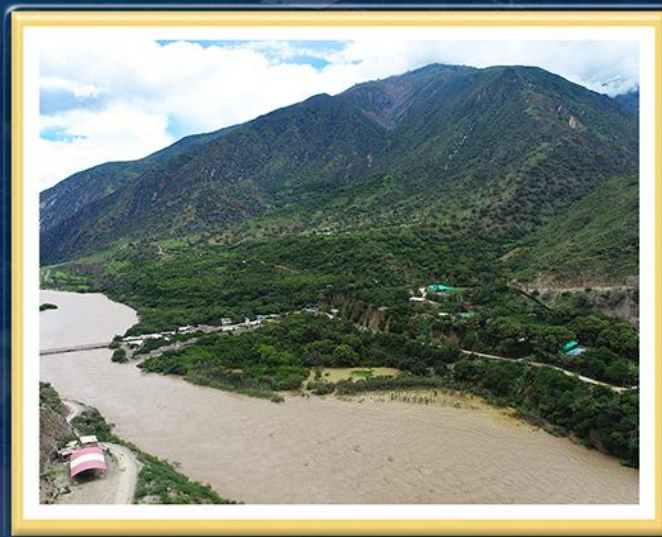


DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7724

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR FLUJO DE DETRITOS EN EL SECTOR CHAGUALITO

Departamento: La Libertad
Provincia: Sánchez Carrión
Distrito: Cochorco



ENERO
2026

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR FLUJO DE DETRITOS EN EL SECTOR CHAGUALITO

(Distrito Cochorco, Provincia Sánchez Carrión, Departamento La Libertad)



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

Equipo técnico:

*Wilson Gómez Cahuaya
Guisela Choquenaira Garate*

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2026). *“Evaluación de peligros geológicos por flujo de detritos en el sector Chagualito”*. Distrito Cochorco, provincia Sánchez Carrión, departamento La Libertad, Informe Técnico N°A7724, Ingemmet 39p.

ÍNDICE

RESUMEN.....	4
1. INTRODUCCIÓN.....	5
1.1. Objetivos del estudio	5
1.2. Antecedentes y trabajos anteriores	6
1.3. Aspectos generales.....	6
1.3.1. Ubicación.....	6
1.3.2. Población.....	7
1.3.3. Accesibilidad.....	8
1.3.4. Clima	9
2. DEFINICIONES	9
3. ASPECTOS GEOLÓGICOS.....	12
3.1. Unidades litoestratigráficas.....	12
3.1.1. Complejo Metamórfico del Maraón	12
3.1.2. Formación Macno	14
3.1.3. Depósitos Cuaternarios	14
3.1.3.1. Depósitos proluviales.....	14
3.1.3.2. Depósito proluvio-aluvial.....	17
3.1.3.3. Depósitos coluviales	18
3.1.3.4. Depósitos fluviales.....	18
3.1.3.5. Depósitos aluviales.....	18
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS.....	18
4.1. Pendiente del terreno	18
4.2. Unidades y subunidades geomorfológicas	20
4.2.1. Montaña en roca metamórfica (ME-rm)	20
4.2.2. Montaña en roca sedimentaria (ME-rs).....	20
4.2.3. Piedemonte aluvio-torrencial	21
4.2.4. Abanico proluvial	21
5. PELIGROS GEOLÓGICOS.....	22
5.1. Movimientos en masa	22
5.1.1. Flujo de detritos	25
5.1.2. Flujos de detritos antiguos	26
5.2. Factores condicionantes.....	28
5.3. Factores desencadenantes	28
6. CONCLUSIONES.....	29

7. RECOMENDACIONES.....	30
8. BIBLIOGRAFÍA.....	31
ANEXO 1: MAPAS	32
ANEXO 2: PROPUESTA DE MEDIDAS CORRECTIVAS.....	36

RESUMEN

El presente informe es el resultado de la evaluación de peligros geológicos asociados a movimientos en masa en el sector Chagualito, ubicado en el distrito Cochorco, provincia Sánchez Carrión y departamento La Libertad. Con este trabajo, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – Ingemmet, a través de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico cumple con la función de brindar asistencia técnica en materia de peligros geológicos a los tres niveles de gobierno.

En el sector Chagualito, el substrato rocoso está constituido por secuencias de rocas metamórficas del Complejo Maraón. Su litología está constituida de esquistos y filitas gris negras a verdosas, fuertemente foliadas. Sus macizos presentan características físicas de resistencia media a baja y se encuentran muy fracturadas, identificándose más de cuatro sistemas de discontinuidades y superficialmente se hallan moderadas a fuertemente meteorizadas.

Los depósitos proluviales y proluvio-aluvial que se alojan en la desembocadura de la quebrada Cachipampa, descansan discordantemente sobre el Complejo Metamórfico del Maraón. Estas secuencias están conformadas por acumulaciones inconsolidadas de fragmentos heterométricos, envueltos en matriz arcillo limosa y arenosa. Por su naturaleza no consolidada e incompetente, se caracterizan por tener una baja cohesión, ofreciendo una baja resistencia a la erosión, convirtiéndose en zonas susceptibles a movimientos en masa.

Desde el punto de vista geomorfológico, los procesos por movimientos en masa se desarrollaron sobre una morfología montañosa estructurada en roca metamórfica, caracterizada por un relieve abrupto, con pendientes pronunciadas que oscilan entre 15° a 45°. Las geoformas resultantes como abanico proluvial, se emplazan a la salida de la quebrada Cachipampa, el cual, conforma zonas con pendientes suaves a moderadas entre 5° a 15°. Estas condiciones morfológicas del terreno favorecieron la generación y evolución de los flujos de detritos.

Los resultados de la inspección técnica muestran dos depósitos de antiguos flujos de detritos a la salida de la quebrada Cachipampa, y un flujo de detritos reciente que ponen en evidencia la intensa actividad geodinámica a lo largo del cauce de dicha quebrada.

De acuerdo con las características y rasgos geológicos, geomorfológicos y geodinámicos, se considera al sector Chagualito como **Peligro Alto** frente a la ocurrencia de flujo de detritos.

Se recomienda a las autoridades competentes y tomadores de decisiones, implementar medidas para mitigar los peligros geológicos identificados. Ante flujo de detritos, se sugiere realizar trabajos de descolmatación y limpieza periódica del cauce de la quebrada, construcción de defensas ribereñas con muros de concreto o gaviones en la desembocadura de la quebrada, y considerar la prohibición de la expansión urbana hacia el cauce actual de la quebrada Cachipampa. Además, prohibir la construcción de viviendas y/o algún tipo de infraestructura en zonas aledañas a sus márgenes. Y, por último, se recomienda realizar el EVAR por flujo de detritos.

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 “Servicio de Asistencia Técnica en la Evaluación de peligros geológicos a nivel nacional (ACT. 16)”, contribuye de esta forma con entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno mediante el reconocimiento, caracterización y diagnóstico del peligro geológico (movimientos en masa en zonas que tengan elementos vulnerables.

Atendiendo la solicitud de la Municipalidad Distrital de Cochorco; según Oficio N°617-2024-MDC/A. Es en el marco de nuestras competencias que se realiza la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del INGEMMET designó a los Ingenieros Wilson Gómez Cahuaya y Guisela Choquenaira Gárate para realizar la evaluación de peligros geológicos respectiva en el sector Chagualito.

La evaluación técnica se ejecutó en 03 etapas: la etapa de pre-campo empezó con la recopilación de antecedentes de estudios de geología, geodinámica externa y geomorfología por parte del INGEMMET; etapa de campo consistió en la observación geológica, toma y medición de datos estructurales (levantamiento fotogramétrico con dron, captura de imágenes fotográficas), cartografiado al detalle, recopilación de información y testimonios de población local afectada; y para la etapa final de gabinete se realizó el procesamiento digital e interpretación de toda la data extraída en campo, que involucra fotointerpretación cartográfica geológica y geodinámica para la identificación de procesos de movimientos en masa a través de imágenes satelitales que ofrece la plataforma Google Earth, elaboración de mapas, figuras temáticas y finalmente redacción del informe final.

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

1.1. Objetivos del estudio

El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Evaluar y caracterizar los peligros geológicos por movimientos en masa en el sector Chagualito, distrito Cochorco, provincia Sánchez Carrión y departamento La Libertad.
- b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes que influyen en la ocurrencia de los peligros geológicos.
- c) Proponer medidas de prevención, reducción ante peligros geológicos evaluados.

1.2. Antecedentes y trabajos anteriores

Existen trabajos previos y publicaciones del Ingemmet, que incluyen sectores aledaños a las zonas de evaluación (informes técnicos) y otros estudios regionales relacionados a la geología y geodinámica externa (boletines), de los cuales destacan los siguientes.

- a) Riesgo Geológico en la Región La Libertad INGENMET (Medina et al., 2012). Donde señala que el sector Chagualito presenta susceptibilidad a movimientos en masa con grado que va de alto a muy alto (**Figura 1**).
- b) Geología de los cuadrángulos de Pataz. Hoja: 16-h, INGENMET (Wilson J. & Reyes L, 1964). Determinan las unidades geológicas del Paleozoico y Mesozoico de origen sedimentario y metamórfico en el sector Chagualito y alrededores.

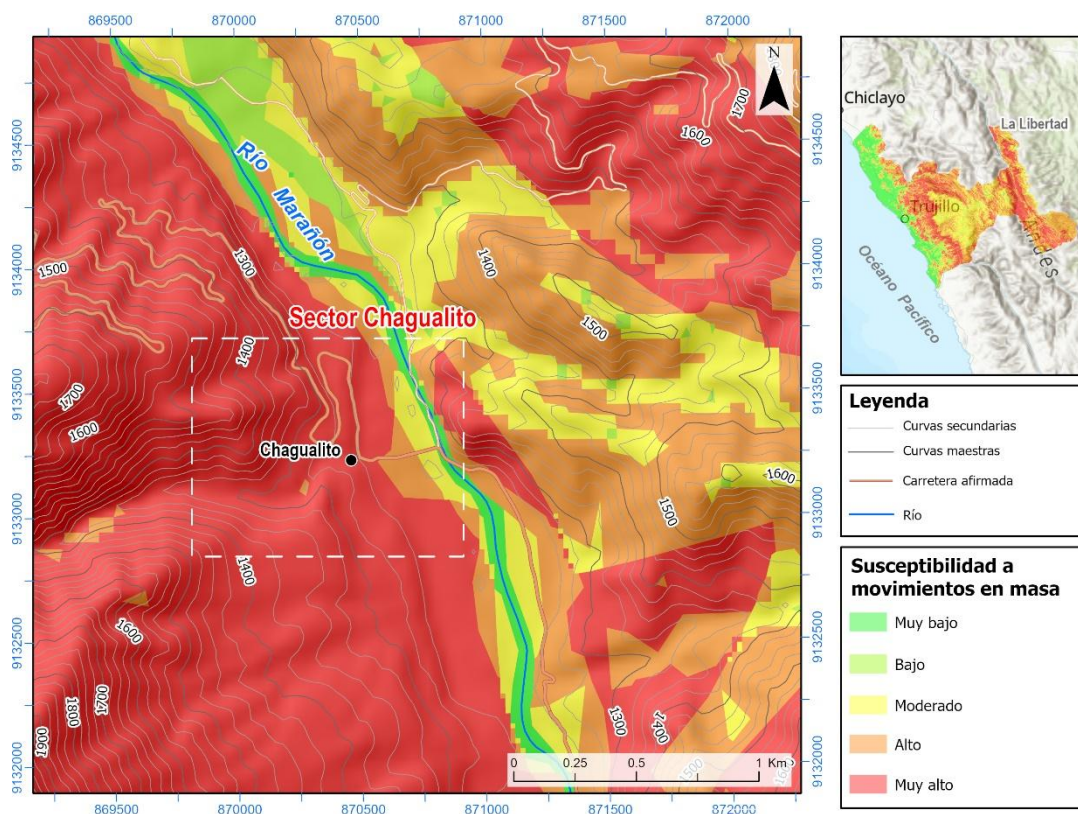


Figura 1. Susceptibilidad por movimientos en masa del sector Chagualito. Tomado de Medina et al., (2012).

1.3. Aspectos generales

1.3.1. Ubicación

El sector Chagualito, políticamente pertenece al distrito Cochorco, provincia Sánchez Carrión y departamento La Libertad. Está comprendido entre las siguientes coordenadas UTM WGS 84: 208763 Este y 9133815 Norte (**Figura 2**).

Desde el punto de vista morfoestructural, el sector Chagualito se encuentra en el borde este de la Cordillera Occidental del norte del Perú. Asimismo, se localiza en la vertiente occidental y zona de depresión de la cuenca del río Marañón. Además, la zona se ubica entre la confluencia de la quebrada Cachipampa con el río Marañón.

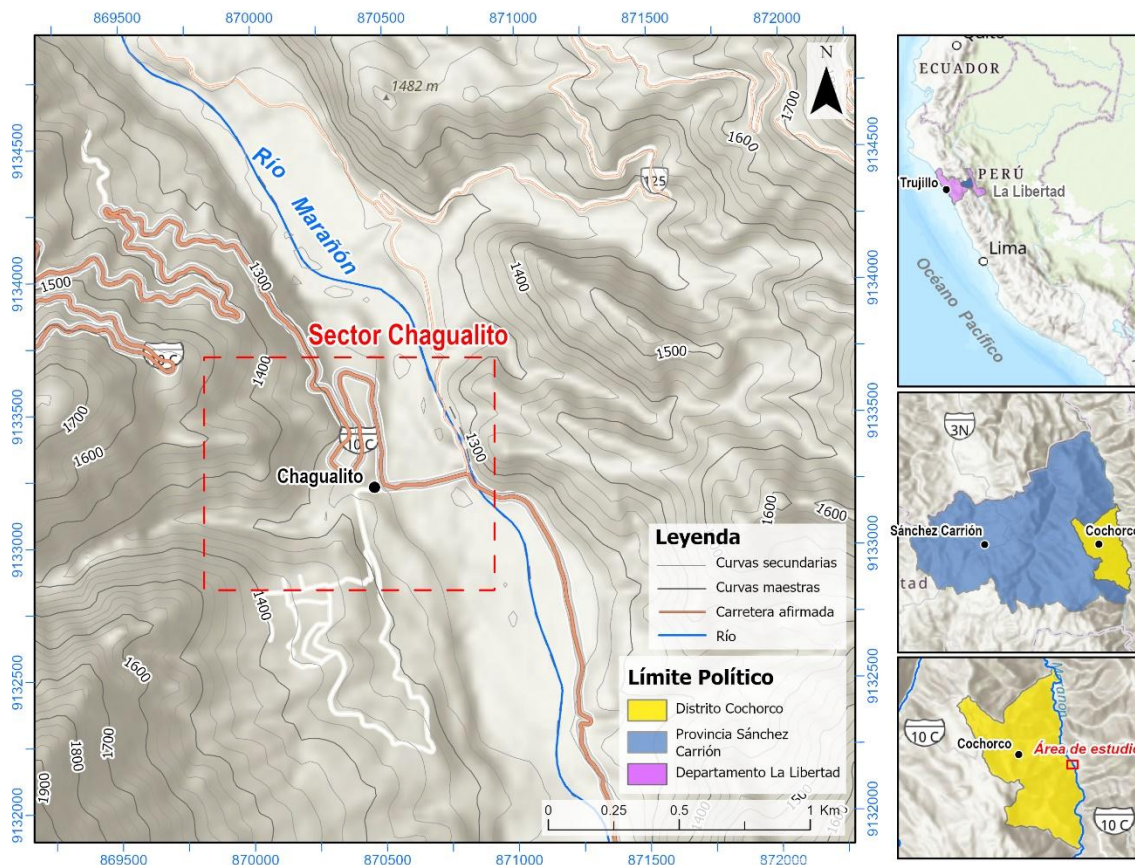


Figura 2. Ubicación de la zona evaluada en el sector Chagualito, distrito Cochorco, provincia Sánchez Carrión y departamento La Libertad.

1.3.2. Población

De acuerdo con la información del XII Censo de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas del 2017 (INEI). La población total del sector Chagualito susceptible a movimientos en masa, principalmente por flujo de detritos, es de ~204 habitantes, distribuidas en aproximadamente 41 viviendas ubicadas en ambos márgenes a la salida de la quebrada Cachipampa (**Figura 3**).

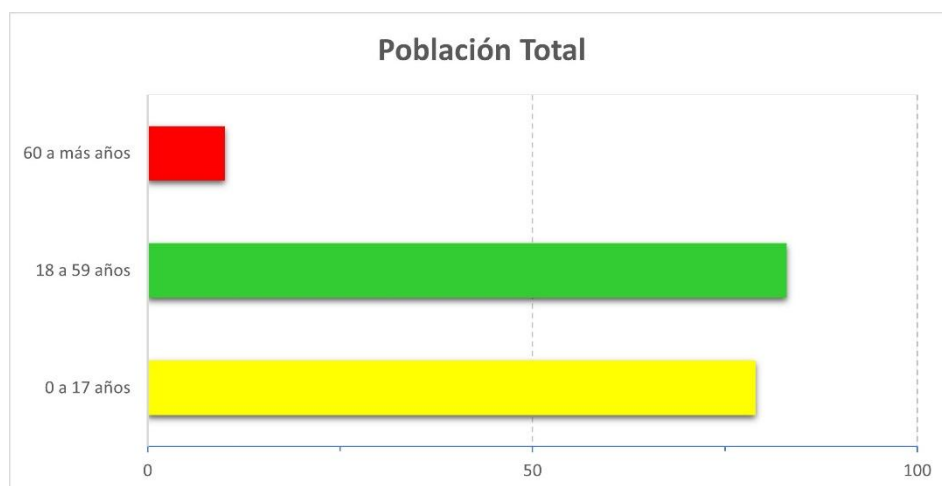


Figura 3. Distribución poblacional (<https://censo2017.inei.gob.pe/>) del sector Chagualito expuesta a peligro geológico por flujo de detritos. Fuente: Elaboración propia.

1.3.3. Accesibilidad

Para acceder al área evaluada, desde la sede principal del INGEMMET, ubicada en el distrito de San Borja (Lima), se sigue la ruta presentada en la siguiente tabla 1 y figura 4.

Tabla 1. Ruta y acceso a la zona evaluada.

Ruta	Tipo de Vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Ciudad de Lima (INGEMMET) – Trujillo	Asfaltada	866	16 h 9 min
Trujillo – Huamachuco	Asfaltada	180	3 h 30 min
Huamachuco – Aricapampa	Carretera asfaltada - afirmada	106	3 h 30 min
Aricapampa - Chagualito	Carretera afirmada	30	1 h

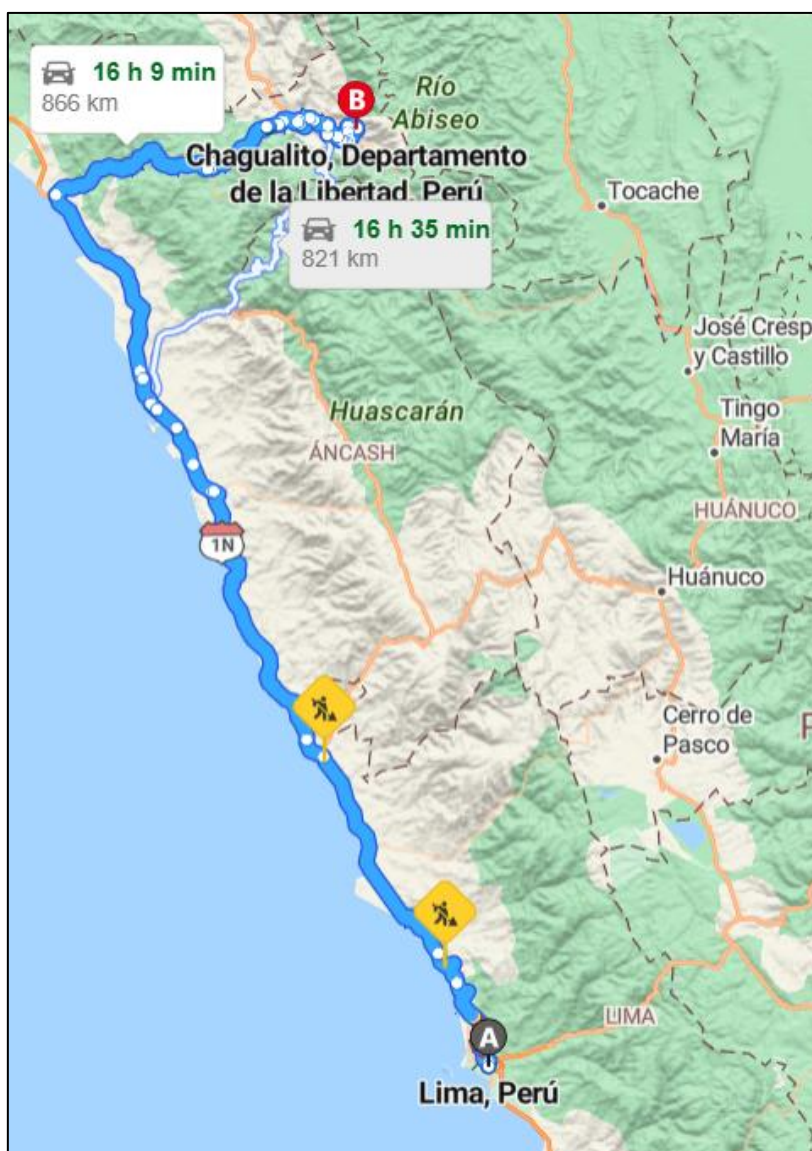


Figura 4. Ruta de accesibilidad al sector Chagualito, distrito Cochorco, Provincia Sánchez Carrión, departamento La Libertad. Fuente: <https://www.bing.com/maps>

1.3.4. Clima

Respecto a las precipitaciones, se tiene datos recopilados y disponibles de la NASA, en la que se tiene datos más puntuales en la zona evaluada correspondientes a los años 2022 al 2024 (enero a abril) y 2025 (enero – 15 marzo), el cual muestra que las precipitaciones más altas y anómalas registradas corresponden a los meses de enero y febrero del 2022 y 2023, mientras que, en febrero y marzo del 2025 se registraron precipitaciones anómalas. Esto contribuye significativamente a la generación de flujo de detritos y crecida de ríos, tal es el caso, del río Marañón (**Figuras 5 y 6**).

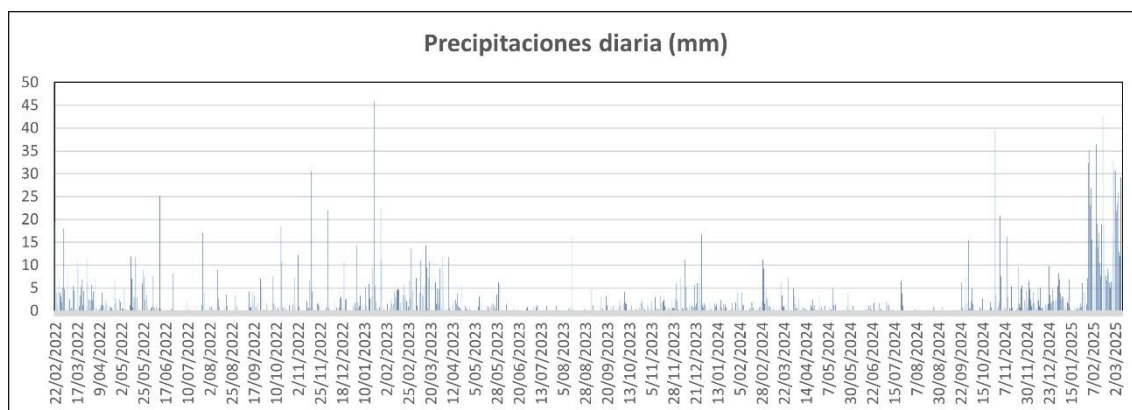


Figura 5. Precipitaciones diarias registradas por la NASA en el sector Chagualito, obtenido a partir de los datos de <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>. Fuente: Elaboración propia.

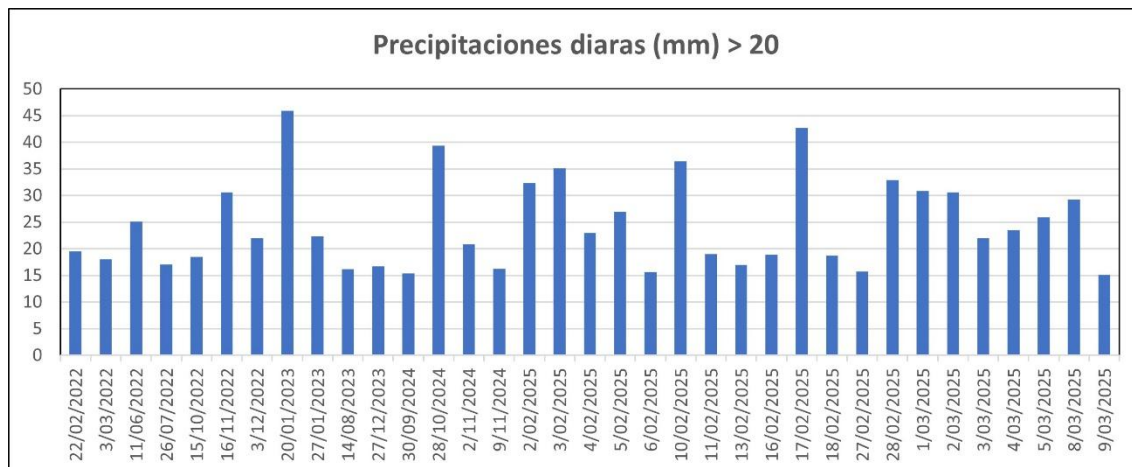


Figura 6. Precipitaciones diarias registradas por la NASA en el sector Chagualito mayores a valores de 20 mm diarias, obtenido a partir de los datos de <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>. Fuente: Elaboración propia.

2. DEFINICIONES

El presente informe técnico está dirigido a entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno, así como personal no especializado, no necesariamente geólogos; en el cual se desarrollan diversas terminologías y definiciones vinculadas a la identificación, tipificación y caracterización de peligros geológicos, para la elaboración de informes y documentos técnicos en el marco de la gestión de riesgos de desastres.

Todas estas denominaciones tienen como base el libro: “Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas” desarrollado en el Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007), donde participó la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet. Los términos y definiciones se detallan a continuación:

- **Actividad:** La actividad de un movimiento en masa se refiere a tres aspectos generales del desplazamiento en el tiempo de la masa de material involucrado: el estado, la distribución y el estilo de la actividad. El primero describe la regularidad o irregularidad temporal del desplazamiento; el segundo describe las partes o sectores de la masa que se encuentran en movimiento; y el tercero indica la manera como los diferentes movimientos dentro de la masa contribuyen al movimiento total. El estado de actividad de un movimiento en masa puede ser: activo, reactivado, suspendido, inactivo latente, inactivo abandonado, inactivo estabilizado e inactivo relicto (WP/WLI, 1993).
- **Activo:** Movimiento en masa que actualmente se está moviendo, bien sea de manera continua o intermitente.
- **Agrietamiento:** Formación de grietas causada por esfuerzos de tensión o de compresión sobre masas de suelo o roca, o por desecación de materiales arcillosos.
- **Arcilla:** Suelo con tamaño de partículas menores a 2 micras (0,002 mm) que contienen minerales arcillosos. Las arcillas y suelos arcillosos se caracterizan por presentar cohesión y plasticidad; muy influenciados por el agua en su comportamiento.
- **Derrumbe:** Son desprendimientos de masas de roca, suelo o ambas, a lo largo de superficies irregulares de arranque o desplome como una sola unidad, que involucra desde pocos metros hasta decenas y centenas de metros. se presentan en laderas de montañas de fuerte pendiente y paredes verticales a subverticales en acantilados de valles encañonados. También se presentan a lo largo de taludes de corte realizados en laderas de montaña de moderada a fuerte pendiente, con afloramientos fracturados y alterados de diferentes tipos de rocas; así como en depósitos poco consolidados.
- **Erosión de laderas.** Se manifiesta a manera de láminas, surcos y cárcavas en los terrenos. Un intenso patrón de estos tipos de erosiones se denomina tierras malas. Este proceso comienza con canales muy delgados cuyas dimensiones, a medida que persiste la erosión, pueden variar y aumentar desde estrechas y poco profundas (< 1 m) hasta amplias y de varios metros de profundidad.
- **Deslizamiento.** Son movimientos de masas de roca, residuos o tierra, hacia abajo de un talud (Cruden, 1991). Los deslizamientos producen cambios en la morfología del terreno, diversos daños ambientales, daños en las obras de infraestructura, destrucción de viviendas, puentes, bloqueo de ríos, etc.
- **Factor condicionante:** Se refiere al factor natural o antrópico que condiciona o contribuye a la inestabilidad de una ladera o talud, pero que no constituye el evento detonante del movimiento.
- **Factor detonante:** Acción o evento natural o antrópico, que es la causa directa e inmediata de un movimiento en masa. Entre ellos pueden estar, por ejemplo, los

terremotos, la lluvia, la excavación del pie de una ladera, la sobrecarga de una ladera, entre otros.

- **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 deslizamiento o una caída. Estos pueden ser canalizados (flujos de detritos o huaicos) y no canalizados (avalanchas).
- **Flujo de detritos (huaico).** Flujo con predominancia mayor de 50% de material grueso (bloques, gravas), sobre los finos, que transcurre principalmente confinado a lo largo de un canal o cauce con pendiente pronunciada.
- **Ladera:** Superficie natural inclinada de un terreno.
- **Meteorización:** Se designa así a todas aquellas alteraciones que modifican las características físicas y químicas de las rocas y suelos. La meteorización puede ser física, química y biológica. Los suelos residuales se forman por la meteorización in situ de las rocas subyacentes.
- **Movimiento en Masa:** Fenómeno de remoción en masa (Colombia, Argentina), proceso de remoción en masa (Argentina), remoción en masa (Chile), Movimiento ladera abajo de una masa de roca, de detritos o de tierras (Cruden, 1991). Estos procesos corresponden a caídas, vuelcos, deslizamientos, flujos, entre otros. Sin.: Remoción en masa y movimientos de ladera.
- **Peligro geológico:** Proceso o fenómeno geológico que podría ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales.
- **Susceptibilidad:** La susceptibilidad está definida como la propensión que tiene una determinada zona a ser afectada por un determinado proceso geológico, expresado en grados cualitativos y relativos. Los factores que controlan o condicionan la ocurrencia de los procesos geodinámicos son intrínsecos (la geometría del terreno, la resistencia de los materiales, los estados de esfuerzo, el drenaje superficial y subterráneo, y el tipo de cobertura del terreno) y los detonantes o disparadores de estos eventos son la sismicidad y la precipitación pluvial.
- **Zonas críticas:** Son zonas o áreas con peligros potenciales de acuerdo a la vulnerabilidad asociada (infraestructura y centros poblados), que muestran una recurrencia, en algunos casos, entre periódica y excepcional. Algunas pueden presentarse durante la ocurrencia de lluvias excepcionales y puede ser necesario considerarlas dentro de los planes o políticas nacionales, regionales y/o locales sobre prevención y atención de desastres.

3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

De acuerdo con la Carta Geológica Nacional, en el sector Chagualito, afloran rocas metamórficas y sedimentarias, representadas por las unidades; Complejo Metamórfico del Maraón, Formación Macno y los grupos Copacabana y Mitu. Los Depósitos Cuaternarios descansan discordantemente sobre las unidades anteriormente mencionados.

3.1. Unidades litoestratigráficas

Las unidades que intervienen directamente y relacionadas intrínsecamente con los procesos de movimientos en masa en el sector Chagualito, son las rocas metamórficas del Complejo Maraón, la Formación Macno y los depósitos Cuaternarios (**Figura 7**).



Figura 7. Unidades litoestratigráficas (Complejo Metamórfico del Maraón, Formación Macno y depósitos cuaternarios: Coluvio-deluviales, proluviales y proluvio-aluvial) aflorantes en el sector Chagualito. Vista panorámica mirando al suroeste.

3.1.1. Complejo Metamórfico del Maraón

Fue estudiado por Steinmann (1929), quién asumió una edad arcaica. Luego Megard (1978) y Dalmayrac (1977) realizaron estudios en el centro del Perú y le atribuyen una edad precambriana. Se correlaciona con las rocas del Complejo del Maraón en la localidad de Pataz (Wilson & Reyes 1964).

En el sector Chagualito esta unidad fue reconocida por Reyes (1980) y Gomez et al., (inédito) en las márgenes de río Maraón, se extiende a manera de franjas de dirección preferencial NO-SE. Sus principales afloramientos se observan cerca del Puente Chagualito, desvío de la carretera hacia la localidad de Patáz (**Figura 7**).

Litología. El sector Chagualito están constituidos por esquistos y filitas bandeados, con cristales de cuarzo, feldespato y micas de textura bandeda y compactos. Sus afloramientos constituyen zonas con morfología abrupta, conspicua y relieve accidentado ocupando las partes bajas del valle del río Maraón (**Fotografía 1**).

Localmente, presenta macizos rocosos en estructura perturbada, con características físicas de baja resistencia a la compresión axial (al golpe del martillo), que oscilan entre

50 a 100 Mpa. Asimismo, se encuentran muy foliados y fracturados producto de la interacción tectónica a la que fueron sometidas a lo largo de su historia geológica. Estas condiciones físicas las convierten en zonas altamente susceptibles a la generación de movimientos en masa, tales como, deslizamientos, caída de rocas y derrumbes, y que posteriormente sus masas desplazadas ladera abajo consigan convertirse en flujo de detritos, tal es el caso, de la quebrada Cachipampa (**Figura 7 y fotografías 1 y 2**).



Fotografía 1. Esquistos y filitas muy deformadas con una foliación bien marcada. Macizo rocoso muy fracturado y meteorizado con características físicas de baja resistencia al corte, atribuida al Complejo Metamórfico del Maraón, cerca del puente Chagual, desvío a Patáz.



Fotografía 2. En la margen derecha del río Maraón (lado izquierdo de la imagen), desvío hacia Patáz, se observa afloramientos rocosos del Complejo Metamórfico del Maraón. Al fondo a la derecha se asienta el poblado de Chagualito. Vista mirando al sur.

3.1.2. Formación Macno

Esta unidad es descrita por primera vez en el mapa de Sánchez et al., (2006 inédito), en la localidad de Macno, trayecto Chagual-Tayabamba.

En el sector Chagualito, esta unidad se puede apreciar en la parte alta de dicha localidad, conforma laderas pronunciadas que forman parte de la vertiente occidental del río Marañón (**Figura 7**).

Se observa una secuencia intercalada de metareniscas y metapelitas en estratos delgados que van de 10 a 30 cm de espesor. Estas rocas se hallan ligeramente deformadas con una foliación y esquistosidad leve y paralela a la estratificación.

Sus macizos rocosos se encuentran muy fracturados y se hallan fuertemente meteorizados. Por su naturaleza pelítica, es decir secuencias de grano fino, se caracterizan por presentar rocas incompetentes, con baja resistencia al corte y poca repuesta a la erosión, y suelen formar suelos residuales limoarcillosos que se adosan en las laderas con pendientes moderadas a fuertes, convirtiéndose en zonas muy susceptibles a movimientos en masa.

3.1.3. Depósitos Cuaternarios

3.1.3.1. Depósitos proluviales

Se encuentran localizados a la salida de la quebrada Cachipampa. Se trata de materiales depositados por antiguos flujos de detritos o huaicos localizados en las quebradas y cárcavas que disectaron la ladera occidental que mira hacia el río Marañón, en el sector Chagualito.

En dicho sector se han identificado cronológicamente tres depósitos proluviales que se describen desde lo más antiguo hasta el más reciente:

Depósitos proluviales 1. Se trata de secuencias débilmente consolidadas en estructuras masivas que se alojan a la salida de la quebrada Cachipampa, justo en la desembocadura al río Marañón (**Figura 7**). Litológicamente, está constituida por bloques, bolones, gravas y guijarros de formas subangulosas a subredondeadas envueltos en matriz arcillo limosa de color beige marrón. Este depósito tiene una potencia promedio de 8 a 10 m de espesor (**Fotografías 3 y 4**).



Fotografía 3. Depósito Proluvial 1 ubicado a la salida de la quebrada Cachipampa en el sector Chagualito. El depósito tiene entre 8 a 10 m de potencia. Vista mirando al noreste.



Fotografía 4. Detalle del depósito proluvial 1, donde se observa los fragmentos heterométricos pobremente gradados, envueltos en matriz arcillo limosa. Esta unidad se ubica en la margen derecha de la quebrada Cachipampa, en el sector Chagualito. Vista mirando al este.

Depósitos proluviales 2. Se ubican a la salida de la quebrada Cachipampa. Se trata de depósitos inconsolidados e incompetentes alojados en ambas márgenes de dicha quebrada (**Figura 7**). Estos depósitos están constituidos por fragmentos heterométricos con formas subredondeados a subangulosos así como también por bolones, gravas y gravillas envueltos en una matriz compuesta mayormente por arena y limo (**Fotografía 5**).



Fotografía 5. Depósito proluvial 2 alojado en las márgenes de la quebrada Cachipampa en el sector Chagualito. Vista mirando al oeste.

Depósitos Proluviales 3. Se alojan al sur del sector Chagualito. Precisamente en la margen izquierda del río Marañón. Son depósitos recientes que están asociados a flujo de detritos que fueron acarreados por escorrentía superficial. Están compuestos de bloques, bolones y gravas de formas subangulosas y redondeadas y de tamaños heterométricos envueltos en una matriz areno limosa (**Figura 7, Anexo 1: Mapa geológico**).

Estas secuencias denominadas depósitos proluviales conforman suelos que se caracterizan físicamente por presentar baja cohesión y poca resistencia o respuesta a la erosión. Además, presentan una alta permeabilidad que favorece la infiltración rápida de agua. Estas condiciones permiten la facilidad de remover y movilizar grandes volúmenes de material detrítico, provocadas por la escorrentía superficial en épocas de precipitaciones prolongadas y anómalas, el cual, están fuertemente relacionados con la activación de quebradas y flujo detritos.

3.1.3.2. Depósito proluvio-aluvial

Estos depósitos se alojan a lo largo del cauce de la quebrada Cachipampa hasta desembocar al río Marañón. Se trata de acumulaciones de gravas y fragmentos heterométricos subangulosas a subredondeadas envueltos en una matriz areno limosa, provenientes de flujo de detritos recientes, combinados con los materiales acarreados por la escorrentía superficial del sistema fluvial, asociado a épocas de precipitaciones intensas (**Figura 7 y fotografías 6 y 7**).



Fotografía 6. Depósito Proluvio-aluvial a lo largo del cauce de la quebrada Cachipampa. Estos depósitos se relacionan con los eventos de flujo de detritos recientes registrados en el sector Chagualito. Vista mirando al oeste.



Fotografía 7. Depósito proluvio-aluvial dispuesto a la salida de la quebrada Cachipampa, hasta desembocar al río Marañón. Vista mirando al este.

3.1.3.3. Depósitos coluviales

Estos depósitos afloran al frente del sector Chagualito, precisamente en la margen derecha del río Marañón. Se trata de materiales acumulados al pie del talud que corta la carretera hacia la localidad de Pataz. Los depósitos están asociados a caída de rocas y suelos provenientes de un macizo muy fracturado que se atribuye al Complejo Metamórfico del Marañón (**Anexo 1: Mapa geológico**).

3.1.3.4. Depósitos fluviales

Se trata de acumulaciones a lo largo del cauce del río Marañón. Están constituidos esencialmente bolones y gravas de variedad litológica, y se encuentran envueltos en una matriz areno limosa (**Anexo 1: Mapa geológico**).

3.1.3.5. Depósitos aluviales

Se trata de materiales acumulados de sedimentos, bloques y gravas transportados y depositados por la acción de los ríos. En el sector Chagualito, se hallan en la margen izquierda del río Marañón, al sur del sector Chagualito (**Anexo 1: Mapa geológico**).

4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

4.1. Pendiente del terreno

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

Se consideraron seis rangos de pendientes que van de 0° a 1° considerados terrenos llanos; 1° a 5° terrenos inclinados con pendiente suave; 5° a 15° pendiente moderada; 15° a 25° pendiente fuerte; 25° a 45° pendiente muy fuerte a escarpado; finalmente, mayor a 45° terreno muy escarpado.

Para el sector en mención, se elaboró un mapa de pendientes a partir de un modelo de elevación digital (DEM) de resolución de 30 m/píxel (**Figura 8**).

El área muestra un relieve abrupto y escalonado en la ladera este que forma parte de la vertiente occidental del río Marañón, sus pendientes van de bajo a muy fuerte que oscilan entre 1° a 5° y 25° a 45° respectivamente. El sector Chagualito, se encuentra asentado en la zona de baja pendiente, justo en la desembocadura de la quebrada Cachipampa, asimismo, se localiza geomorfológicamente en una terraza aluvial producto de la antigua expansión lateral del río Marañón. (**Figura 8 y Fotografía 8**).



Fotografía 8. Relieve muy accidentado con pendientes muy pronunciadas en la parte alta del sector Chagualito, Mientras que, en la parte inferior pendientes suaves a moderadas a la salida de la quebrada Cachipampa. Vista en dirección suroeste.

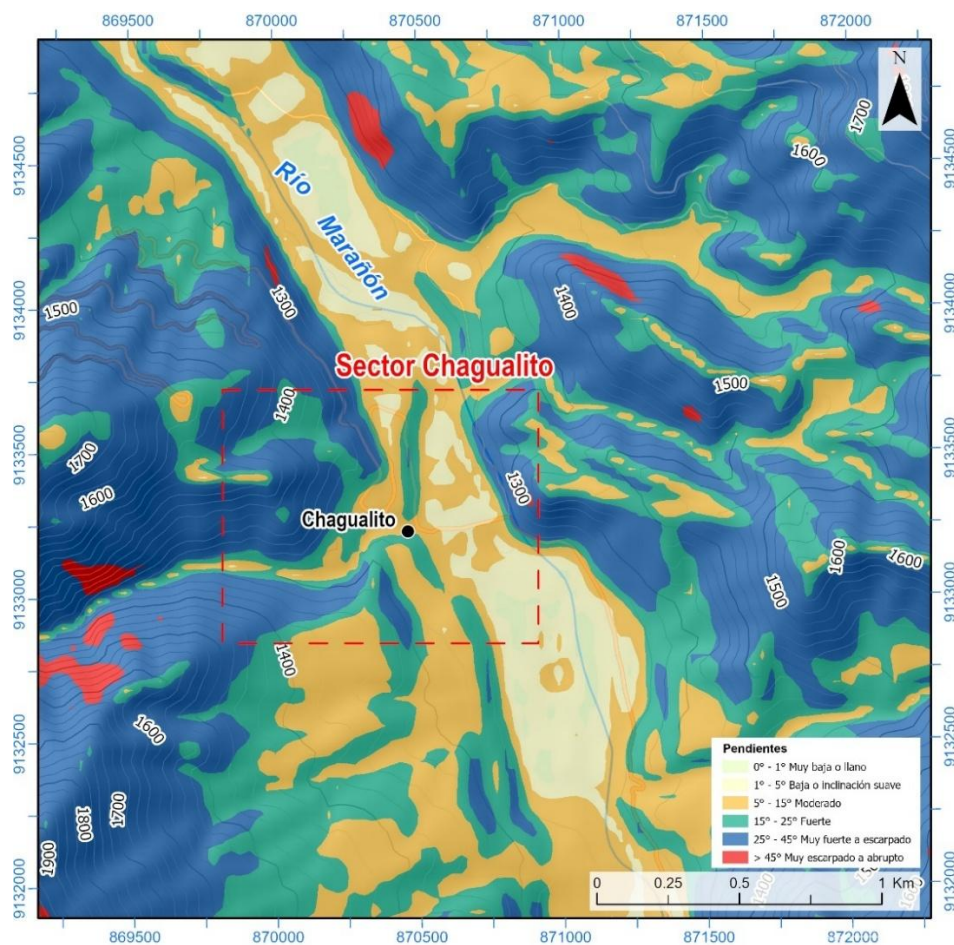


Figura 8. Mapa de pendientes en el sector Chagualito. Nótese la relación de la pendiente con geformas de abanico proluvial a la salida de la quebrada Cachipampa.

4.2. Unidades y subunidades geomorfológicas

4.2.1. Montaña en roca metamórfica (ME-rm)

Geoforma modelada en roca metamórfica perteneciente al Complejo Metamórfico del Maraón. Esta unidad se extiende ampliamente en el sector Chagualito, donde el relieve predominante es de tipo montañoso. Su ladera oriental presenta una morfología escalonada, resultado de procesos geológicos antiguos (**Fotografía 9**).

Su cima, presenta un desnivel de ~400 m desde el pie de la ladera, es decir; la quebrada Cachipampa. Su origen se debe principalmente a fases de exhumación¹ que involucró procesos tectónicos y erosivos que dieron lugar a una topografía accidentada (**Anexo 1: Mapa geológico**). Su ladera oriental aloja depósitos residuales dispuestas en pendientes muy fuertes que en la actualidad representan zonas inestables y sujetas a procesos de movimientos en masa.



Fotografía 9. Unidad geomorfológica de montaña modelada en roca metamórfica y sedimentaria en el sector Chagualito. Nótese, la población asentada al pie de la ladera. Vista mirando al suroeste.

4.2.2. Montaña en roca sedimentaria (ME-rs)

Geoforma modelada en roca sedimentaria perteneciente a la Formación Macno. Esta unidad se extiende al este del sector Chagualito, donde el relieve predominante es de tipo montañoso. Su ladera oeste presenta una morfología algo escalonada y ondulada, debido a la estratificación de las rocas sedimentarias de los grupos Copacabana y Mitu.

Su cima, el cerro montañoso tiene un desnivel casi de 120 m desde la quebrada Acerradera. Su origen se debe a fases de exhumación provocado por procesos

¹ Proceso geológico y tectónico que implica levantamiento y el ascenso de rocas de la corteza hacia la superficie (England & Molnar, 1990).

tectónicos que dieron como resultado, una topografía accidentada (**Anexo 1: Mapa geomorfológico**).

4.2.3. Piedemonte aluvio-torrencial

Son depósitos de material inconsolidado que alcanzan su mayor desarrollo en terrenos con pendientes suaves. Están conformadas por acumulaciones de sedimentos y gravas transportados por corrientes de aguas sobre la quebrada Cachipampa.

En el sector Chagualito, se observa esta geoforma a lo largo del cauce de la quebrada Cachipampa, justo en la desembocadura al río Marañón. Estos materiales provienen de huaicos combinados con depósitos coluviales que fueron acarreados por la escorrentía superficial y canalizados sobre las cárcavas de mediana extensión y pequeños surcos que disectan la ladera.

4.2.4. Abanico proluvial

Esta geoforma se emplaza al pie de la ladera este del cerro Santa María, a la salida de la quebrada Cachipampa. Se originó producto de la depositación de antiguos flujos de detritos en estructura tipo “*abanico*” que provinieron de las partes altas del cerro Santa María.

En el sector Chagualito se han identificado tres geoformas en abanico proluvial que se detallan cronológicamente a continuación.

Abanico proluvial 1. Se aloja en la parte baja del cerro Santa María, precisamente en la salida de la quebrada Cachipampa. Esta geoforma se originó por la depositación de un antiguo flujo de detritos que discurrió sobre la quebrada Cachipampa hasta llegar al río Marañón, este antiguo evento pone en evidencia una intensa actividad geodinámica en la vertiente occidental del río Marañón (**Figura 7 y 9**).

Abanico proluvial 2. Esta geoforma se instala en la salida de la quebrada Cachipampa, debido a un posterior flujo de detritos antiguo que llegó hasta el río Marañón. Sobre este terreno, se asentó gran parte de la población del sector Chagualito (**Figura 7 y 9**).

Abanico proluvial 3. Esta unidad se aloja al sur del sector Chagualito, justo en la salida de la quebrada que disecta la ladera oriental del cerro Oropungo. Esta geoforma está relacionada con un flujo de detritos más reciente que desembocó al río Marañón, lo que pone en evidencia la geodinámica activa en el sector Chagualito (**Figura 7**).



Figura 9. Mapa Geoformas de abanico proluvial 1 y 2 emplazada a la salida de la quebrada Cachipampa. Al fondo se observa geoformas de un sistema montañoso con una ladera con pendiente muy pronunciada. Nótese, gran parte de la población del sector Chagualito asentada sobre el abanico proluvial 2.

5. PELIGROS GEOLÓGICOS

En el área estudiada se identificaron y cartografiaron procesos de movimientos en masa, lo que configura como peligros geológicos según la clasificación sugerida por el “Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas, 2007”.

En el presente informe, se describen los principales peligros geológicos detallados a continuación:

5.1. Movimientos en masa

La caracterización de los movimientos en masa en el área evaluada, se realizó en base al análisis a detalle de los rasgos geológicos, geomorfológicos, y geodinámicos durante los trabajos de campo y gabinete. Se identificaron y cartografiaron los tipos de movimientos en masa, a través de la toma de datos estructurales, basado en la observación y caracterización morfométrica in situ. Asimismo, se realizó el registro fotográfico a nivel de terreno, el cual, fue complementado con el análisis e interpretación de imágenes satelitales de Google Earth y Sentinel 2.

Para caracterizar los movimientos en masa, se generaron mapas ráster de *Red Relief Image Map* (RRIM), a partir de un DEM (modelo de elevación digital) de 5 m de resolución proveído por CONIDA. Se trata de una técnica moderna de modelamiento que representa visualmente el relieve de la superficie terrestre mediante una escala cromática usando colores con tonos rojos para simular variaciones en la altitud. Esto

facilita la delimitación de geoformas asociadas a procesos geodinámicos y permite resaltar características importantes del terreno (**Figura 10**).

En la figura 10, se observa la interacción de la dinámica y de reconstrucción de los flujos de detritos tanto antiguos como recientes, el cual representan un peligro latente para los pobladores asentados a la salida de la quebrada Cachipampa, margen izquierda del río Marañón, en el sector Chagualito.

De acuerdo con la imagen RRIM, se observan dos depósitos correspondientes a antiguos flujos de detritos (huaicos) que discurrieron sobre la quebrada Cachipampa, hasta desembocar al río Marañón.

Según los rasgos morfológicos que resaltan en la imagen RRIM, se ha logrado diferenciar cronológicamente dos flujos antiguos (1) y (2) y uno más reciente a lo largo de la quebrada Cachipampa. Los depósitos de estos flujos antiguos ocupan espacialmente grandes dimensiones en la margen izquierda del río Marañón, lo que pone en evidencia una intensa actividad geodinámica, el cual involucró grandes cantidades de volúmenes de material detrítico que descendieron de la cabecera de dicha quebrada (**Figuras 10 y 11**).

Por su parte, el flujo de detritos más reciente discurre a lo largo del cauce de la quebrada Cachipampa hasta su confluencia con el río Marañón. Según sus características morfológicas, sugieren un flujo de menor magnitud. No obstante, constituye un peligro latente para los pobladores asentados a las márgenes de dicha quebrada. Agravándose principalmente en periodos de intensas precipitaciones, cuando el incremento del caudal y la disponibilidad de material suelto favorecen la reactivación del flujo y aumentan su capacidad destructiva (**Figuras 10 y 11**).

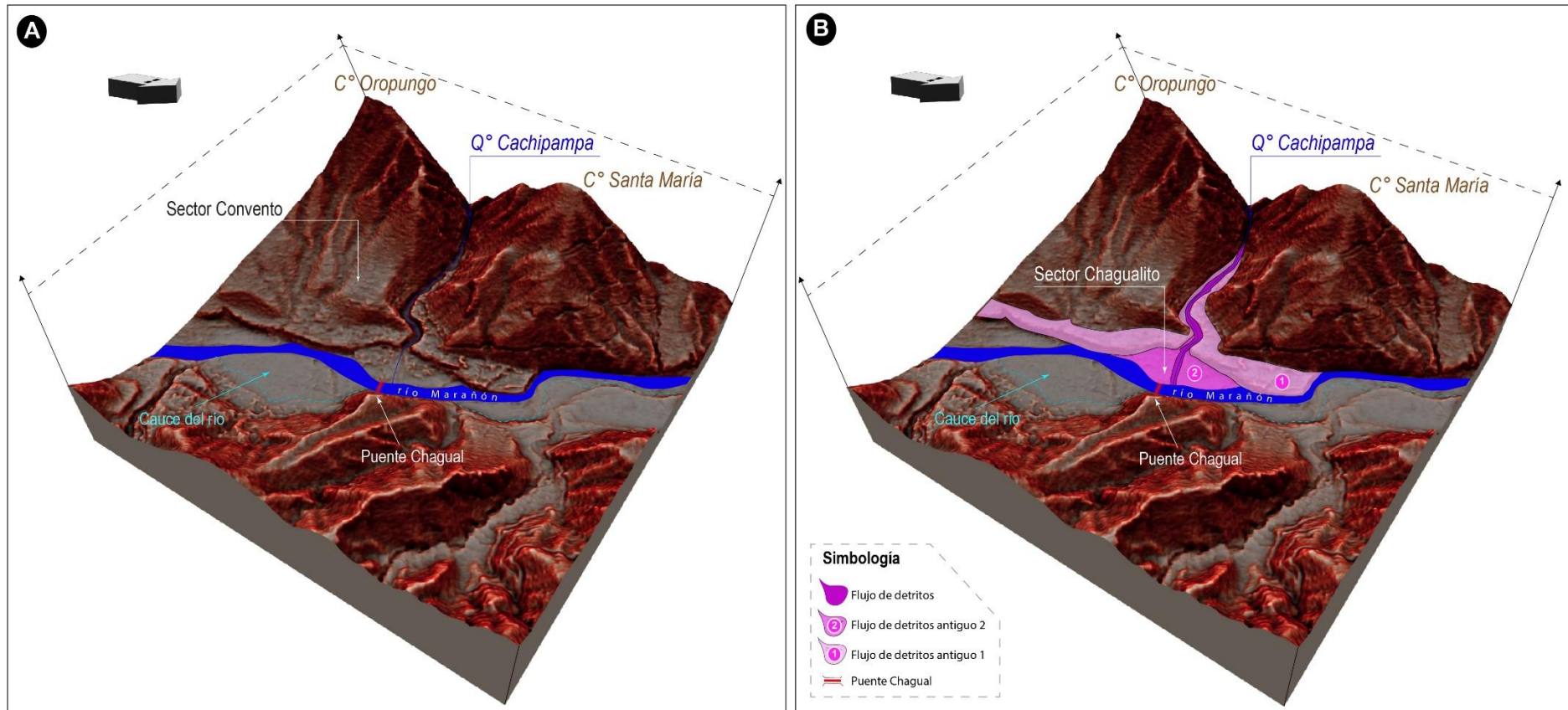


Figura 10. Block diagrama tridimensional de los procesos de movimientos en masa por flujo de detritos en el sector Chagualito. A) ráster RRIM en tonalidad rojo, donde resalta las características morfológicas del terreno. B) Imagen RRIM, donde se observa los depósitos de flujo de detritos antiguos y el más reciente emplazados a la salida de la quebrada Cachipampa. Nótese el asentamiento del poblado Chagualito a la margen derecha de la quebrada Cachipampa y a pocos metros del cauce principal del río Marañón.



Figura 11. Depósitos de flujo de detritos antiguos y el más reciente identificados en el sector Chagualito. Vista mirando al oeste.

5.1.1. Flujo de detritos

Se le denomina así, a un flujo de detritos que discurrió recientemente o al menos corresponden a las últimas reactivaciones de la quebrada Cachipampa. Según los pobladores de la zona, cada año en épocas de precipitaciones, la quebrada Cachipampa se ve afectada por el impacto de flujo de detritos que se canaliza a lo largo de su cauce, estos flujos se intensifican durante lluvias intensas y anómalas, como los registrados en 2024 y 2025 (**Figuras 10 y 11**).

Durante la inspección de campo, se ha podido observar que el flujo de detritos discurre sobre un cauce de 6 m de ancho y una longitud visible de alrededor de ~2 km, correspondiente a la quebrada Cachipampa. En las márgenes del cauce, se origina socavamiento y erosión de hasta 40 cm de altura, lo que evidencia flujos de mediana magnitud (**Figura 12**). Asimismo, se ha podido corroborar que sobre el cauce se disponen bloques esporádicos de hasta 2 m de diámetro, lo que refleja el volumen y el material acarreado por estos eventos.

Por otro lado, debajo del puente que atraviesa la quebrada Cachipampa, se observan zonas húmedas y parte del depósito antiguo socavado por la escorrentía fluvial o flujo de detritos posteriores. Estos procesos erosivos ejercidos al paso del flujo de detritos socavan la base del puente local y la vivienda asentada en la margen de la quebrada (**Figura 13**).

Este flujo de detritos pone en peligro a los pobladores asentados en las márgenes de la quebrada Cachipampa, además de contar con antecedentes de antiguos flujos de detritos de gran magnitud desarrollados sobre la quebrada.



Figura 12. Flujo de detritos antiguos y recientes a la salida de la quebrada Cachipampa. Nótese el socavamiento lateral ocasionado por flujos más recientes. Vista mirando al noroeste. Imagen tomada en febrero-2025.



Figura 13. Socavamiento lateral provocado por un flujo reciente que discurre sobre la quebrada Cachipampa. Vista mirando al noreste.

5.1.2. Flujos de detritos antiguos

En el sector Chagualito, se han identificado dos depósitos de flujo de detritos antiguos que se ubican a la salida de la quebrada Cachipampa. La edad de estos eventos no se ha podido determinar con exactitud, sin embargo, por sus características morfológicas que resaltan sobre el terreno, se infiere una edad de ocurrencia en una escala de cien a miles de años antes del presente, el cual, serán descritos cronológicamente (desde los más antiguo al más reciente) a continuación:

Flujo de detritos antiguo 1. Se trata de un depósito que dejó un flujo de detritos antiguo, que arribó hasta el río Marañón, ocasionando un embalse total de este último. Este depósito fue identificado a partir de sus rasgos morfológicos que resaltan claramente expresados en la imagen RRIM, donde se reconoce su emplazamiento con una geometría característica de abanico, de morfología aplanada en los sectores frontal y distal, lo que evidencia la alta energía y volumen del evento que le dio origen (**Figura 11 y fotografía 10**).

No ha sido posible determinar con precisión la zona fuente de todo este material movilizado, sin embargo, según el análisis de las imágenes satelitales, permite identificar la existencia de zonas con depresiones y superficies hundidas que sugieren múltiples escarpes compatibles con un deslizamiento de gran extensión que habría afectado la ladera sur del cerro San María (**Figura 10**).



Fotografía 10. Depósito de flujo de detritos antiguo 1, alojado a la salida de la quebrada Cachipampa. Vista mirando al norte.

Flujo de detritos antiguo 2. Al igual que el primero, este evento se desarrolló a lo largo de la quebrada Cachipampa y depositó material detrítico acarreado por un flujo antiguo que también arribó al río Marañón.

De acuerdo con sus características morfológicas observadas en la imagen RRIM, sugieren que este flujo habría sido de menor magnitud en comparación con el primero, debido a que el espesor estimado de su depósito no supera los 2 m. El material movilizado se acumuló morfológicamente tipo abanico, que se extiende en la margen izquierda del río Marañón, lo que indica de manera interpretativa una rápida pérdida de energía del flujo al alcanzar la zona de confluencia (**Figuras 10 y 11**).

La población del sector Chagualito se asentó precisamente sobre este depósito de flujo, lo que convierte a la zona en altamente susceptible a la ocurrencia de posteriores eventos de flujo de detritos, que se activen a lo largo de la quebrada Cachipampa (**Figura 14**).

La fuente de este material no se observa claramente, sin embargo, por las características morfológicas y antecedentes, se infiere a posibles reactivaciones de flujo de detritos que sucedieron al evento inicial registrado como flujo de detritos antiguo 1.

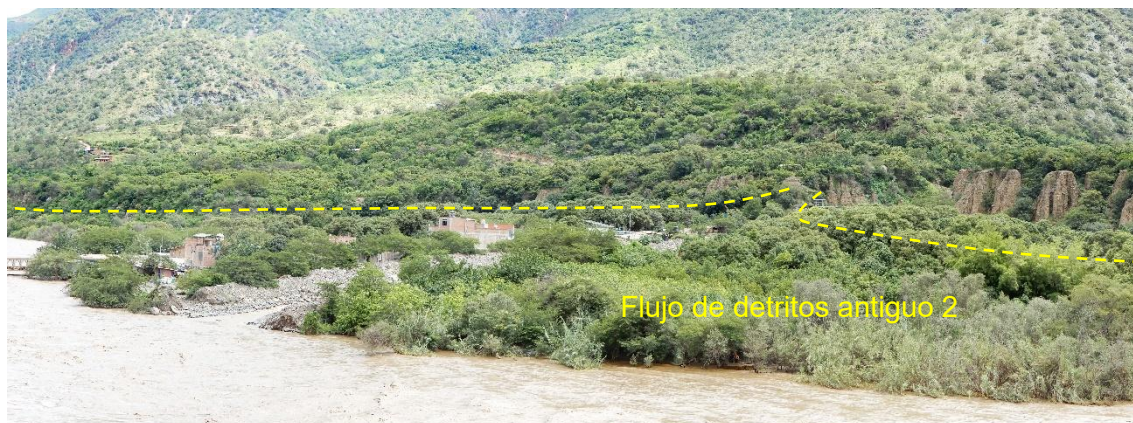


Figura 14. Flujo de detritos antiguo 2 emplazado a la salida de la quebrada Cachipampa. Vista panorámica mirando al suroeste.

Flujo de detritos antiguo 3. Este evento se registra al extremo sur del sector Chagualito (**Anexo 1: Mapa de cartografía de peligros geológicos**), el cual no tiene influencia e impacto directo sobre dicho sector, sin embargo, pone en evidencia la fuerte actividad geodinámica asociado al origen y fuente de movimientos en masa tipo flujo de detritos en la vertiente occidental del río Marañón.

5.2. Factores condicionantes

Los factores condicionantes que están relacionados a los procesos de movimientos en masa, es decir, la ocurrencia de flujo de detritos se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 2. Factores condicionantes de los procesos de movimientos en masa.

Factores	Características asociadas
Litológico	- El substrato rocoso está constituido por secuencias deformadas de esquistos y filitas del Complejo Metamórfico del Marañón, los cuales se encuentran muy fracturados y meteorizados. Estos macizos rocos se caracterizan por presentar secuencias incompetentes altamente inestables asociadas a los movimientos en masa. - Material detrítico dispuesto a lo largo del cauce de la quebrada Cachipampa es propenso a ser removido por escorrentía fluvial y generar flujo de detritos que comprometan a las viviendas e infraestructura local en el sector Chagualito.
Geomorfológicos	- Montaña estructurada en roca metamórfica que se ve afectada por procesos geodinámicos superficiales que son fuentes de material detrítico disponible sobre el cauce de la quebrada Cachipampa. - Pendiente del terreno de la montaña que van de fuerte a muy fuerte, lo que permite que el material suelto disponible se erosione y se remueva fácilmente pendiente abajo por efecto de la gravedad y acción de las aguas de escorrentía.

5.3. Factores desencadenantes

Los principales factores desencadenantes que están asociadas a la ocurrencia de movimientos en masa se detallan a continuación.

Tabla 3. Factores desencadenantes por movimientos en masa.

Factores	Características asociadas
Precipitaciones	Intensas precipitaciones pluviales y/o excepcionales, principalmente entre los meses de noviembre a abril.
Hidrológicos	Aguas de escorrentía superficial que discurren por la parte media y alta de la quebrada Cachipampa y desembocan al río Marañón.

6. CONCLUSIONES

En base al análisis de información geológica de la zona de estudio, así como a los trabajos de campo y la evaluación de peligros geológicos, se emiten las siguientes conclusiones.

- 1) En el sector Chagualito, el substrato rocoso está constituido por esquistos y filitas bandeadas, con cristales de cuarzo, feldespato y micas de textura bandeada, compactos; presentan morfología abrupta, conspicua y relieve accidentado; ocupando las partes bajas del valle del río Marañón, entre la quebradas Cachipampa y Acerradera. Localmente, presentan macizos rocosos con características físicas de baja resistencia a la compresión axial (al golpe del martillo), que oscilan entre 50 a 100 Mpa, asimismo se encuentran muy foliado y fracturado producto de una tectónica pasada a lo que fue sometida a lo largo de su historia geológica.
- 2) Los depósitos proluviales y proluvio-aluviales que se alojan a la salida de la quebrada Cachipampa, descansan discordantemente sobre el Complejo Metamórfico del Marañón. Están conformados por acumulaciones inconsolidadas de fragmentos heterométricos envueltos en una matriz arcillo limosa y arenosa. Por su naturaleza suelta e incompetente, se caracterizan por tener una baja cohesión que ofrecen una baja resistencia a la erosión, lo que las convierten en zonas susceptibles a movimientos en masa.
- 3) Geomorfológicamente, los procesos por movimientos en masa del tipo flujo de detritos se desarrollaron sobre una morfología montañosa estructurada y modelada en roca metamórfica, caracterizada por un relieve abrupto, con pendientes pronunciadas que varían de moderado, fuertes a muy fuertes que oscilan entre 15° a 45°. Las geoformas de Abanico proluvial se emplazan a la salida de la quebrada Cachipampa, el cual, conforman zonas con pendientes suaves a moderados de 5° a 15°. Estas condiciones morfológicas del terreno han propiciado la generación y evolución de los flujos de detritos.
- 4) El sector Chagualito se encuentra asentada en la desembocadura de la quebrada Cachipampa, sobre antiguos flujo de detritos. Esta quebrada se cataloga geodinámicamente activa, el cual, pone en peligro a los pobladores, infraestructura local y medios de vida.
- 5) Se han identificado dos depósitos de flujo de detritos antiguos a la salida de la quebrada Cachipampa, y un flujo de detritos reciente que ponen en evidencia la intensa actividad geodinámica a lo largo del cauce de dicha quebrada.
- 6) Los flujos de detritos antiguos posiblemente descendieron de la ladera sur del cerro Santa María, debido a que la zona presenta características morfológicas que resaltan al relieve, como zonas de depresión y superficies hundidas que sugieren múltiples escarpes asociados a un deslizamiento antiguo de gran extensión. La edad de estos eventos no se pudo determinar, sin embargo, según sus características morfológicas, se estima su ocurrencia en una escala de cien a miles de años antes del presente.
- 7) De acuerdo con las características y condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas, se considera al sector Chagualito como **Peligro Alto** frente a la ocurrencia de flujo de detritos.

7. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que a continuación se brindan tienen por finalidad mitigar el impacto de los peligros geológicos por movimientos en masa identificados en el sector Chagualito.

Transversales a autoridades y población

- 1) Incluir los peligros geológicos (flujo de detritos, derrumbes, y erosión de ladera) identificados por el Ingemmet en los planes específicos de la Gestión de Riesgo de Desastres de la Municipalidad Distrital de Cochorco.
- 2) Identificar rutas de evacuación y zonas seguras ante la ocurrencia de peligros geológicos del tipo flujo de detritos. Posteriormente, implementar simulacros de evacuación y simulaciones, con la finalidad de contar con una respuesta rápida y adecuada en situaciones de emergencia.
- 3) Implementar Sistemas de Alerta Temprana-SAT en coordinación con el INDECI, para la inmediata información de ocurrencia de peligros geológicos (flujo de detritos) en el sector Chagualito.
- 4) Elaborar la Evaluación de Riesgo (EVAR) por flujo de detritos con los insumos (mapas a detalle) presentados en el presente informe, con la finalidad de determinar el nivel de riesgo de los elementos expuestos en el sector Chagualito. Además, de recomendar las medidas correctivas definitivas que atenúen el peligro.

Ante flujo de detritos

- 5) Realizar trabajos de descolmatación y limpieza del cauce de la quebrada Cachipampa (especialmente después de épocas de avenida). Esto se debe de complementar con la construcción de defensas ribereñas, con muros de concreto o gaviones en la desembocadura de la quebrada.
- 6) Implementar medidas estructurales para el control de flujo de detritos, como la construcción de diques transversales - disipadores o muros de roca (enrocado) usando el material presente en la quebrada y diques, con el objetivo de apoyar en la retención de material detrítico y reducción de la velocidad de flujos, los cuales disiparán la energía de estos eventos.
- 7) Prohibir la expansión urbana hacia el cauce actual de la quebrada Cachipampa, así también, prohibir la construcción de viviendas y/o algún tipo de infraestructura en zonas aledañas a sus márgenes.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Cruden, D. M., Varnes, D.J., (1996). Landslide types and processes, en Turner, K., y Schuster, R.L., ed., Landslide's investigation and mitigation: Washintong D. C, National Academy Press, Transportation researchs board Special Report 247, p. 36-75.
- England, P. & Molnar, P. (1990). Surface uplift, uplift of rocks, and exhumation of rocks. *Geology*, v18, p. 1173-1177. DOI:10.1130/0091-7613(1990)018<1173:SUUORA>2.3.CO;2.
- Evans, S. G., y Hungr, O., (1993). The analysis of rock fall hazard at the base of talus slope: *Canadian Geotechnical Journal*, v. 30p.
- 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.
- ISRM (1981). Suggest method for the quantitative description of discontinuities in rock masses: *International Journal of Rock Mechanics, Min. Sci. & Geomech. Abstr.* V. 18, p. 85-110.
- 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.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, SENAMHI (2020). Mapa de clasificación climática del Perú (Texto). Lima, Perú.
- WP/WLI, (1993). A suggest method for describing the activity of a landslide: *Bulletin of the International Association of Engineering Geology*, N°47. p. 53-57.
- Medina, L.; Luque, G.; Pari, W. (2012). Riesgo geológico en la región La Libertad. INGEMMET. Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 50, 238 p.
- Wilson, J. & Reyes, L. (1964). Geología del cuadrángulo de Pataz (Hoja 16-h). Comisión Carta Geológica Nacional, Boletín, 9, 91 p., 1 mapa.

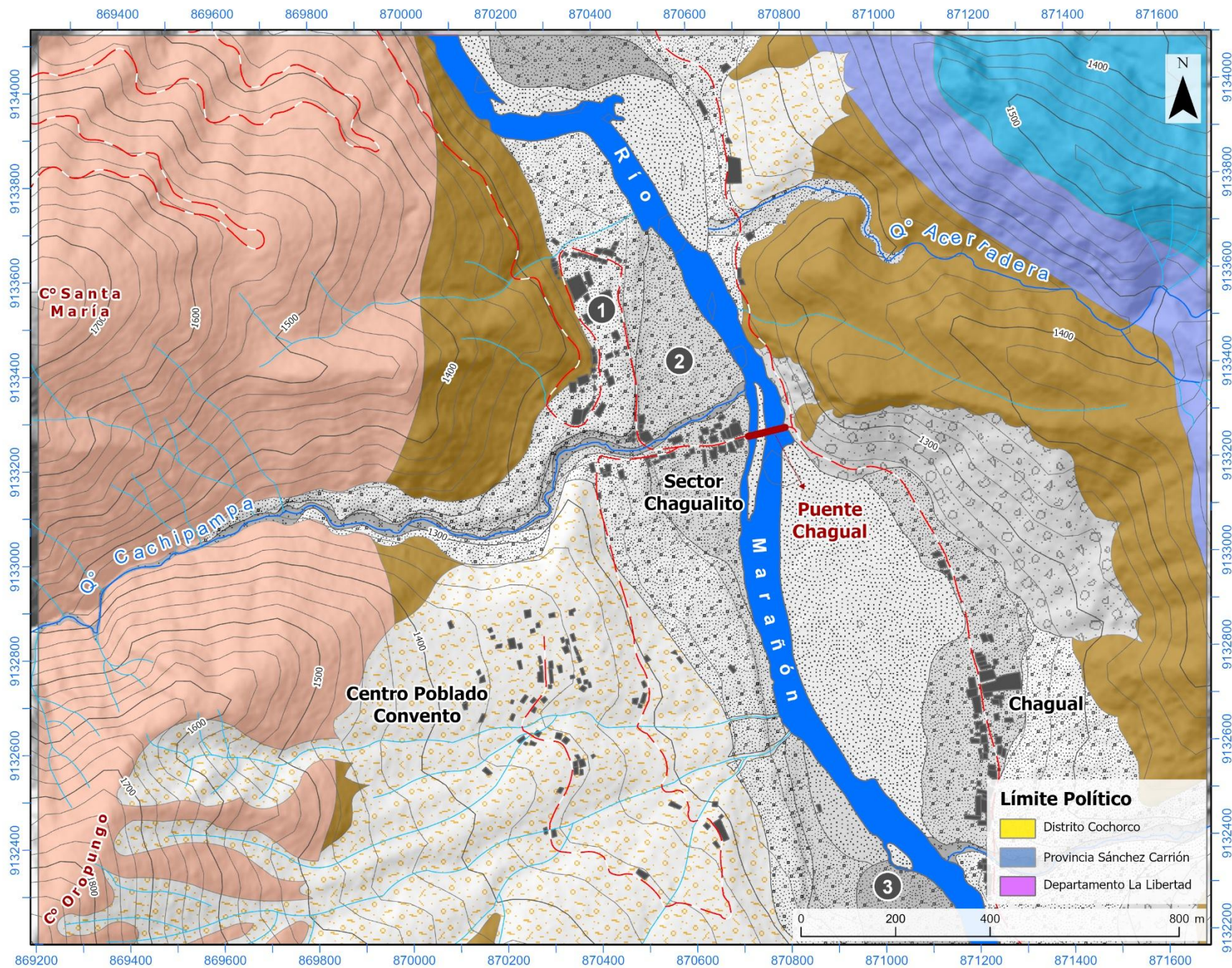
ANEXO 1: MAPAS

MAPAS DEL SECTOR CHAGUALITO

Mapa 01: Mapa Geológico

Mapa 02: Mapa Geomorfológico

Mapa 03: Mapa de Cartografía de Peligros Geológicos



INGEMMET
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

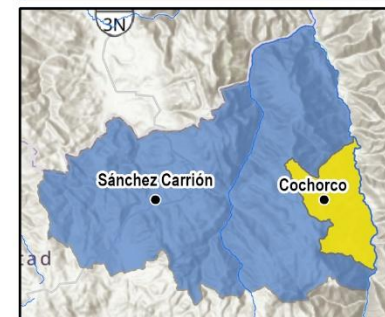
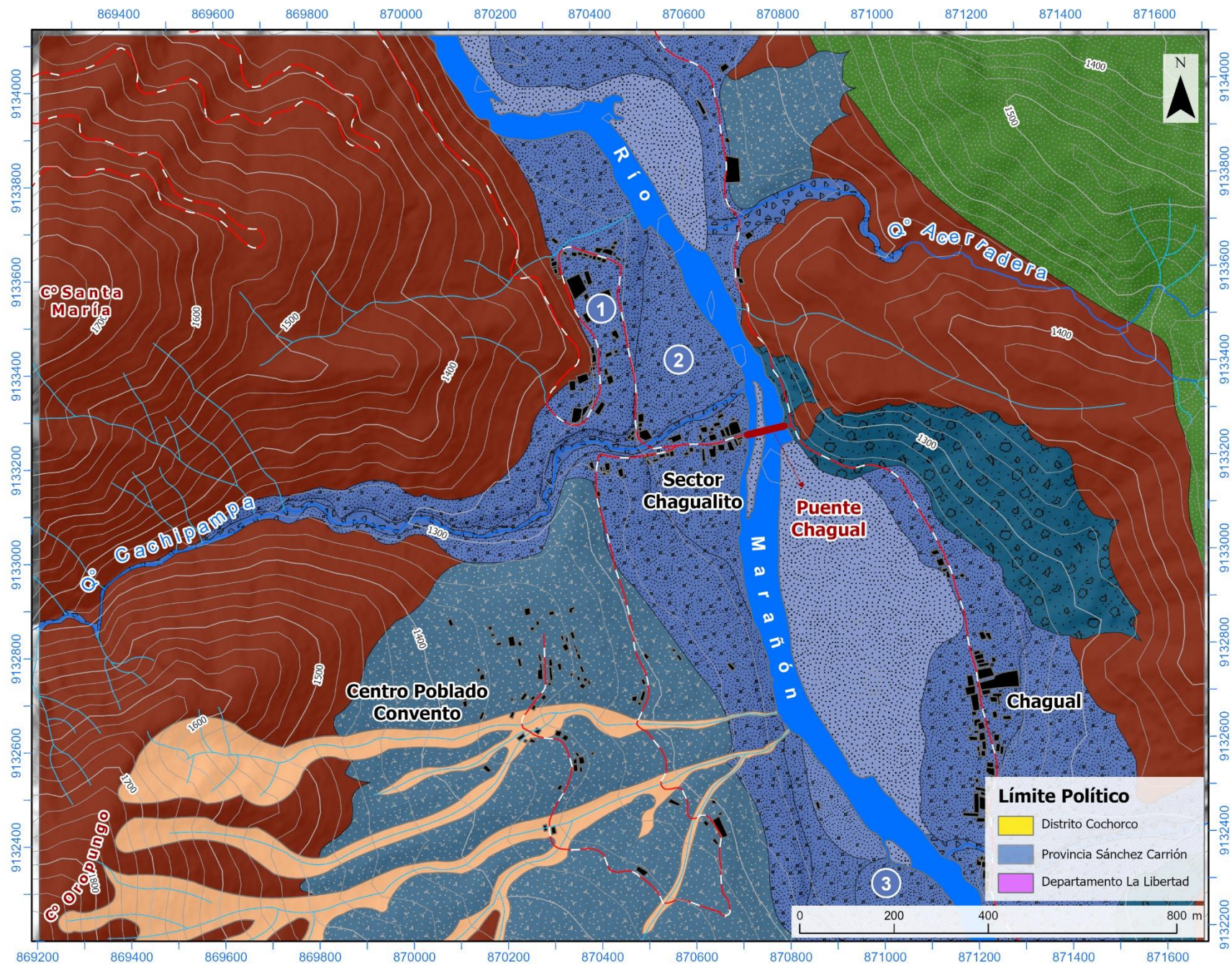
DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

ACT16: Servicio de asistencia técnica en la evaluación de peligros geológicos a nivel nacional

Mapa Geológico

01

Datum: UTM-WGS84, Zona 18s
Version digital: año 2025. Version impreso: 2025



Unidades geomorfológicas

Montaña en roca metamórfica	Vertiente coluvial	Planicie inundable aluvial
Montaña en roca sedimentaria	Piedemonte aluvio-torrencial	Abanico proluvial 3
Vertiente coluvio-deluvial	Terraza aluvial	Abanico proluvial 2
		Cárcava

Simbología

Quebrada	Viviendas
Trocha carrozable	Drenaje
Curvas maestras	
Curvas secundarias	

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

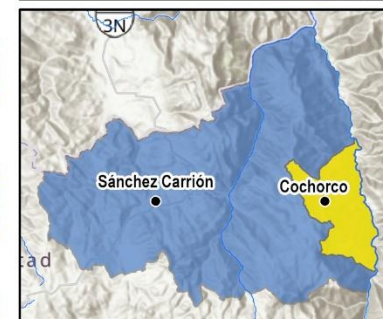
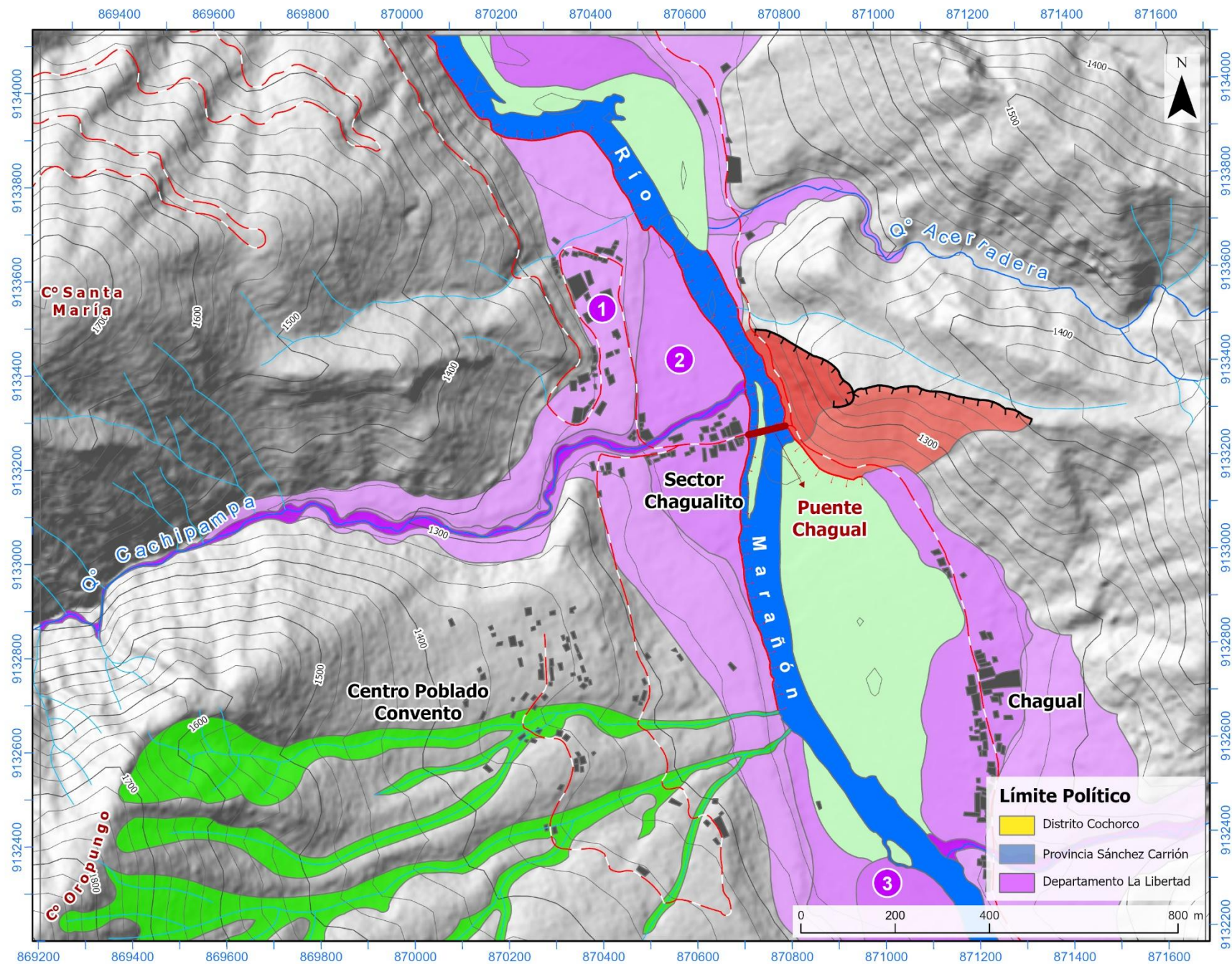
**DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL
Y RIESGO GEOLÓGICO**

ACT16: Servicio de asistencia técnica en la
evaluación de peligros geológicos a nivel nacional

Mapa Geomorfológico

02

Datum: UTM-WGS84, Zona 18e
Versión digital: año 2025. Versión impreso: 2025



Cartografía de peligros geológicos

	Flujo de detritos		Flujo de detritos antiguo 1		Erosión de ladera (Cárcava)
	Flujo de detritos antiguo 3		Derrumbe activo		Inundación
	Flujo de detritos antiguo 2		Derrumbe inactivo latente		

Simbología

	Zona de arranque de derrumbe		Quebrada
	Erosión fluvial		Trocha carrozable
	Viviendas		Curvas maestras
			Curvas secundarias

Límite Político

	Distrito Cochorco
	Provincia Sánchez Carrión
	Departamento La Libertad

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO

**DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL
Y RIESGO GEOLOGICO**

ACT16: Servicio de asistencia técnica en la
evaluación de peligros geológicos a nivel nacional

**Cartografía de peligros
Geológicos**

Datum: UTM-WGS84, Zona 18s
Versión digital: año 2025. Versión impreso: 2025

03

ANEXO 2: PROPUESTA DE MEDIDAS CORRECTIVAS

A) TRABAJOS PARA DISMINUIR LOS IMPACTOS DE FLUJOS DE DETRITOS

Dentro de la alternativa para el control de huaicos se encuentran las medidas estructurales, son aquellas medidas tácticas o ingenieriles, que se encuentran orientadas a la construcción de obras o métodos manuales ejecutados por el hombre, con el objetivo de prevenir o mitigar los desastres ocasionados por el huaico. Dentro de las medidas se puede encontrar:

Construcción de presas contenedoras (chek dams): Se requiere de una estabilización en la zona de inicio de flujos detríticos, con la finalidad de estabilizar y disminuir la carga de material de los posibles flujos que se puedan generar, esto se puede lograr con la construcción de este tipo de presas.

Según VanDine (1996), en la zona de transporte se construyen presas contenedoras en serie, con el fin de disminuir la pendiente en forma local y minimizar la erosión en el fondo y laderas del cauce (**Figura 2.1**).

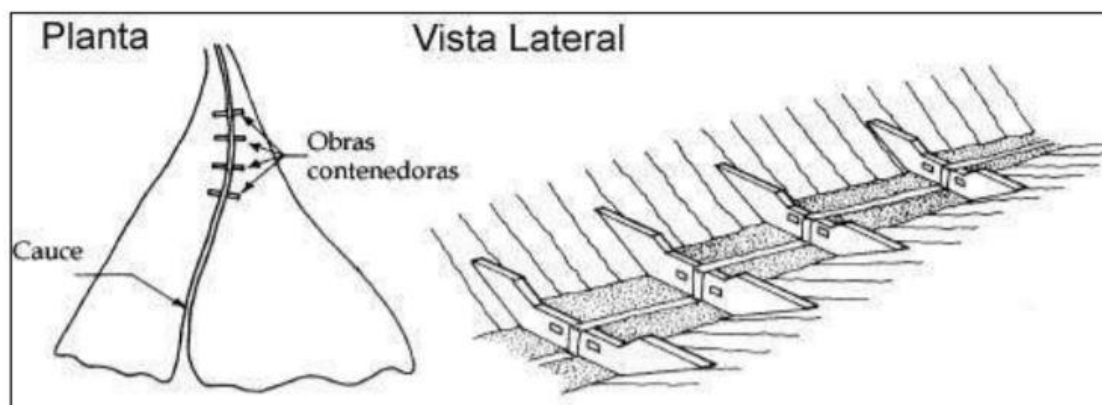


Figura 2.1. Esquema de ubicación y función de presas contenedor ("check dams") (VanDine, 1996).

Presas impermeables o del mismo tipo que las utilizadas como presas contenedoras o consolidadoras, también son utilizadas como obras de almacenamiento. El diseño de estas presas consiste en retener gran parte de los sedimentos arrastrados por un aluvión, de esta manera, al entrar el flujo al pie de la ladera, la concentración de sedimentos es lo suficientemente baja como para no causar daños y ser conducido sin mayores problemas (Electrowatt, 1995). Estas obras deben ser mantenidas constantemente con el fin de que se encuentren operativas.

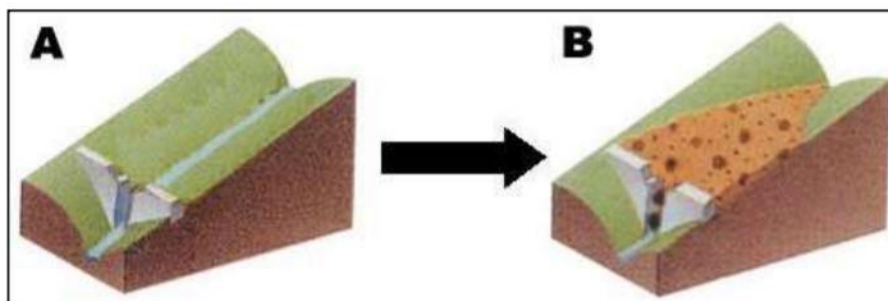


Figura 2.2. Función de presas abiertas (slit dam): 1) La presa permite que los sedimentos escurran libremente para condiciones normales; 2) Cuando ocurre un flujo detrítico de proporciones, los sedimentos son capturados y retenidos temporalmente previniendo desastres hacia aguas abajo (International Sabonetwork, <http://www.saboint.org>).

Muros de Mampostería en Piedra (piedra seca): sirven para frenar la velocidad del agua y a la vez conseguir condiciones favorables para el establecimiento de la vegetación permanente o defender zonas críticas en donde no cabe ningún otro sistema de protección.

En las rocas, las diaclasas o fracturas propias de su origen presentan caras planas y llanas con diversas formas, desde un paralelepípedo hasta un cubo. Por lo tanto, sería las más adecuadas para ser empleadas la construcción de muro de mampostería en piedra o también llamados pircas.

Para la construcción es necesario la pirca seca sin mortero, que es altamente permeable por estar formada por bloques y fragmentos de rocas que dejan espacios vacíos del orden de 10% al 30 % en las mejores construidas. Estos conductos funcionan como drenes impidiendo la formación de presión por acumulación de agua en su lado posterior.

Las pircas se comportan como elemento asísmico. Durante el movimiento de la energía que transmite la onda sísmica es absorbida por las fuerzas de fricción generadas entre las caras de los bloques de los muros cuando entran en contacto. Esta es la razón por la que no han fallado en comparación de los muros de concreto de mayor superficie de fricción.

De acuerdo a las consideraciones y resultados de estudios anteriores, se deben evaluar las propuestas con alturas (0.5 a 10 m) Martínez (1990,1992).

Diques de regulación en el cauce del huaico: Los diques de regulación en el cauce son útiles para retener los sólidos que arrastra el flujo aluvional, disminuyendo la masa y velocidad del flujo huaico, al impedir la erosión de fondo del cauce.

Pueden ser contruidos de piedra con solo un 5% en volumen de mortero añadido al volumen total, de esta manera se puede mejorar la resistencia y durabilidad.

Disponen de un vertedero central para evitar socavación lateral de los apoyos en la sección. Es recomendable construir los diques separados cada 25 o 50 metros, dependiendo el grado de riesgo que presenta la zona (García, 2016).

Diques desviadores del flujo o barreras deflectoras: La dirección de flujos detríticos puede ser controlada por la construcción de diques suficientemente altos como para prevenir rebases (Okubo et al., 1997). La diferencia con las barreras laterales es que este tipo de obras impide que el flujo mantenga su dirección natural desviándolo hacia otra zona. Pueden ser utilizadas para proteger alguna estructura, dirigir el flujo hacia otra zona, o aumentar el largo local del cauce, disminuyendo así su pendiente para favorecer la depositación (VanDine, 1996).

Además de los criterios de diseño utilizados para la construcción de las obras controladoras de dirección, debido a la curvatura que tendrá el cauce, deben considerarse criterios sobre fuerzas de impacto, sobre – elevación y trepamiento del flujo (VanDine, 1996).

Diques desviadores del flujo o barreras deflectoras: La dirección de flujos detríticos puede ser controlada por la construcción de diques suficientemente altos como para prevenir rebases (Okubo et al., 1997). La diferencia con las barreras laterales es que este tipo de obras impide que el flujo mantenga su dirección natural desviándolo hacia

otra zona. Pueden ser utilizadas para proteger alguna estructura, dirigir el flujo hacia otra zona, o aumentar el largo local del cauce, disminuyendo así su pendiente para favorecer la depositación (**Figura 2.3**), (VanDine, 1996).

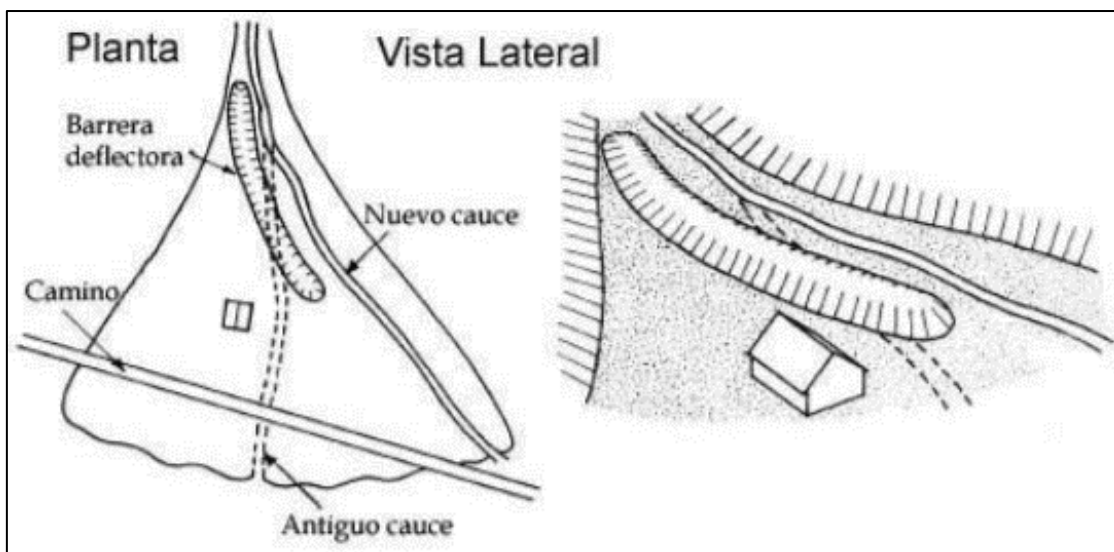


Figura 2.3. Diques desviadores (VanDine 1996).

Además de los criterios de diseño utilizados para la construcción de las obras controladoras de dirección, debido a la curvatura que tendrá el cauce, deben considerarse criterios sobre fuerzas de impacto, sobre – elevación y trepamiento del flujo (VanDine, 1996).

Gaviones o enrocados: 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).



Figura 2.4. Protección de riberas mediante enrocados.