son movimientos ladera abajo de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla, o de una delgada zona en donde ocurre una gran deformación cortante (figura 32).

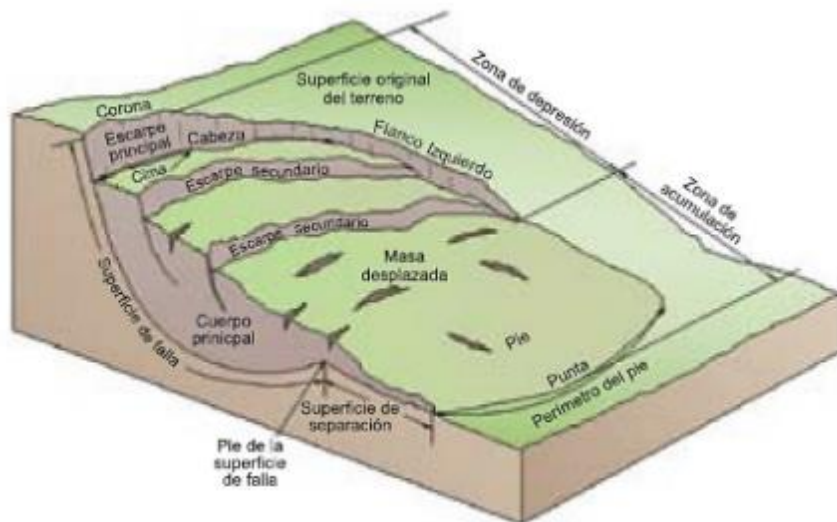


Figura 32. Diagrama de bloque de un deslizamiento (WP/WLI, 1990).

### A2.2. Flujo

Según Varnes (1978), un flujo 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 un deslizamiento o una caída.

#### Flujo de detritos (Debris flows)

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 (figura 33).

Sus depósitos tienen rasgos característicos como albardones o diques longitudinales, canales en forma de u, trenes de bloques rocosos y grandes bloques individuales. Los flujos de detritos desarrollan pulsos usualmente con acumulación de bloques en el frente de onda. Como resultado del desarrollo de pulsos, los caudales pico de los flujos de detritos pueden exceder en varios niveles de magnitud a los caudales pico de inundaciones grandes. Esta característica hace que los flujos de detritos tengan un alto potencial destructivo.



Figura 33. (a) Flujos de detritos, Cuenca del río Checras, Lima, Perú (Fotografía L. Fidel). (b) Flujos de detritos Tambo de Viso, Departamento de Lima, Perú, enero 16 de 1998.

### A2.3. Caída de rocas

Son un tipo de movimiento en masa, en el cual uno o varios bloques de suelo o roca se desprenden de la ladera (figura 34). Una vez desprendido, el material cae desplazándose principalmente por el aire pudiendo efectuar golpes, rebotes y rodamiento (Varnes, 1978). El movimiento es muy rápido a extremadamente rápido (Cruden y Varnes, 1996), es decir velocidades mayores a 50 mm/s.

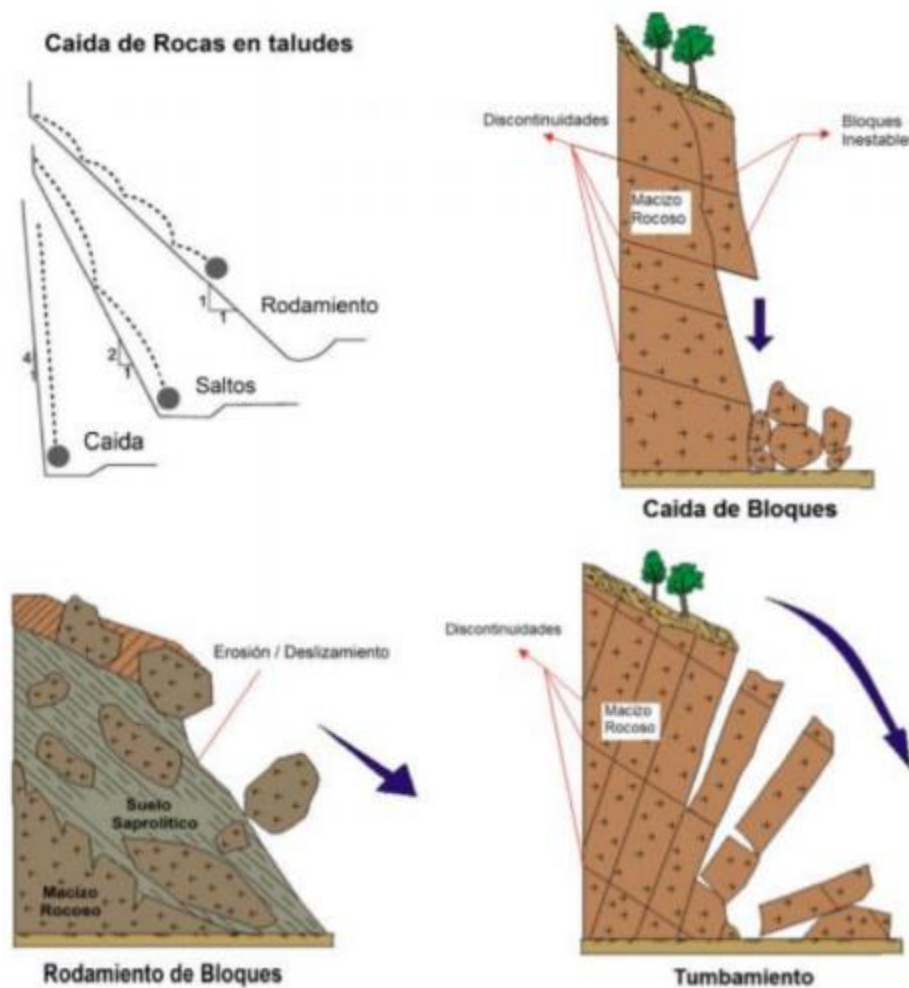


Figura 34. Tipos de movimientos de los bloques sobre el talud, dependiendo de la pendiente y origen (Fuente: Modificado de Pimentel, 2011).

## ANEXO 3: ALTERNATIVAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN

### A3.1. Banquetas

En la parte inferior de un talud, la descarga y velocidad del agua superficial aumentan, causando el incremento de las fuerzas de socavación. En este caso, la velocidad de la corriente puede reducirse al proporcionar una banqueta casi horizontal a la mitad del talud, o la concentración de agua superficial en la parte inferior del talud puede prevenirse al construir una zanja en la banqueta para drenar el agua hacia afuera del talud. La banqueta también puede usarse como acera para inspección o como andamio para reparación.

Por lo tanto, las banquetas deben diseñarse tomando en cuenta la dificultad de inspeccionar y reparar, la pendiente del talud, la altura de corte, los suelos del talud, los costos y otras condiciones (figura 35).

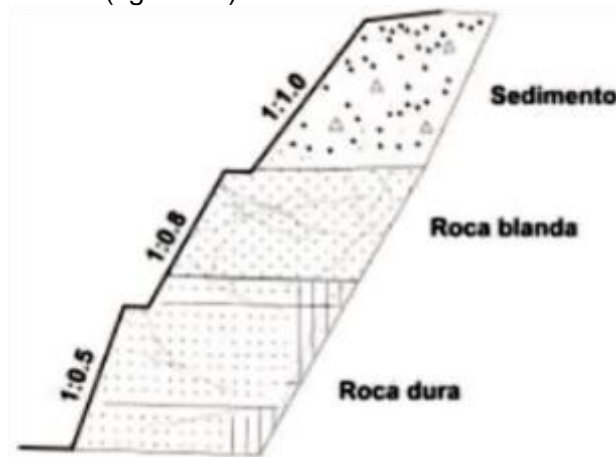


Figura 35. Condiciones de terreno y forma de taludes (JICA, 2004).

### A3.2. Uso de vegetación

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

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



**Factores que aumentan la estabilidad del talud:**

1. Intercepta la lluvia
2. Aumenta la capacidad de infiltración
3. Extrae la humedad del suelo
5. Las raíces refuerzan el suelo, aumentando la resistencia al esfuerzo cortante
6. Anclan el suelo superficial a mantos más profundos
7. Aumentan el peso sobre el talud
8. Trasmiten al suelo la fuerza del viento
9. Retienen las partículas del suelo disminuyendo la susceptibilidad a la erosión



**Figura 36.** Ladera con evidencias de deslizamientos que deben reforestarse.

**A3.3. Mallas ancladas**

Es un sistema de protección frente a desprendimientos rocosos o que cubre la superficie afectada del talud/ladera por medio de una malla de alambre de acero galvanizado de triple torsión, reforzada con anclajes cortos dispuestos en una grilla que, además, se vinculan diagonal y perimetralmente por los extremos con cables de acero (figura 37). Debe tenerse en cuenta que los anclajes de mallas protegen de la caída de bloques superficiales, pero no representan estabilidad para el caso de fallas de bloques grandes o movimientos de grandes masas de suelo o roca.

Todos estos elementos poseen recubrimiento anticorrosivo salvo los elementos de anclaje (bulones intermedios, los anclajes superiores, tuerca y placas de anclaje).



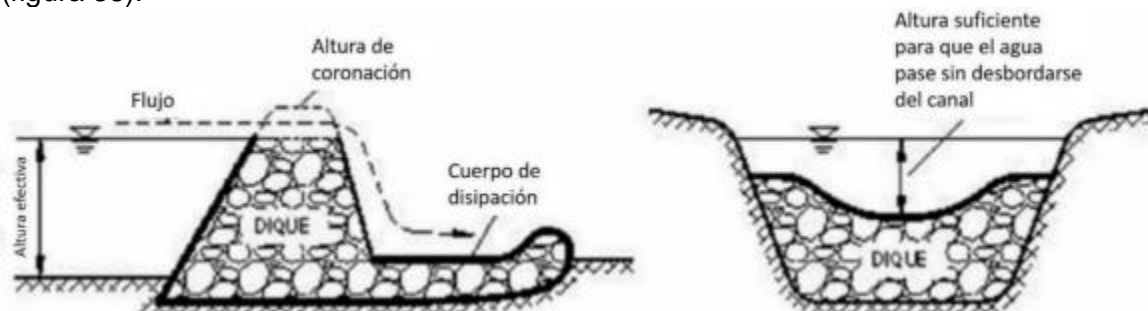
**Figura 37.** Control de caída de rocas utilizando mallas ancladas.

Las mantas de malla ancladas pueden utilizarse para impedir el movimiento de bloques pequeños (menos de 0.6 a 1 m de diámetro) o masas subsuperficiales delgadas de roca. Sin embargo, en ocasiones las mallas ayudan a atenuar el movimiento de grandes bloques.

En principio la malla anclada actúa como una membrana alrededor de la masa o bloque inestable; a su vez pueden ser reforzadas con cables, los cuales se amarran a los anclajes.

### A3.4. Disipadores de energía

Es preciso disipar la energía en zonas de ocurrencia de flujos de detritos (huaico) y reducir el volumen de los materiales acarreados; para ello es necesario conocer la cantidad de material que será trasladado por el flujo y con esa información construir estructuras transversales al eje del cauce, en forma de diques, orientados a la disipación de energía y la retención de la mayor cantidad posible de materiales, sólidos o líquidos, (figura 38).



**Figura 381.** Condiciones de terreno y forma de taludes (JICA, 2007).

En caso se realice la construcción de infraestructuras viales como puentes, será necesario implementar obras que aseguren la protección de una adecuada infraestructura, anclada a rocas competentes, determinada por estudios geotécnicos y la supervisión de especialistas.

### Muros de contención

El propósito de una estructura de contención es el resistir las fuerzas ejercidas por la tierra contenida, y transmitir esas fuerzas en forma segura a la fundación o a un sitio por fuera de la masa analizada de movimiento. En el caso de un deslizamiento de tierra el muro ejerce una fuerza para contener la masa inestable y transmite esa fuerza hacia una cimentación o zona de anclaje por fuera de la masa susceptible de moverse. Las deformaciones excesivas o movimientos de la estructura de contención o del suelo a su alrededor deben evitarse para garantizar su estabilidad (Díaz, 1998).

### Tipos de Estructura

Existen varios tipos generales de estructura, y cada una de ellas tiene un sistema diferente de transmitir las cargas (figura 39).

### Muros masivos rígidos

Son estructuras rígidas, generalmente de concreto, las cuales no permiten deformaciones importantes sin romperse. Se apoyan sobre suelos competentes para transmitir fuerzas de su cimentación al cuerpo del muro y de esta forma generar fuerzas de contención.

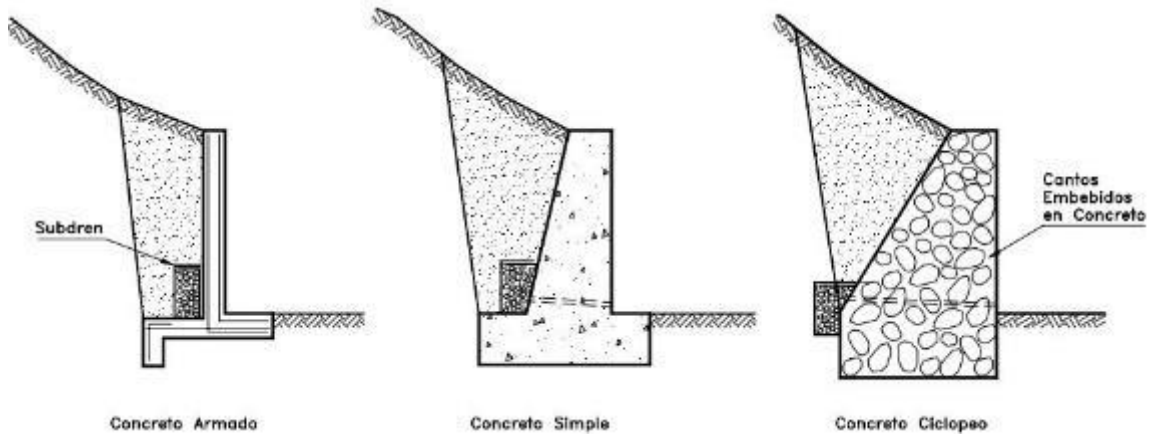


Figura 39. Esquema de muros rígidos (Díaz, 1998).

**Ventajas y desventajas de los diversos tipos de muro rígido**

Muro	Ventajas	Desventajas
Reforzado	Los muros de concreto armado pueden emplearse en alturas grandes (superiores a diez 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 antieconómicos en alturas muy grandes y requieren de formaletas especiales. Su poco peso los hace inefectivos 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 su apariencia exterior.	Se requiere una muy buena fundación y no permite deformaciones importantes, se necesitan cantidades grandes de concreto y un tiempo de curado, antes de que puedan trabajar efectivamente. Generalmente son antieconómicos para alturas de más 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.	El concreto ciclópeo (cantos de roca y concreto) no puede soportar esfuerzos de flexión grandes.