



SECTOR ENERGÍA Y MINAS

**INGEMMET**

INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

**Informe Técnico N° A6961**

# **EVALUACIÓN POR PELIGRO DE MOVIMIENTOS EN MASA EN EL ANEXO DE ASIA**

Región La Libertad

Provincia Pataz

Distrito Buldibuyo



OCTUBRE  
2019

## INDICE

RESUMEN .....	2
1. INTRODUCCIÓN .....	3
2. ANTECEDENTES .....	3
3. OBJETIVOS .....	7
3.1. Objetivo general .....	7
3.2. Objetivos específicos .....	7
4. METODOLOGÍA .....	7
4.1. Gabinete I: .....	7
4.2. Campo .....	8
4.3. Gabinete II: .....	8
5. ASPECTOS GENERALES .....	8
5.1. Ubicación y accesibilidad .....	8
5.2. Población y actividades económicas .....	9
5.3. Clima .....	10
5.4. Hidrografía .....	11
6. GEOMORFOLOGÍA .....	13
6.1. Metodología para obtener un mapa geomorfológico .....	13
6.2. Clasificación de unidades geomorfológicas .....	14
7. GEOLOGÍA .....	18
7.1. Geología regional .....	18
7.2. Geología estructural .....	19
7.3. Geología local .....	19
7.4. Geodinámica .....	28
7.4.1. Peligros geológicos .....	28
CONCLUSIONES .....	39
RECOMENDACIONES .....	41
BIBLIOGRAFÍA .....	42
ANEXOS .....	43

## **EVALUACIÓN POR PELIGRO DE MOVIMIENTOS EN MASA EN EL ANEXO DE ASIA**

**(DISTRITO DE BULDIBUYO, PROVINCIA DE PATAZ-REGIÓN LIBERTAD)**

### **RESUMEN**

Los peligros geológicos ya sean sismos, movimientos en masa e inundaciones, etc., ocasionan desastres en cualquier región y afectan, en diferente grado a las poblaciones, vías de comunicación, infraestructura hidráulica, etc., generando altos costos en los trabajos de recuperación de las zonas afectadas, sumándose a estas consecuencias, la pérdida de vidas humanas y económicas, así como la interrupción de las actividades socio-económicas y comerciales.

Es por ello que este estudio tiene como objetivo evaluar y caracterizar los peligros geológicos a los que están expuestos la población del anexo "Asia", pertenecientes al distrito de Buldibuyo y provincia de Pataz, región La Libertad, mediante la cartografía de las unidades geológicas y geomorfológicas que predominan localmente, así como el análisis de las causas que lo originan, identificando también en campo los daños y zonas críticas expuestas a ser afectadas por dichos eventos geológicos.

Las zonas estudiadas se asientan parcialmente sobre depósitos coluviales predominantes en ladera de montaña donde discurren quebradas estacionales, con pendientes empinadas, el pie de ladera se encuentra húmedo por presencia de agua del río Huascacocha.

Con respecto a la identificación de daños, zonas expuestas y análisis de causas de los peligros geológicos se identificó que, en épocas de lluvias de estación y extremas, el sector estudiado es afectado por la activación de la zona de deslizamiento, este peligro geológico a su vez obtura el cauce del río anteriormente mencionado, originando represamientos que podrían generar flujos de detritos con mayor cantidad de agua (hiperconcentrados) y probablemente podrían seguir afectando a pueblos ubicados cotas abajo de la microcuenca.

Según la identificación de daños y/o elementos expuestos que podrían ser afectados por los peligros geológicos e hidrogeológicos, se debe considerar las medidas de control y prevención estructural o no estructural (administrativas), recomendadas en este informe para atenuar sus efectos o impactos en las poblaciones.

## 1. INTRODUCCIÓN

El Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET) a través de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR), en el marco del cumplimiento de sus funciones, efectúa como ente técnico-científico y parte del Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres (SINAGERD) el estudio de los peligros geológicos, que afectan a los centros poblados y obras de infraestructura en el territorio nacional, brindando información oportuna en apoyo al Gobierno Nacional, a los Gobiernos Regionales, Locales y comunidades.

Ante ello la Municipalidad del distrito de Buldibuyo, solicitó al INGEMMET, realizar la evaluación e identificación de peligros geológicos, ya que el anexo de Asia, viene siendo afectado por deslizamientos ocurridos por lluvias estacionales y extremas de eventos del Niño, hasta la actualidad y que afectan a sus vías de accesos y la seguridad física de dicha población.

Los trabajos de campo en las zonas de emergencia por peligros geológicos fueron efectuados por el ingeniero geólogo, Edinson Ramos, especialistas del área de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del INGEMMET, con el apoyo de un miembro de Defensa Civil del distrito de Buldibuyo.

La información que se otorga en este informe realizado por profesionales de DGAR, se pondrá a consideración de la comunidad científica y técnica, autoridades del gobierno regional, municipalidades provinciales y distritales, para la toma de decisiones en temas de prevención ante la ocurrencia de desastres por peligros de origen natural, información que constituye la base para realizar proyectos futuros sobre reordenamiento territorial preventivo y desarrollo sostenible de las comunidades, de esta manera también se pone a disposición del Ministerio de Vivienda y Construcción, Transporte y Comunicaciones, Defensa, Agricultura, Educación y Salud, Autoridad Nacional del Agua (ANA) e instituciones del SINAGERD, para que se propongan políticas, programas y acciones de prevención con el fin de reducir la vulnerabilidad y evitar pérdidas de materiales o humanas.

## 2. ANTECEDENTES

Como trabajos anteriores se ha recopilado estudios de temas geológicos y de riesgos geológicos realizados en la región Libertad, información técnica necesaria para la elaboración del siguiente informe, tales como:

- Geología del cuadrángulo de Tayabamba, (Hoja; 17I-IV): Realizado por INGEMMET (2012): En el cual brinda información geológica a escala 1.50000.
- Boletín N° 60, Serie A: Carta Geológica Nacional, "Geología de los cuadrángulos de Pallasca, Tayabamba, Corongo, Pomabamba, Carhuaz y Huarí", (Hojas; 17-h, 17-i, 18-h, 19-g, 19-i), realizado por INGEMMET (1967) y actualizado por Dirección de Carta Geológica Nacional (1995): informe en el cual se detallan aspectos geológicos, geomorfológicos y estructurales a escala 1.100000.
- Zonas críticas en la región La Libertad (Medina & Luque, 2008): En este estudio técnico preliminar se describe en la página 10 y 48 a la provincia de Patate como una de las zonas críticas, expuestas a peligros geológicos (movimientos en

masa) en 5 de sus distritos como: Auyos de Buldibuyo, Bellavista de Huancaspata, Tayabamba, Parcoy, Pataz y Pías, registrándose también flujos de detritos y erosión fluvial en el distrito de Pataz.

Tal es así que en la página 48 se presenta en la Cuadro A, parte de las zonas críticas por peligros geológicos en la provincia de Pataz, detallando las características físicas del deslizamiento que ocurrió el año 2003 en el distrito de Buldibuyo específicamente en el paraje de Asia, que a continuación se presenta:

**Cuadro A**  
 Zonas críticas por peligros geológicos en la provincia de Pataz

CODIGO EN MAPA	PARAJE/DISTRITO	PELIGROS ACTUALES O FUTUROS	VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS (OCASIONADOS O PROBABLES)	RECOMENDACIONES
72	Auyos-Asia	Ocurrió el 05-07-2003, La geometría del movimiento en masa es semicircular, estrecho en la zona de arranque y que se abre en sus dos extremos. La escarpa principal es irregular con un salto de 25-35 m de altura. La parte media (lado izquierdo) se presenta escalonada con alternancia de pendientes suaves a moderadas (15° a 35°), y es la que ha sufrido mayor remoción y a la vez flujo de material saturado en cuyo pie forma un abanico principal de pendiente suave, estimándose un desplazamiento máximo de 600-700 m desde su ápice en la parte media-inferior, así como subsiguientes flujos menores, cuyo pie embalsó inicialmente una longitud del río de aproximadamente 600 m de longitud frente a tollos. En el lado izquierdo del proceso de remoción, se diferencia una escarpa secundaria irregular a semicircular, con un salto de 10-15 m, saltos secundarios, escalonados e irregulares y un terreno bastante agrietado y removido con una pendiente de 25°-30° en forma triangular, estimándose un corrimiento de hasta 300 m y una longitud de embalse similar. Fuente Zavala y Vilchez, 2003	Afectaría a los sectores de Tollos, Puente Los Naranjos y viviendas ubicadas aguas abajo, cercanos y al pie del cauce del río Buldibuyo. Se incluye también el área inferior a la escarpa antigua del deslizamiento en la porción que aún no se ha deslizado. Afectó el paso por la carretera Buldibuyo-Tayabamba.	Reforestar el área con plantas nativas, monitorear el deslizamiento con GPS diferencial, área no apta para vivienda, construir un sistema de andenería para cultivo y usar riego tecnificado.

Fuente: INGEMMET, 2008

- Riesgo Geológico en la región La Libertad, boletín N°50 serie C (Medina et al., 2012): Dicho estudio busca evaluar los problemas de geodinámica externa (peligros geológicos por movimientos en masa e inundaciones) que afectan a la región La Libertad, teniendo como objetivo contribuir a la gestión de riesgos de desastres con el tema y cultura de prevención recomendando obras de mitigación estructural en los puntos críticos susceptibles a eventos geodinámicos. También contiene información geológica actualizada, clima, hidrografía, sismicidad etc.

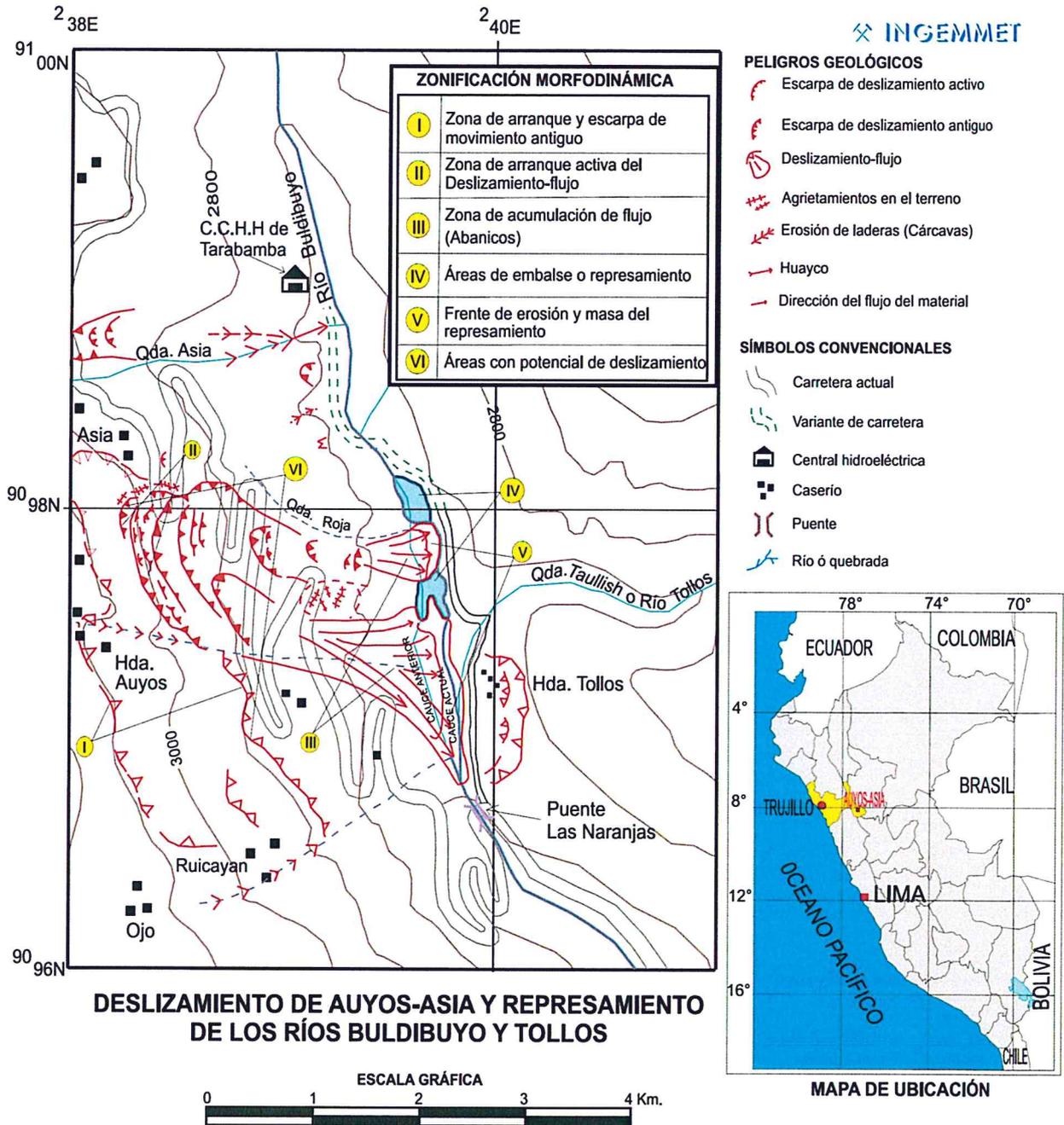
En la página 84, demuestran en un cuadro comparativo que en la provincia de Pataz, presenta el 43.4% de ocurrencia de deslizamientos en la región la Libertad.

De igual forma en la página 86 de dicho informe presentan una figura del deslizamiento ocurrido el año 2003 a inmediaciones de los parajes de Auyos, Asia y obturación del río Huascacocha, frente al paraje Tollos, en el distrito de Buldibuyo, provincia de Pataz, actualmente en esta misma zona inestable se siguen presentando nuevas ocurrencias de dicho evento.



**Fotografía 01.** Vista panorámica del deslizamiento de Auyos-Asia, ubicado en la provincia de Pataz. Foto: W. Zavala, noviembre 2003.

- “Movimientos en masa en la Región Andina”, Publicación geológica multinacional (Grupo de estándares para movimientos en masa, GEMMA, 2007): de este informe se pudo obtener información del deslizamiento y flujos de detritos ocurrido el año 2003 en Auyos y Asia, Pataz, Perú (Zavala y Vilchez, 2003), donde se describe en la página 251 a la 254, donde y a qué hora ocurrió el evento, sus características morfológicas del deslizamiento y del flujo, como también sus causas y consecuencias del peligro, a continuación se presenta el mapa de peligros geológicos obtenido de este informe (Figura 01).



**Figura 01.** Mapa que muestra la ubicación, geometría y zonación morfo dinámica de los movimientos en masa. Fuente: Zavala y Vilches, 2003

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1. Objetivo general

El objetivo general del estudio es realizar la evaluación geológica, geomorfológica en el anexo de Asia, con la finalidad de identificar los peligros geológicos y/o hidrogeológicos que afectan la seguridad física de esta población, así como determinar las causas y consecuencias de la ocurrencia, para brindar las conclusiones y recomendaciones respectivas, para mitigar el peligro con medidas estructurales de prevención o reubicación de elementos expuestos propensos a ser afectados por dichos eventos de origen natural, para el desarrollo sostenible de la población y el mejoramiento de las condiciones de vida de sus habitantes.

#### 3.2. Objetivos específicos

- Obtener información del origen de ocurrencia, es decir conocer las causas y efectos que provocan o podrían ocasionar los peligros geológicos presentes en el anexo Asia.
- Realizar la cartografía respectiva de los peligros geológicos o eventos geodinámicos presentes en la zona de estudio.
- Identificar zonas críticas por peligros geológicos.
- Generar información geocientífica que contribuya a los planes de ordenamiento territorial y gestión del riesgo local y que permita a las autoridades y la población implementar planes de prevención de desastres.

### 4. METODOLOGÍA

La metodología para el desarrollo del estudio geológico, geomorfológico y geodinámico constara de 3 etapas: Gabinete I, Campo, Gabinete II, descritos a continuación.

#### 4.1. Gabinete I:

Los trabajos de gabinete I consistieron en las siguientes etapas:

- Recopilación y evaluación de información bibliográfica, topográfica, hidrometeorológica, geológica, sísmica, hidrogeológica, sobre uso de suelo, e información de registros de peligros geológicos ocurridos en la zona de estudio.
- Generación del mapa topográfico base, generados mediante el procesamiento de información geográfica (SIG), a partir de un modelo digital de terreno (MDT) obtenido del servidor Alos Palsar o del geoservidor del MINAM procesado y corregido.
- Generación de mapas temáticos preliminares para su respectiva comprobación de campo a escala 1.9000.
- Recopilación de mapas geológicos de la zona a escala 1.100000 y 50000, extraídos de la base de INGEMMET.
- Interpretación de imágenes satelitales Google Earth de la zona de estudio.

#### **4.2. Campo**

La inspección técnica de campo tuvo una duración de 2 días en el anexo Asia, donde se realizaron las siguientes actividades:

- Caracterización y cartografía de los eventos geodinámicos.
- Evaluación de la seguridad física de centros poblados, obras de ingeniería no lineales y determinación de zonas críticas.
- Caracterización y cartografía de unidades litoestratigráficas y geomorfológicas.
- Coordinación con las autoridades distritales de Buldibuyo y sus dirigentes comunales con la finalidad de difundir el estudio y sensibilización sobre la temática de prevención de desastres.

#### **4.3. Gabinete II:**

Los trabajos de gabinete II consistirán en las siguientes etapas:

- Procesamiento y depuración de datos según la comparación de la información obtenida en las etapas de Gabinete I y Campo.
- Elaboración y preparación mapa temáticos finales 1:9000, tomando como referencia la cartografía geológica a estales como mapas geológicos, geomorfológicos y geodinámicos a escala 1:50000 del INGEMMET, de la zona de estudio como mapa de: geología, geomorfología, de peligros geológicos, entre otros.
- Inventario local de peligro geológico, elementos expuestos, análisis de la actividad sísmica y consideraciones del peligro.
- Preparación y redacción del informe final.

### **5. ASPECTOS GENERALES**

#### **5.1. Ubicación y accesibilidad**

El anexo de Asia pertenece al distrito de Buldibuyo, provincia de Patatez, región La Libertad, se encuentra ubicado a la margen derecha del río Buldibuyo a 180.10 km en línea recta hacia el este de la ciudad de Trujillo. Para llegar a dicho anexo se parte desde la ciudad de Trujillo por la carretera pavimentada (10A y 3N), hasta llegar a la localidad de Chugay, luego se toma la trocha carrozable (vía 10C), hasta llegar al poblado de Chagual, luego se recorre por la misma trocha carrozable hacia el sureste llegando a la localidad de Retamas y luego al distrito de Buldibuyo (Figura 02).

Finalmente, a 3.7 km hacia el sur de dicho distrito se encuentra el anexo Asia, recorriendo un total de 335.98 km, en un tiempo total de 11 horas y 12 minutos aproximadamente, ver Figura 01. Dicho poblado se encuentra ubicado en la Cordillera Central de los Andes, específicamente en las coordenadas UTM, WGS84: 238145.77 E, 9097900.43 N, 2954 m s.n.m. Zona 18.

El distrito de Buldibuyo, limita por el norte con el distrito de Parcoy, por el sur con el distrito de Tayabamba y Huaylillas, por el este con el distrito de Orgon y por el oeste con el distrito de Chillia, ver Planos (Anexo 01).



**Figura 02.** Ubicación de la zona de estudio (Anexo Asia, distrito de Buldibuyo). Fuente: Google Map

- El itinerario de trabajo fue el siguiente:

Ruta	Vía	Recorrido-Tiempo
Trujillo-Chugay	Carretera asfaltada	155.38 km-5 horas
Chugay-Chagual	Carretera afirmada	83.8 km-3 horas
Chagual-Pias-Retamas-Buldibuyo-Anexo Asia	Carretera afirmada	96.8 km-3 horas, 12 min

## 5.2. Población y actividades económicas

Según el INEI (censo, 2017), el distrito de Buldibuyo lo constituyen 3812 habitantes, con una densidad poblacional de 16.79 hab/km<sup>2</sup>. Las principales actividades económicas que realizan los pobladores del anexo de Asia es a la pequeña y mediana minería de Au y Ag, agricultura (siembran y cosechan maíz, trigo, cebada, alfalfa, etc.), crianza de ganado vacuno y porcino, en menor grado también se dedican al comercio de sus productos de la zona, negocio de restaurantes y algunas ferreterías.

### 5.3. Clima

Para las condiciones climáticas de la zona de estudio, se han tomado datos referenciales de la web del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI 2016-2019), información obtenida de la estación meteorológica más cercana que es de "Ticapampa", que se encuentra ubicada al noroeste del anexo de Asia, en las coordenadas geográficas: Latitud 7° 54' 59.07"S, Longitud 77°54'5.33"W y en la cota: 2819 m s.n.m.

El clima en el área de estudio es cálido durante el día llegando presentando una temperatura promedio anual es de 19.5° y templado por las noches con temperaturas mínimas promedio anual de 9.78° con un 77% de humedad, disminuyendo dos a tres grados en los meses de junio a agosto ( estación más fría del año), mientras que en los meses de diciembre a marzo, época de verano donde se registran precipitaciones máximas promedio de estación de 124.4 mm, llegando a 192 mm en este año 2019 siendo mayor a las registradas el año 2017 debido al fenómeno del Niño que alcanzó los 127.8 mm, siendo el mes de marzo donde más llovió, las precipitaciones acumuladas totales en estos meses de verano llegan a alcanzar los 889 mm como las que se han registrado en este año 2019.

**Cuadro 01**  
 Temperatura máxima y mínima promedio, así como Precipitaciones máximas acumuladas mensualmente en la zona de estudio  
 (Anexo de Asia-Periodo 2016-2019)

Estación Meteorológica (Tipo automática): Ticapampa													
Departamento:		La Libertad	Provincia:	S.Carrión	Distrito:	Sarín	Latitud	7° 54' 59.07"	Longitud:	77° 54' 5.33"	Altitud:	2819 m s.n.m	
AÑO	Parametros	MESES											
		ENE	FEBR	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2016	T°.Max.Prom.C°	SD	SD	SD	SD	SD	SD	21.1	21.9	21.8	21.7	28.0	19.2
	T°.Min.Prom.C°	SD	SD	SD	SD	SD	SD	7.2	8.7	9.5	9.5	8.7	10.1
	P.Max.Acum.Men	SD	SD	SD	SD	SD	SD	0.4	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
2017	T°.Max.Prom.C°	18.3	18.3	17.3	DN	SD	SD	21.7	21.6	20.5	21.7	21.6	19.8
	T°.Min.Prom.C°	10.2	10.4	10.5	DN	SD	SD	6.6	8.3	9.2	9.1	9.2	9.5
	P.Max.Acum.Men	0.0	0.0	127.8	DN	SD	SD	0.0	17.6	16.2	274.5	14.4	149.0
2018	T°.Max.Prom.C°	17.9	20.4	18.0	19.3	18.8	19.9	SD	SD	SD	SD	20.3	19.9
	T°.Min.Prom.C°	9.0	9.7	9.9	13.8	12.4	15.5	SD	SD	SD	SD	8.0	8.9
	P.Max.Acum.Men	175.0	142.2	186.0	43.9	0.0	0.0	SD	SD	SD	SD	24.6	104.1
2019	T°.Max.Prom.C°	20.3	19.0	18.5	19.2	-	-	-	-	-	-	-	-
	T°.Min.Prom.C°	9.7	10.6	10.4	9.6	-	-	-	-	-	-	-	-
	P.Max.Acum.Men	118.6	281.4	379.9	109.3	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: SENAMHI 2015-2019

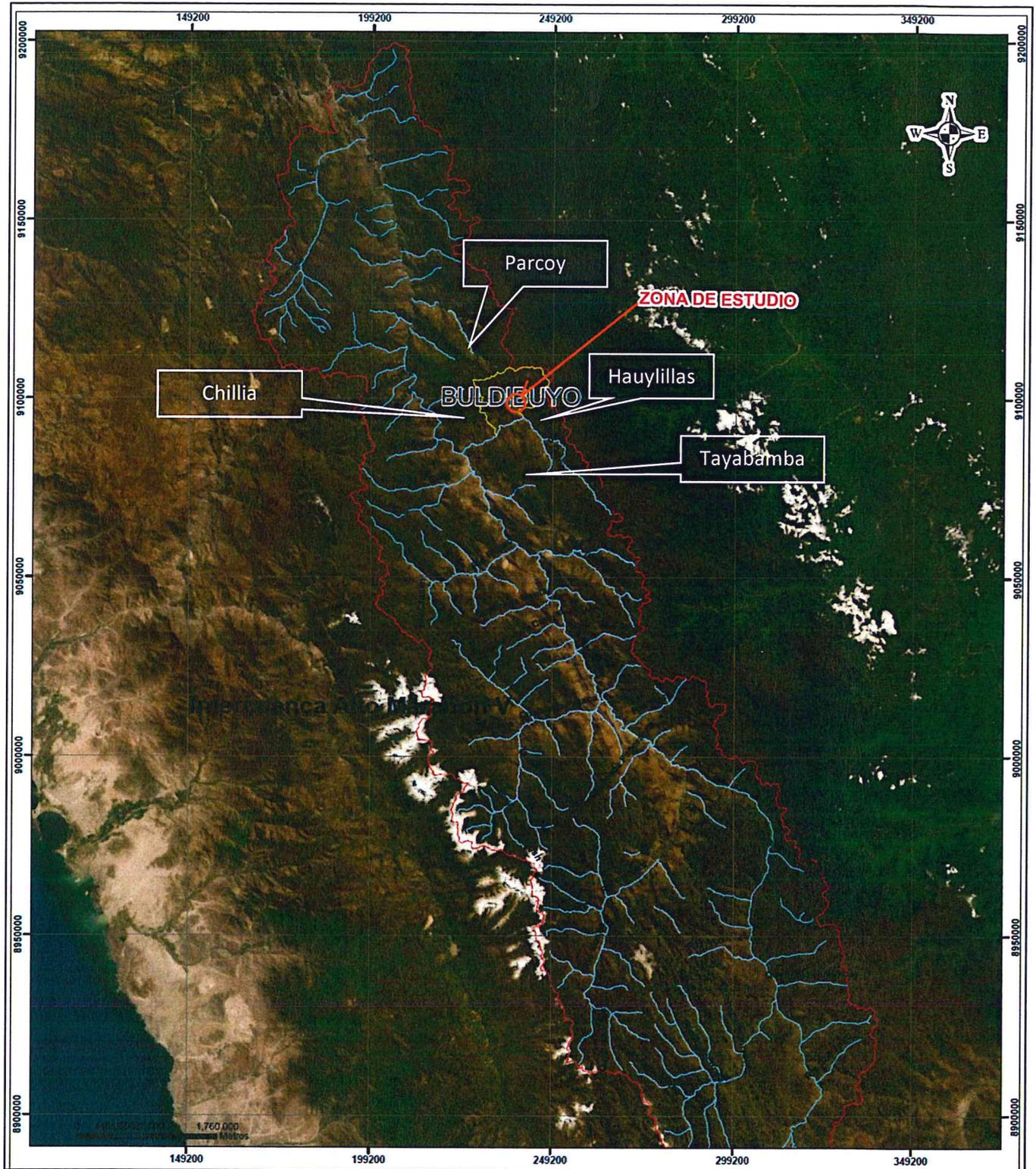
#### 5.4. Hidrografía

El área de estudio se encuentra ubicada dentro de la cuenca alta del río Marañón, conformando el sistema hidrográfico de la vertiente del Atlántico, se ubica específicamente en la margen derecha del río Buldibuyo que vierte sus aguas al río Marañón, que es uno de los principales afluentes del río Amazonas, se ubica entre la Cordillera Occidental y Central de los Andes del Perú, drena un área total de 6404.7 km<sup>2</sup> de superficie, en la región La Libertad, calculado por ANA-DCPRH-OHGEO (2009).

Ocupa superficie entre Huánuco, Ancash, La Libertad, Cajamarca y Amazonas. El río Marañón tiene su origen al noroeste del nudo de Pasco, en el flanco septentrional del nevado de Raura, en la cordillera de Huayhuash, a más de 5800 m s.n.m. de altitud, recibiendo agua de las lagunas Niñococha, Santa Ana y Lauricocha (Huánuco), además de los deshielos del nevado Matador, comprende también el pongo de Manderecha (ubicado entre las regiones de Amazonas y Loreto), se caracteriza por presentar un cauce estrecho, profundo, caudales turbulentos en épocas de crecientes, también sirve como régimen límite regional en algunos sectores.

El curso del río presenta una orientación sureste a noroeste entre la cadena Occidental y Central de los Andes, hasta llegar al pongo de Rentema tomando una dirección noreste hasta el pongo de Manseriche, con numerosos pongos y cañones que dificultan su navegación.

En la región La Libertad sus principales afluentes por su margen izquierdo son: Chusgón, Gansul, San Sebastián y por la margen derecha los ríos Cajas, Parcoy, Lavasen y Cujibamba.



**Figura 03.** Intercuenca Alta del río Marañón  
Fuente: Elaboración Propia 2019

## 6. GEOMORFOLOGÍA

La geomorfología estudia las diferentes formas de relieve de la superficie terrestre (geoformas) y los procesos que las generan, este relieve es el resultado de la interacción de fuerzas endógenas y exógenas. Las primeras actúan como creadoras de grandes elevaciones y depresiones producidas fundamentalmente por movimientos en masa de componente vertical, mientras que, las segundas, como desencadenantes de una continua denudación que tiende a rebajar el relieve originado, estos últimos llamados procesos de geodinámica externa se agrupan en meteorización, erosión, transporte y sedimentación (Gutierrez, 2008).

El estudio de los procesos geológicos se efectúa en un sistema proceso-respuesta, ya que intervienen agentes modeladores que van a originar nuevas geoformas y depósitos resultantes, es por ello que se considera importante generar mapas geomorfológicos para el análisis de las geoformas en determinado lugar ya que guardan mucha información para saber cómo actuaron los procesos geológicos en el pasado.

La región de La Libertad desde el punto de vista morfoestructural, presenta el 80% de dominio andino, donde las fuerzas exógenas han actuado relevantemente sobre esta zona obteniendo el relieve actual, siendo influenciada por procesos de geodinámica interna (magmáticos, volcánicos, tectonismo), levantamiento y contracción de la Cordillera de los Andes, seguido fuerte erosión fluvial y glaciar.

### 6.1. Metodología para obtener un mapa geomorfológico

Se realiza una interpretación de imágenes satelitales y la cartografía local de las unidades geomorfológicas identificadas en campo, luego en gabinete se generan mapas digitales de elevaciones (MDE) y luego el de pendientes, que nos ayudarán a clasificar, corroborar y digitalizar las geoformas presentes en el área de estudio a través del procesamiento de un modelo digital del terreno (MDT), obtenidos del geoservidor del MINAM, Alaska Facility, o por el procesamiento del levantamiento fotogramétrico con VANT y haciendo uso del software ARCGIS, sistema de geoprocésamiento de información geográfica (SIG) importante para generar un mapa geomorfológico.

Para la clasificación de rangos de pendientes de un relieve expresados en grados o porcentajes se usó la tabla de rangos que aparece en el Informe "Estudio de riesgos geológicos del Perú – (Fidel, et al., 2006), como se muestra en la Tabla 01., ya que el autor en sus estudios clasifica las pendientes en base a las características físicas del territorio peruano tomando la metodología expuesta en el párrafo anterior, es muy importante conocer este parámetro ya que influye en la formación de los suelos y condiciona el proceso erosivo, puesto que, mientras más pronunciada sea la pendiente, la velocidad del agua de escorrentía será mayor, no permitiendo la infiltración del agua en el suelo (Belaústegui, 1999), ver Mapa 1.2 y 1.3 (Anexo 01).

**Tabla 01**  
 Rangos de pendientes del terreno

PENDIENTE EN GRADOS (°)	CLASIFICACIÓN
<5	Muy baja
5 - 20	Baja
20 - 35	Media
35 - 50	Fuerte
>50	Muy fuerte

Fuente: Fidel et al., 2006

## 6.2. Clasificación de unidades geomorfológicas

Las geoformas son unidades independientes que conforman un relieve, están compuestos por materiales que brindan información de su dinámica de formación, presentan características morfoestructurales tales como: forma, altura, pendientes, drenaje, vegetación, color, textura, etc., que las diferencian una de otras.

Estos parámetros son determinantes para poder identificar una geoforma de manera visual o instrumental, además poder clasificarlas según su origen ya sea depositacional, denudacional o estructural relacionándolos con sus procesos geológicos de formación.

El área de estudio se encuentra entre la región Quechua, entre las cotas 2300 m s.n.m y 3500 m s.n.m., donde se han diferenciado las siguientes unidades geomorfológicas predominantes.

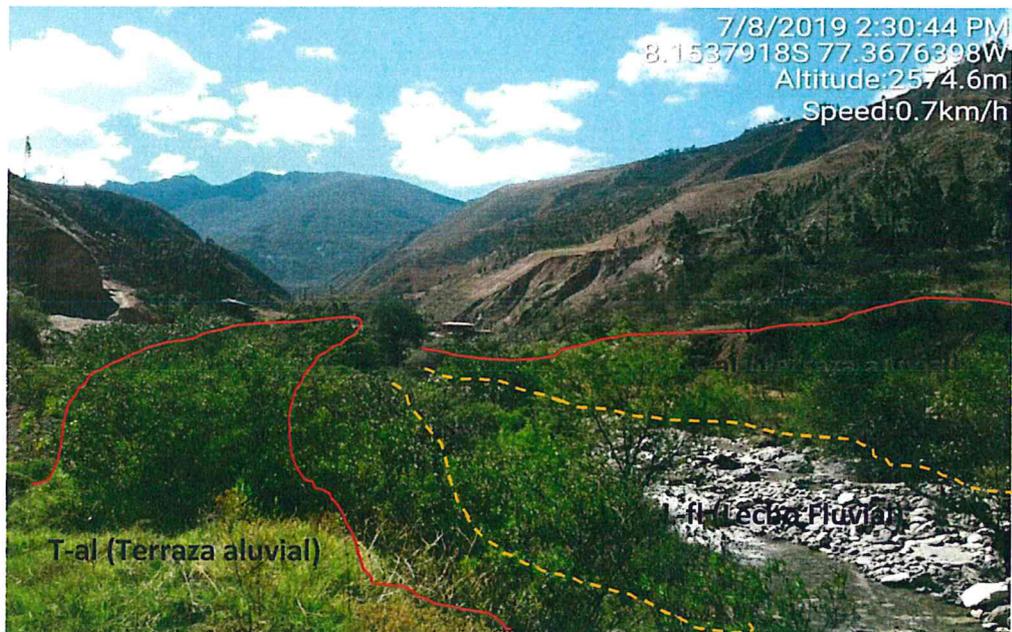
### 6.2.1. Unidades geomorfológicas

Según lo interpretado de imágenes satelitales de Google Earth y la cartografía geomorfológica, las geoformas presentes en la localidad de Chagual son propias de un valle semiabierto, limitado por montañas, cabe resaltar que dichas unidades se encuentran cartografiadas y registradas en su respectivo mapa geomorfológico, ver Mapa 1.4 (Anexo 01) y que se describen a continuación:

#### Unidad de Planicies:

- a) **Subunidad de lecho Fluvial (L-fl):** Geoforma de origen denudativo y/o depositacional, es el cauce o dren natural de un río, diseñado por la actividad erosiva de un flujo turbulento, acompañada de sedimentación polimíctica granular, que queda expuesta en superficie una vez que baja el nivel de agua, su morfología depende del control estructural (si sigue o no la dirección de una falla, velocidad de flujo, pendientes y litología del sustrato que erosiona). En la zona de estudio se identificó el lecho fluvial del río Buldibuyo con un promedio entre 67m a 124m de ancho y 1.5 m de profundidad aproximadamente en periodo seco (Figura 05).
- b) **Subunidad de terraza aluvial(T-al):** Geoforma de origen denudativo y depositacional, ya que los cauces de los ríos erosionan sedimentos transportados por las quebradas quedando expuestas en sus márgenes en formas de bancos o graderías conocida como terrazas aluviales, en la zona de estudio se han identificado

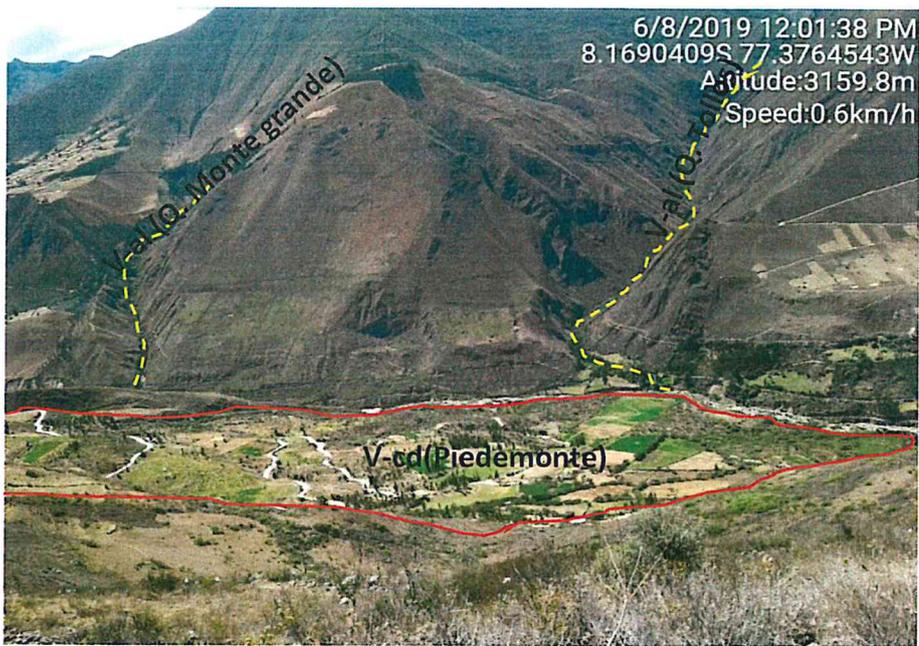
terrazas aluviales de 1.50 m de altura siendo las más modernas y 4 m las más antiguas, aproximadamente (Figura 04).



**Figura 04.** Lecho fluvial del río Marañón y terrazas aluviales formadas por acumulación de sedimentos transportados por quebradas y erosionadas por dicho río. Fuente: Elaboración Propia 2019

Unidad de Piedemonte:

- a) Subunidad de vertiente aluvial (V-al):** Son surcos de escorrentía superficial que mantienen agua todo el año o estacionalmente por periodos de lluvias estacionales o extremas, son de origen denudativo, ya que se forman por la actividad erosiva de las escorrentías superficiales, en el anexo de Asia se identificó la quebrada Asia, la quebrada Tollos Monte grande, la quebrada Aracancha o Ruicayan, entre otras (Figura 05).
- b) Subunidad de piedemonte coluvio-deluvial (V-cd):** Geoforma de origen denudacional y/o depositacional, conforma la parte media a baja de la ladera de las montañas sedimentarias donde se asienta la parte baja de la población y sus cultivos del sector Auyos y La Rinconada y parcialmente los cultivos del anexo Asia, presenta una pendiente de 19° a 30°, es la parte más erosionada por escorrentías superficiales ya que presentan materiales coluvial, semicompacto, donde se forman surcos, a su vez esta geoforma al estar en contacto con las aguas del río Buldibuyo en periodos de crecidas es erosionado formando grandes terrazas de 6m, 9m, 12 m y 25 m de altura aproximadamente (Figura 05).

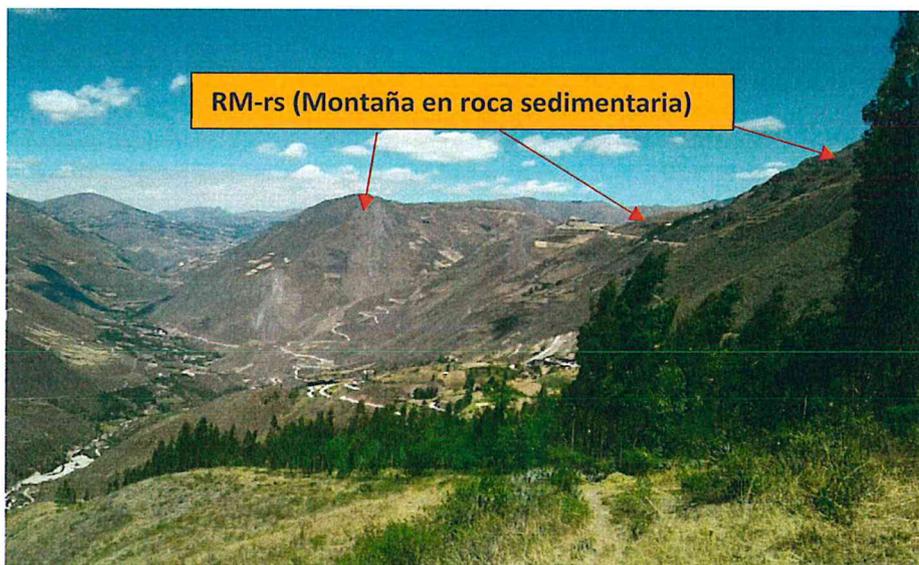


**Figura 05.** Piedemonte donde aún se asienta el sector de Auyos y La Rinconada, también se distinguen vertientes aluviales. Fuente: Elaboración Propia 2019

Cabe Indicar que la geofoma de **Piedemonte (V-c)**, se identificó al sureste del sector Auyos compuesto por materiales coluviales de antiguo deslizamiento.

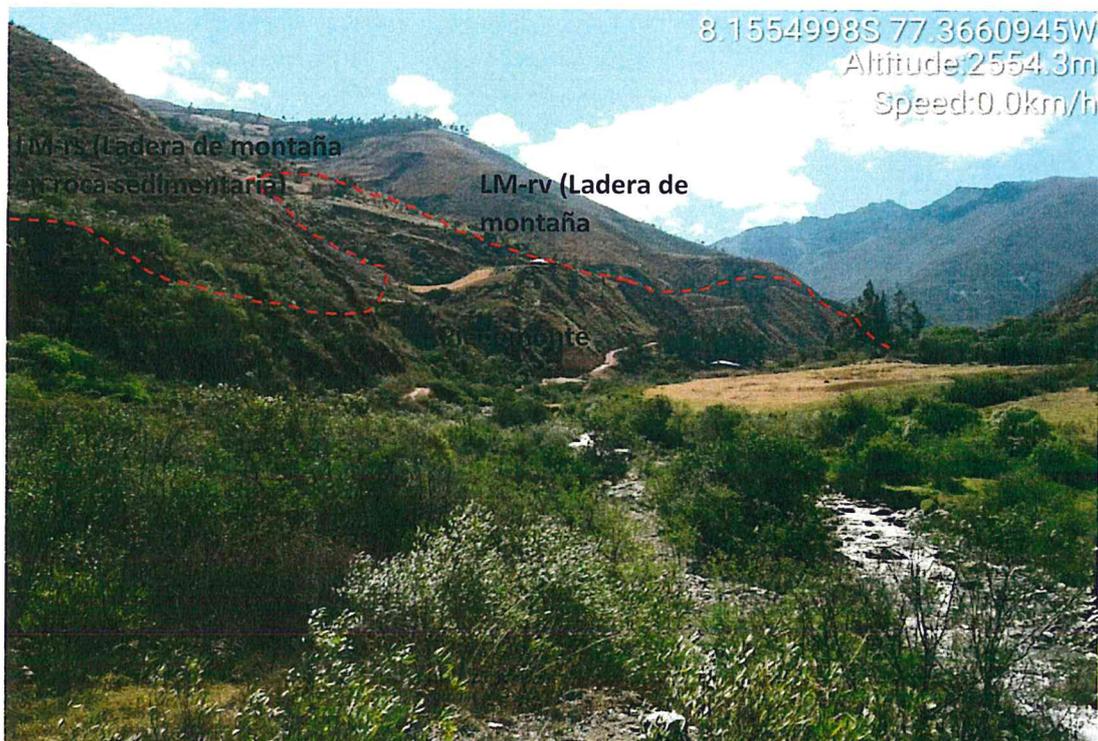
Unidad de Montaña:

Las montañas son elevaciones en cadena que pasan los 500 m s.n.m., a 700 m s.n.m, son geofomas de origen tectónico, es decir se forman por procesos endógenos y orogenia andina (Tectónica), quedando estos altos estructurales conformados por rocas metamórficas oscuras fracturadas, afloran a ambos extremos del valle interandino del río Buldibuyo están conformadas por rocas sedimentarias como calizas, areniscas, arcillitas y limolitas (Figura 06).



**Figura 06.** Piedemonte donde aún se asienta el sector de Auyos y La Rinconada, también se distinguen vertientes aluviales. Fuente: Elaboración Propia 2019

- a) **Subunidad de ladera de montaña en roca sedimentaria (LM-rs):** Parte inclinada de una montaña, erosionada por los factores atmosféricos, presenta pendientes entre  $19^\circ$  y  $30^\circ$ , por donde discurren las escorrentías superficiales, de composición geológica en este caso sedimentaria conformada por calizas, margas, areniscas, arcillitas rojas y parte de material coluvial, se han identificado en a ambas márgenes del valle del río Buldibuyo. Son geoformas de origen tectónico, es decir se forman por procesos endógenos y orogenia andina (Tectónica), también es de origen denudacional ya que son erosionadas obteniendo el relieve actual (Figura 07).
- b) **Subunidad de ladera de montaña en roca volcánica (LM-rv):** Parte inclinada de una montaña, erosionada por los factores atmosféricos, presenta pendientes entre  $19^\circ$  y  $30^\circ$ , por donde discurren las escorrentías superficiales, de composición geológica en este caso sedimentaria conformada por calizas, margas, areniscas, lutitas rojas y parte de material coluvial, se han identificado en a ambas márgenes del valle del río Buldibuyo, son geoformas de origen tectónico, es decir se forman por procesos endógenos y orogenia andina (Tectónica), también es de origen denudacional ya que son erosionadas obteniendo el relieve actual (Figura 07).



**Figura 07.** Piedemonte donde aún se asienta el sector de Auyos y La Rinconada, también se distinguen vertientes aluviales. Fuente: Elaboración Propia 2019

## 7. GEOLOGÍA

Se ha utilizado como base la geología regional del cuadrángulo de Tayabamba (Hoja 17I-IV) a escala 1/50 000, elaborado por el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (Mamani. M, y otros, 2012), así como la geología de los cuadrángulos de Pallasca, Tayabamba, Corongo, Pomabamba, Carhuaz y Huari (Hojas:17-h, 17-i, 18-h, 18-i, 19-g, 19-i) a escala 1/100000, (Wilson. J, y otros, 1967). Asimismo, se realizó la cartografía geológica local a escala gráfica 1/9000, con la finalidad de delimitar y describir las principales unidades litológicas que afloran en las zonas estudiadas.

A continuación, se describe de forma breve el contexto geológico desde el punto de vista regional y local:

### 7.1. Geología regional

El área de estudio morfoestructuralmente se encuentra en la Cordillera Central de los Andes.

Regionalmente afloran secuencias de rocas volcánicas del Paleozoico-Ordovícico medio a tardío de la Formación Tres Lagunas, compuesta por lavas andesíticas fracturadas, luego el Carbonífero temprano se emplazan granodioritas y tonalitas expuestas en superficie, luego se depositaron secuencia sedimentarias del Grupo Mitu del Triásico temprano, conformado por areniscas, limolitas y conglomerados aluviales de color gris rojizo a gris violáceo, suprayaciendo al Grupo Mitu se encuentra la Formación Chambará del Triásico tardío, compuesta por areniscas beige marrón, con superficie gris oxidada. Sobre la Formación Chambará se encuentra el Grupo Goyllarizquisga del Cretácico tardío, compuesta por areniscas claras amarillentas con laminaciones oblicuas fluviales y eólicas con intercalaciones de lutitas gris verdosas y algunos niveles delgados de carbón.

Luego en este mismo periodo geológico se desarrolló en un ambiente marino somero la Formación Chulec-Pariatambo, la primera infrayace a la segunda y está compuesta por margas y arcillas calcáreas con delgadas capas de caliza, mientras que la segunda la conforman calizas masivas en estratos medios, con algunos derrames volcánicos, suprayaciendo en concordancia paralela se encuentra la Formación Jumasha del Cretácico tardío de ambiente marino somero, compuesta por calizas y dolomitas de grano fino a medio gris amarillentas meteorizadas en estratos gruesos y medios, suprayaciendo concordantemente se encuentra la Formación Celendín compuesta por Caliza y margas gris beige intercaladas con arcillitas grises verdosas de ambientes marinos muy somero, terminando el Cretácico tardío se encuentra la Formación Chota compuesta por fases continentales molásicas como; areniscas compactas fracturadas color crema con tonalidades rojizas, intercaladas en niveles inferiores por conglomerados seguidos de limolitas y arcillas rojo violáceo.

Contemporáneamente en este periodo se emplazó el Batolito de la Costa, compuesto por granodioritas y tonalitas intruyendo y deformando secuencias Mesozoicas. Durante el Pleistoceno hubo glaciación y desglaciación obteniendo depósitos glaciares, contemporáneamente depósitos aluviales y coluviales hasta el tope del Holoceno.

## 7.2. Geología estructural

Los rasgos estructurales guardan relación con las condiciones y naturaleza de las rocas donde han actuado fuerzas tectónicas hasta obtener la formación de estructuras geológicas registradas actualmente.

Regionalmente en el cuadrángulo de Tayabamba, las rocas del Paleozoico y Mesozoico se encuentran fracturadas por fallas de sobrecorrimiento (Inversas), poniendo en imbricación secuencias Cretácicas más antiguas sobre las más recientes, siendo las secuencias del Grupo Goyllarizquisga el plano principal de los desplazamientos, generalmente se aprecian al suroeste del cuadrángulo de Tayabamba, de igual forma se observa en campo que las secuencias del Cretácico tardío y temprano se encuentran fracturadas y desplazadas debido a fallas normales, dichas fallas distritales siguen un rumbo andino de NO-SE, al igual que algunas fallas inferidas y ejes de sinclinales y anticlinales, estos a su vez presentan 20 km de longitud con 3 a 4 km de ancho, otras fallas locales de menor longitud presentan rumbo NE-SO. El batolito de la costa (Granodioritas y tonalitas) se emplazó en el Cretácico tardío afectando rocas del Cretácico tardío y rocas volcánicas del Grupo Calipuy que en el área de estudio no afloran.

Estos fallamientos donde han actuado fuerzas de compresión y distensión se han producido debido a las fases de la Orogenia Andina dadas en ciertos periodos geológicos. Fuente: Wilson. J., et al., 1967

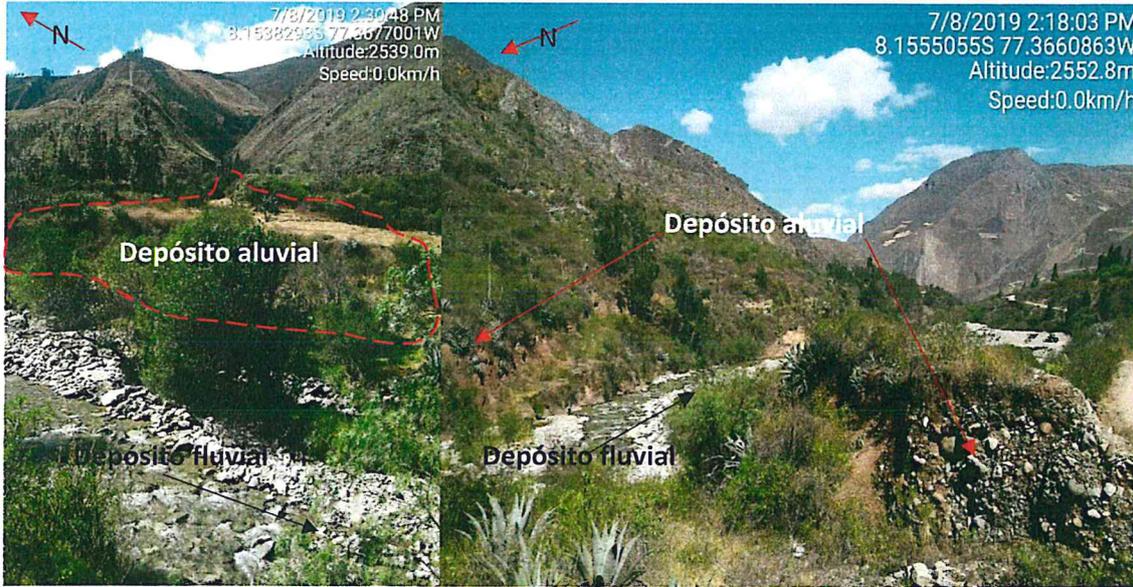
Según los estudios de Willson y Reyes realizados al trabajar en la elaboración del cuadrángulo geológico de Pataz a escala 1:100000, en 1964 describen que esta cuenca del marañón es una fosa tectónica angosta (Diseño de graben y horts), fracturada fuertemente y desplazada por fallas verticales durante las etapas de evolución del ciclo andino.

## 7.3. Geología local

Se realizó el reconocimiento y delimitación de las unidades litoestratigráficas que afloran en la zona urbana y en los alrededores del anexo de Asia, cabe resaltar que dichas unidades se encuentran cartografiadas y registradas en su respectivo mapa geológico, ver Mapa 1.5 (Anexo 01) y que a continuación se describen:

**7.3.1. Depósito fluvial (Qh-fl):** Son materiales que conforman el lecho fluvial del río Buldibuyo, están compuestos por gravas subredondeadas y redondeadas, polimícticos en matriz arenosa con escasos limos y arcillas, presentan 1.20 m de espesor (Figura 08).

**7.3.2. Depósito aluvial (Qh-al):** Son sedimentos transportados y depositados por corrientes de quebradas, están compuestos litológicamente por gravas subangulosas y subredondeadas en matriz arenosa arcillosa, color pardo, con lentes de arenas de arcillas, se encuentran conformando conos aluviales y terrazas aluviales y cauces de quebradas como; Monte grande, Tollos, Ruicayan, Asia (Figura 08).



**Figura 08.** En ambas figuras se aprecia el depósito fluvial depositado en el lecho del río Buldibuyo y en sus márgenes terrazas aluviales procedentes de abanicos aluviales transportados por escorrentías de quebradas. Fuente: Elaboración Propia 2019

**7.3.3. Depósito Deluvial (Qh-de):** Depósito situado sobre la ladera de roca volcánica, de menor recorrido que el depósito coluvial, están compuestos por fragmentos angulosos volcánicos en matriz arcillosa rojiza, con venillas de yeso, presentan superficie alteradas color blanco, predominan en la ladera de montaña volcánica con 3 a 4.5 m de espesor (Figura 09).



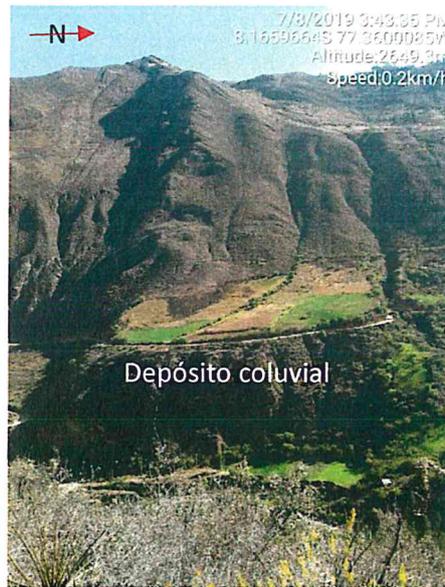
**Figura 09.** Vista del depósito deluvial de ladera de 3 a 4.5 m de espesor, afloran en la curva denominada monte azul. Fuente: Elaboración Propia 2019

**7.3.4. Depósito Coluvio-deluvial (Qh-co/de):** Están compuestos por fragmentos de poco y largo recorrido, subangulosos de tamaño variado que van desde bloques hasta gravillas, provenientes de roca caliza beige cremoso y areniscas en matriz arenosarcillosa de color crema y parda, en algunos sectores se encuentra material arcilloso limoso con tonalidad rojiza procedentes de la Formación Fundo el Triunfo. Se encuentran conformando parte de las laderas de montañas y piedemonte coluvial, van de los 6 m a 24 m de espesor, sobre este depósito se asienta el anexo de Asia, los sectores de Auyos y La Rinconada (Figura 10).



**Figura 10.** En la imagen se aprecia depósitos coluvio-deluvial ocupados como áreas de cultivo de trigo, maíz, cebada y alfalfa y también se asienta la población del anexo de Asia.  
 Fuente: Elaboración Propia 2019

**7.3.5. Depósito Coluvial (Qh-co):** Depósito situado sobre la ladera conformado por bloques, gravas subangulosas a angulosos en menor porcentaje de matriz arenosarcillosa limosa, de color crema a gris, compacta a semicompacta, afloran a inmediaciones del sector tollos y Auyos, presenta 20 m de espesor Figura 11.

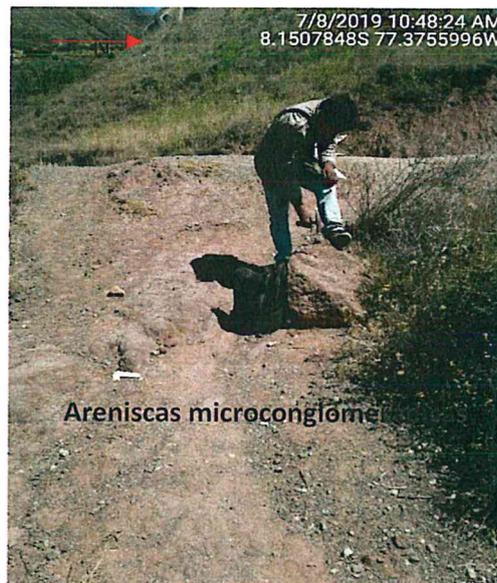


**Figura 11.** Depósito coluvial compacto, aflora al sureste del sector de Auyos. Fuente: Elaboración Propia 2019

**7.3.6. Formación Fundo el Triunfo (Ksp-ft):** Conformada por areniscas medias a gruesas cremas fracturadas con intercalación de arcillitas y limolitas rojas a guindas. Afloran a 300 m al este de dicho anexo. Pertenece al Cretácico tardío-Paleógeno, esta formación se le asignado localmente Fundo el Triunfo, pero en sí es la Formación Chota levantada a escala 1.100000 por INGEMMET (Figura 12 y 13).



**Figura 12.** Vista de secuencia molásica conformadas por de limolitas, arcillitas rojas y areniscas fracturadas, compactas de color crema con tonalidades rojizas, en dicha litología se asienta la población del anexo de Asia. Fuente: Elaboración Propia 2019



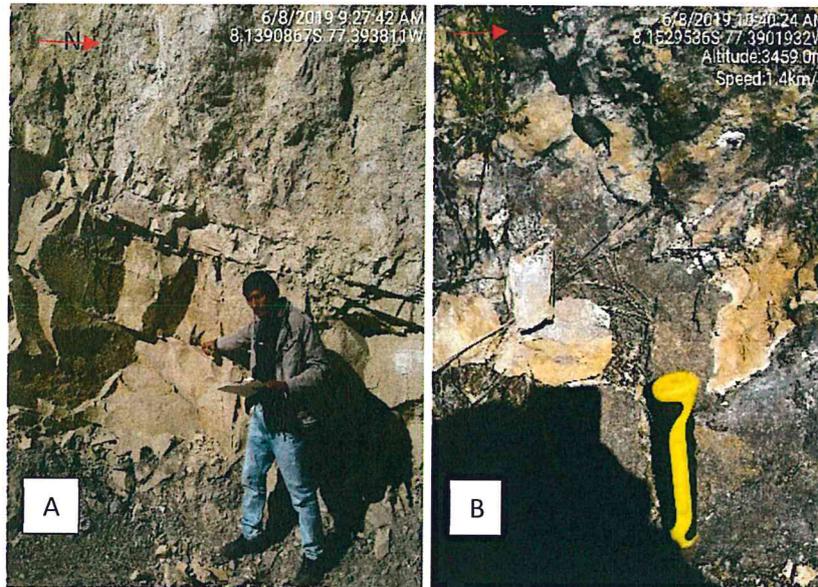
**Figura 13.** Vista de la parte basal de la Formación Fuente el Triunfo compuesta por arenisca microconglomeradas y conglomerados areniscos provenientes de secuencias volcánicas, presentan color gris violáceo a rojizo, en conjunto con la parte superior de la secuencia presentan aproximadamente 300 m de espesor, aflora a 300 m hacia el este del anexo Asia. Fuente: Elaboración Propia 2019

**7.3.7. Formación Celendín (Ks-ce):** Conformada por roca caliza y margas de color beige cremoso claro a gris verdoso, con intercalaciones de arcillitas semicompactas y limolitas duras gris verdosas, oxidadas, afloran las calizas a 174 m al oeste del anexo de Asia, y las capas finas en la parte media del deslizamiento cubierto por material coluvial. Pertenecen al Cretácico tardío (Figura 14).



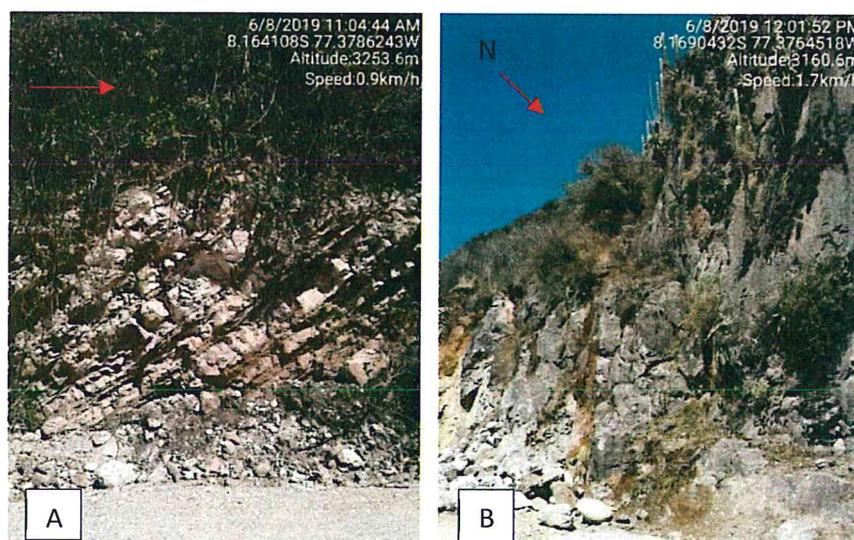
**Figura 14.** Formación Celendín, compuesta por arcillas y limolitas calcáreas, gris verdoso duras hacia el tope(A), se intercalan con de calizas margosas de color gris beige(B) presentan aproximadamente entre 80 a 120 m de espesor, aflora a 100 m hacia el oeste del anexo Asia y a inmediaciones de Inchan. Fuente: Elaboración Propia 2019

**7.3.8. Formación Jumasha (ks-ju):** Conformado por dolomitas arenosas gris cremosas y calizas cremosas oscuras a pardas con superficie gris en estratos gruesos, infrayacen a la Formación Celendín, Afloran a inmediaciones del centro poblado de Amairca e Inchan. Pertenecen al Cretácico tardío (Figura 15).



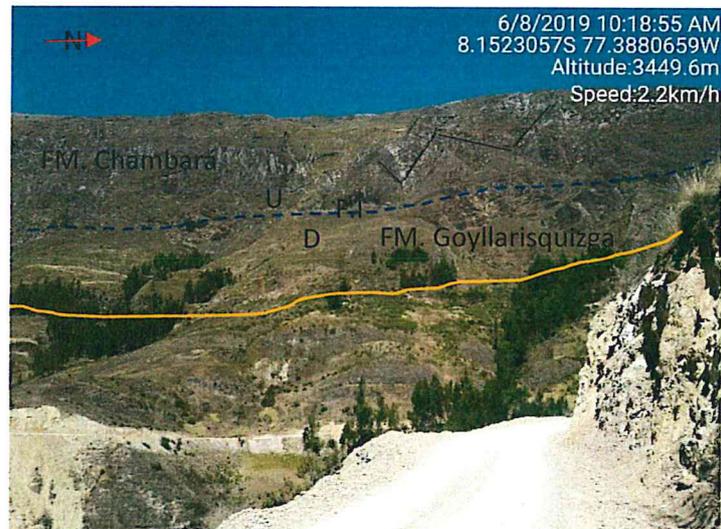
**Figura 15.** Formación Jumasha, compuesta calizas y dolomitas arenosas semicompactas que afloran a inmediaciones del sector Amairca (A), mientras que a inmediaciones del sector Inchan se encuentran calizas compactas de color crema oscuro a pardo con superficie gris (B). Fuente: Elaboración Propia 2019

**7.3.9. Formación Chulec y Pariatambo (Ks-ch/pt):** Calizas grises, masivas con superficie oxidada de color marrón a naranja, intercaladas con paquetes de calizas negras en estratos medianos de 15, 35 cm de espesor, afloran a 1.5 km al suroeste de anexo de Asia, la parte superficial está compuesta por limolitas calcáreos y calcoarenitas cremas en contacto superior con la Formación Jumasha a inmediaciones del sector Inchan y Amairca. Pertenecen al Cretácico temprano a medio (Figura 16).



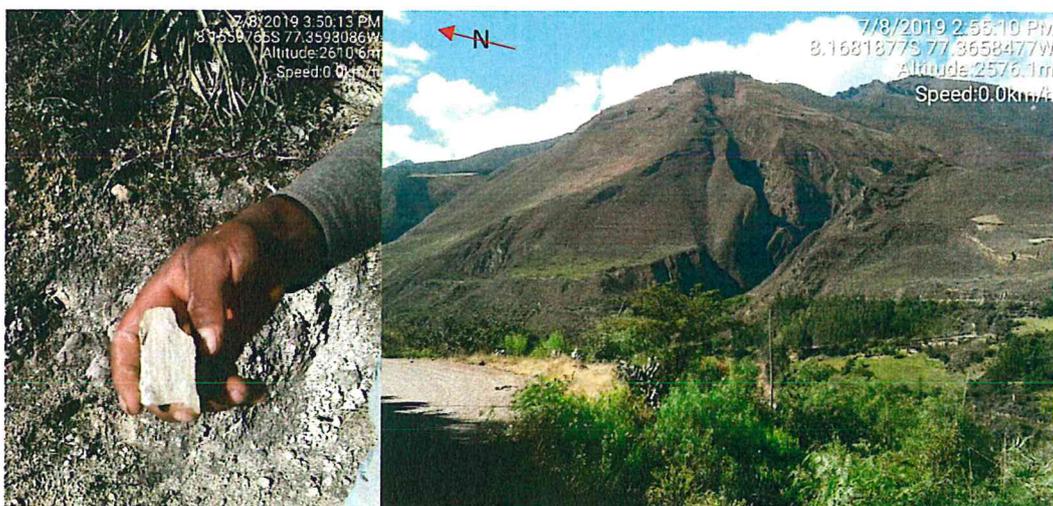
**Figura 16.** Formación Chulec compuesta por estratos delgados de caliza y arcillitas negras con superficie blanca (A), suprayaciendo se encuentran las calizas grises de la Formación Pariatambo (B). Fuente: Elaboración Propia 2019

**7.3.10. Grupo Goyllarisquizga (Ki-g):** Conformada por areniscas fluviales y eólicas gris cremosas, areniscas conglomerádicas claras, intercaladas con secuencias de arcillitas grises y verdosas, suprayacen a la Formación Chambara, afloran en las partes altas de la montaña de Inchan. Pertenecen al Cretácico temprano (Figura 17).



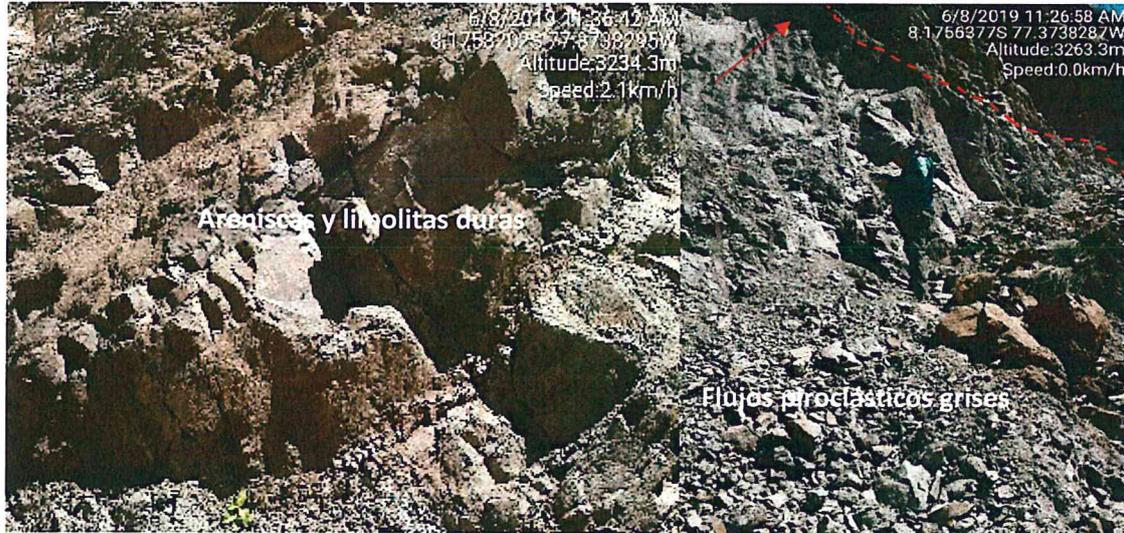
**Figura 17.** Formación Goyllarisquizga suprayaciendo en contacto de falla inferida a la Formación Chambara plegada en anticlinales y sinclinales en forma de chevrón, aflora a inmediaciones de Inchan. Fuente: Elaboración Propia 2019

**7.3.11. Formación Chambará (Ts-cha):** Conformada por calizas grises masivas y algo bandeadas, color beige a marrón, presenta brechas calcáreas grises y pardas, afloran en las montañas del sector de Tollos, en las montañas del sector Inchan se encuentran plegadas en forma de anticlinales y sinclinales en forma de chevrón. Pertenecen al Triásico tardío (Figura 18).



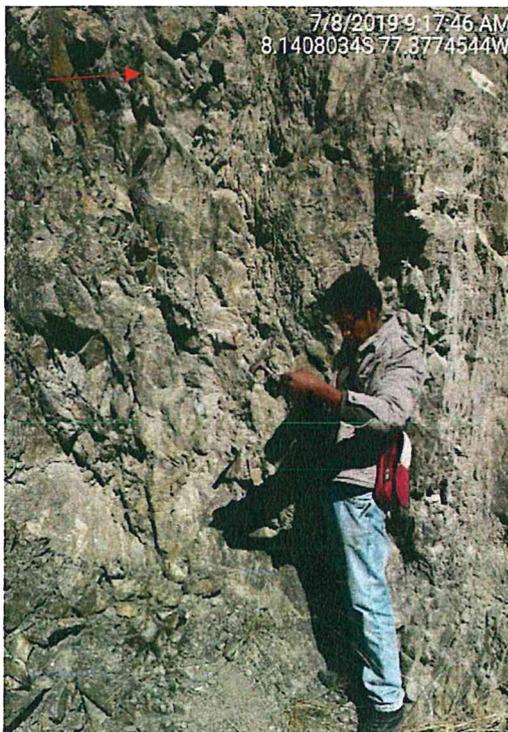
**Figura 18.** Vista la Formación Chambará, compuesta por calizas grises bandeadas y calizas brechosas pardas, afloran en las montañas del sector Tollos. Fuente: Elaboración Propia 2019

**7.3.12. Formación Mitu (Ti-mi):** Conformado por areniscas limosas finas duras de color gris violáceo a rojizo, con secuencias volcánico-sedimentario de color grises verdosos (Flujos piroclásticos areniscosos, semicompactos de color gris con oolitos verdosos). Pertenecen al Triásico temprano (Figura 19).



**Figura 19.** Vista la Formación Mitu compuesta por areniscas y limolitas duras se intercalan con secuencias volcánicas piroclásticas gris verdoso con oolitos verdosos. Fuente: Elaboración Propia 2019.

**7.3.13. Formación Tres Lagunas (Oms-tl):** Conformada por derrames de lavas andesíticas, fracturadas. Afloran a 964 m hacia el norte del Anexo de Asia, donde se asienta parte del poblado Nuevo Asia. Pertenecen al Ordovícico medio a tardío (Figura 20).



**Figura 20.** Vista de la Formación Tres Lagunas, conformada por derrames andesíticos fracturados, de color gris verdoso, afloran en la ladera de montaña donde se asienta parcialmente la población de Nuevo Asia. Fuente: Elaboración Propia 2019

A continuación, se presenta en la figura 18 se presenta el mapa geomorfológico local de la zona de estudio:

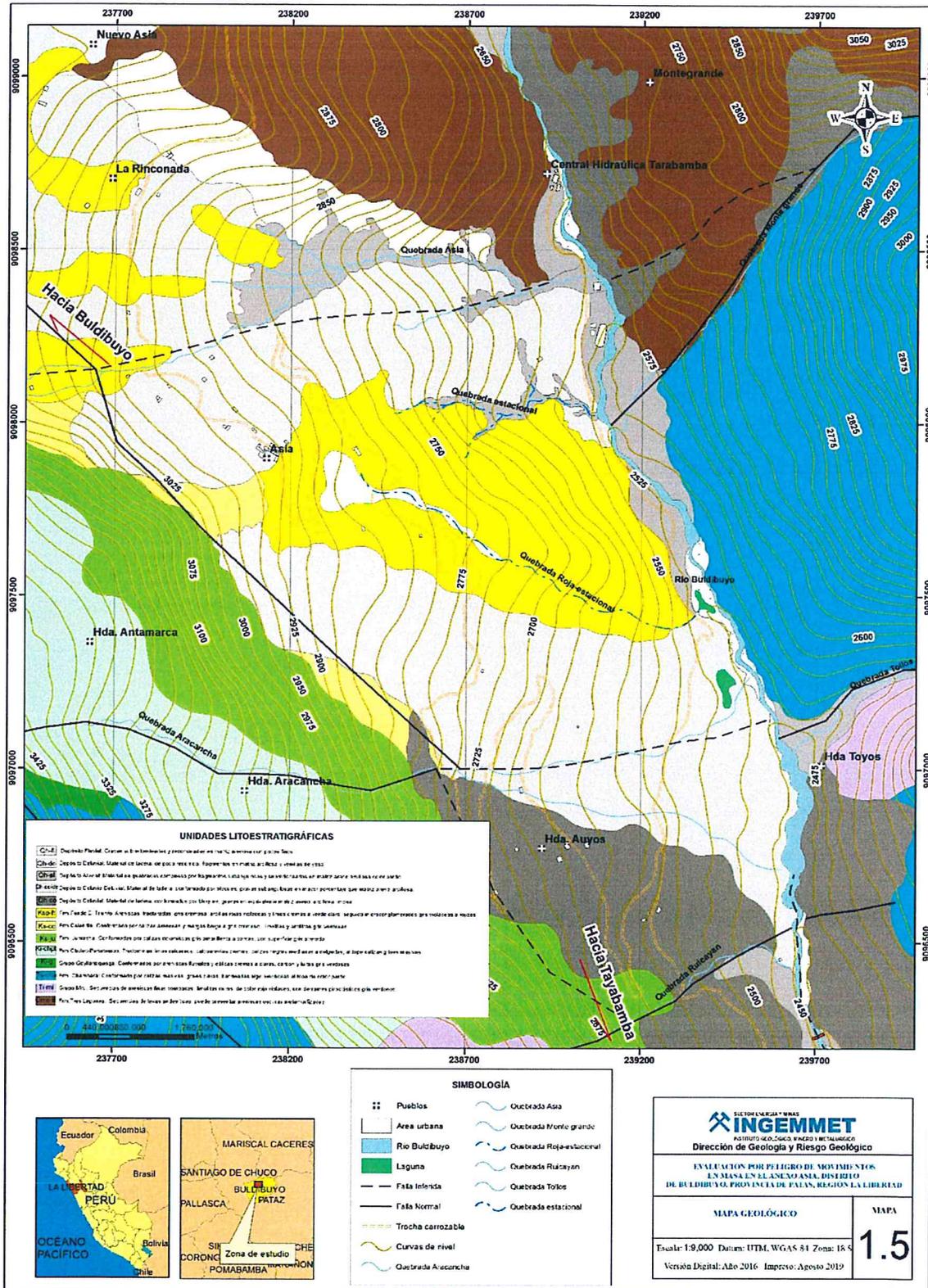


Figura 21. Mapa geológico local de la zona de estudio. Fuente: Actualización de INGEMMET 2019

## 7.4. Geodinámica

Comprende el estudio de todos aquellos agentes, fuerzas internas y externas que actúan en los procesos dinámicos de la tierra, se divide en la geodinámica externa donde se estudian los procesos y agentes exógenos que modifican la superficie terrestre y la geodinámica interna que estudia los procesos y agentes endógenos de la estructura interna de la tierra en base a la tectónica, vulcanología y geofísica, estos procesos originan cambios físicos y químicos que se ven reflejados en la superficie de la tierra.

Es importante incidir en la geodinámica externa, ya que al analizar los factores condicionantes como: la pendiente, estructuras, geomorfología, geología, tipo de suelo, entre otros, y los factores desencadenantes tales como: sismo, precipitaciones, actividades antrópicas, permite tener una idea clara de las condiciones físicas del terreno y como han actuado los procesos geodinámicos externos como la meteorización y erosión, que contribuyen a la ocurrencia de peligros geológicos impactando a poblaciones aledañas.

### 7.4.1. Peligros geológicos

Los peligros geológicos identificados y delimitados en campo, mediante la cartografía geodinámica e interpretación de imágenes satelitales de Google Earth y fotografías tomadas en campo, etc., ayudaron a reconocer que el anexo de Asia y sus sectores están expuestos en su gran mayoría a movimientos en masa como deslizamientos rotacionales hasta su parte media comportándose luego como flujos de detritos, reptaciones y otros pequeños deslizamientos. Estos peligros geológicos afectan las áreas de sembrío y la seguridad física del sector La Rinconada, Auyos y Asia en periodos de lluvias extremas estacionales o Eventos de El Niño del año 1983, 1988, Niño costero 2017 y en post-lluvias extremas de estación 2000 y 2003.

- Reptaciones:

Las reptaciones de suelos coluvio-deluviales y deluviales de ladera identificados en la parte alta del sector La Rinconada y cerca de Nuevo Asia, presentan saltos de grietas curvas de 0.70 y 1.50 m de altura, con 686 m y 100 m de longitud estimando un área de reptación de suelos susceptible a deslizar de 103 111m<sup>2</sup>, poniendo en peligro 4 viviendas y 10 ha de cultivo. De igual forma se han registrado reptaciones de suelos rojos, con leves escalonamientos, ubicados a 350 m hacia el sureste del anexo de Asia, podría afectar a largo plazo 1.8ha de cultivo y 60 m de trocha carrozable Asia-Huaylillas (en la parte baja y alta de la zona de influencia).

- Deslizamientos:

Hacia el sur y sureste del anexo de Asia se identificó un deslizamiento rotacional antiguo reactivado, ocurrido el año 2003 a causa de precipitaciones intensas que saturaron los suelos, aumentando su volumen y disminuyendo la cohesión de los suelos y posteriormente por desecación de los suelos e infiltración de escorrentías superficiales en época de sequías se deslizo por medio de un plano de falla circular, presenta una escarpa de aproximadamente 35 m a 42m de altura, con una corona curva de 1.4 km de longitud, con varias grietas, dentro de este, se identificaron dos deslizamientos secundarios con sus escarpas secundarias de 18 y 10 m aproximadamente, debido a este evento se registraron 2 pérdidas humanas, viviendas del sector Auyos y más de 60 cabezas de ganado.

Cotas abajo estos deslizamientos pasaron a actuar como flujos de detritos debido a la saturación de los suelos en profundidad, estos siguieron en dirección al río Buldibuyo, obturándolo y generando inundaciones, derrumbes afectando las viviendas del sector Tollos y posteriormente flujos de detritos hiper-concentrados, se estimó un área deslizada en conjunto con los flujos de detritos de 718.111 m<sup>2</sup> y un volumen de 21 543.33m<sup>3</sup> aproximadamente.

También se identificó un deslizamiento antiguo contemporáneo al ocurrido en el año 2000, ubicado a 450 m al noroeste del anexo Asia que puede reactivarse nuevamente y llegar a afectar áreas de cultivos y 3 viviendas asentadas sobre este depósito, pues se encuentra en laderas de montaña sedimentaria con pendientes inclinadas, su corona es 360 m de largo con una escarpa de 12 a 20 m de altura, estimando un área deslizada de 50 000 m<sup>2</sup>, con un volumen de 100 000 m<sup>3</sup>.

A 550 m al noroeste del anexo de Asia se identificó un deslizamiento antiguo que ocurrió el año 2000 afectando 3 viviendas y que actualmente puede reactivarse ya que es retrogresivo, por presentar laderas inestables con fisuras detrás de la corona de 214 m con una escarpa de 6m aproximadamente, conformados por suelos coluvio-deluviales, presenta un área deslizada de 26 458 m<sup>2</sup>, con un volumen de 185 206 m<sup>3</sup>. Cotas abajo el material deslizado intersecta a la quebrada Asia generando en periodos de lluvias intensas, flujos de detritos que se dirigen en dirección al río Buldibuyo, lo que podría originar embalsamiento del mismo e inundaciones, poniendo en peligro a un centro turístico ubicada en la ribera del río en Mención. El área estimada susceptible a flujos de detritos es de 90 507m<sup>2</sup>, con un volumen de 633 549 m<sup>3</sup> y se ubica a 650 m hacia el noreste del anexo de Asia, también se identificó un área pequeña susceptible a flujos de detritos de 11 391 m<sup>2</sup>, con un volumen de 79 737 m<sup>3</sup>, aproximadamente ubicada a 700m hacia el noreste del mismo anexo.

- Cabe resalta que debido al sismo de 8Mw de magnitud en escala de Richter ocurrido en la región Loreto en mayo del año 2019, afecto algunas viviendas de estos sectores ocasionando fisuras por estar asentados en suelos molásicos (lutitas y limolitas cremas y rojas), suelos coluviales sobre areniscas fisuradas de mala calidad, en estas condiciones físicas los suelos pueden ser susceptibles a periodos altos de amplificación de ondas sísmicas.

#### **a) Análisis de las causas y consecuencias de los peligros geológicos**

Estos peligros geodinámicos al activarse podrían dejar incomunicada a la población de este anexo, ya que la mayoría ocurren dañando áreas de cultivos, seguridad física de la población como las vías de acceso (trochas carrozables) hacia otros pueblos, ver cuadros de registros de peligros geológicos y Mapa 1.6 (Anexo 01).

Los factores condicionantes y desencadenantes han sido analizados en campo y gabinete como parámetros de susceptibilidad ocurrencia o causas de la generación de los peligros geológicos identificados en el anexo de Asia.

Los factores condicionantes son los siguientes: Pendientes altas de 42°, medias y bajas de 19° a 32°, suelos semicompacto a inconsolidados en pendientes de ladera de montañas sedimentarias, 30% de vegetación entre sembrío y eucaliptos y sauces, depósitos coluviales susceptibles a remoción y sobre todo uno de los factores importantes es que la zona de estudio se encuentra estructuralmente en un dominio de fallas geológicas, considerándola una zona débil, inestable y meteorizada susceptible a

movimientos en masa por encontrar zonas de debilidad en formaciones geológicas incompetentes, debido a las fuerzas tectónicas compresivas y distensivas que han actuado en la formación de las montañas de los andes peruanos en un tiempo y espacio determinado.

El factor desencadenante es el antrópico y el natural, siendo el primero el drenaje de las aguas que discurren por zanjas en la ladera de montaña para derivar las aguas de las quebradas hacia sus cultivos, puquiales y quebradas activas y sobre todo las precipitaciones de estación y las extremas de eventos del Niño que hacen que las redes hídricas aumenten sus caudales.

A continuación, se presenta el registro de los peligros geológicos identificados en campo y sus respectivas recomendaciones:

CUADRO 02: REGISTRO DE PELIGRO GEOLÓGICO POR FLUJOS DE DETRITOS EN EL ANEXO ASIA					
Item	Ubicación y descripción	Causas	Elementos expuestos, daños y probables daños	Consideración del peligro	Recomendaciones
1	<p>➤ Flujos de detritos identificado en la parte baja de la quebrada Asia, a 700 m hacia el noreste del anexo de Asia específicamente en las coordenadas UTM, WGS84; 238286.84 E, 9098430.02 S, cota; 2745m s.n.m.</p> <p>También se identificaron pequeños flujos de detritos a 650 m hacia el este del anexo Asia, en las coordenadas: 238814 E, 9098029 S, cota; 2645 m s.n.m.</p>	<p>Los factores condicionantes son los siguientes: material aluvial susceptible a ser acarreado, compacidad suelta e inconsolidados, geoforma de vertiente aluvial, pendientes de 30°. Los factores desencadenante aumento de caudal por la quebrada Asia en épocas de precipitaciones extremas y periódicas en la zona de estudio.</p>	<p>Estos podrían afectar la seguridad física de un centro turístico ubicado actualmente a inmediaciones del cauce del río Buldibuyo, ya que podría obturar y causar embalse e inundación aguas abajo o ser afectados por flujos de detritos hiperconcentrados.</p>	<p>Zona con peligro inminente</p>	<p>Reubicación de este centro turístico, ya que presenta peligro por flujos de detritos e inundación fluvial, y también se reconocieron pequeños derrumbos en la ladera de montaña en el margen izquierdo del río Buldibuyo que contribuirían a obturación del río en mención.</p>

Fuente: Elaboración propia 2019

**CUADRO 03: REGISTRO DE PELIGRO GEOLÓGICO POR REPTACIÓN DE SUELOS EN EL ANEXO ASIA**

Ítem	Ubicación y descripción	Causas	Elementos expuestos, daños y probables daños	Consideración del peligro	Recomendaciones
2	<p>➤ Identificación de reptaciones en la parte alta del sector La Rinconda a 1.2 km hacia el noroeste de Asia y a 150 m hacia el sur de Nuevo Asia, en la coordenada UTM, WGS 84; 237610 E, 9098883.00S, cota; 3087 m s.n.m.</p> <p>➤ De igual forma se han registrado reptaciones en suelos rojos ubicados a 350 m hacia el sureste del anexo de Asia en la coordenada UTM, WGS84; 238461 E, 9097776.07 N, cota 2838m s.n.m.</p>	<p>Los factores condicionantes son los siguientes: material coluvio-deluvial y deluvial con presencia de saltos de grietas curvas con 0.70 y 1.50 m de altura, 0.15 m de ancho y 686 m y 100 m de largo, compacidad semicompacta, geoforma de ladera de montaña con pendientes de 32°, 20% de vegetación compuesta por eucaliptos. Los factores desencadenantes son lluvias intensas extremas y periódicas en la zona de estudio que aumentan la capacidad de almacenamiento del puquial y escorrentías que discurren por esta ladera de NW-SE y sismos mayores a 7 grados de magnitud en escala de Ritcher.</p> <p>Los factores condicionantes son suelos compuestos por limos y arcillas rojas, pendiente de 30°, falla probable, geoforma de ladera de montaña sedimentaria, escasa vegetación.</p> <p>Los factores desencadenantes son las lluvias estacionales o extremas que aumentan los caudales de quebradas infiltrándose en los suelos y los sismos superficiales mayores a 7 grados de magnitud en escala de Ritcher.</p>	<p>Estos pueden convertirse en deslizamientos ya que por ahora sus movimientos son muy lentos no percibidos a simple vista, podría afectar un área de 10 ha correspondiente a cultivos de maíz, alfalfa, trigo y cebada, y 2 viviendas.</p> <p>Estos pueden afectar a largo plazo un tramo de 60 m de trocha carrozables (en la parte baja y alta de la zona de influencia) y área de cultivo de alfalfa de 1.8 ha.</p>	<p>Zona con peligro alto</p> <p>Zona con peligro medio</p>	<p>Realizar plantaciones de eucalipto para estabilizar la ladera, drenar las aguas de puquiales identificados en dicha ladera por drenajes de concreto armado en gradería para evitar infiltración en los suelos hasta ladera abajo, realizar un drenaje pluvial respectivo en Nuevo Asia ya que el agua se infiltra por rocas volcánicas fracturadas hacia la ladera. Reubicar estas dos viviendas, se recomienda un drenaje tecnificado para sus sembríos.</p> <p>Realizar barreras con puntales de madera verticales de dos metros empotrados en los suelos, máximo un metro o colocar muros de contención al pie de la carretera para conservarla de alguna manera con su drenaje respectivo. Plantar árboles de eucaliptos.</p>

Fuente: Elaboración Propia 2019

**CUADRO 04: REGISTRO DE PELIGRO GEOLÓGICO POR DESLIZAMIENTOS ROTACIONALES ANTIGUOS EN EL ANEXO ASIA**

Ítem	Ubicación y descripción	Causas	Elementos expuestos, daños y probables daños	Consideración del peligro	Recomendaciones
3	<p>Hacia 700 m al sureste del anexo de Asia, en el sector Auyos se identificó un deslizamiento rotacional antiguo reactivado, originando dos deslizamientos dentro del cuerpo de este deslizamiento antiguo y dos flujos de detritos, ocurridos el año 2003. Se estimó un área deslizada de 718.111 m<sup>2</sup> y un volumen de 21 543.33m<sup>3</sup> aproximadamente.</p> <p>Este evento se ubica en la coordenada UTM, WGS84; 238442 E, 9097451 N, cota 2855 m s.n.m.</p>	<p>Los factores condicionantes son los siguientes: material coluvio-deluvial con presencia, compacidad relativa semicompacta, geoforma de ladera y piedemonte coluvio-deluvial, pendientes comprendidas entre 35°, 30° y 15° descendentemente, escasa vegetación, falla inferida.</p> <p>Los factores desencadenantes son lluvias intensas, y periódicas en la zona de estudio, drenajes de regadillo sin revestimiento de concreto, infiltrándose las aguas a los suelos, saturándolos y los sismos mayores a 8 Mw grados de magnitud en escala de Richter.</p> <p>El deslizamiento ocurrido en el año 2003 fue activado por precipitaciones intensas perdiendo la cohesión parcial de los suelos y que en periodos de desecación se agrietaron fallando por baja resistencia a esfuerzos de corte deslizando por medio de una falla circular.</p>	<p>Los daños ocasionados en el 2003 fueron de 2 pérdidas humadas, destrucción de viviendas del sector Auyos, 4km de trocha carrozable y un promedio de 60 cabezas de ganado entre ellas bestias de carga, También ocasionó embalsamiento y derrumbes e inundaciones provocados por este evento que afecto la seguridad física de viviendas del sector Tollos. Este deslizamiento puede reactivarse nuevamente y afectar 2 vivienda ubicada en el cuerpo de dicho deslizamiento, ganado 2.3 km de trocha carrozable y zonas de cultivo. También se puede reactivar parte del deslizamiento antiguo que no se reactivó el año 2003, ya que se encuentra con grietas y podría afectar la seguridad física de 10 viviendas del sector Auyos.</p>	<p>Zona con peligro inminente</p> <p>Zona con peligro Alto</p>	<p>Realizar el banqueteo de esta ladera con su drenaje respectivo hacia una fuente de agua natural, reforestar las banquetas con plantaciones de eucaliptos, realizar otro sistema de regadillo sin que pase por el cuerpo de los deslizamientos, más bien captarlas por tubos de hierro de las fuentes de agua ubicadas cotas arriba, para evitar infiltraciones en los suelos susceptibles a ser deslizados y que esta red de agua se asiente sobre ladera de rocas, usar riego tecnificado para sus cultivos.</p> <p>Reubicar estas dos viviendas y a la población de Auyos, Así como la población del anexo de Asia, y no aceptar la expansión urbana en estas zonas, solo que sirva como área de cultivo.</p>
	<p>Deslizamiento antiguo ubicado a 450 m al noroeste del anexo de Asia, donde se asientan 3 viviendas y áreas de cultivo. Se estimó un volumen deslizado de 100000 m<sup>3</sup> aproximadamente. Este evento se ubica en la coordenada UTM, WGS84; 237712 E, 9097936 N, cota; 3059 m s.n.m.</p>	<p>Los factores condicionantes son los siguientes: material coluvio-deluvial con, compacidad relativa semicompacta, geoforma de ladera sedimentaria, pendientes de 35° y 16°, escasa vegetación. Los factores desencadenantes son lluvias intensas y periódicas en la zona de estudio, drenajes de regadillo sin revestimiento de concreto, puquiales que discurren de oeste a este por esta ladera, infiltrándose las aguas a los suelos, saturándolos y los sismos mayores a 8 Mw grados de magnitud en escala de Richter.</p>	<p>Puede reactivarse la parte trasera de la corona y deslizar afectando la seguridad física de tres viviendas y un área de cultivo de 2.5 ha.</p>	<p>Zona con peligro alto</p>	<p>Se debe realizar un muro de contención de concreto armado (monolítico) de 200 m de longitud bien anclado con los espesores, adecuados para que retengan el empuje de la masa de tierra para minimizar el riesgo por peligro de deslizamiento, debe ser ubicado a 75 m antes de las viviendas con una altura de aproximadamente 3.5 m y realizar un drenaje de concreto armado dirigiendo las aguas del puquial que baja del sector Inchan, hacia la quebrada Asia con el fin de que no se infiltren en los suelos. Todo ello ejecutado mediante un especialista geotécnico.</p>
	<p>Deslizamiento antiguo ubicado a 550 m hacia el noroeste del</p>	<p>Los factores condicionantes son los siguientes: material coluvio-deluvial con, compacidad relativa</p>	<p>Puede reactivarse la parte posterior de la corona y deslizarse afectando o interrumpiendo el tránsito</p>	<p>Peligro Alto.</p>	<p>Realizar dos banquetas una de tres metros de altura en la parte posterior de la corona y reforestarla con eucaliptos,</p>

<p>anexo Asia, en el sector La Rinconada, en la coordenada UTM, WGS84; 237726 E, 9098259 N, cota; 2984 m s.n.m.</p>	<p>semicompacta, geoforma de ladera sedimentaria, pendientes de 30°, escasa vegetación. Los factores desencadenantes son lluvias intensas y periódicas que activan quebradas, drenajes de regadillo sin revestimiento de concreto, causando la infiltración de las aguas a los suelos, saturándolos y los sismos mayores a 8 Mw grados de magnitud en escala de Richter.</p>	<p>en 80 metros de trocha carrozable Asia-Huaylillas y una tubería de PBC por donde derivan agua de las quebradas para sus cultivos.</p>	<p>con un drenaje de coronación, realizar un muro de contención de 80 m de largo con su respectivo drenaje interior, bien cimentado en profunda para atenuar el empuje de la masa a deslizar, debe estar ubicado cercana a la trocha carrozable, realizar una secuencia de enrocado en gradería con concreto armado en el talud de la parte baja de la carretera hacia el frente del deslizamiento y reforestar 70 m con eucalipto hacia el frente del deslizamiento cotas abajo terminando en una barrera de troncos de madera apuntalados en profundidad, con su respectivo drenaje lateral y cunetas, todo ello con la ejecución y supervisión de un especialista geotécnico.</p>
---	--	--	--

Fuente: Elaboración Propia 2019

Cabe resaltar que las viviendas del anexo de Asia y sus sectores asentados sobre depósitos coluvio-deluviales, y suelos rojos con intercalación de areniscas fracturadas son propensos a sufrir daños por peligros de sismos superficiales.

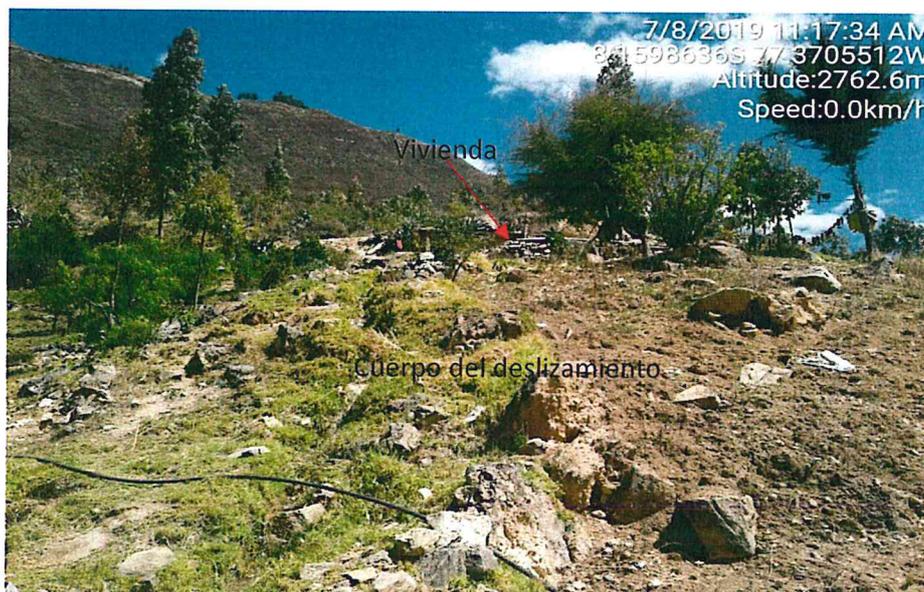
A continuación, se presentan algunas fotografías donde se identificaron los siguientes peligros geológicos a los que se encuentran expuestos la población de del anexo de Asia y sus sectores:



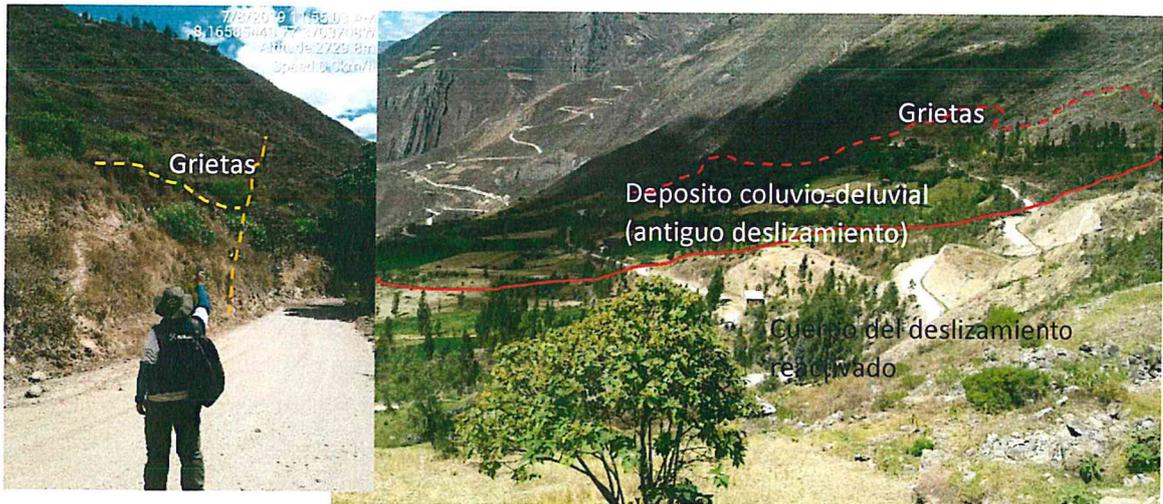
**Figura 22.** Vista del cuerpo del antiguo deslizamiento reactivado en año 2003, con su corona y su respectiva escarpa de 35 a 42 m de altura, en el sector Auyos y a inmediación del pueblo de Asia. Fuente: Elaboración Propia 2019



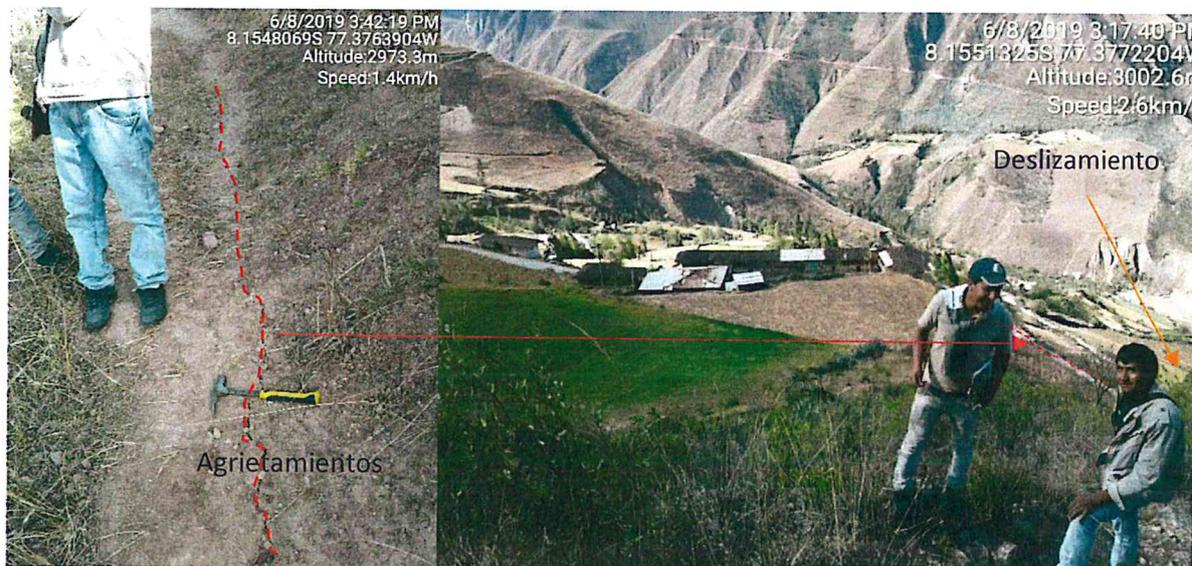
**Figura 23.** Vistas de los deslizamientos secundarios con sus coronas y escarpas respectivas, lado derecho 22 m de altura y lado izquierdo 12 m de altura aproximadamente; ambos deslizamientos, aguas abajo originaron flujos de detritos que embalsaron el río Buldibuyo. Fuente: Elaboración Propia 2019



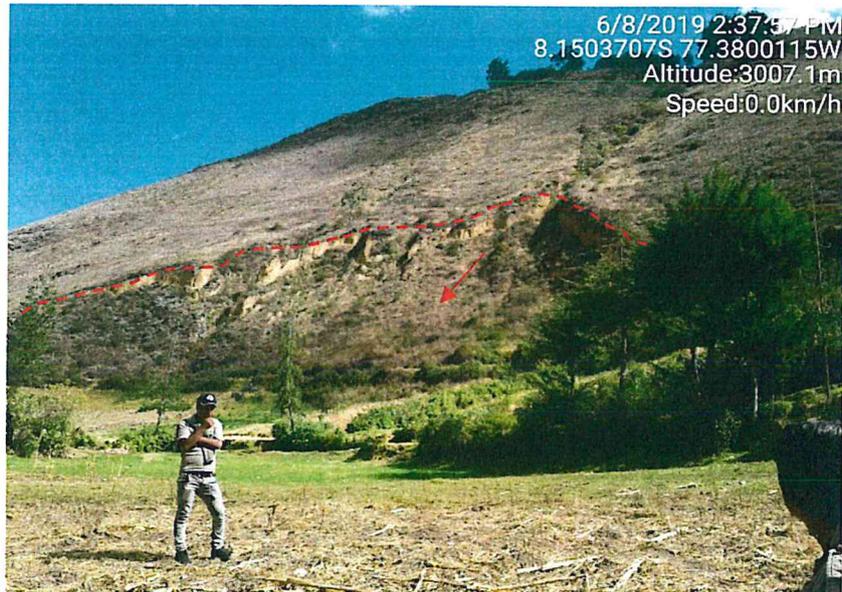
**Figura 24.** Vivienda del sector Auyos ubicada en el cuerpo del deslizamiento antiguo reactivado el año 2003, actualmente el peligro es inminente en cualquier momento puede reactivarse nuevamente, esta vivienda debe ser reubicada. Fuente: Elaboración Propia 2019



**Figura 25.** El sector Auyos se encuentra sobre un depósito coluvio-deluvial de un antiguo deslizamiento, con evidencias a reactivarse ya que hay ciertas grietas de 15 cm de ancho, 70 m a 160 m de largo, en la ladera de montaña, se encuentra cerca al cuerpo del deslizamiento reactivado el año 2003. Fuente: Elaboración Propia 2019



**Figura 26.** Presencia de agrietamientos ubicados a 40 m hacia el suroeste del anexo de Asia y detrás de la corona del deslizamiento antiguo reactivado el año 2003, sus dimensiones son de 5 mm a 1 cm de ancho, con 40 m a 50 m de largo. Fuente: Elaboración Propia 2019



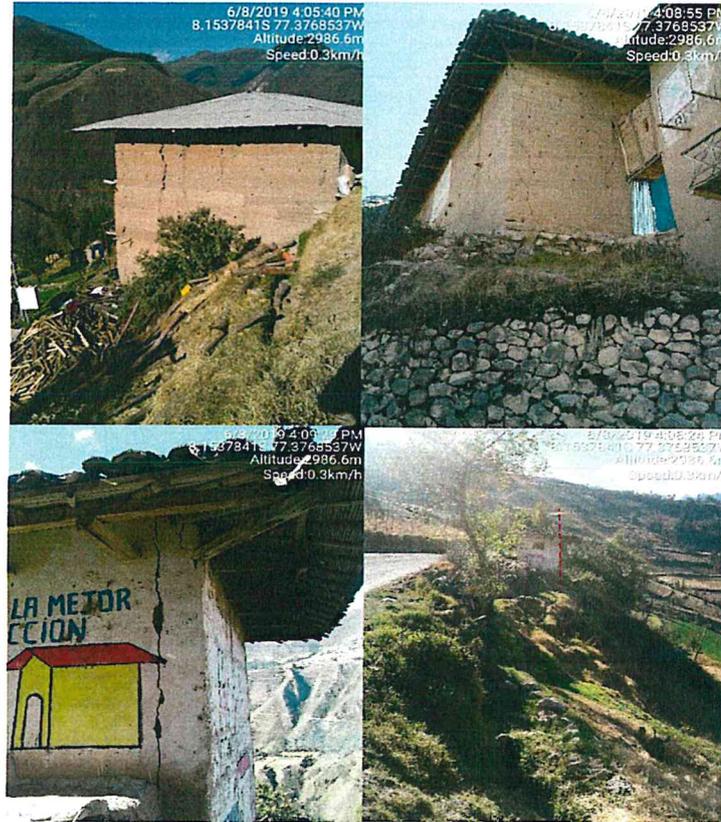
**Figura 27.** Identificación de deslizamiento antiguo inestable ubicado a 445 m al noroeste del área urbana de Asia, presenta una escarpa de 12 m a 20 m de altura. Fuente: Elaboración Propia 2019



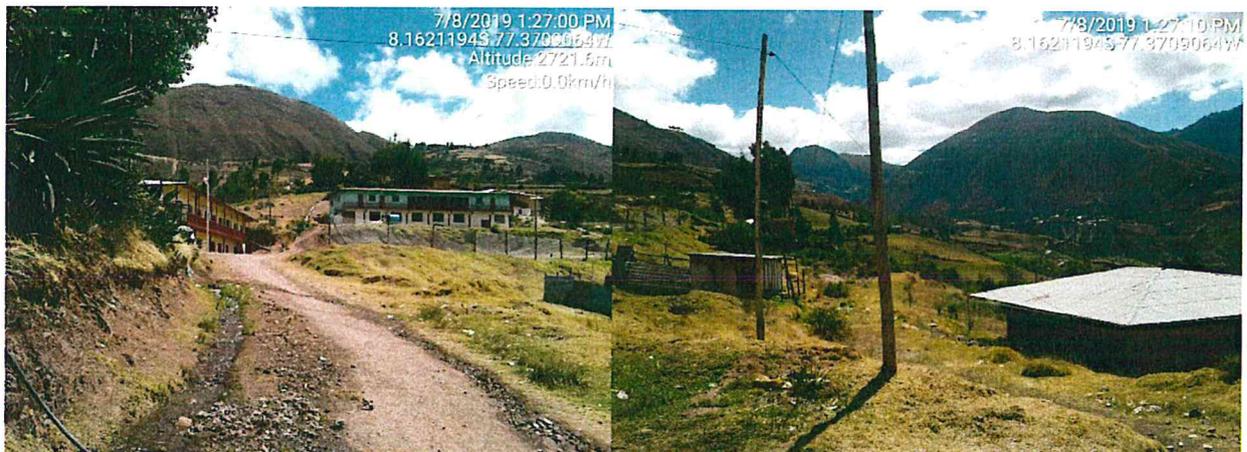
**Figura 28.** Se han identificado en el sector La Rinconada, procesos de escarpas con saltos de 1.50 m y 0.75 m de altura (Zona de reptación), que indica que se está generando un deslizamiento, de seguir el proceso afectaría a 4 viviendas y zonas de cultivo, Fuente: Elaboración Propia 2019



**Figura 29.** Deslizamiento antiguo retrogresivo, ocurrido el año 2000 en el sector La Rinconada, actualmente en proceso de reactivación, ya que presenta grietas posteriores a la corona y dentro del cuerpo del mismo, aguas abajo interseca a la quebrada Asia, generando flujos de detritos en periodos de precipitaciones intensas y activación de flujos de detritos colgados en laderas, en dirección al río Buldibuyo. Fuente: Elaboración Propia 2019



**Figura 30.** Viviendas del pueblo de Asia, afectados parcialmente por el sismo ocurrido en mayo del 2019 en Loreto de 8 Mw, grados de magnitud en la escala de Richter, causando fisuramientos severos e inclinación de viviendas situadas en las laderas de las montañas. Fuente: Elaboración Propia 2019



**Figura 31.** Viviendas del pueblo de Nuevo Asia, ubicadas parcialmente en roca volcánica fracturada y suelos rojos, se debería hacer drenar las aguas de escorrentías por drenajes de concreto armado y banquetear la ladera de suelos rojos con muros de gaviones para estabilizar estos suelos y hacer mejoramiento de estos, antes de cimentar. Fuente: Elaboración Propia 2019

## CONCLUSIONES

- a) El anexo de Asia y sus sectores según la cartografía geomorfológica se ubica sobre ladera de montañas sedimentarias menores a 30° y 16° de inclinación (Asia y La Rinconada) y también sobre piedemonte de 15° de inclinación (sector Auyos), conformando terrazas verticales frente al río Buldibuyo.
- b) La población de Asia y sus sectores según la cartografía geológica se asientan totalmente sobre depósitos coluvio-deluviales. La población de nuevo Asia que fue reubicada el año 2007 a la actualidad, a causa del deslizamiento ocurrido el año 2003 en el sector de Auyos, se asienta sobre rocas volcánicas andesíticas fracturas de la Formación Tres Lagunas y parte sobre sedimentos de arcillas y limos de color roja de la Formación Fundo El Triunfo.
- c) La población del anexo Asia y sus sectores, según la cartografía geodinámica se encuentra expuesto a deslizamientos rotacionales como en el caso del sector de Auyos sucedido en el año 2003, Asia, La Rinconada ocurridos en el año 2000, así como también flujos de detritos y reptaciones susceptibles a originar deslizamientos.
- d) El sector de Auyos donde se asientan cerca de 10 viviendas en depósitos coluvio-deluviales de un antiguo deslizamiento, no fue reactivado en el año 2003, es propensa a deslizar ya que se encontró grietas de 15 cm de ancho en la parte alta de la ladera, a inmediaciones de sus escarpas antiguas y su corona, poniendo en peligro por deslizamiento a esta zona.
- e) Cabe indicar que en el anexo de Asia se registraron fisuras en las viviendas debido al último sismo registrado en la selva norte del Perú de 8Mw, ya que se encuentra sobre depósitos coluvio-deluviales, seguidos de lutitas y areniscas fracturadas de mala calidad de color gris cremoso (Suelos susceptibles a periodos altos de amplitud de ondas sísmicas).
- f) Estos eventos han sucedido en periodos originados por precipitaciones normales y periodos de estiaje, que afecta la seguridad física de la población, sus áreas de cultivo y sus vías de comunicación con otros pueblos.
- g) Según la Norma E.030 de "Diseño Sismo Resistente" del reglamento nacional de edificaciones la zona de estudio se encuentra en la zona sísmica 02, cuyo factor de aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años, "z" se expresa como fracción de la aceleración, siendo este de 0.25, determinándose que las viviendas a construir deben estar hechas con estructuras de acero y concreto de sistema dual, muros de concreto armado, albañilería armado o confinada para atenuar los esfuerzos de corte por vibración de ondas sísmicas y realizar antes de cimentar un mejoramiento de suelos.

- h) Por las condiciones actuales y debido a la intensa actividad geodinámica, se considera al anexo de Asia como zona crítica por presentar:
- Peligro inminente por deslizamiento en el sector de Auyos donde ocurrió la reactivación del deslizamiento antiguo en el año 2003, actualmente pone en riesgo a dos viviendas y 2.3 km de trocha carrozable, así como 10 ha de área agrícola, ubicadas en el cuerpo del deslizamiento si es que nuevamente llegara a reactivarse.
  - Peligro alto por deslizamiento en el sector de Auyos ya que cerca de 10 viviendas, 4 km de trocha carrozable y 22 ha de área agrícola, ubicadas sobre un depósito coluvio-deluvial antiguo proveniente del deslizamiento antiguo que no fue reactivado el año 2003 y que en algún momento puede reactivarse, pues se han identificado en campo grietas en las laderas y cerca de sus escarpas antiguas.
  - Peligro alto por reactivación de deslizamiento ubicado a 450m hacia el noroeste del anexo de Asia, poniendo en riesgo 2.5 ha de cultivo y 3 viviendas.
  - Peligro alto por reactivación de deslizamiento ubicado a 550 m hacia el noroeste del anexo de Asia poniendo en riesgo a 80 m de trocha carrozable y una tubería de PBC, por donde derivan las aguas de las escorrentías superficiales a las zonas de cultivo.
  - Peligro alto o potencial por probable ocurrencia de deslizamiento a 1.2 km hacia el norte del anexo de Asia (sector La Rinconada), en zona de reptación pues presenta grietas, escarpas y saltos de 1.5m a 0.70 m de altura, de seguir el proceso puede afectar 10 ha agrícolas y 2 viviendas, de igual forma peligro medio por reptación de suelos a largo plazo ubicado a 350 hacia el este de dicho anexo, puede afectar 120 m de trocha carrozable y 1.8 ha de sembrío de alfalfa.
  - Finalmente peligro inminente por flujos de detritos ubicados en el cauce de la quebrada Asia y en las laderas contiguas a dicha quebrada, que van en dirección hacia el río Buldibuyo, en tiempos de lluvias intensas pueden reactivarse y afectar al centro turístico asentado cerca de la margen derecha de dicho río, estos flujos de detritos pueden generar a su vez embalsamiento del río Buldibuyo, desencadenando inundaciones, derrumbes de ladera en el margen izquierdo de este río y flujos hiperconcentrados, afectando todo elemento expuesto que encuentre a su paso.

## RECOMENDACIONES

Para mitigar el riesgo por peligros geológicos y/o geohidrológicos, mediante obras de reducción y prevención (medidas estructurales y no estructurales), se recomienda lo siguiente:

- a) Realizar badenes o alcantarillas en zonas de quebradas que intersectan la trocha carrozable Asia-Huaylillas, todo ello, previ6 a un estudio geot6cnico y supervisi6n de un especialista.
- b) Realizar un sistema de drenaje escalonado de concreto armado (obras de arte) en las quebradas, puquiales hasta llevarlas a las fuentes naturales principales, hasta pasar las zonas de peligro por deslizamiento, con la finalidad de disminuir las infiltraciones en suelos susceptibles a remoci6n.
- c) Cambiar el sistema de canales de riego sin revestimiento de 6reas agr6colas, ya que se infiltran en los suelos, desde La Rinconada hasta Auyos, con la finalidad de disminuir la saturaci6n de estos. Se debe usar esta zona como 6reas de cultivo, utilizando riego tecnificado, captando las aguas por tuber6as de acero por gravedad, puestas sobre terrenos de roca y laderas estables desde sectores altos como Amairca e Inchan, Ruicayan, Nuevo Asia, etc, hacia los sectores bajos como La Rinconada, Asia y Auyos y de esta forma racionalizar el agua y evitar la saturaci6n de los suelos, todo ello gracias a un estudio geot6cnico e hidr6ulico, ejecutado por especialistas.
- d) Se recomienda no construir m6s viviendas en las zonas de peligros geol6gicos identificados en los sectores de Asia, tal como se muestran en el mapa geodin6micos donde se encuentran registrados los peligros geol6gicos.
- e) En el pueblo reubicado denominado nuevo Asia, se recomienda realizar un sistema de drenaje de concreto de las aguas de escorrent6a superficial y pluvial, banquetado respectivo en suelos rojos inestables susceptibles a remoci6n, con sus respectivos drenajes horizontales, muros de contenci6n de concreto armado con drenes perpendiculares a la cara del muro o gaviones en grader6a bien cimentados, en base de concreto armado con sus respectivas columnas y drenajes. Otra idea de recomendaci6n es que se hagan mejoramiento de suelos antes de cimentar las bases de sus viviendas con las especificaciones t6cnicas recomendadas en la norma 0.30 de "Diseño sismo resistente".
- f) Para las obras de prevenci6n y reducci6n del riesgo geol6gico recomendadas, deben ser ejecutadas y supervisadas por un especialista previo a un estudio geot6cnico que re6na todas las especificaciones t6cnicas para la ejecuci6n de estas o de las que se crean convenientes para salvaguardar la seguridad f6sica de la poblaci6n.
- g) En zonas con peligro alto se recomienda una obra de control estructural para atenuar el riesgo y para proteger la v6a hacia otros poblados mediante la estabilizaci6n de taludes con gaviones tipo colch6n, por ejemplo.
- h) En zonas con peligro inminente, se recomienda la reubicaci6n de viviendas definitivamente.

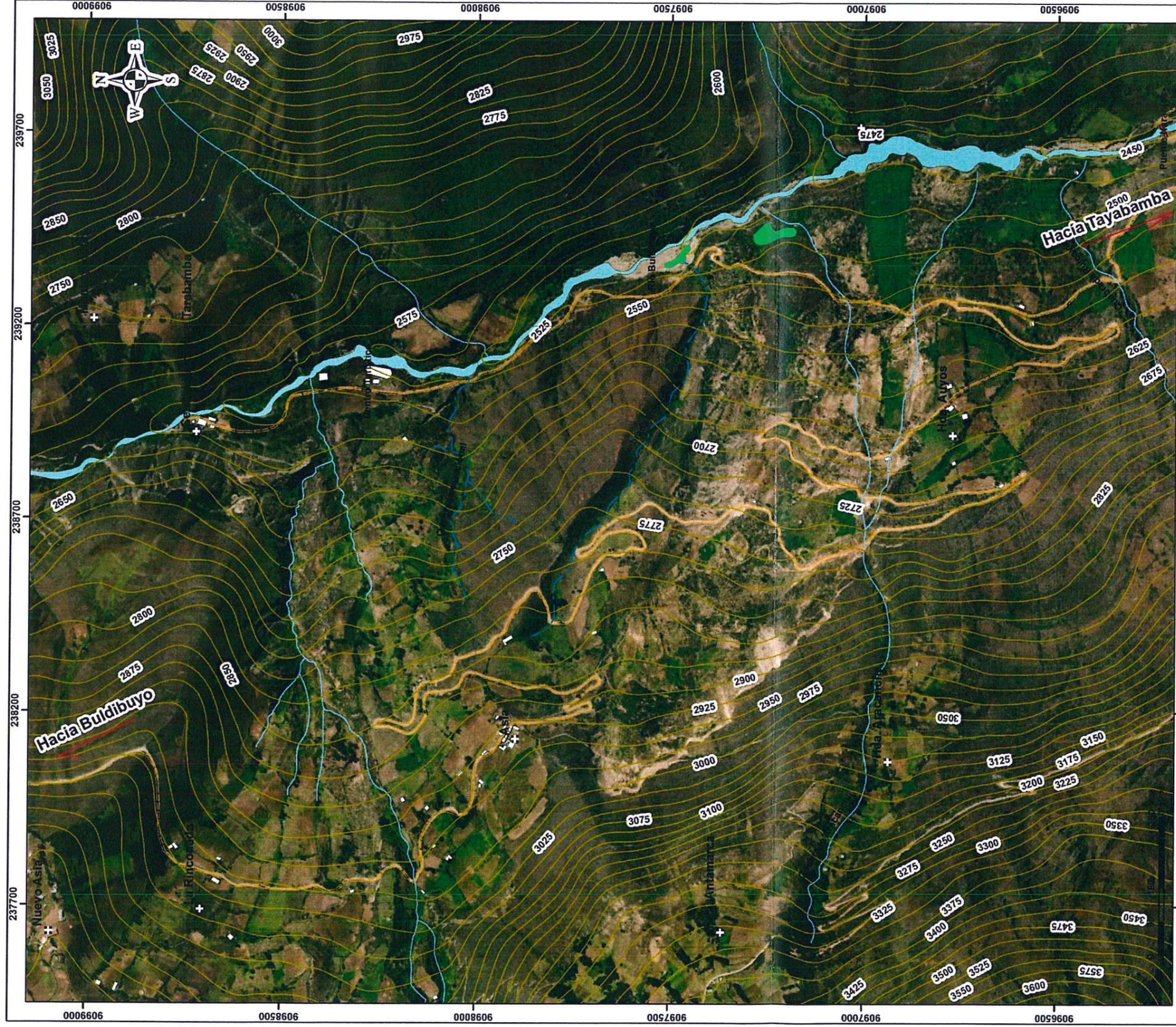
## BIBLIOGRAFÍA

- ANA-DCPRH-OHGEO. (2009): Demarcación y Delimitación de las Autoridades Administrativas del Agua. Dirección de Conservación y Planeación de Recursos Hídricos. MINAGRI, 28 p.
- Fidel, L., Zavala, B., Núñez, S., Valenzuela, G., (2006): Estudio de riesgos geológicos del Perú, Franja N°4. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 29. 383 p.
- GEMMA, (2007): "Movimientos en masa en la Región Andina", Publicación geológica multinacional (Grupo de estándares para movimientos en masa).
- Gutiérrez, M. (2008): Geomorfología. Edit. Pearson/Prentice Hall, Madrid, 898 p. ISBN 97884832-23895.
- Medina, L. & Luque, G. (2008): Informe preliminar: Zonas Críticas en la Región La Libertad. Disponible en: <http://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/ingemmet/2006>
- Medina, L. Luque, G. & Pari, W. (2012): Riesgo Geológico en la región La Libertad, INGEMMET. Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, N°50, 230 p.
- INGEMMET, (2012): Cuadrángulo geológico de Tayabamba (Hoja; 17I-VI), escala 1:50000. Lima-Perú.
- INGEMMET, (1967): Boletín N° 60, Serie A: Carta Geológica Nacional, "Geología de los cuadrángulos de Pallasca, Tayabamba, Corongo, Pomabamba, Carhuaz y Huari", (Hojas; 17-h, 17-i, 18-h, 19-g, 19-i) y actualizado por Dirección de Carta Geológica Nacional (1995), a escala en 1: 100000.Lima-Perú.
- Norma E-030, (2016): "Diseño Sismo Resistente" del Reglamento Nacional de Edificaciones. Decreto Supremo 003-2016-Vivienda.Lima-Perú.
- SENAMHI, (2015-2019): Información corregida de la "Estación meteorológica automática de Ticapampa".
- Varnes, D. J, (1978) - Slope movements types and processes, end Schuster, R.L., y Krizek, R.J., ed, Landslides analysis and control: Washington D. C, National Academy Press, Transportation Research Board Special Report 176, p. 9-33.
- Willson, J. & Reyes, L. (1964): Boletín N°9; "Geología del Cuadrángulo de Pataz" (hoja; 16-h), escala 1:100000, INGEMMET. Lima-Perú.
- Zavala, B., y Vilchez, M., 2003, Peligros geológicos en el área de Tayabamba, Huaylillas y Buldibuyo: La Libertad, Gobierno Regional La Libertad-INGEMMET, Dirección de Geología Ambiental: Informe interno, 30 p.

## ANEXOS

### **Anexo 01: Mapas temáticos de la zona de estudio**

- Mapa 1.1: Ubicación y Accesibilidad
- Mapa 1.2: Elevaciones
- Mapa 1.3: Pendientes
- Mapa 1.4: Geomorfológico
- Mapa 1.5: Geológico
- Mapa 1.6: Peligros geológicos



**INGEMMET**  
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

Dirección de Geología y Riesgo Geológico

EVALUACIÓN POR PELIGRO DE MOVIMIENTOS EN MASAS EN EL ANEXO ASIA, DISTRITO DE BULDIBUYO, PROVINCIA DE PATAS, REGIÓN LA LIBERTAD

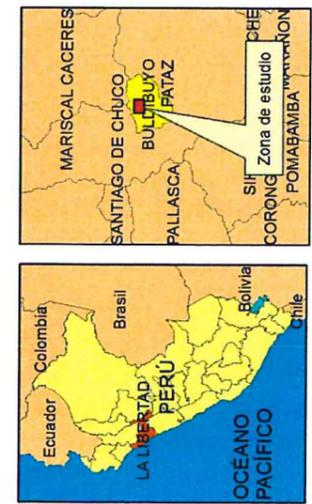
MAPA DE UBICACIÓN

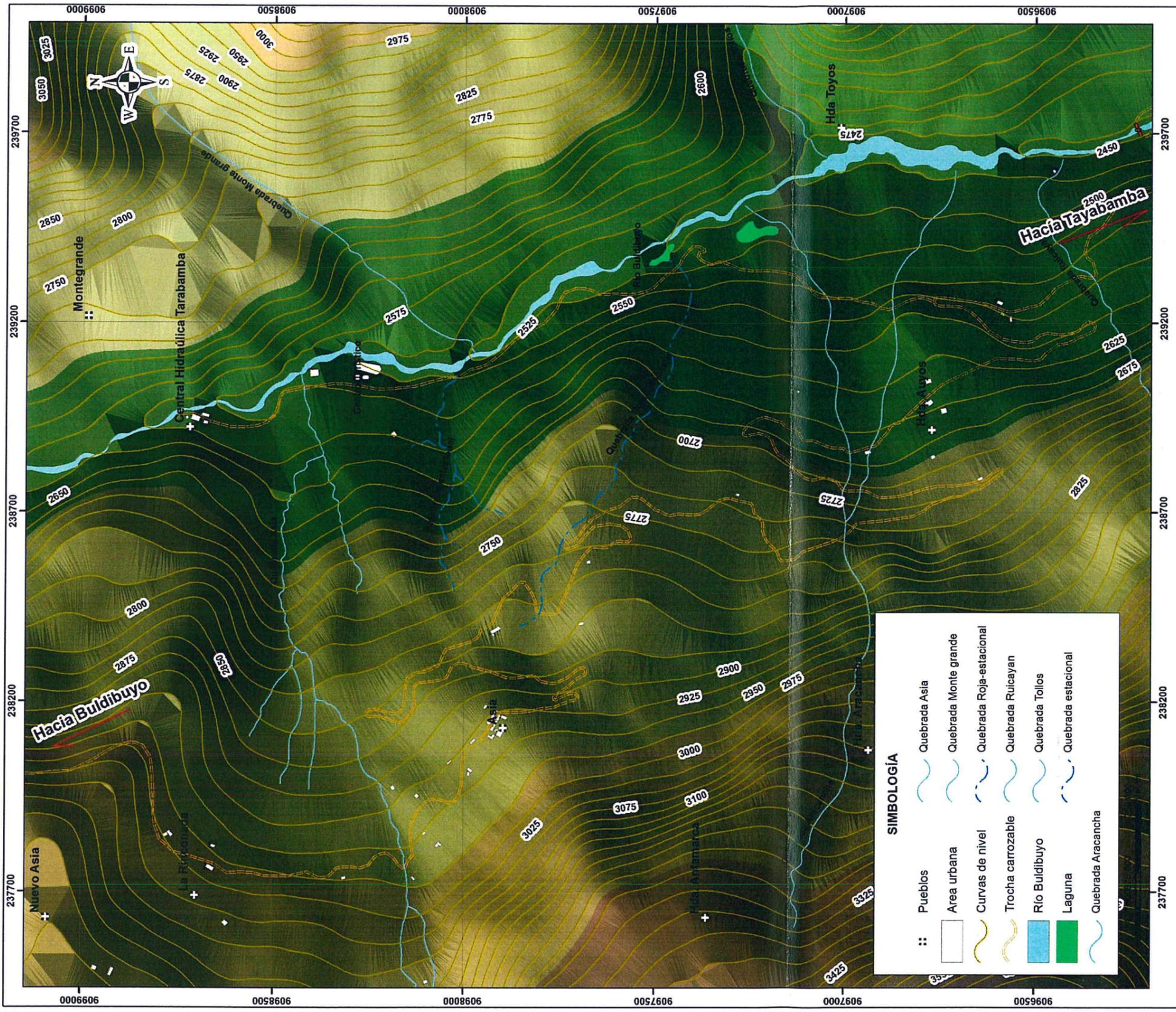
**1.1**

Escala: 1:9,000 Datum: UTM, WGAS 84 Zona: 18 S  
 Versión Digital: Año 2016 Impreso: Agosto 2019

**SIMBOLOGÍA**

⦿	Pueblos	~	Quebrada Asia
□	Area urbana	~	Quebrada Monte grande
~	Curvas de nivel	~	Quebrada Roja-estacional
~	Trocha carrozable	~	Quebrada Ruicayan
~	Río Buldibuyo	~	Quebrada Tollos
~	Laguna	~	Quebrada estacional
~	Quebrada Aracancha		



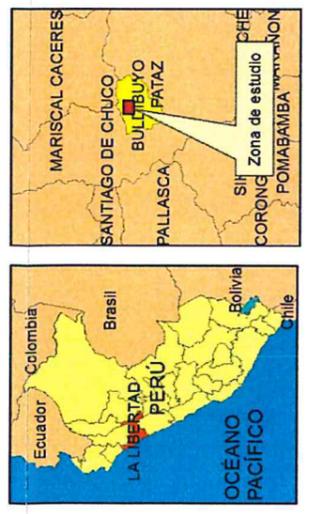


**SIMBOLOGÍA**

::	Pueblos	~	Quebrada Asia
□	Area urbana	~	Quebrada Monte grande
~	Curvas de nivel	~	Quebrada Roja-estacional
~	Trocha carrozable	~	Quebrada Ruicayan
~	Río Buldibuyo	~	Quebrada Tollos
~	Laguna	~	Quebrada estacional
~	Quebrada Aracancha		

**Elevaciones (m.s.n.m)**

■	3837.5 - 4125
■	3550 - 3837.5
■	3262.5 - 3550
■	2975 - 3262.5
■	2687.5 - 2975
■	2400 - 2687.5



SECTOR ENERGÍA Y MINAS  
**INGEMMET**  
INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO

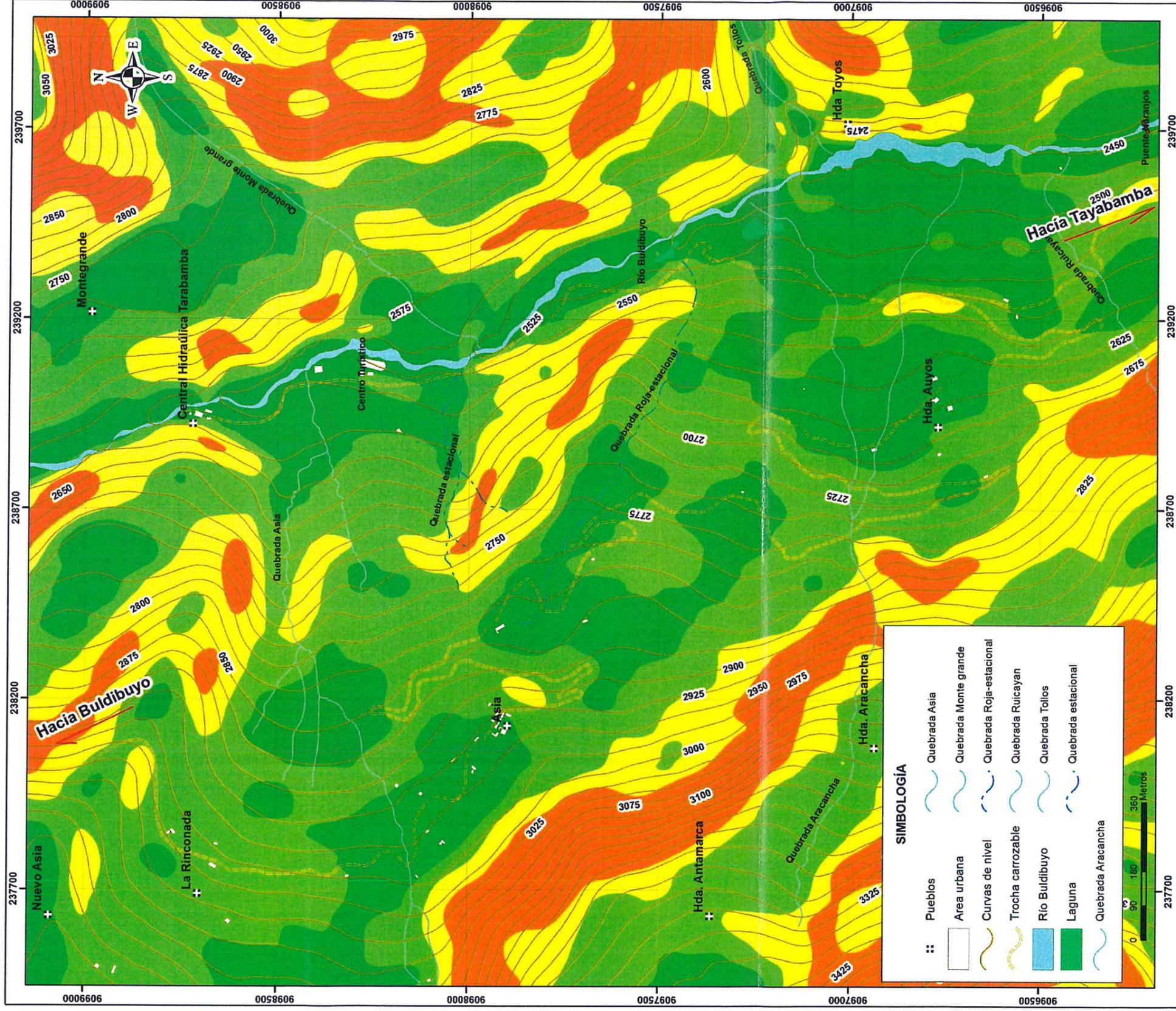
**Dirección de Geología y Riesgo Geológico**

EVALUACIÓN POR PELIGRO DE MOVIMIENTOS EN MASA EN EL ANEXO ASIA, DISTRITO DE BULDIBUYO, PROVINCIA DE PATAZ, REGIÓN LA LIBERTAD

MAPA DE ELEVACIONES

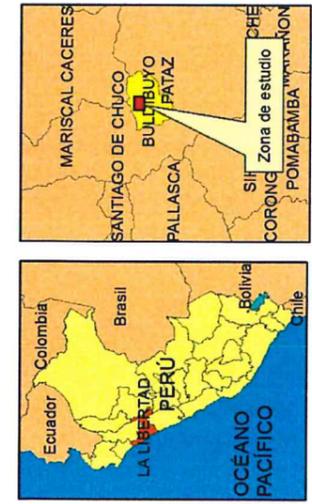
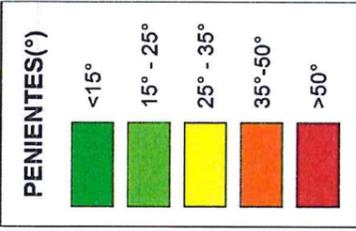
**1.2**

Escala: 1:9,000 Datum: UTM, WGS 84 Zona: 18 S  
Versión Digital: Año 2016 Impresor: Agosto 2019

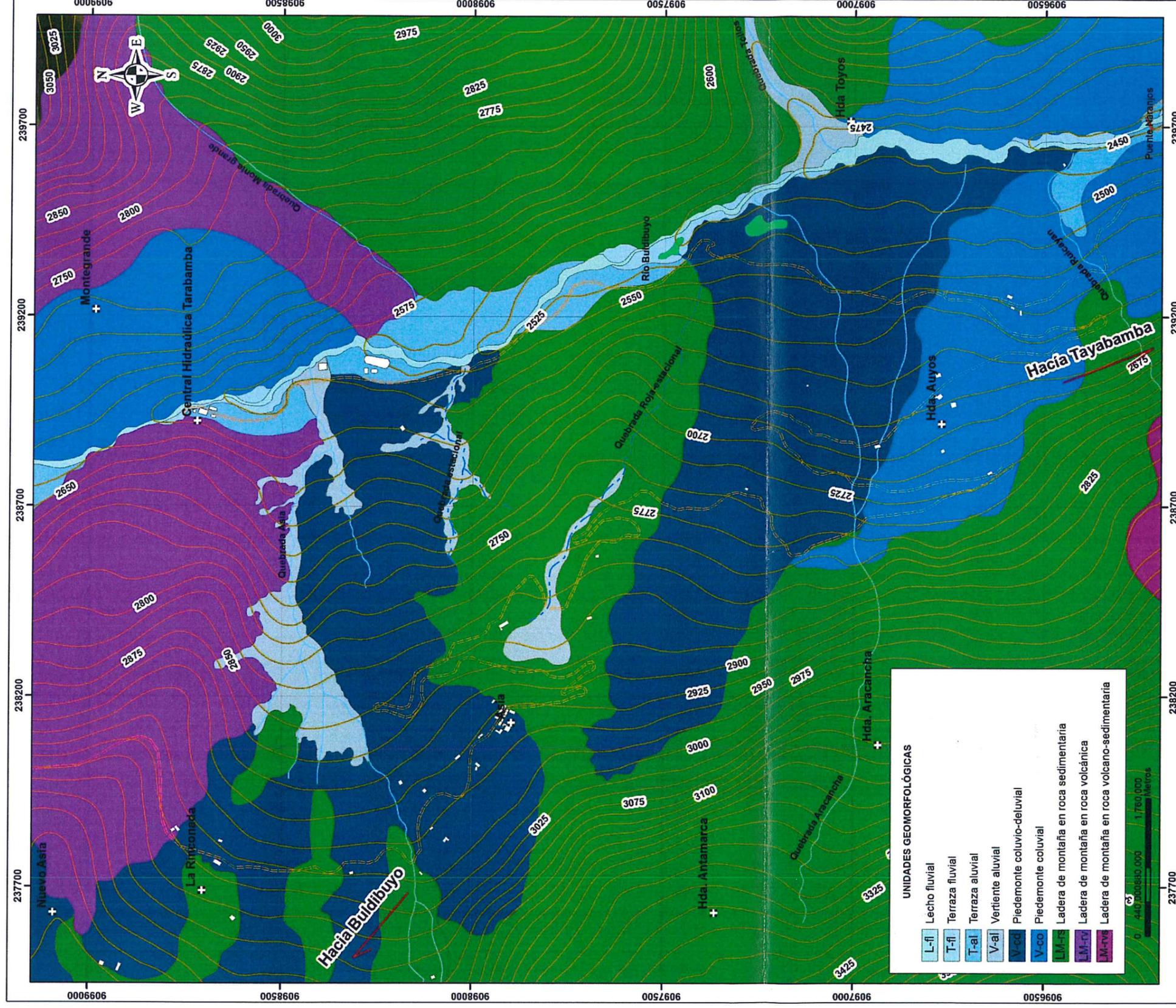


**SIMBOLOGÍA**

⦿	Pueblos	~	Quebrada Asia
□	Area urbana	~	Quebrada Monte grande
~	Curvas de nivel	~	Quebrada Roja-estacional
~	Trocha carrozable	~	Quebrada Ruicayan
~	Río Buldibuyo	~	Quebrada Tollos
~	Laguna	~	Quebrada estacional
~	Quebrada Aracancha		



<p>SECTOR ENERGÍA Y MINAS <b>INGEMMET</b> INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO</p>	<p>Dirección de Geología y Riesgo Geológico</p>
	<p>EVALUACIÓN POR PELIGRO DE MOVIMIENTOS EN MASAS EN EL ANEXO ASIA, DISTRITO DE BULDIBUYO, PROVINCIA DE PATATE, REGION LA LIBERTAD</p>
<p>MAPA DE PENDIENTES</p>	<p>MAPA</p>
<p><b>1.3</b></p>	
<p>Escala: 1:9,000 Datum: UTM, WGA'S 84 Zona: 18 S Versión Digital: Año 2016 Impreso: Agosto 2019</p>	

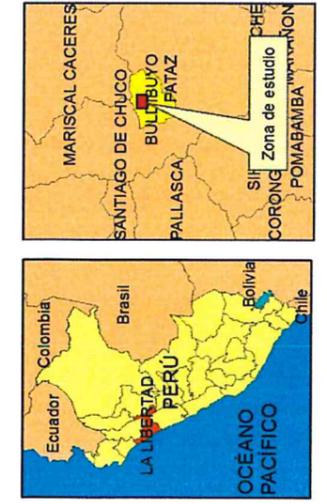


**UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS**

L-fl	Lecho fluvial
T-fl	Terraza fluvial
T-al	Terraza aluvial
V-al	Vertiente aluvial
V-ed	Piedemonte coluvio-deluvial
V-co	Piedemonte coluvial
LM-rs	Ladera de montaña en roca sedimentaria
LM-rv	Ladera de montaña en roca volcánica
LM-rs	Ladera de montaña en roca volcano-sedimentaria

**SIMBOLOGÍA**

⋮	Pueblos	~	Quebrada Asia
□	Area urbana	~	Quebrada Monte grande
▬	Río Buldibuyo	~	Quebrada Roja-estacional
▬	Leguna	~	Quebrada Ruicayan
~	Curvas de nivel	~	Quebrada Tolos
~	Quebrada Aracancha	~	Quebrada estacional
—	Trocha carrozable	—	



**SECTOR ENERGÍA Y MINAS**  
**INGEMMET**  
INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO

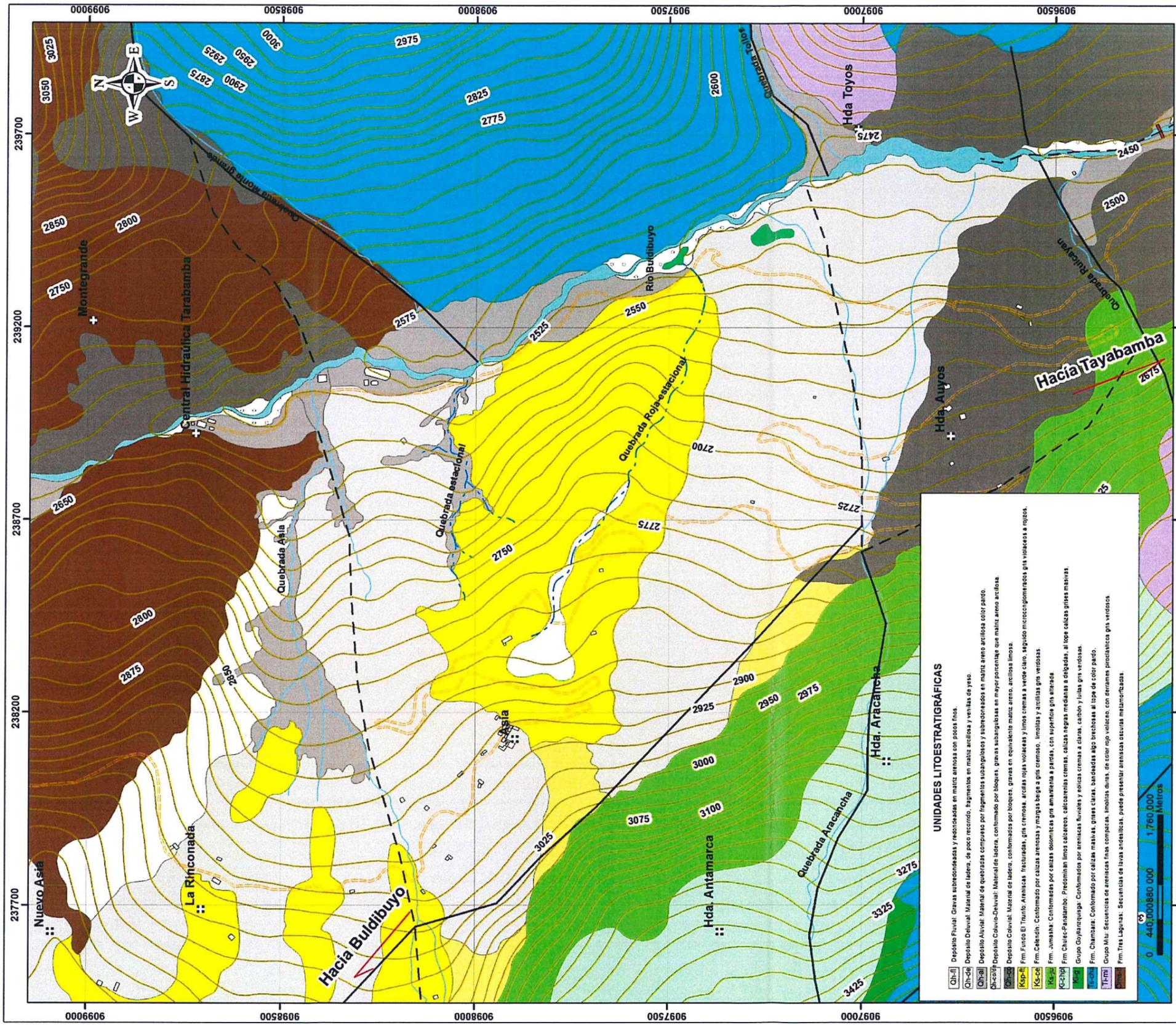
**Dirección de Geología y Riesgo Geológico**

**EVALUACION POR PELIGRO DE MOVIMIENTOS EN MASAS EN EL ANEXO ASIA, DISTRITO DE BULDIBUYO, PROVINCIA DE PATAS, REGION LA LIBERTAD**

**MAPA GEOMORFOLÓGICO**

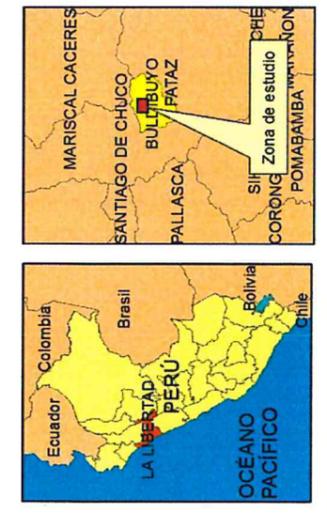
**1.4**

Escala: 1:9,000 Datum: UTM, WGS 84 Zona: 18 S  
Version Digital: Año 2016 Impreso: Agosto 2019



**SIMBOLOGÍA**

⦿	Pueblos	~	Quebrada Asia
□	Area urbana	~	Quebrada Monte grande
▬	Río Buldibuyo	~	Quebrada Roja-estacional
■	Laguna	~	Quebrada Rulicayan
---	Falla Infrida	~	Quebrada Tollos
---	Falla Normal	~	Quebrada estacional
---	Trocha carrozable	~	
~	Curvas de nivel	~	
~	Quebrada Aracancha	~	



**SECTOR ENERGÍA Y MINAS**  
**INGEMMET**  
INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO

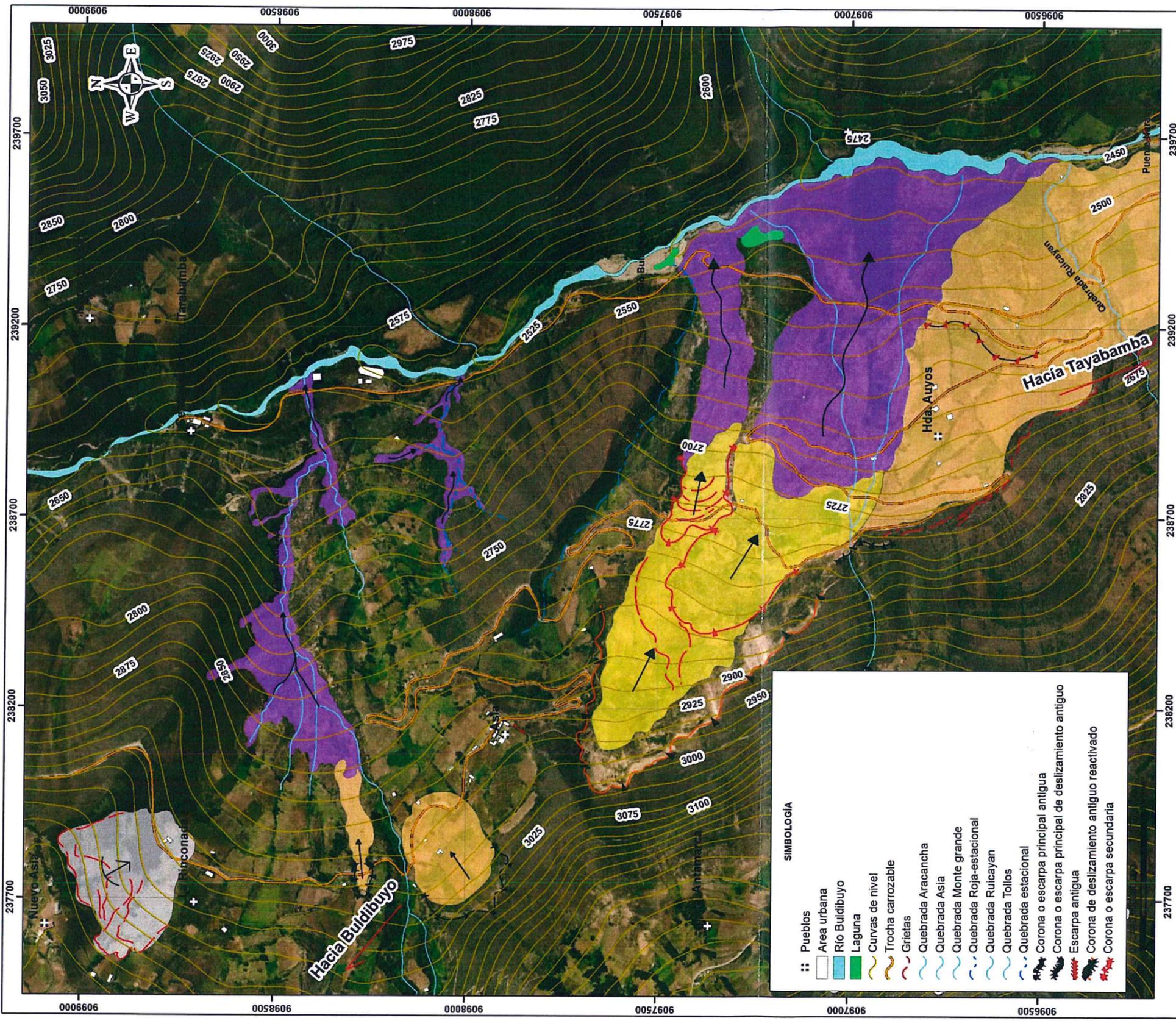
**Dirección de Geología y Riesgo Geológico**

**EVALUACIÓN POR PELIGRO DE MOVIMIENTOS EN MASA EN EL ANEXO ASIA, DISTRITO DE BULDIBUYO, PROVINCIA DE PATAS, REGION LA LIBERTAD**

**MAPA GEOLOGICO**

**1.5**

Escala: 1:9,000 Datum: UTM, WGSAS 84 Zona: 18 S  
Version Digital: Año 2016 Impreso: Agosto 2019



**SIMBOLOGÍA**

- ⦿ Pueblos
- ▭ Área urbana
- ▬ Río Buidibuyo
- ▬ Laguna
- Curvas de nivel
- Trocha carrozable
- Grietas
- Quebrada Aracancha
- Quebrada Asia
- Quebrada Monte grande
- Quebrada Roja-estacional
- Quebrada Ruicayan
- Quebrada Tollos
- Quebrada estacional
- Corona o escarpa principal de deslizamiento antiguo
- Corona o escarpa principal de deslizamiento antiguo reactivado
- Escarpa antigua
- Corona de deslizamiento antiguo reactivado
- Corona o escarpa secundaria

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

**Dirección de Geología y Riesgo Geológico**

EVALUACIÓN POR PELIGRO DE MOVIMIENTOS EN MASA EN EL ANEXO ASIA, DISTRITO DE BUIDIBUYO, PROVINCIA DE PATAS, REGIÓN LA LIBERTAD

MAPA DE PELIGROS GEOLÓGICOS

MAPA

**1.6**

Escala: 1:9,000 Datan: UTM, WGAS 84 Zona: 18 S  
Versión Digital: Año 2016 Impreso: Agosto 2019

**Peligros Geológicos**

- Deslizamiento antiguo reactivado-2003
- Deslizamiento antiguo
- Flujo de detritos
- Zona de reptación susceptible a deslizamiento

