SECTOR ENERGÍA Y MINAS

INGEMMET

INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico Nº A7217

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR FLUJOS DE DETRITOS, INUNDACIONES Y EROSIONES FLUVIALES EN LOS SECTORES DE POROYO, MANZANO, HUARICHACA Y MOLINO

Departamento Huánuco

Provincia Pachitea

Distrito Molino

ENERO

2022

VERSIÓN N° 001 CARÁTULA DE INFORME TÉCNICO - INGEMMET / 04.01.19

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR FLUJOS DE DETRITOS, INUNDACIONES Y EROSIONES FLUVIALES EN LOS SECTORES DE POROYO, MANZANO, HUARICHACA Y MOLINO

(Distrito Molino, provincia Pachitea, departamento Huánuco)

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

Equipo de investigación:

Norma L. Sosa Senticala
Mauricio A. Núñez Peredo

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2022). "Evaluación de peligros geológicos por flujos de detritos, inundaciones y erosiones fluviales en los sectores de Poroyo, Manzano, Huarichaca y Molino, distrito Molino, provincia Pachitea, departamento de Huánuco", informe técnico N°A7217, Ingemmet.46.p.

ÍNDICE

RESUMEN **1**
DEFINICIONES **2**
1. INTRODUCCIÓN **3**
1.1. Objetivos del estudio 3
1.2. Antecedentes y trabajos anteriores 4
1.3. Aspectos generales 6
1.3.1. Ubicación 6
1.3.2. Accesibilidad 6
1.3.3. Clima 8
2. ASPECTOS GEOLÓGICOS **9**
2.3. **Unidades litoestratigráficas** 9
2.3.1. **Complejo del Marañón** 9
2.3.2. **Depósitos cuaternarios** 10
3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS **11**
3.1. **Pendientes del terreno** 11
3.2. **Unidades geomorfológicas** 11
3.2.1. **Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional** 12
3.2.2. **Geoformas de carácter tectónico depositacional y agradacional** 13
4. PELIGROS GEOLÓGICOS Y/O GEOHIDROLÓGICOS **16**
4.1. **Peligros geológicos por movimientos en masa** 16
4.2. **Flujo de detritos en el sector Molino (D)** 17
4.2.1. **Características visuales del Flujo de detritos** 21
4.2.2. **Factores condicionantes** 21
4.2.3. **Factores detonantes o desencadenantes** 21
4.2.4. **Daños por peligros geológicos** 21
4.3. **Inundación en el sector Manzana (A)** 22
4.3.1. **Características visuales de Inundación fluvial** 26
4.3.2. **Factores condicionantes** 26
4.3.3. **Factores desencadenantes** 26
4.3.4. **Daños generados** 26
4.4. **Inundación y erosión fluvial en el sector Huarichaca (B)** 27
4.4.1. **Inundación** 27
4.4.2. **Erosión fluvial** 29
4.4.3. **Características visuales del evento** 30
4.4.4. **Factores condicionantes** 30

4.4.5. **Factores detonantes o desencadenantes** 30
4.4.6. **Daños generados** 30
4.5. **Inundación en el sector Poroyo (C)** 30
4.5.1. **Características visuales del evento** 34
4.5.2. **Factores condicionantes** 34
4.5.3. **Factores detonantes o desencadenantes** 34
4.5.4. **Daños generados** 34
5. CONCLUSIONES **35**
6. RECOMENDACIONES **36**
7. BIBLIOGRAFÍA **37**
ANEXO 1: MAPAS **38**
ANEXO 2: MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN **46**

RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa, realizado en los sectores de Poroyo, Manzano, Huarichaca y Molino, que pertenecen a la jurisdicción de la Municipalidad Distrital de Molino, provincia Pachitea, región Huánuco. Con este trabajo, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – Ingemmet, cumple con una de sus funciones que consiste en brindar asistencia técnica de calidad e información actualizada, confiable, oportuna y accesible en geología en los tres niveles de gobierno.

Las unidades litoestratigráficas que afloran en los alrededores de las zonas evaluadas corresponden a rocas de origen metamórfico del complejo del Marañón, compuestas de esquistos de color gris a gris oscuro, muy fracturadas, con espaciamientos muy próximas entre sí, aberturas algo abiertas y altamente meteorizadas. Los sectores antes mencionados, se encuentra asentadas sobre depósitos cuaternarios aluviales (asociado principalmente a terrazas, susceptibles a inundación fluvial), conformadas por una mezcla heterogénea de bolones, gravas y arenas, redondeadas a subredondeadas; limos y arcillas; de permeabilidad media a alta.

Las geoformas identificadas según su origen tectónico degradacional y erosional (montañas en rocas metamorficas) y depositacional y agradacional principalmente originada por procesos denudativos y erosionales que afectan las geoformas anteriores y configuran geoformas de piedemonte (vertiente coluvial) y planicies (terrazas aluviales). Se considera que el principal factor condicionante que originan la ocurrencia de peligros geológicos por movimientos en masa y geohidrológicos es la pendiente del terreno que va desde 0° - 5°.

En el sector Molino, se identificaron movimientos en masa, tipo flujo de detritos; mientras que en Poroyo, Manzano y Huarichaca, se presentan geohidrológicos tipo inundación y erosión fluvial. Eventos que destruyeron y afectaron viviendas; zonas agrícolas, tuberías de agua potable; así como pone en peligro viviendas, gaviones y puentes de concreto debido al estrechamiento del cauce principal.

Por las condiciones geodinámicas (movimientos en masa y geohidrologicos), geológicas (tipo de roca y suelo de mala calidad geotécnica), configuración geomorfológica (terrenos con pendiente llana a moderada); los sectores de Molino y Manzano se consideran con **Peligro Muy Alto**, Huarichaca y Poroyo como **Peligro Alto**. De igual forma, se considera como **Zonas Críticas** a los sectores mencionados.

Finalmente, en este informe, se brinda algunas recomendaciones que se consideran importante tomar en cuenta, como descolmatar y limpiar periódicamente de los cauces de los ríos Tirish Huanca, Panao, Cuchimachay, Chinchaycocha, Manzano y Cochato; así mismo realizar trabajos de sensibilización a los pobladores en temas de peligros geológicos y gestión de riesgo a fin de minimizar las ocurrencias y daños que pueden ocasionar los procesos identificados.

DEFINICIONES

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

PELIGROS GEOLÓGICOS	Son procesos o fenómenos geológicos que podrían ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud. Daños a la propiedad, pérdida de medios de sustento y servicios, transtornos sociales y económicos o daños materiales. Pueden originarse al interior (endógenos) o en la superficie de la tierra (exógenos). Al grupo de endógenos pertenecen los terremotos, tsunamis, actividad y emisiones volcánicas; en los exógenos se agrupan los movimientos en masa (deslizamientos, aludes, desprendimientos de rocas, derrumbes, avalanchas, aluviones, huaicos, flujos de lodo, hundimientos, entre otros), erosión e inundaciones.
MOVIMIENTOS EN MASA	Son procesos que incluyen todos aquellos movimientos ladera abajo, de una masa de rocas o suelos por efectos de la gravedad. Los tipos más frecuentes son: caídas, deslizamientos, flujos, vuelcos, expansiones laterales, reptación de suelos, entre otros. Existen movimientos extremadamente rápidos (más de 5 m por segundo) como avalanchas y/o deslizamientos, hasta extremadamente lentos (menos de 16 mm por año) a imperceptibles como la reptación de suelos.
SUSCEPTIBILIDAD	Está definida como la propensión o tendencia de una zona a ser afectada o hallarse bajo la influencia de un proceso de movimientos en masa determinado.
INUNDACIÓN	Son caudales o niveles de agua por encima de lo normal, que cubren áreas de terreno que de otra forma permanecerían secas.
FLUJOS	Es un tipo de movimiento en masa que durante su desplazamiento exhibe un comportamiento semejante al de un fluido; puede ser rápido o lento, saturado o seco. En muchos casos se originan a partir de otro tipo de movimiento, ya se deslizamiento o una caída. Estos pueden ser canalizados (flujos de detritos o huaicos) y no canalizados (avalanchas).
EROSIÓN FLUVIAL	Se define como trabajo continúo que realizan las aguas corrientes sobre la superficie terrestre y se realiza en forma de arranque del material, abrasión fluvial, corrosión y atrición fluvial.

Fuente: Ingemmet, 2006.

1. INTRODUCCIÓN

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

Atendiendo la solicitud de la Municipalidad Distrital de Molino, según Oficio N° 225-2021-MDM/A, es en el marco de nuestras competencias que se realiza una evaluación de peligros geohidrológicos como inundación fluvial, que podría afectar viviendas ubicadas en las márgenes de los ríos Manzano y Panao; así como, un puente peatonal de madera y otros dos de concreto (uno de ellos en construcción).

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet designó a los ingenieros Norma Sosa Senticala y Mauricio Núñez Peredo, realizar la evaluación de peligros geológicos respectiva, la cual se realizó el 24 de julio del 2021, en coordinación con representantes del área de Gestión de Riesgos de Desastres de la Municipalidad Distrital de Molino.

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

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

1.1. Objetivos del estudio

El presente trabajo tiene como objetivos:

a) Evaluar y caracterizar peligros geológicos ocurrido en los sectores de Poroyo, Manzano, Huarichaca y Molino, eventos que comprometen la integridad física de las personas, viviendas y sus medios de vida en la zona de influencia del evento.

b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes de la ocurrencia de peligros geológicos y geohidrológicos.

c) Emitir las recomendaciones pertinentes para la reducción o mitigación de los daños que pueden causar los peligros geológicos y geohidrológicos identificados.

1.2. Antecedentes y trabajos anteriores

Existen trabajos previos y publicaciones del Ingemmet, que comprenden (informes técnicos) y otros estudios regionales relacionados a temas de geología y geodinámica externa (boletines), de los cuales destacan los siguientes:

A) Boletín N° 34, Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica: "Estudio de Riesgos Geológicos en la Región Huánuco (Zavala, B. & Vílchez, M., 2006). Este contiene el inventario de peligros geológicos en la región Huánuco, en el cual se registra un total de 840 ocurrencias; de los cuales, los flujos de detritos (17.8%) y la erosión fluvial e inundaciones (11.3%) representan la mayor recurrencia en la zona de estudio.

   Así mismo, se muestra el mapa regional de susceptibilidad a inundación y erosión fluvial, a escala 1:300 000, donde los sectores de Poroyo, Manzano, Huarichaca y Molino se localizan en zonas de susceptibilidad media, (figura 1). Entendiéndose, la susceptibilidad a inundación y erosión fluvial, como la propensión que tiene una determinada zona a ser afectada por procesos geohidrológicos (inundaciones, generalmente combinadas con procesos de erosión fluvial.), expresado en grados cualitativos y relativos.

   Por último, los autores reconocen al sector Manzano como un área afectada por inundaciones, la cual fue considerada en el inventario de peligros geológicos de la región Huánuco, donde los causas o factores principales son la pendiente del terreno, la morfología, las precipitaciones pluviales intensas y la dinámica fluvial; que puede afectar viviendas y terrenos de cultivo.

B) Boletín N° 75, Serie A, Carta Geológica Nacional: "Geología de los cuadrángulos de Huánuco" (Quispesivana, L. 1996). En este boletín se describen las unidades litoestratigráficas aflorantes en la zona de estudio y alrededores; así como la dirección de estructuras principales e interpretaciones geológicas.

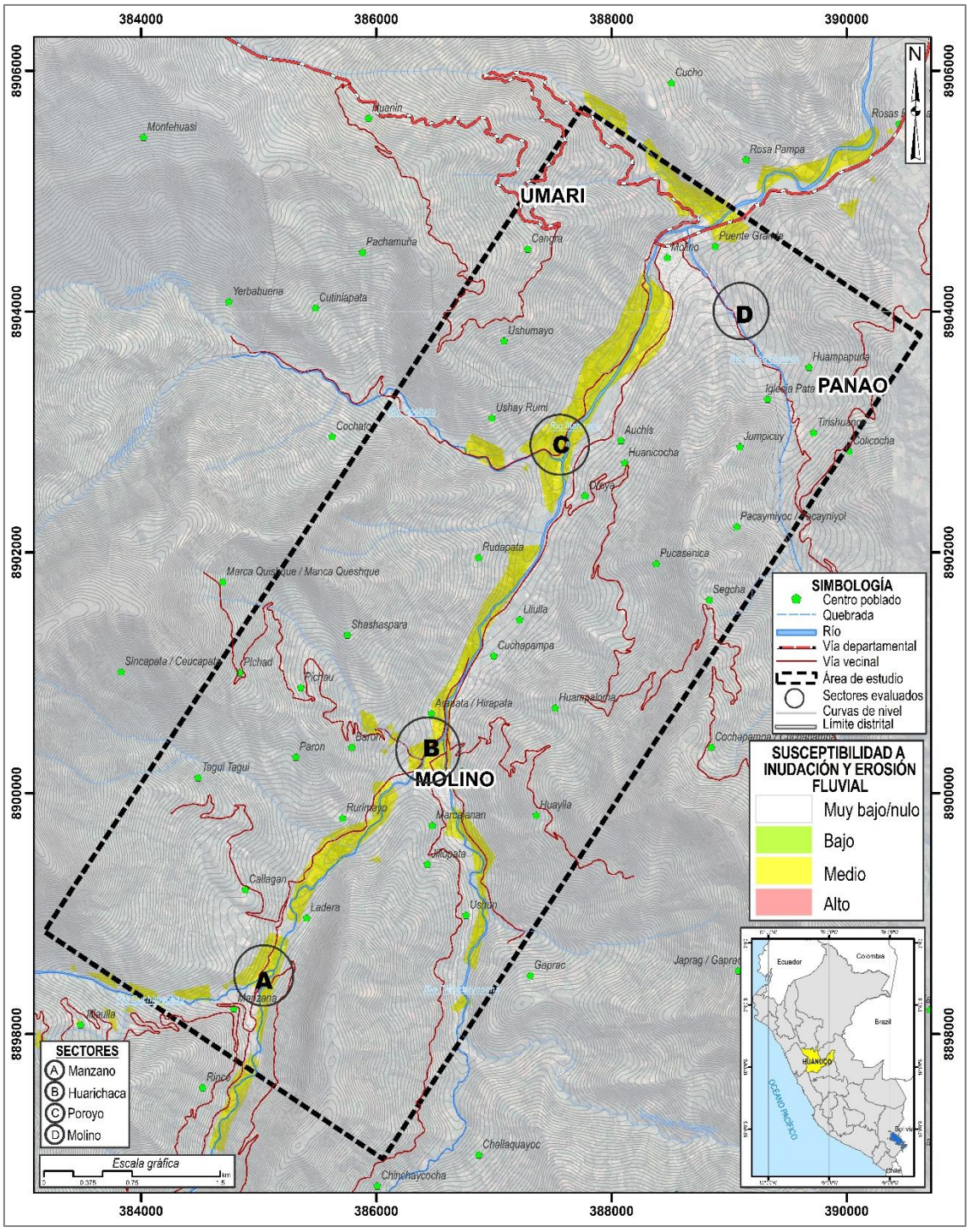


Figura 1: Susceptibilidad a inundación y erosión fluvial de los sectores de Poroyo, Manzano, Huarichaca y Molino (Fuente: Zabala & Vílchez, 2006).

1.3. Aspectos generales

1.3.1. Ubicación

Los sectores de Poroyo, Manzano, Huarichaca y Molino políticamente pertenece al distrito de Molino, provincia de Pachitea, departamento Huánuco (figura 2), se encuentra ubicado en las siguientes coordenadas UTM (WGS84 – Zona 18S):

Cuadro 1. Coordenadas de los sectores evaluados.

Sectores	***UTM - WGS84 - Zona 18L***		***Geográficas***	
	Este	*Norte*	*Latitud*	*Longitud*
Manzano	8898389	385028	-9.96	-76.04
Huarichaca	8900259	386394	-9.94	-76.03
Porroyo	8902756	387517	-9.92	-74.02
Molino	8903951	388999	-9.91	-76.01
COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA O EVENTO PRINCIPAL				
Molino	8903951	388999	-9.91	-76.01

Según el Censo Nacional 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas, la población censada del sector de Molino es de 2931 habitantes distribuidos en un total de 768 viviendas particulares, de las cuales 747 se encuentran ocupadas y 21 desocupadas.

1.3.2. Accesibilidad

El acceso se realizó por vía terrestre desde la oficina central de Ingemmet (Lima), hasta el sector de Molino (Huánuco) y demás sectores evaluados, mediante la siguiente ruta, (cuadro 2):

Cuadro 2. Ruta de acceso.

Ruta	**Tipo de vía**	**Distancia (km)**	**Tiempo estimado**
Lima – Canta	Asfaltada	113	3 horas 11 min
Canta – Ambo	Asfaltada	239	5 horas 38 min
Ambo – Huánuco	Asfaltada	25.1	1 hora 02 min
Huánuco – Molino	Afirmada	59.5	1 hora 40 min

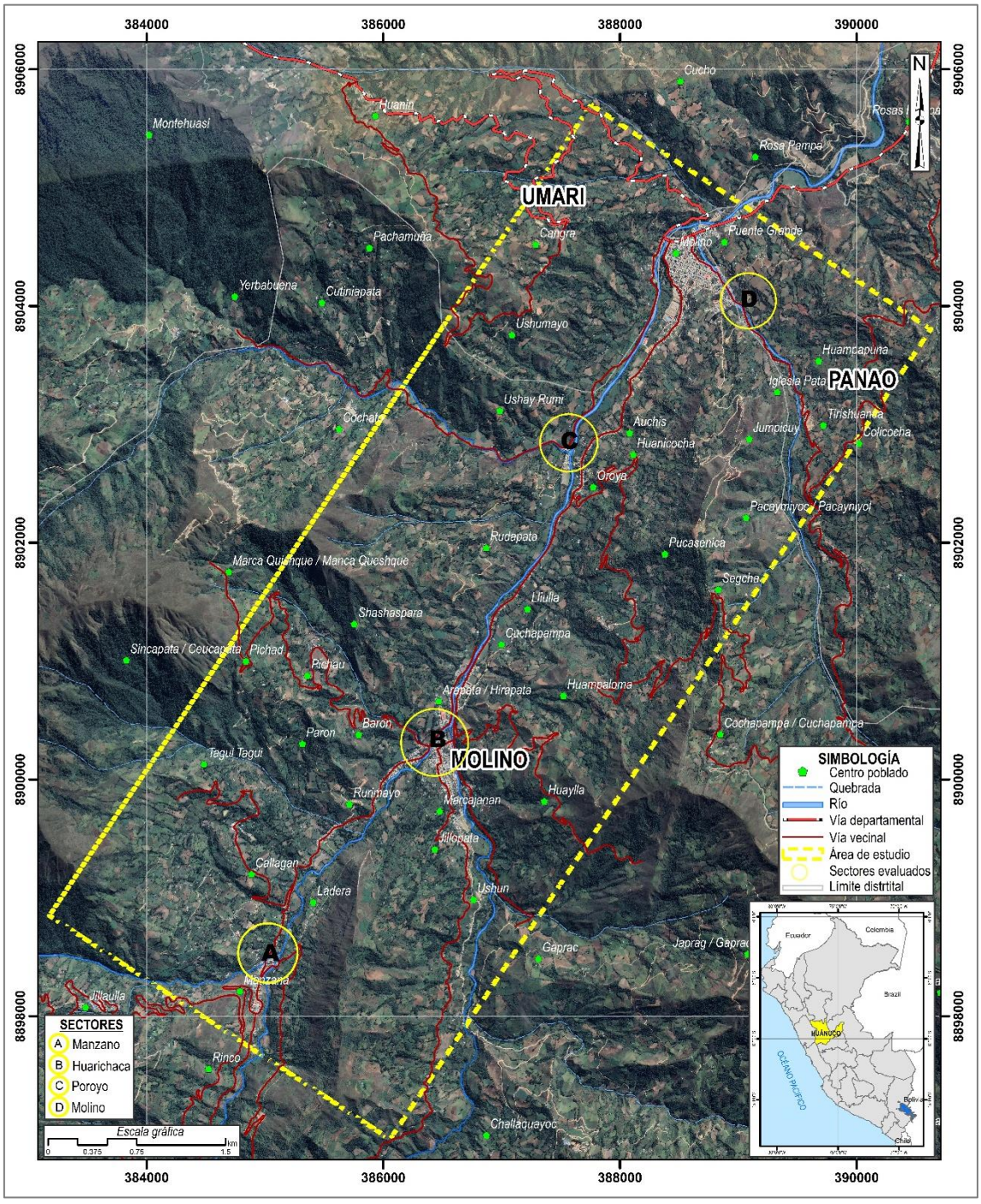


Figura 2: Ubicación de los sectores de Poroyo, Manzano, Huarichaca y Molino y alrededores.

1.3.3. Clima

El clima en el distrito de Molino está marcado por dos estaciones bien definidas: El estío entre mayo y setiembre, caracterizada por días soleados y noches semifrío; y la lluviosa, entre octubre y abril, con precipitaciones abundantes y pico en diciembre de hasta 38.2 mm.

Haciendo una búsqueda de información local, y de acuerdo a la clasificación climática de Thornthwaite (SENAMHI, 2020), El Molino y alrededores está influenciada por un clima semifrío, lluvioso, con deficiencia de lluvias en otoño e invierno, con humedad relativa calificada como húmeda.

La precipitación pluvial es variable y está vinculada estrechamente a la altitud. La precipitación promedio anual, registrada en la estación pluviométrica de Huánuco, (SENAMHI) en los últimos 5 años, de 24 mm. Así mismo, las lluvias son de carácter estacional, es decir, se distribuyen muy irregularmente a lo largo del año, siendo el mes de junio, el más seco con 3.6 mm de lluvia y el mes de diciembre, alcanza su pico, con un máximo de 24.8 mm, (figura 3).

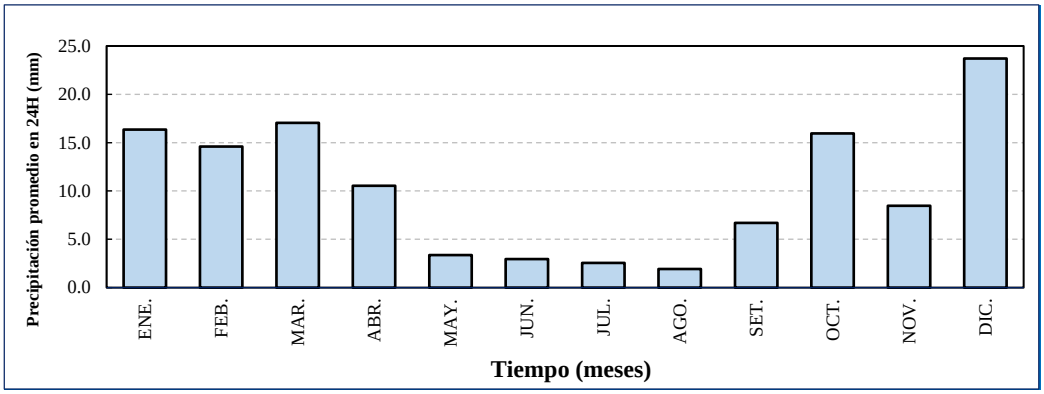


Figura 3. Precipitación promedio anual (periodo 2017-2021), distribuidas a lo largo del año para el distrito de Molino. **Fuente:** Estación Huánuco - SENAMHI.

La temperatura anual oscila entre máxima de 32.6°C en verano y mínima de -6.1°C en invierno. Presenta una humedad de 64.9% durante casi todo el año.

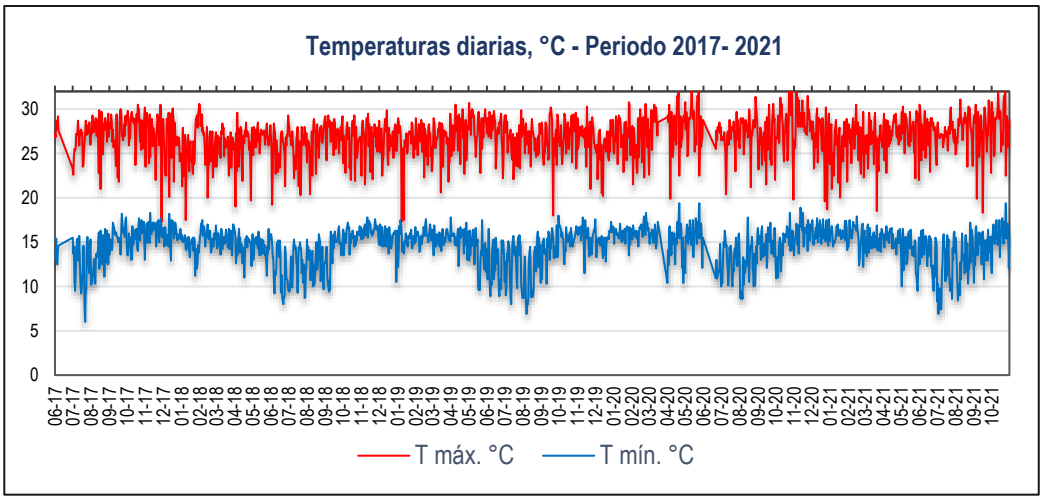


Figura 4. Temperaturas máximas y mínimas diarias, distribuidas a lo largo del periodo: 2017 – 2021, para el distrito de Molino. **Fuente:** Estación Huánuco, SENAMHI.

2. ASPECTOS GEOLÓGICOS

La geología del área de estudio se desarrolló teniendo como base el mapa geológico del cuadrángulo de Huánuco, 20-k, escala 1:100,000, así como la información contenida en el Boletín N° 75: “Geología del cuadrángulo de Huánuco” (Quispesivana, L., 1996), publicados por Ingemmet.

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

2.3. Unidades litoestratigráficas

Las unidades litoestratigráficas que afloran en la zona evaluada y alrededores, son principalmente de origen metamórfico del complejo del Marañón (esquistos y gneis); así como, depósitos recientes coluvial, fluvial y aluvial, (anexo 1 – mapa 01).

2.3.1. Complejo del Marañón

Esquistos

Los esquistos se exponen en gran parte del área de estudio, ocupando casi la totalidad de la serie metamórfica del complejo Marañón. Según Quispesivana, (1996), se trata de micaesquistos, de color gris a gris oscuro y en algunos casos se encuentran asociados a venillas de cuarzo, concordante con la esquistosidad.

Geomecánicamente, estas rocas presentan una resistencia de 25-50 Mpa, catalogada como baja (valor estimado manualmente con el martillo de geólogo); así mismo, se encuentras muy fracturadas (F4), con espaciamientos muy próximas entre si (0.05 a 0.30 m) y aberturas algo abiertas (0.1-1.0 mm); además se encuentran moderadamente meteorizadas (A3), es decir, menos de la mitad del material rocoso esta descompuesto o desintegrado a suelo.

Fotografía 1. Substrato rocoso conformado por micaesquistos, de color gris a gris oscuro del Complejo Marañón. Estas rocas se presentan muy fracturas y moderadamente meteorizadas.

Gneis

Los afloramientos de estas rocas se encuentran al suroeste del área de estudio. Estas rocas se constituyen como las más antiguas de la zona, presentándose a manera de franjas alargadas y comprende gneis de micas-cuarzo-plagioclasas.

Geomecánicamente estas rocas se encuentran moderadamente meteorizadas y medianamente fracturas.

2.3.2. Depósitos cuaternarios

Depósito coluvial (Q-cl):

Son aquellos depósitos que se encuentran acumulados al pie de laderas, como material del escombro constituido por fragmentos rocosos angulosos heterométricos y de naturaleza litológica homogénea. Los depósitos de esta unidad carecen de relleno, son sueltos sin cohesión, conformando taludes de reposo poco estables.

Depósito aluvial (Q-al):

Son depósitos no consolidados a semi-consolidados, estos últimos por acumulación de material transportado por los ríos Manzano y Panao. Este depósito corresponde a una mezcla heterogénea de bolones, gravas y arenas, redondeadas a subredondeadas, así como limos y arcillas; estos materiales tienen selección de regular a buena, presentándose niveles y estratos diferenciados que evidencian la actividad dinámica fluvial. Su permeabilidad es media a alta y se asocia principalmente a terrazas, susceptibles a la erosión fluvial.

Depósito fluvial (Q-fl):

Constituyen los materiales ubicados en el cauce de los ríos Manzano y Panao, terrazas fluviales y llanura de inundación. Están constituidos por cantos y gravas subredondeadas en matriz arenosa o limosa, mezcla de lentes arenosos y areno-limosos; son depósitos inconsolidados a poco consolidados hasta sueltos, fácilmente removibles, (fotografía 2).

Fotografía 2. Depósitos fluviales inconsolidados y fácilmente removibles, ubicados en el cauce del río Manzano.

3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

3.1. Pendientes del terreno

La pendiente, es uno de los principales factores dinámicos y particularmente de los movimientos en masa, ya que determinan la cantidad de energía cinética y potencial de una masa inestable (Sánchez, 2002), es un parámetro importante en la evaluación de procesos de movimientos en masa, como factor condicionante.

En el anexo 1 – mapa 02, se presenta el mapa de pendientes, elaborado en base a información del modelo de elevación digital de 12.5 m de resolución (USGS), donde los sectores evaluados y alrededores se encuentran entre los rangos de pendientes que van desde llano (0°-1°) a modera (5°-15°). Estos rangos de pendiente son el resultado de una intensa erosión y desgaste de la superficie terrestre, cuyas características principales se describen en el cuadro 3:

Cuadro 3. Rango de pendientes del terreno.

RANGOS DE PENDIENTES		
Pendiente	**Rango**	**Descripción**
0°-1°	Llano	Comprende terrenos planos de las zonas de altiplanicie, extremos más distales de abanicos aluviales y torrenciales, bofedales, terrazas, llanuras de inundación fondos de valle y lagunas. Los sectores de Poroyo y Molino se asientan en un porcentaje mínimo sobre este rango.
1°a 5°	Inclinación suave	Terrenos planos con ligera inclinación que se distribuyen también a lo largo de fondos de valles, planicies y cimas de lomadas de baja altura, también en terrazas aluviales y planicies, los sectores de Manzano, Huarichaca, Poroyo y Molino se asientan en este rango.
5°a 15°	Moderado	Los sectores de Manzano y Molino en sus márgenes presentan terrenos con moderada pendiente, se ubican principalmente al pie de las laderas de las montañas, a su vez, estas inclinaciones condicionan la erosión de laderas en las vertientes.
15°a 25°	Fuerte	Pendientes que se distribuyen indistintamente en las laderas de las colinas, lomadas y montañas.
25°a 45°	Muy fuerte	Se encuentran en laderas de montañas metamórficas. En este rango de pendiente, generalmente se registran procesos de erosión en cárcava y en los cortes de taludes pueden ocurrir deslizamientos, derrumbes o caídas de rocas.
>45°	Muy escarpado	Ocupa áreas muy reducidas, distribución a lo largo de laderas, cumbres de colinas y montañas sedimentarias, así como en quebradas donde existe erosión cárcava.

Fuente: Ingemmet 2017.

3.2. Unidades geomorfológicas

Para la caracterización de las unidades geomorfológicas en el área de estudio (anexo 1 – mapa 03), se consideraron criterios de control como: la homogeneidad litológica y

caracterización conceptual en base a aspectos del relieve en relación a la erosión, denudación y sedimentación. (Vilchez, M., et al, 2019).

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

3.2.1. **Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional**

Resultan del efecto progresivo de los procesos morfodinámicos degradacionales sobre los relieves iniciales originados por la tectónica o sobre algunos paisajes construidos por procesos exógenos agradacionales, estos procesos conducen a la modificación parcial o total de estos a través del tiempo geológico y bajo condiciones climáticas cambiantes (Villota, 2005). Así en el área evaluada se tienen:

3.2.1.1. Unidad de montañas

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

a) Subunidad de montañas en rocas metamórficas (RM-rm):

Corresponde a las cadenas montañosas en donde procesos denudativos (fluvio-erocionales y glaciar) afectaron rocas metamórficas, estas montañas son antiguas y tienen buena exposición alrededor de la zona evaluada. Litológicamente corresponde a rocas metamórficas del Complejo Marañón (Esquistos y gneis).

Presentan laderas con pendiente moderadas a fuertes de cumbres redondeadas a agudas que fueron afectadas por actividad, formando valles, (figura 1 y 2). El patrón de drenaje es paralelo a subdendrítico, con valles en forma de U, sus laderas varían en pendientes moderadas (5°a 15°) a fuerte (15° a 25°). Geodinámicamente asociadas a deslizamientos, flujos y derrumbes.

Figura 5. Vista con dirección al suroeste del sector Manzana, donde se observa montañas del Complejo Marañón, ubicadas entre las coordenadas UTM 8897980N, 384614 E, con una altitud de 2723 m s.n.m

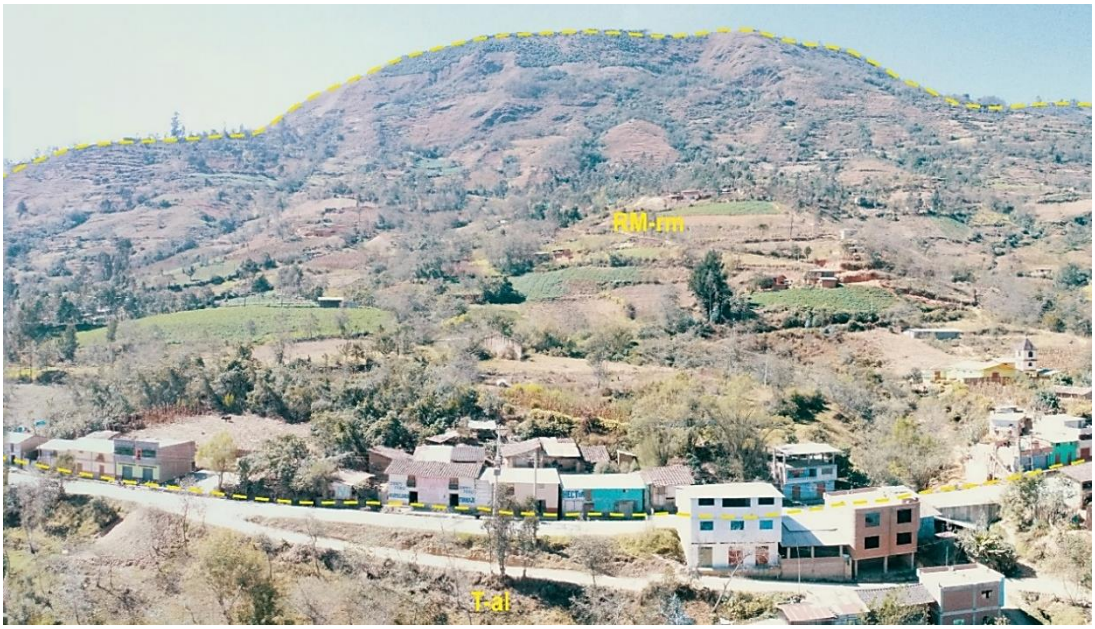


Figura 6. Vista al noreste del sector Poroy, donde se observa montañas del Complejo Marañón, ubicadas entre las coordenadas UTM 8902252 N, 388384 E con una altitud de 2671 m s.n.m.

3.2.2. **Geoformas de carácter tectónico depositacional y agradacional**

Están representadas por las formas de terreno resultados de la acumulación de materiales provenientes de los procesos denudativos y erosionales que afectan las geoformas anteriores. Se tienen las siguientes unidades y subunidades:

3.2.2.1. Unidad de Piedemonte

Estas geoformas son resultado del conjunto de procesos geomorfológicos constructivos, determinados por fuerzas de desplazamiento, como por agentes móviles, tales como: el agua de escorrentía, los glaciares, las corrientes marinas, las mareas y los vientos, los cuales tienden a nivelar hacia arriba la superficie de la tierra, mediante el depósito de materiales solidos resultantes de la denudación de terrenos más elevados. Se identificó la siguiente subunidad:

a) Subunidad de vertiente coluvial (V-co):

Unidad formada por la acumulación de materiales de origen coluvial (acarreados y acumulados por efecto de la gravedad). Se encuentran interestratificados y no es posible separarlos como unidades individuales, estos se acumulan al pie de laderas de montañas o acantilados de valles.

Se pueden asociar geodinámicamente a la ocurrencia de movimientos en masa de tipo deslizamiento, movimientos complejos, reptación de suelos, avalancha de detritos y flujos de detritos. Los principales agentes formadores son los procesos de erosión de suelos, la gravedad, las lluvias y el viento.

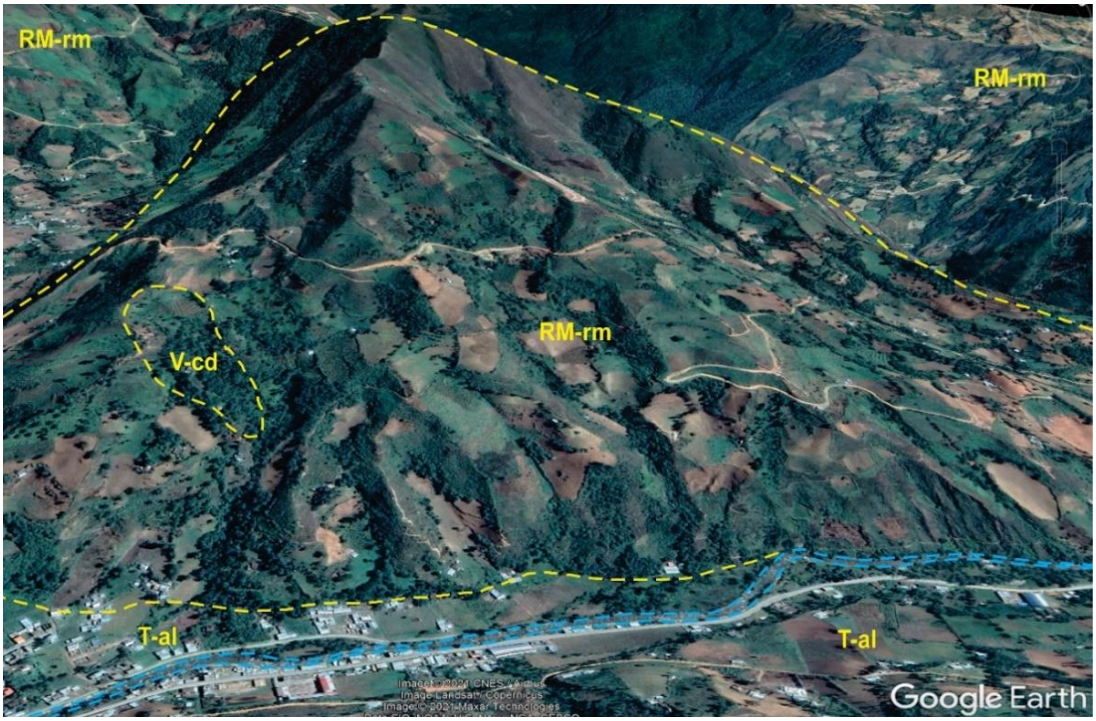


Figura 7. Vista con dirección al oeste, donde se puede apreciar en la parte media dirección al este, donde se aprecia la subunidad de montañas en roca metamórfica (RM-rm) ubicado en la parte media la subunidad de vertiente coluvio deluvial (V-cd), en la parte baja las terrazas aluviales, sobre la cual se asienta el sector Huarichaca.

3.2.2.2. Unidad de Planicie

Son superficies que no presentan un claro direccionamiento, ya que provienen de la denudación de antiguas llanuras agradacionales o del aplanamiento diferencial de anteriores cordilleras, determinado por una acción prolongada de los procesos denudacionales.

a) Subunidad de Terraza aluvial (T-al)

Son porciones de terreno que se encuentran dispuestas a los costados de la llanura de inundación o del lecho principal de un río, a mayor altura, representan niveles antiguos de sedimentación fluvial, los cuales han sido disectados por las corrientes como consecuencia de la profundización del valle, (pendiente menor a 5°). Sobre estos terrenos se construyeron las viviendas y se desarrollan actividades agrícolas, (figura 8).

b) Subunidad de terraza fluvial (T-fl)

Conformado por gravas y arenas mal seleccionadas en matriz areno limosa. Se le puede apreciar en el curso de los ríos Tirish Huanca, Manzano y Panao, Molino y Cochato, formando parte de la llanura de inundación, así como de las terrazas fluviales; son del Cuaternario.

c) Cauce del río (Río)

Dentro de esta unidad se reúne los cuerpos de agua de origen natural (ríos), los

cuales tienen dimensiones representables a la escala de trabajo (figura 9), así también se consideran dentro de esta unidad las terrazas aluviales que se encuentran próximas a estos ríos.

Figura 8. Terrazas aluviales en ambas márgenes del río Cuchimachay, ubicadas al suroeste del sector Manzano, y sobre las cuales se asientan algunas viviendas.

Figura 9. Vista tomada con el dron, donde se aprecia el río manzano y en sus márgenes las unidades de terrazas aluviales y montañas de rocas metamórficas.

4. PELIGROS GEOLÓGICOS Y/O GEOHIDROLÓGICOS

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

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

Los peligros por movimientos en masa y geoohidrológicos identificados en los cuatro sectores inspeccionada y sus alrededores corresponden a los tipos de flujos de detritos, inundaciones y erosiones fluviales respectivamente (Cuadro 4 y anexo 1 – mapas 04, 05, 06 y 07).

4.1. Peligros geológicos por movimientos en masa

Para la caracterización de los eventos geodinámico, se realizó en base a la información obtenida de los trabajos de campo, en donde se identificaron los tipos de movimientos en masa a través del cartografiado geológico y geodinámico, basado en la observación y descripción morfométrica in situ, la toma de datos GPS, fotografías a nivel de terreno y del levantamiento fotogramétrico con dron, de donde se obtuvo un modelo digital de terreno y un ortomosaico con una resolución de 0.15 y 0.08 cm por pixel, respectivamente. Esta información se complementó con el análisis de imágenes de satélite.

En los sectores evaluados se han identificado y caracterizado los siguientes peligros geológicos:

Cuadro 4: Sectores evaluados.

CÓDIGO	SECTOR	TIPO DE PELIGRO	PELIGRO ESPECIFICO	COORDENADAS UTM		
				Norte	Este	Cota (m s.n.m)
A	Manzano	Geohidro_lógico	Inundación	8898389	385028	2545
B	Huarichaca		Inundación/ Erosión fluvial	8900259	386394	2455
C	Poroyo		Inundación	8902756	387517	2386
D	Molino	Movimientos en masa	Flujo de detritos (Huaico)	8903951	388999	2437

Como factor desencadenante y detonante de los eventos del 2019, se atribuye a las lluvias de enero del año en mención, que generó desborde del río y procesos de erosión fluvial en los sectores A, B y C; así como flujo de detritos (huaico) en el sector D.

4.2. Flujo de detritos en el sector Molino (D)

Dentro del perímetro del distrito de Molino, se identificó la ocurrencia de flujos de detritos (huaico) de diferentes volúmenes.

Los flujos de detritos son acarreados de cárcavas activas que se encuentran ubicadas entre los cerros Silla y Llachoc Punta. Los depósitos fueron desplazados por el río Tirish Huanca, cruzando el sector de Molino y desembocando al río Panao. El evento que se generó el 26 de enero del 2019, afectó directamente al barrio Santa Rosa.

Aguas arriba se evidencia material depositado por el huaico, el cual está compuesto de bloques de hasta 1.2 m, arenas, gravas y limos. Así mismo se evidenció la construcción de muros de contención en tramos de 25 m aguas arriba, (figura 10) y de 30 m aguas abajo, con alturas promedio de 2.5 m.

En la figura 11 se puede apreciar el estrechamiento del cauce de 11.5 a 7 m; además en el puente de concreto de 13 m de ancho y 2 m de alto, los estribos se encuentran colmatos por el mismo material detritico, haciendo que el pase por debajo del puente sea muy estrecho, (figuras 12 y 13).

Se observan tres viviendas de adobe afectadas,(figura 14); ubicadas a la margen derecha del río Tirish Huanca; en las siguientes coordenas UTM:

Cuadro 5: Localización UTM de 03 viviendas afectadas.

GRADO DE AFECTACIÓN	COORDENAS UTM		
	Norte	Este	Cota
Vivienda colapsada	8904050	389018	2424 m s.n.m
Vivienda reconstruida	8904037	389031	
Vivienda afectada	8904027	389040	

Por otro lado, se observa que en la margen izquierda del Tirish Huanca, los pobladores se encuentran depositando desmontes, basura y el vertiendo aguas servidas al cauce, el cual además de dar inestabilidad al sector, están impactando al medio ambiente (figura 15).

Figura 10. Vista tomada con el dron con fecha 24 de julio del 2021, que permite delimitarlos depósitos de flujos de detritos, que cruza por el sector Molino.

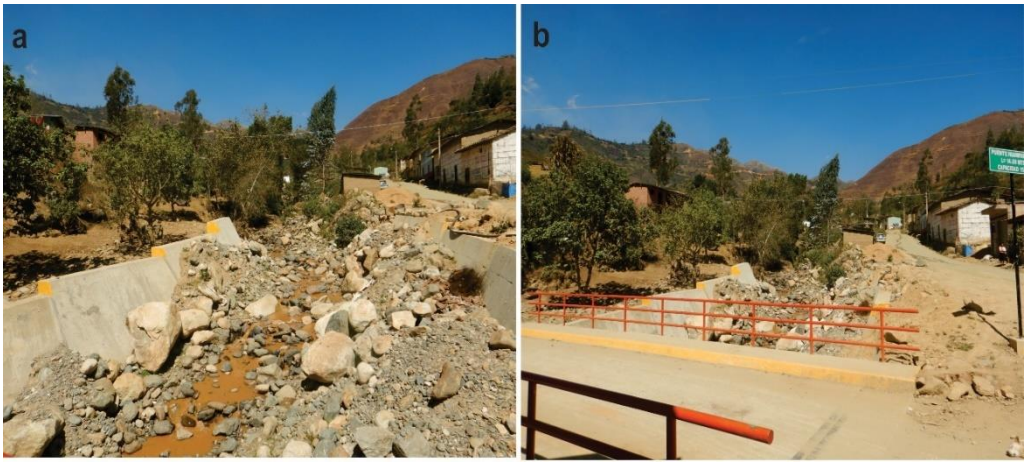


Figura 11. Vista con dirección al sur, donde se observa el material depositado por el huaico, y el estrechamiento del cauce entre 11.5 a 7 m.

Figura 12. Vista con dirección al norte, en la cual se puede observar que algunos propietarios estrecharon el cauce principal.

Figura 13. Se observan las dimensiones del cauce; así como del puente de concreto que cruza el río Tirish Huanca.

Figura 14. Vista de las viviendas afectadas; así como del material del huaico depositado en la margen derecha del cauce.

Figura 15. a) Material de desmonte depositado en las márgenes del río, b) Desmontes y residuo sólidos y c) tubería por donde están discurriendo aguas servidas hacia el río Tirish Huanca

4.2.1. Características visuales del Flujo de detritos

- Forma: Cono/abanico
- Dimensión:
  - Área: 40.040.10 m^2
  - Altura: 1 a 2.3 m
- Tamaño de clastos: Bloques 40%, grabas 35%, arenas 25%
- Flujo de material: No canalizado
- Distancia recorrida: 1650 m aproximadamente.

4.2.2. Factores condicionantes

- Pendientes variables de suave (1° a 5°) a moderada (5°a 15°).
- Configuración geomorfológica agradacional (abanico de piedemonte), sobre la cual se observa mayor frecuencia de erosión de laderas y movimientos en masa.
- Litología conformada por arenas, gravas y rocas (esquistos) que fueron rodados aguas abajo y las cuales se encuentran muy fracturadas y altamente meteorizadas.

4.2.3. Factores detonantes o desencadenantes

- PRECIPITACIONES: Lluvias intensas y/o excepcionales con picos de 24.8 mm entre los meses de diciembre a marzo, que saturan los terrenos y los desestabilizan.

4.2.4. Daños por peligros geológicos

El huaico generó y puede generar los siguientes daños por el evento y probables

a) Destrucción de 02 casas (01 reconstruida).
b) Afectó 01 casa.
c) Podría afectar el puente debido al estrechamiento del cauce.
d) Ambientales: Pérdida de árboles y matorrales ubicados en ambas márgenes del cauce.
e) Probables: Podría afectar 12 viviendas, ubicadas a la margen derecha, y nivel del cauce.

4.3. **Inundación en el sector Manzana (A)**

Evento suscitado el 26 de enero del 2019, según registros de daños de INDECI.

Caracterizado por el desborde del cauce, del río Cuchimachay, que sobrepasó el puente de concreto de 2 m de altura y 7 m de longitud, situado entre las coordenadas UTM 8898464 N, 384994 E, con una altitud de 2551 m s.n.m.

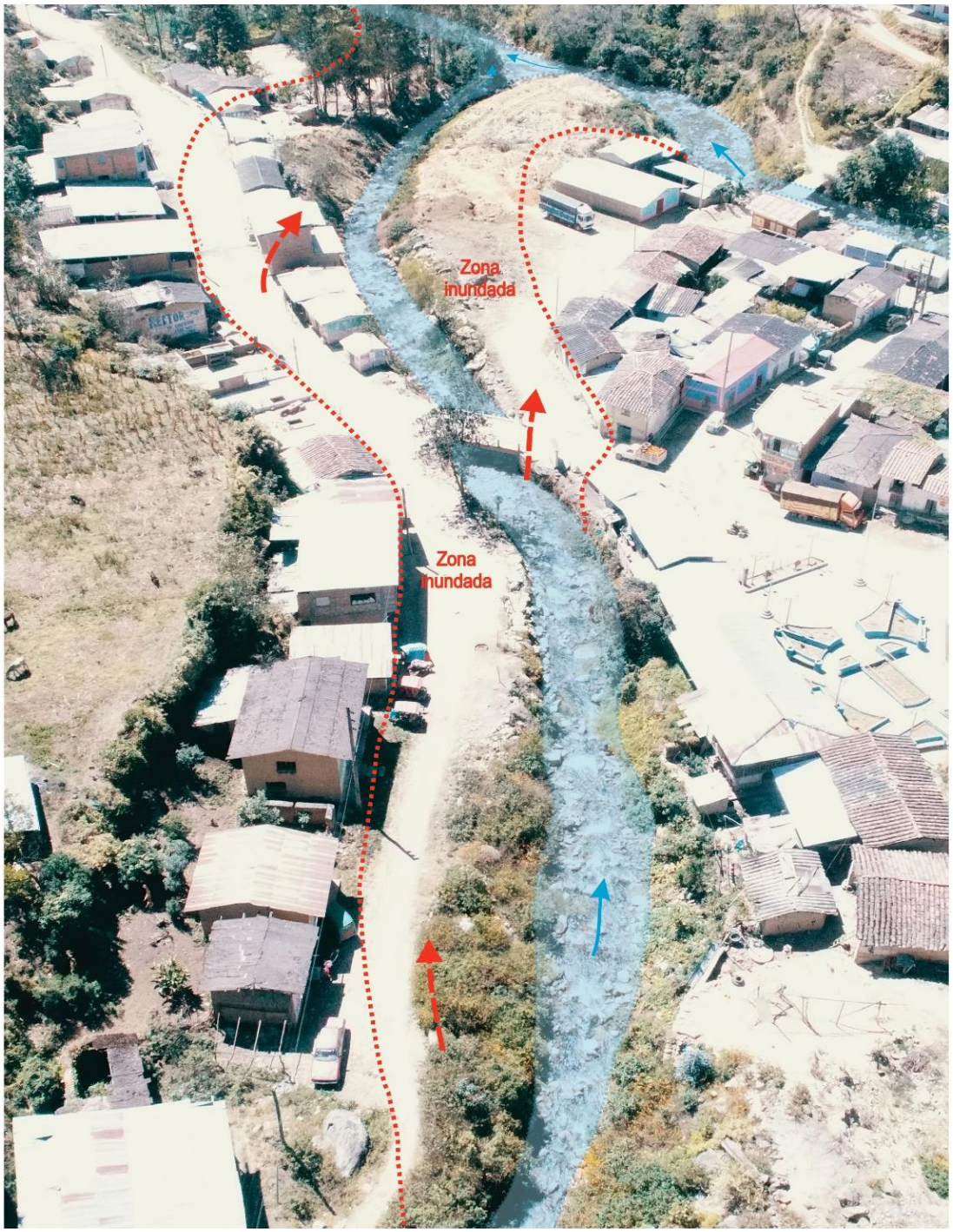


Figura 16. Fotografía tomada con el dron, señalando altura de cauce y desborde de los ríos (delimitado con puntos separados de color naranja). Obsérvese el río Manzano intersecar con el río Cuchimachay

Figura 17. a) El cauce del río tiene un ancho de 8 m, por donde cruza un puente de concreto por donde desbordo el río Cuchimachay, b) Vista con dirección aguas arriba se observa viviendas en la margen derechas dos de estas colapsaron producto de la inundación y la antigüedad de la vivienda; actualmente fueron reconstruidas, c) Vista aguas abajo donde se puede observar el desnivel del suelo, la margen izquierda presenta una pendiente más alta.

A manera de fuente de ocurrencia histórica, en el Estudio de Riesgos Geológico en la Región Huánuco (2006), se identificó y registró con Codigo:66142, un flujo de detritos; en el cual señalan que dicho evento podría afectar las viviendas de las localidades de Manzana y Callagan. Evidencias de este evento, se acota la presencia de un bloque de 2 x 2.5 m. ubicado aún costado del puente, (fotografía 3).

Fotografía 3. Se observó un bloque de 2 x 2.5 m. ubicado a un costado del puente, según informan los pobladores esta fue rodada años atrás cuando se desbordo el río. Se ubica entre las coordenadas UTM 8898343 N, 385027 E con una altitud de 2541 m s.n.m.

Figura 18. Rastros o huellas del nivel que llegó a alcanzar el desborde del río Cuchimachay, con alturas de hasta 45 cm.

Figura 19. Se observó que en el río Manzano se están construyendo un nuevo puente, en donde se puede notar que los estribos de dicho puente están reduciendo más el cauce.

Figura 20. Vista donde se puede observar viviendas próximas al cauce, las mismas que en temporadas de lluvia son afectadas.

Figura 21. a) Vista donde se observa parte de una vivienda colpasada, actualmente deshabitada, b) Vivienda reconstruida ambas ubicadas en la margen izquierda del río Manzano.

4.3.1. **Características visuales de Inundación fluvial**

- Dimensión:
  - Área de inundación: 34.010.10 m2
  - Altura de inundación: 45cm
- Tamaño de fragmentos de roca en el cauce del río: Bloques 45%, gravas 35%, arenas 20%
- Distancia recorrida en forma longitudinal: 1005 m aproximadamente.

4.3.2. **Factores condicionantes**

- Pendiente del cauce de inclinado con pendiente suave (1° a 5°) a moderada (5°a 15°).
- Configuración geomorfológica del área (terraza aluvial), en esta unidad se asienta la mayoría de las viviendas del sector Manzano.
- Litología conformada por arenas, gravas y rocas (esquistos) las que fueron rodados aguas abajo, las que se encuentran muy fracturadas y altamente meteorizadas.

4.3.3. **Factores desencadenantes**

- PRECIPITACIONES: Lluvias intensas y/o excepcionales con picos de 24.8 mm entre los meses de diciembre a marzo, que aumentan el caudal del río.

4.3.4. **Daños generados**

La inundación género y podría generar los siguientes daños:

a) Destruyó 05 viviendas (actualmente reconstruidas).
b) Afectó 12 viviendas

c) Probables: Podría afectar dos puentes de concreto y un peatonal, por el estrechamiento del cauce.
d) Ambiental: Afectó algunos árboles y matorrales ubicados en ambas márgenes del cauce.

4.4. Inundación y erosión fluvial en el sector Huarichaca (B)

4.4.1. Inundación

El evento que se generó el 26 de enero del 2019, provocó el desborde del río Chinchaycocha, que sobrepasó el puente con una altura de 40 cm e inundo el puente (coordenadas UTM 8898464 N, 384994 E altitud 2551 m s.n.m). En este sector, el río presenta un ancho de 8m, y una pendiente baja (1° a 5°).

El desborde afectó 6 viviendas ubicadas en las márgenes; así como el centro educativo antiguo de Huarichaca; esta última estructura se encuentra ente 1 a 5 m del río.

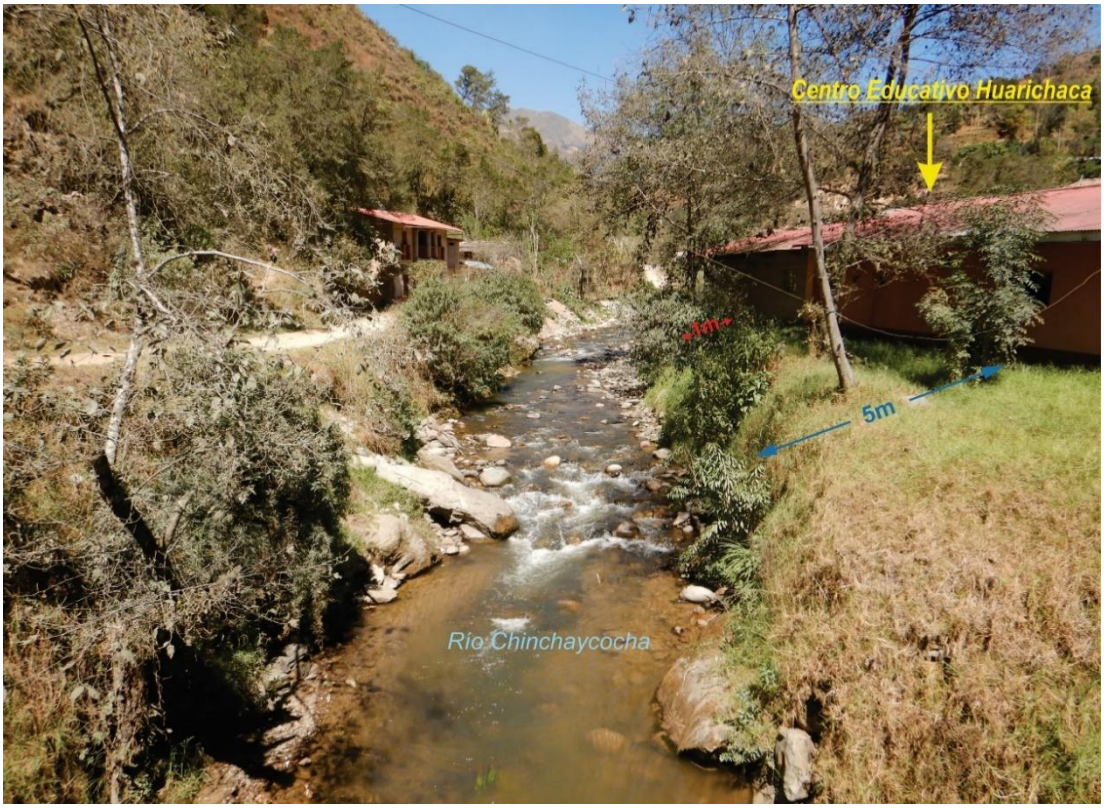


Figura 22. Vista del centro educativo Huarichaca y algunas viviendas ubicadas en la ribera del río Chinchaycocha.

Figura 23. Se observa enrocado rustico en la margen izquierda del río Chinchaycocha.

Fotografía 3. Tubería de agua potable afectado; actualmente fue reparado y continua en uso.

4.4.2. **Erosión fluvial**

Observado en la margen izquierda del río Chinchaycocha en un tramo aproximado de 23 m, con coordenadas referenciales UTM 8900232 N,386578 E a una altitud de 2460 m s.n.m. (figura 24); a 1.5 m de la trocha carrozable y del centro educativo antiguo de Huaricocha.

Figura 24. Erosión fluvial en la margen izquierda del río Chicnhaycocha.

4.4.3. Características visuales del evento

- Dimensión:
  - Área de inundación 4.501.10 m2
  - Altura de inundación: 40 cm
- Tamaño de clastos: Bloques 50%, grabas 25%, arenas 25%.
- Distancia recorrida: 365 m aproximadamente.

4.4.4. Factores condicionantes

- Pendiente pronunciada de la ladera, de inclinado con pendiente suave (1° a 5°).
- Configuración geomorfológica del área (terraza aluvial), en esta unidad se asienta algunas viviendas y un centro educativo.
- Litología conformada por arenas, gravas y rocas (esquistos) las que fueron rodados aguas abajo, las que se encuentran muy fracturadas y altamente meteorizadas.

4.4.5. Factores detonantes o desencadenantes

- PRECIPITACIONES: Lluvias intensas y/o excepcionales de 24.8 mm entre los meses de diciembre a marzo, que saturan los terrenos y los desestabilizan.

4.4.6. Daños generados

a) Afectó 06 viviendas (ubicadas en las márgenes del río)
b) Afectó el centro educativo antiguo de Huarichaca
c) Afectó tubería del agua potable 9 m aprox.
d) Podría afectar el puente de concreto Huarichaca.
e) Afectó algunos árboles y matorrales ubicados en ambas márgenes del cauce.

4.5. Inundación en el sector Poroyo (C)

Ocurrido por el desborde del río Cochano, que sobrepasó el puente de concreto ubicado entre las coordenadas UTM 8902771 N, 387548 E a una altitud de 2384 m s.n.m, (figura 25).

Afectó siete viviendas ubicadas en la margen izquierda del río Cochano ubicadas a menos de 2 m del cauce, las cuales presentan enrocado de forma rustica de 8 m en la margen izquierda y muros de contención en un tramo de 10 m en ambas márgenes, la margen derecha del río presenta cultivos de papa (figura 26).

Entre las coordenadas UTM 8902773 N, 387536 N, con una altitud de 3283 m s.n.m. se evidenció el colapso de una vivienda; actualmente se encuentra en reconstrucción (figura 27).

Figura 25. a) Vivienda afectada por el desborde del río, según indica personal de GRD de la Municipalidad distrital de Molino, este llegó a 20 cm, sobrepasando el puente de concreto. b) Puente de 8 m de ancho, 1.8 m de alto, c) Trocha carrozable por donde se desplazó el desborde del río Cochano el cual intersecta con el río Manzano.

Figura 26. Se observa colapso del enrocado producto del desborde del río.

Figura 27. Vivienda en construcción a menos de 2 m del cauce. Es importante destacar que este sector no presenta muro de contención como se puede apreciar en la figura.

Figura 28. a) La inundación sobrepaso el puente del sector, b) En la margen izquierda del río Cochato se observa gaviones; los cuales fueron instaladas post inundación; c) Intersección de los ríos Cochato y Manzano.

4.5.1. Características visuales del evento

El desborde del río presenta las siguientes características y dimensiones:

- Dimensiones:
  - Área de inundación 1,677.25 m2
  - Altura de inundación 15 cm.
- Tamaño de los fragmentos de roca: Bloques 45%, gravas 35%, arenas 20%
- Distancia recorrida: 140 m aproximadamente

4.5.2. Factores condicionantes

- Pendiente del cauce con pendiente suave (1° a 5°).
- Configuración geomorfológica del área (terraza aluvial), en esta unidad se asienta algunas viviendas y cultivos.
- Depósitos conformados por arenas, gravas y bloques (esquistos) las que fueron rodados aguas abajo.

4.5.3. Factores detonantes o desencadenantes

PRECIPITACIONES: Lluvias intensas y/o excepcionales de 24.8 mm entre los meses de diciembre a marzo, saturaron y desestabilizaron el terreno.

4.5.4. Daños generados

a) Afectó 07 viviendas (ubicadas en la margen izquierda).
b) Podría afectar un puente de concreto.
c) Podría afectar los gaviones ubicados en la margen izquierda.
d) Afectó algunos árboles y matorrales ubicados en ambas márgenes del cauce.

5. CONCLUSIONES

1) El 26 de enero del 2019; a las 15.10 pm, se produjo lluvias intensas que ocasionaron el incremento y desborde de los ríos Tirish Huanca, Panao, Cuchimachay, Chinchaycocha, Manzano y Cochato, trayendo consigo inundaciones y erosiones fluviales en los sectores Huarichaca, Poroyo, Manzano y flujos de detritos en el Molino.

2) Los peligros geológicos identificados corresponden a movimientos en masa de tipo flujo de detritos en el sector **Molino**; inundación y erosión fluvial en el sector **Manzano** y geohidrológicos como inundación y erosión fluvial; el sector de **Huarichaca** presenta inundación y erosión fluvial; en el sector de **Poroyo** se generó inundación.

3) En junio del 2019 se realizaron trabajos de rehabilitación como descolmatación y limpieza de algunos tramos de los ríos en los sectores de Molino y Manzano.

4) Las unidades litoestratigráficas que afloran en los sectores evaluados y alrededores, son de origen metamórfico conformado por el Complejo Marañón; moderadamente meteorizadas (A3), espaciamientos regular entre fracturas (F3); así como depósitos recientes aluvial y coluvial, los cuales se presentan muy susceptibles hacer removidos y generar material que alimenta flujos de detritos y cauces de ríos principales.

5) Las geoformas identificadas corresponden a montañas en rocas metamórficas, piedemonte (vertiente o piedemonte coluvial), y terraza aluvial de pendientes llana (0°-1°) a moderada (5°-15°), condicionan los flujos y erosiones fluviales.

6) Se considera como factor desencadenante las precipitaciones pluviales, ocurridas entre los meses de diciembre a mazo, teniendo a enero como el mes con umbrales críticos de (indicar la precipitación asociada al evento del 26 de enero).

7) Los sectores de Molino y Manzano presentan **Peligro Muy Alto**, mientras que Manzano y Poroyo **Peligro Alto**; por lo que se les considera como **Zonas Críticas**, con probabilidades de reactivaciones de movimientos en masa y geohidrologicos.

6. RECOMENDACIONES

1) **Descolmatación y limpieza periódica de** los cauces de los ríos Tirish Huanca, Panao, Cuchimachay, Chinchaycocha, Manzano y Cochato.

2) Restringir construcciones de nuevas viviendas u otros tipos de infraestructuras; próximos al cauce de los ríos, especialmente de los cuatro sectores evaluados.

3) Realizar trabajos de dragadas los ríos Tirish Huanca y Manzano, se deben construir defensas ribereñas, con la finalidad de darles una mayor protección a las viviendas que se ubican en la parte rivereña.

4) Reubicar las15 viviendas ubicadas en las márgenes de los ríos, Tirish Huanca y Cuchimachay en los sectores Molino (10) y Manzano (05).

5) Prohibir y hacer prevalecer las sanciones por arrojo de desmonte y basura a los ríos Tirish Huanca, Molino, Manzano, ya que colmata y contamina la red hídrica.

6) Para la zona de erosión fluvial, del río Chinchaycocha (margen izquierda), del sector Huarichaca; se debe construir un enrocado o defensa ribereña diseñada según su morfología del cauce y dinámica del río, requiriéndose estudios específicos e ingenieriles al respecto.

7) Las medidas propuestas en el informe deben ser realizadas por un especialista idóneo, de lo contrato estos eventos podrían seguir con su actividad y afectar nuevamente a la infraestructura.

8) Realizar trabajos de sensibilización con los pobladores de la zona en temas de peligros geológicos y gestión del riesgo de desastres, para que estén preparados y sepan cómo actuar ante la ocurrencia de este tipo de eventos que pueden afectar su seguridad física.

Norma Luz Sosa Senticala
Especialista en peligros geológicos
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico

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

7. BIBLIOGRAFÍA

Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI (2017) – Directorio Nacional de Centros Poblados. Censos Nacionales 2017: XII de Población; VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. (Consulta: Junio 2021). Disponible en: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1541/index.htm.

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.

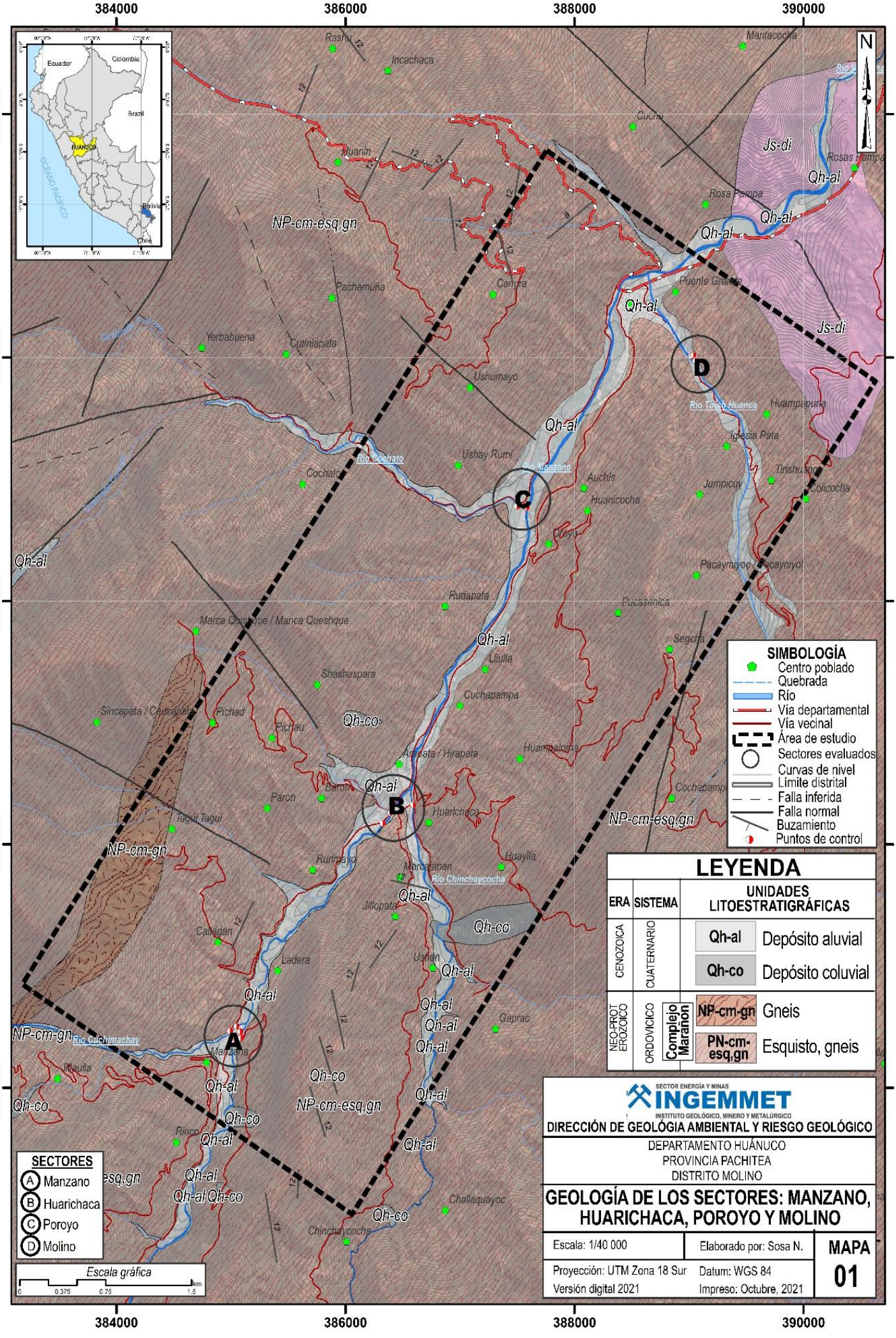
Quispesivana, L., (1996) – Geología del cuadrangulo de Huánuco (hoja 20-k). INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional (Escala 1:100 000), 138p

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, SENAMHI. (consulta: junio 2021). https://www.senamhi.gob.pe/?p=estaciones.

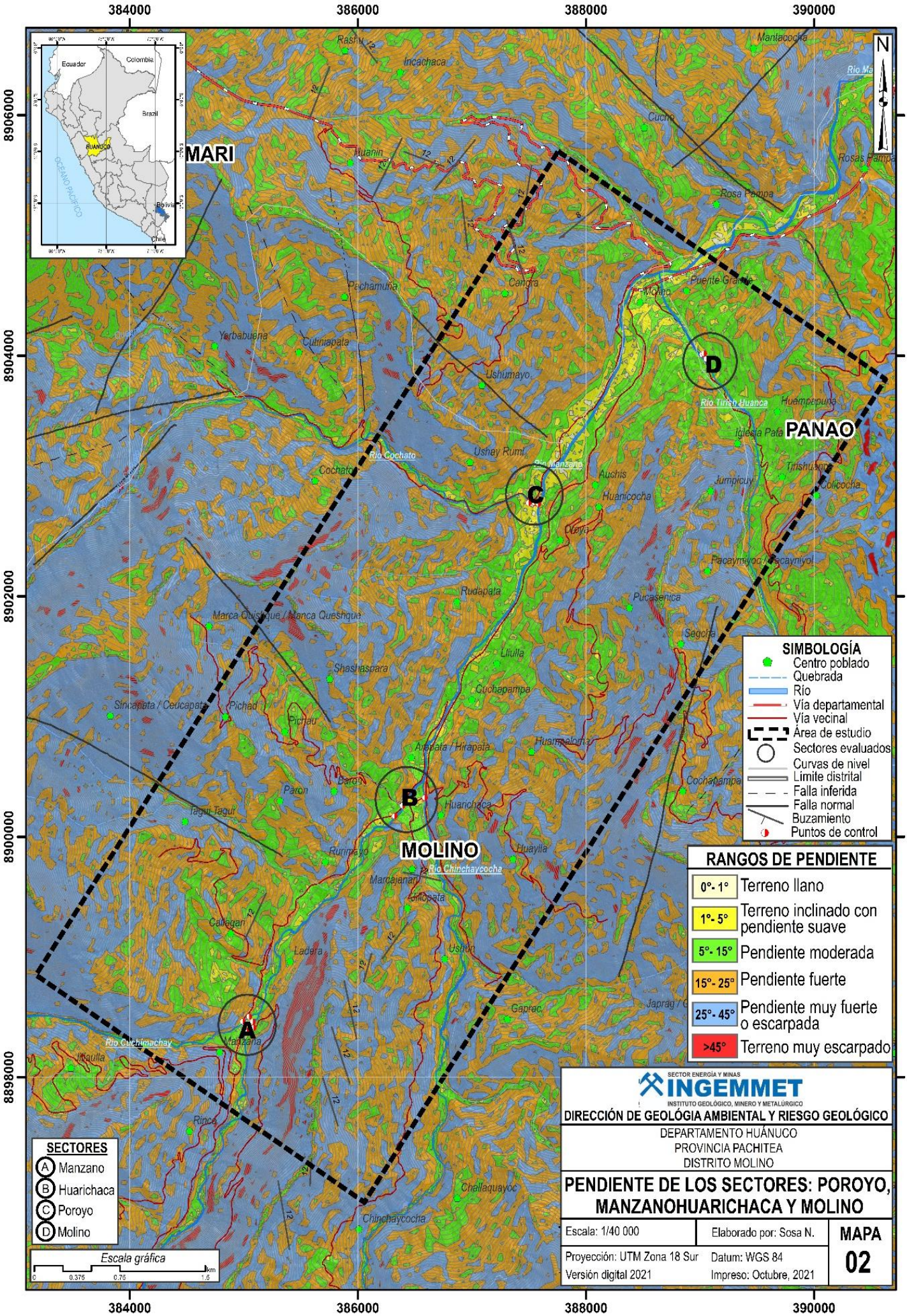
Villota, H. (2005). Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras. España: Instituto Geográfico Agustín Codazi.

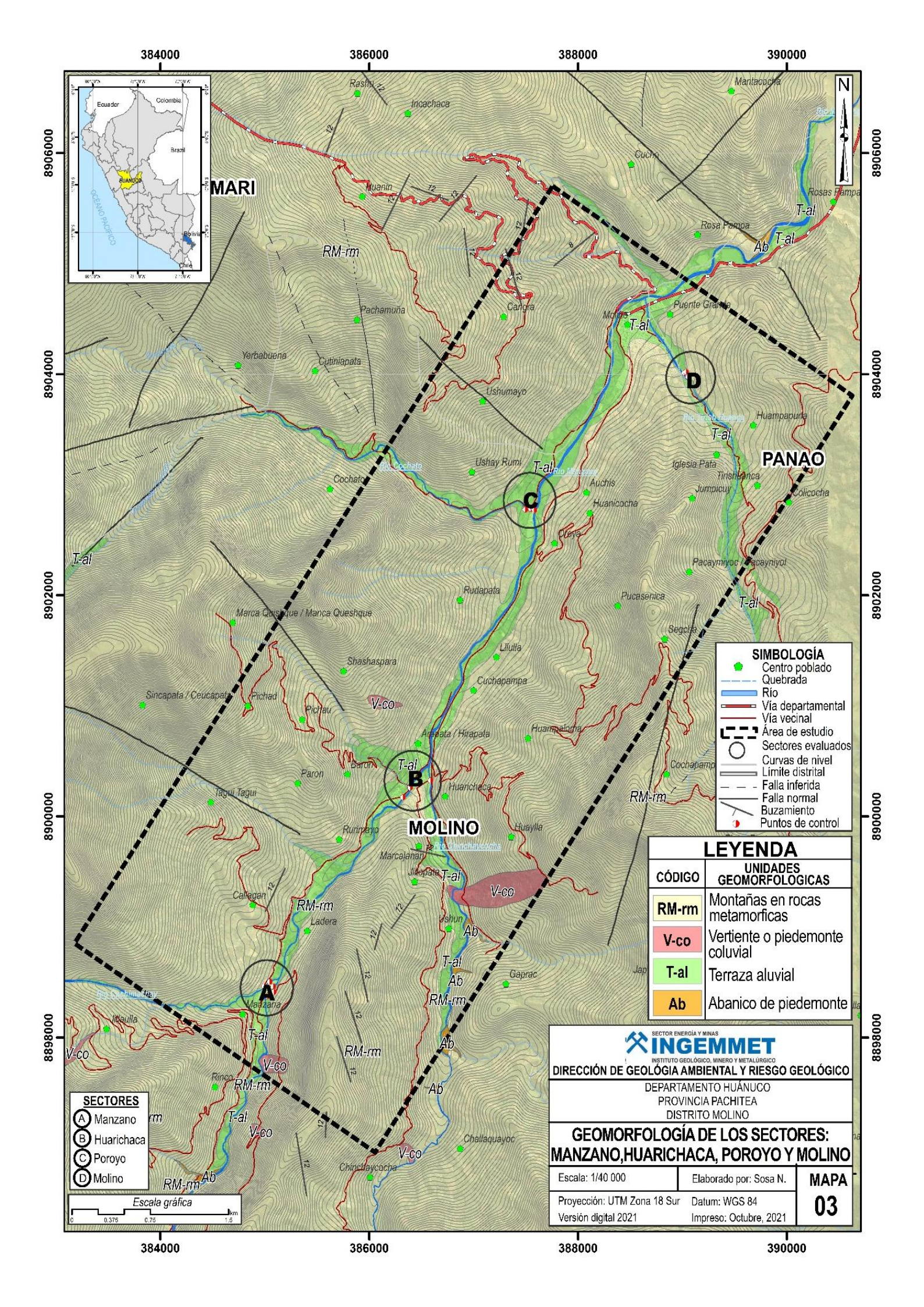
Zavala, B. & Vílchez, M. (2006) – Estudio de Riesgos Geológicos en la región Huanuco. INGEMMET, Boletín N°34, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 178 p., 9 mapas.

ANEXO 1: MAPAS



384000
386000
388000
390000
8906000
8904000
8902000
8900000
8898000
Ecuador
Colombia
Brazil
HUANUCO
OCÉANO PACÍFICO
Bolivia
Chile
N
Rashu
Incachaca
Mantacocha
Cucho
Huanin
Js-di
Rosas Pampa
Qh-al
Rosa Pampa
NP-cm-esq,gn
Pachamuña
Cangra
Puente Grande
Yerbabuena
Cutiniapata
Ushumayo
D
Río Tirish Huanca
Huampapuna
Iglesia Pata
Río Cochato
Ushay Rumi
Río Manzano
Cochato
Auchis
Huanicocha
Jumpicuy
Tirishuanca
Colicocha
C
Oroya
Pacaymiyoc / Pacayniyol
Rudapata
Pucasenica
Marca Quishque / Manca Queshque
Segcha
Lliulla
Shashaspara
Cuchapampa
Sincapata / Caucapata
Pichad
Pichau
Qh-co
Arapata / Hirapata
Huampaloma
Baron
Paron
B
Huarichaca
Cochapampa
Tagui Tagui
NP-cm-gn
Rurimayo
Huaylla
Marcatanan
Río Chinchaycocha
Jillopata
Callagan
Ladera
Ushun
Gaprac
A
Río Cuchimachay
Manzana
Illaulla
Rinco
Challaquayoc
Chinchaycocha
SIMBOLOGÍA
Centro poblado
Quebrada
Río
Vía departamental
Vía vecinal
Área de estudio
Sectores evaluados
Curvas de nivel
Límite distrital
Falla inferida
Falla normal
Buzamiento
Puntos de control
LEYENDA
ERA
SISTEMA
UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS
CENOZOICA
CUATERNARIO
Qh-al Depósito aluvial
Qh-co Depósito coluvial
NEO-PROT EROZOICO
ORDOVICICO
Complejo Marañón
NP-cm-gn Gneis
PN-cm-esq,gn Esquisto, gneis
SECTORES
A Manzano
B Huarichaca
C Poroyo
D Molino
Escala gráfica
0 0.375 0.75 1.5 km
SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO
DIRECCIÓN DE GEOLÓGIA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO
DEPARTAMENTO HUÁNUCO
PROVINCIA PACHITEA
DISTRITO MOLINO
GEOLOGÍA DE LOS SECTORES: MANZANO, HUARICHACA, POROYO Y MOLINO
Escala: 1/40 000
Elaborado por: Sosa N.
MAPA 01
Proyección: UTM Zona 18 Sur
Datum: WGS 84
Versión digital 2021
Impreso: Octubre, 2021


384000
386000
388000
390000
8906000
8904000
8902000
8900000
8898000
N
MARI
PANAO
MOLINO
A
B
C
D
Río Cochato
Río Manzano
Río Tirish Huanca
Río Chinchaycocha
Río Cuchimachay
Ushumayo
Ushey Rumi
Huarichaca
Huaylla
Ladera
Ushún
Challaquayoc
Chinchaycocha
Rudapata
Pucasenica
Segcha
Lliulla
Cuchapampa
Huampaloma
Cochapampa
Pacaymiyoc / Pacaymiyoi
Marca Quishque / Manca Queshque
Shashaspara
Sinucapata / Ceucapata
Pichad
Pichau
Arapata / Hirapata
Paron
Tagui Tagui
Ruriyacu
Marcajanan
Callagan
Gaptac
Rinca
Manzano
Yarbabuena
Cutimapata
Pachamuna
Incachaca
Rashu
Huanin
Cancha
Molino
Puente Grande
Rosa Pampa
Rosas Pampa
Mantacocha
Cucho
Auchis
Huanicocha
Jumpicuy
Iglesia Pata
Huampapuro
Trishuyoc
Colicocha
Ocuri
Río Ma
Ocuro
Quebrada
OCÉANO PACÍFICO
Ecuador
Colombia
Brazil
Bolivia
Chile
HUÁNUCO
SECTORES
A Manzano
B Huarichaca
C Poroyo
D Molino
Escala gráfica
0
0.375
0.75
1.5
km
SIMBOLOGÍA
Centro poblado
Quebrada
Río
Vía departamental
Vía vecinal
Área de estudio
Sectores evaluados
Curvas de nivel
Limite distrital
Falla inferida
Falla normal
Buzamiento
Puntos de control
RANGOS DE PENDIENTE
0°- 1° Terreno llano
1°- 5° Terreno inclinado con pendiente suave
5°- 15° Pendiente moderada
15°- 25° Pendiente fuerte
25°- 45° Pendiente muy fuerte o escarpada
>45° Terreno muy escarpado
SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO
DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO
DEPARTAMENTO HUÁNUCO
PROVINCIA PACHITEA
DISTRITO MOLINO
PENDIENTE DE LOS SECTORES: POROYO, MANZANOHUARICHACA Y MOLINO
Escala: 1/40 000
Elaborado por: Sosa N.
MAPA 02
Proyección: UTM Zona 18 Sur
Datum: WGS 84
Versión digital 2021
Impreso: Octubre, 2021


384000
386000
388000
390000
8906000
8904000
8902000
8900000
8898000
N
MARI
PANAO
MOLINO
A
B
C
D
RM-rm
V-co
T-al
Ab
Rasini
Incachaca
Huanin
Cancra
Pachamuña
Yerbabuena
Cutiniapata
Ushumayo
Ushay Rumi
Cochato
Auchis
Huanicocha
Queya
Rudapata
Marca Queshque / Manca Queshque
Shashaspara
Cuchapampa
Sincapata / Ceucapata
Pichad
Pichau
Paron
Tagui Tagui
Huarichaca
Rumipayo
Marcajanan
Jikopata
Callegan
Ladera
Ushun
Gaprac
Manzana
Challaquayoc
Chinchaycocha
Rinco
Cuchu
Rosa Pampa
Rosas Pampa
Molino
Puente Grande
Huampapuna
Iglesia Pata
Tirishpanca
Jumpicuy
Colicocha
Pacaymoyoc / Pacaymoyol
Pucasenica
Segcha
Huampalocha
Cochapampa
Huaylla
Llaulla
Ecuador
Colombia
Brazil
Bolivia
Chile
HUANUCO
OCEANO PACIFICO
SIMBOLOGÍA
Centro poblado
Quebrada
Río
Vía departamental
Vía vecinal
Área de estudio
Sectores evaluados
Curvas de nivel
Límite distrital
Falla inferida
Falla normal
Buzamiento
Puntos de control
LEYENDA
CÓDIGO
UNIDADES GEOMORFOLOGICAS
RM-rm
Montañas en rocas metamorficas
V-co
Vertiente o piedemonte coluvial
T-al
Terraza aluvial
Ab
Abanico de piedemonte
SECTORES
A Manzano
B Huarichaca
C Poroyo
D Molino
Escala gráfica
0
0.375
0.75
1.5
km
SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO
DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO
DEPARTAMENTO HUÁNUCO
PROVINCIA PACHITEA
DISTRITO MOLINO
GEOMORFOLOGÍA DE LOS SECTORES: MANZANO,HUARICHACA, POROYO Y MOLINO
Escala: 1/40 000
Elaborado por: Sosa N.
MAPA
03
Proyección: UTM Zona 18 Sur
Datum: WGS 84
Versión digital 2021
Impreso: Octubre, 2021

388900 389000 389100

8904200 8904100 8904000 8903900

N

PANAO

Sector Molino

MOLINO

Río Ihuish Huanca

LEYENDA

- Flujo reciente (26/01/2019)
- Flujo antiguo (2017)

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

DEPARTAMENTO HUÁNUCO
PROVINCIA PACHITEA
DISTRITO MOLINO

PELIGROS GEOLOGICOS EN EL SECTOR MOLINO

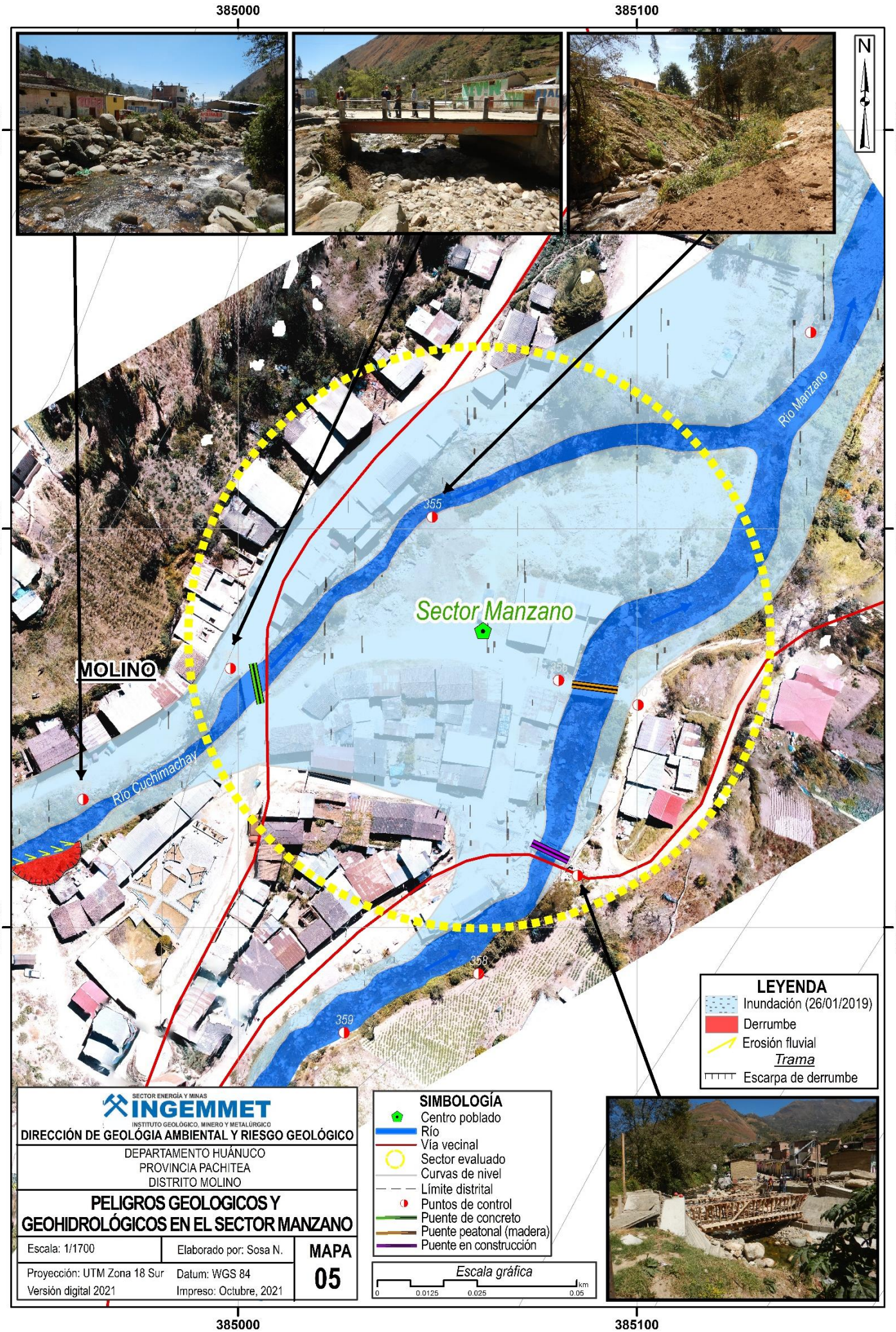
Escala: 1/40 000	Elaborado por: Sosa N.	MAPA 04
Proyección: UTM Zona 18 Sur Versión digital 2021	Datum: WGS 84 Impreso: Octubre, 2021	

SIMBOLOGÍA

- Centro poblado
- Río
- Vía vecinal
- Sector evaluado
- Curvas de nivel
- Límite distrital
- Puntos de control

Escala gráfica

0 0.0125 0.025 0.05 KM



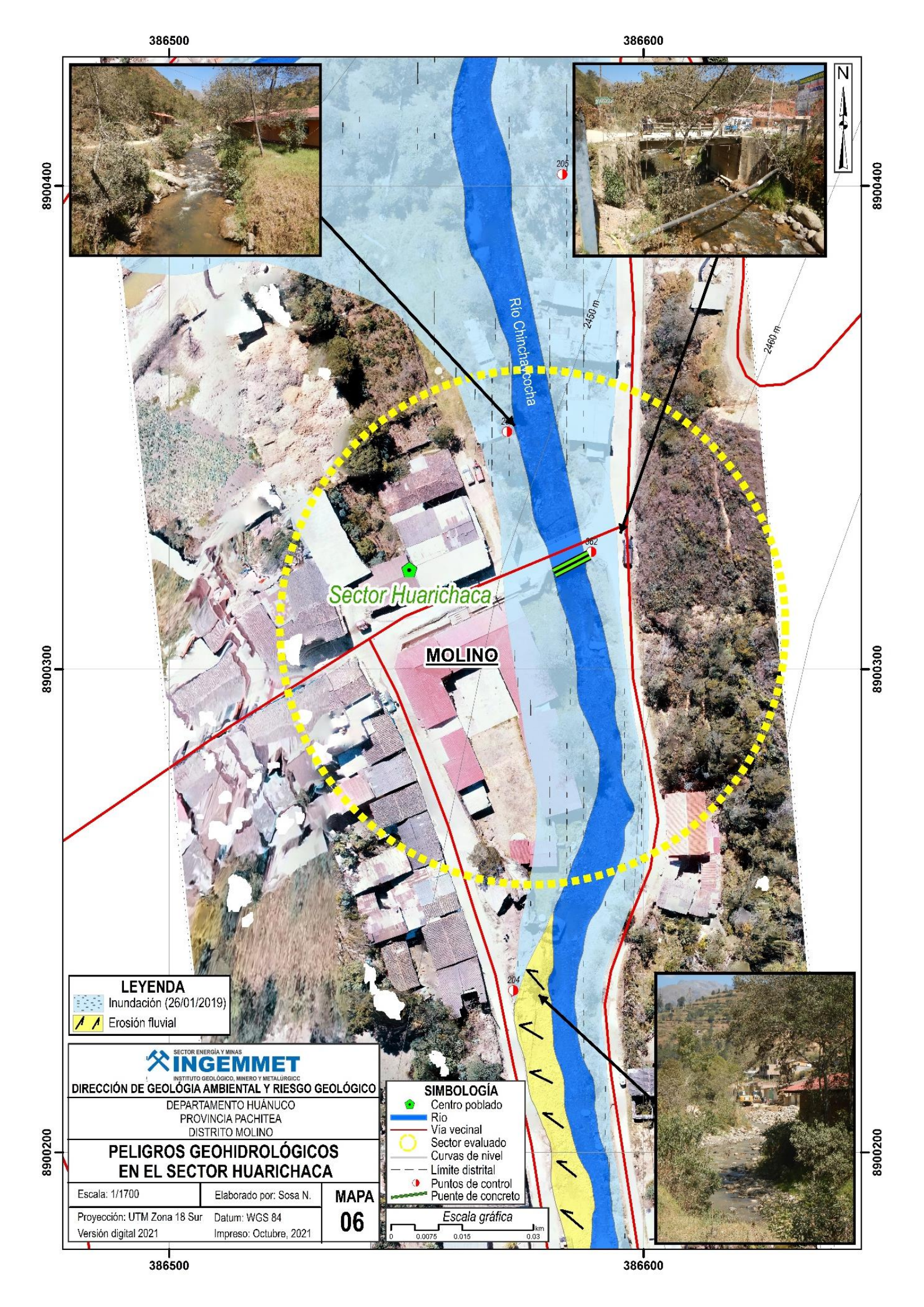
SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

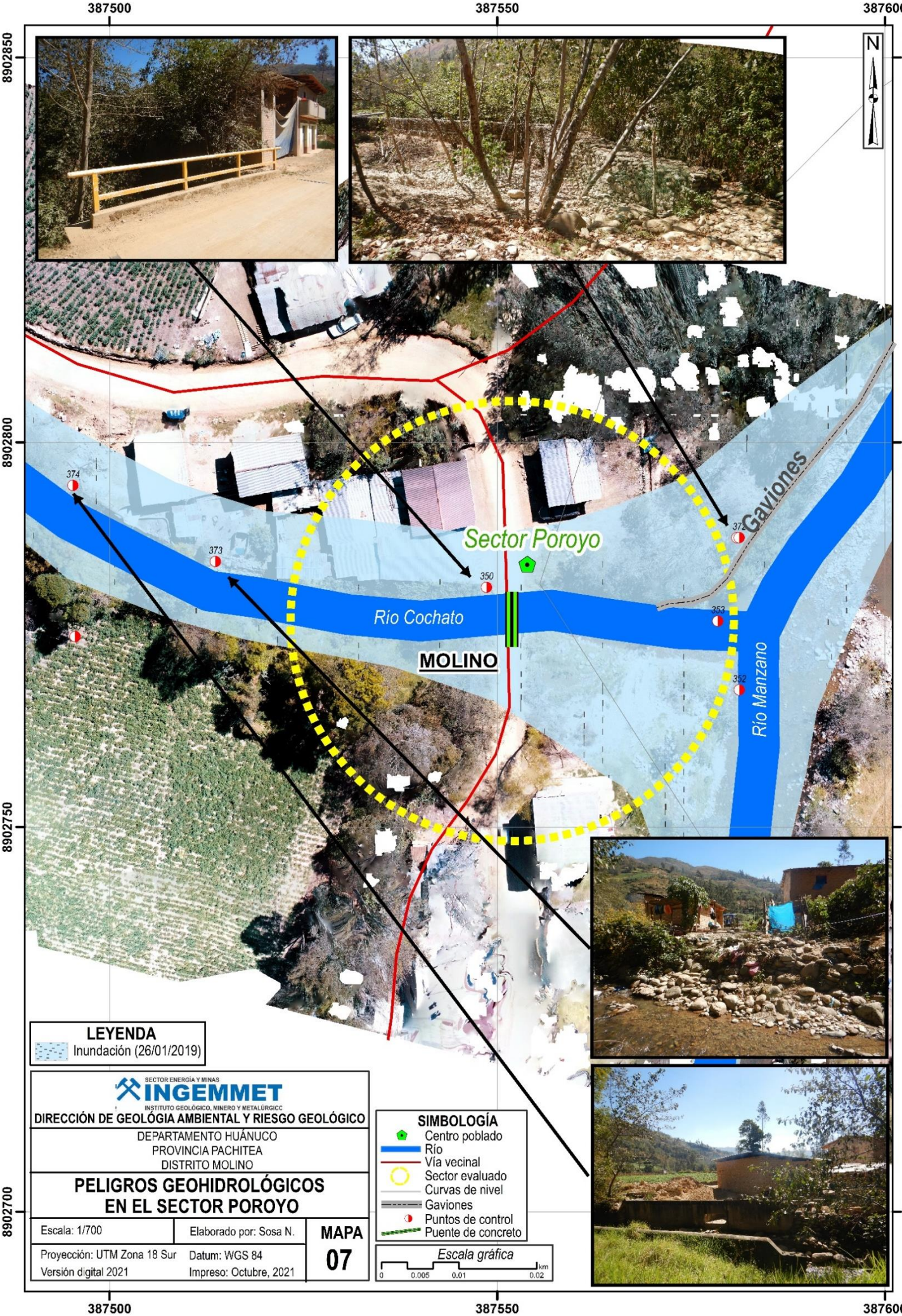
DIRECCIÓN DE GEOLÓGIA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

DEPARTAMENTO HUÁNUCO
PROVINCIA PACHITEA
DISTRITO MOLINO

PELIGROS GEOLOGICOS Y GEOHIDROLÓGICOS EN EL SECTOR MANZANO

Escala: 1/1700	Elaborado por: Sosa N.	MAPA 05
Proyección: UTM Zona 18 Sur	Datum: WGS 84	
Versión digital 2021	Impreso: Octubre, 2021	


386500
386600
8900400
8900300
8900200
N
205
204
202
Río Chinchaycocha
2450 m
2460 m
Sector Huarichaca
MOLINO
LEYENDA
Inundación (26/01/2019)
Erosión fluvial
SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO
DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO
DEPARTAMENTO HUÁNUCO
PROVINCIA PACHITEA
DISTRITO MOLINO
PELIGROS GEOHIDROLÓGICOS
EN EL SECTOR HUARICHACA
Escala: 1/1700
Elaborado por: Sosa N.
MAPA
06
Proyección: UTM Zona 18 Sur
Datum: WGS 84
Versión digital 2021
Impreso: Octubre, 2021
SIMBOLOGÍA
Centro poblado
Río
Vía vecinal
Sector evaluado
Curvas de nivel
Límite distrital
Puntos de control
Puente de concreto
Escala gráfica
0
0.0075
0.015
0.03
km


387500
387550
387600
8902850
8902800
8902750
8902700
N
Sector Poroyo
Río Cochato
MOLINO
Gaviones
Río Manzano
374
373
350
372
353
352
LEYENDA
Inundación (26/01/2019)
SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO
DIRECCIÓN DE GEOLÓGIA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO
DEPARTAMENTO HUÁNUCO
PROVINCIA PACHITEA
DISTRITO MOLINO
PELIGROS GEOHIDROLÓGICOS
EN EL SECTOR POROYO
Escala: 1/700
Elaborado por: Sosa N.
MAPA
07
Proyección: UTM Zona 18 Sur
Datum: WGS 84
Versión digital 2021
Impreso: Octubre, 2021
SIMBOLOGÍA
Centro poblado
Río
Vía vecinal
Sector evaluado
Curvas de nivel
Gaviones
Puntos de control
Puente de concreto
Escala gráfica
0
0.005
0.01
0.02
km

ANEXO 2: MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN

A) PARA FLUJOS DE DETRITOS

- Construir diques transversales a lo largo de la quebrada, con la finalidad de atenuar la carga del flujo de detritos. Figuras 01, 02.

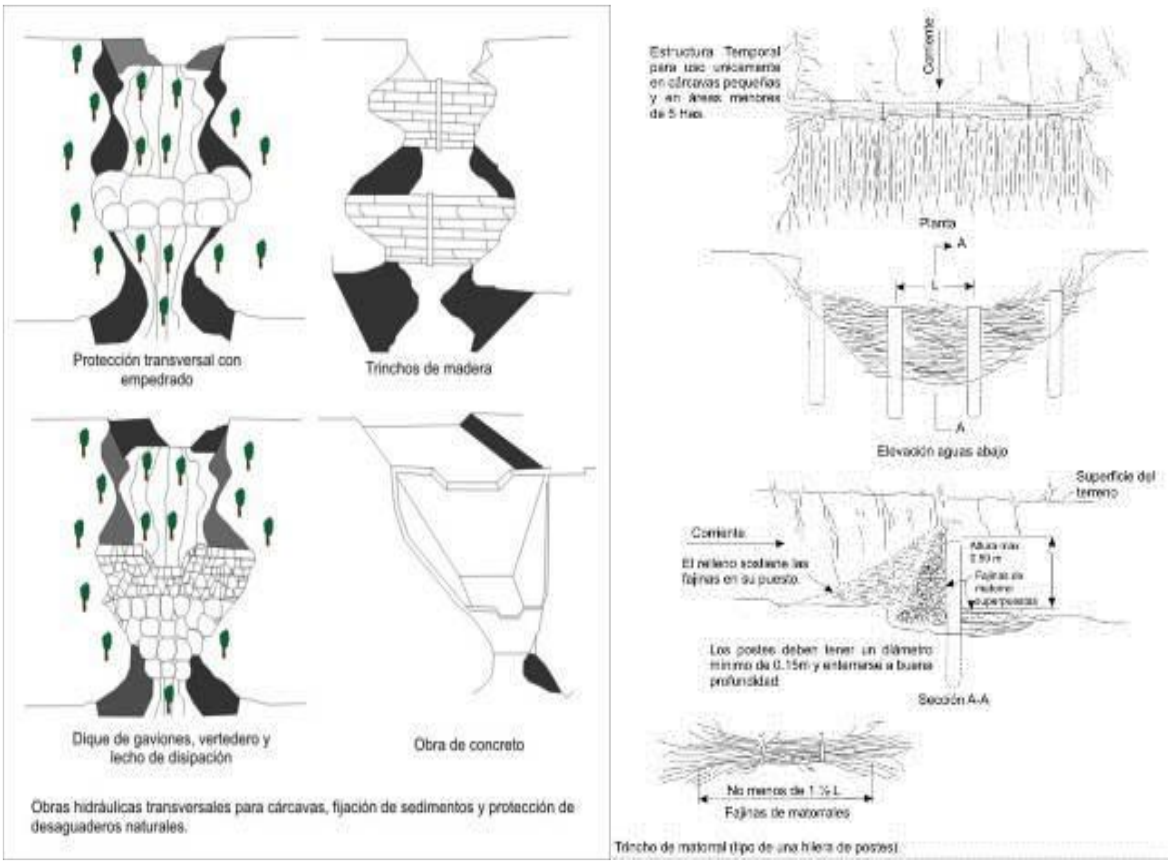


Figura 01 y 02. Medidas correctivas para flujos de detritos.

- Instalar gaviones para la protección a nivel de cauce, se recomienda la construcción de gaviones o enrocado, por su fácil construcción, no necesitan cimentaciones profundas, no requieren mano de obra calificada y resultan más económicas que las que emplean soluciones rígidas o semirrígida (relación vida útil vs. Costo total favorable)

Fotografía 01. Gaviones escalonados (tipo terrazas)

Fotografía 02. Protección de riberas mediante enrocados.