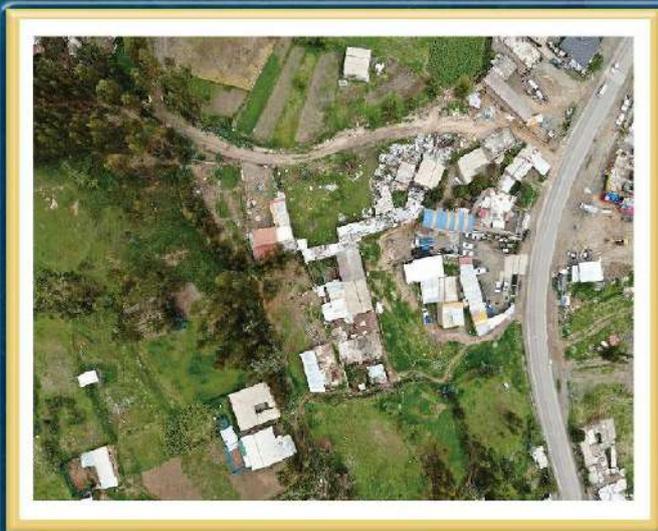


DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7375

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL CASERÍO DE LLACTASH

Departamento Áncash
Provincia Huaraz
Distrito Independencia



ABRIL
2023

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL CASERIO DE LLACTASH

Distrito Independencia, provincia Huaraz, departamento Áncash

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

Equipo de investigación:

Ángel Gonzalo Luna Guillén

Norma Luz Sosa Senticala

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2023). Evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en el caserío de Llactash, distrito Independencia, provincia Huaraz, departamento Áncash. Lima: Ingemmet, Informe Técnico A7375, 66 p.

ÍNDICE

RESUMEN	4
1. INTRODUCCIÓN	5
1.1. Objetivos del estudio	5
1.2. Antecedentes y trabajos anteriores	5
1.3. Aspectos generales	7
1.3.1. Ubicación	7
1.3.2. Accesibilidad.....	10
1.3.3. Clima	10
2. DEFINICIONES	13
3. ASPECTOS GEOLÓGICOS	15
3.1. Unidades litoestratigráficas	15
3.1.1. Formación Sata (Ki-sa)	15
3.1.1. Formación Chimú (Ki-ch).....	15
3.1.1. Formación Lloclla (Np-llo/1).....	17
3.1.2. Centro volcánico Huicnoc – Alto Ruri (Nm-har/2)	17
3.1.3. Depósito coluvio-deluvial (Qh-cd).....	17
3.1.4. Depósito Aluvial (Qh-al).....	19
3.1.5. Depósito fluvial (Qh-fl).....	19
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	20
4.1. Pendientes del terreno.....	20
4.2. Unidades geomorfológicas	23
4.2.1. Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional	23
4.2.2. Geoformas de carácter depositacional y agradacional	23
5. PELIGROS GEOLÓGICOS	26
5.1. Peligros geológicos por movimientos en masa.....	26
5.1.1. Deslizamientos Antiguos.....	26
5.1.2. Deslizamientos Reactivados.....	26
5.2. Afectaciones en el caserío Llactash.....	30
5.3. Factores condicionantes.....	38
5.4. Factores desencadenantes	40
6. CONCLUSIONES	42
7. RECOMENDACIONES	43
8. BIBLIOGRAFÍA	44
ANEXO 1: MAPAS	45

RESUMEN

El presente informe técnico, es el resultado de la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa realizado en el caserío Llactash, ubicado en la margen derecha del río Santa, perteneciente a la jurisdicción del distrito Independencia, provincia Huaraz, departamento Áncash. Con este trabajo, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – Ingemmet, cumple con una de sus funciones que consiste en brindar asistencia técnica en peligros geológicos para los tres niveles de gobierno.

Los materiales rocosos aflorantes en las áreas de inspección corresponden a rocas de origen sedimentario (Formaciones Santa, Chimú y Lloclla) las cuales tienen características cualitativas de roca incompetente, se encuentran muy fracturadas y altamente meteorizadas, estos afloramientos generan suelos residuales arcillosos y plásticos de fácil remoción. Sobre este substrato rocoso se observan depósitos superficiales coluvio-deluviales conformados por deslizamientos antiguos, constituidos de bloques y gravas de calizas y areniscas en una matriz limo-arcillosa a arcillosas, estos se encuentran saturados y poseen mediana a alta plasticidad; clasificadas como gravas limosas (GM) y gravas arcillosas (GC). Esta característica sumada a la saturación constante del terreno por la presencia de lluvias estacionales, actividades de riego y canales no revestidos ha generado reactivaciones de deslizamientos y procesos de reptación de suelos.

Las geoformas identificadas son montañas modeladas en roca sedimentaria (cerro Llactash en la margen derecha del río), y montañas en roca volcánica (margen izquierda del río). La ladera oeste del cerro Llactash presenta pendientes que van desde los 15° (depósito coluvio-deluvial y con depósito de deslizamiento) hasta superar los 45 ° en zonas de escarpe y en afloramientos en la ladera.

Las evidencias geomorfológicas muestran que el terreno, sobre el que se encuentra el Caserío de Llactash, está conformado por depósitos proveniente de movimientos en masa antiguos (deslizamientos rotacionales y traslacionales), sobre la ladera oeste del cerro Llactash a 3000 m de altura y con frentes de avance hasta el río Santa. se aprecian reactivaciones como reptación de suelos y deslizamientos, debido al exceso de aguas que infiltran en el terreno, provocando agrietamientos en viviendas, y filtración de aguas.

Por lo antes expuesto, el caserío de Llactash se considera de **Peligro Alto y Zona Crítica** por la ocurrencia de deslizamientos y reptación de suelos sujetos a desencadenarse por precipitaciones intensas y/o prolongadas; así como sismos.

Finalmente es necesario tomar en cuenta las recomendaciones estructurales y no estructurales citadas en el presente informe con el fin de salvaguardar la integridad física de la población y sus medios de vida.

1. INTRODUCCIÓN

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

Atendiendo el Oficio N° 92-2022 – MDI-GM-UGRD-J de la Municipalidad Distrital de Independencia, la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet, designa a los Ingenieros: Ángel Gonzalo Luna Guillen y Norma Luz Sosa Senticala, realizar la evaluación de peligros geológicos, llevados a cabo el 15 de marzo del 2023, en coordinación con autoridades locales del C.P. De Monterey, caserío de Llactash y la Municipalidad Distrital de Independencia.

La evaluación técnica, se realizó con la recopilación y análisis de información existente de trabajos anteriores realizados por Ingemmet, complementado con datos obtenidos durante el trabajo de campo, puntos de control GPS, fotografías terrestres, fotografías áreas con dron, así como la cartografía geológica y geodinámica, con lo que finalmente se realizó la redacción del informe técnico.

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

1.1. Objetivos del estudio

El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Identificar, tipificar y caracterizar los peligros geológicos que se presentan en el caserío de Llactash; los cuales comprometen la seguridad física de las poblaciones, infraestructuras y medios de vida.
- b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes que influyen en la ocurrencia de los peligros geológicos por movimientos en masa.
- c) Proponer medidas de prevención, reducción y mitigación ante peligros geológicos por movimientos en masa identificados en la etapa de campo.

1.2. Antecedentes y trabajos anteriores

Entre los principales estudios realizados a nivel local y regional en los alrededores del sector evaluado se tienen:

- A) Boletín N° 38, Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica: “Riesgos geológicos en la región Áncash” (Zavala, B. 2009). Este contiene el inventario de 2129 peligros geológicos en la región Áncash. Así mismo, de acuerdo con el mapa regional de susceptibilidad por movimientos en masa, a escala 1:250 000 (También se puede encontrar en el portal de Geocatmin), se evidencia que el Caserío de Llactash se encuentran en zonas de susceptibilidad Alta a Muy Alta (figura 1).

Entendiéndose, la susceptibilidad a movimientos en masa, como la propensión que tiene una determinada zona a ser afectada por un determinado proceso geológico (movimiento en masa), expresado en grados cualitativos y relativos.

- B) En la “Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Carhuaz, hoja 19-h” (De La Cruz & Chacaltana 2003), En esta publicación y correspondiente mapa geológico se describe que; en el área de estudio afloran rocas del grupo Goyllarisquizga (formaciones Santa y Chimú) en general compuestas por la intercalación de areniscas cuarzosas y calizas con niveles de carbón.
- C) GEOCATMIN- “Inventario de Peligros Geológicos a Nivel nacional”, en ese portal se detalla el inventario de peligros geológicos identificado en el tiempo a nivel nacional. Un área circular de radio 5 km desde el punto central de inspección (caserío Lactash) muestra la ocurrencia de por lo menos 12 procesos de erosión en laderas y 5 deslizamientos siendo el más cercano el de Chua Bajo. En base a esta información se infiere el tipo de procesos por movimientos en masa al que es más susceptible el área de inspección, en este caso deslizamientos y erosión de laderas (figura 2).

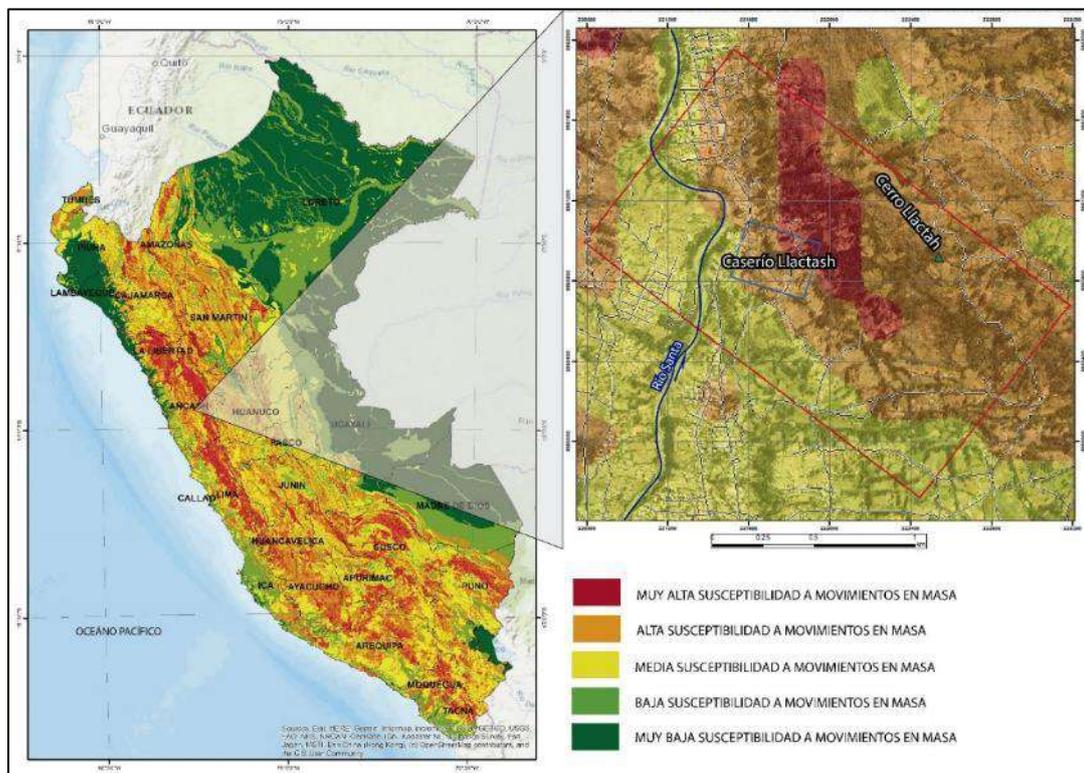


Figura 1. Mapa de probabilidad a movimientos en masa (Fuente B. Zavala., et al 2009).

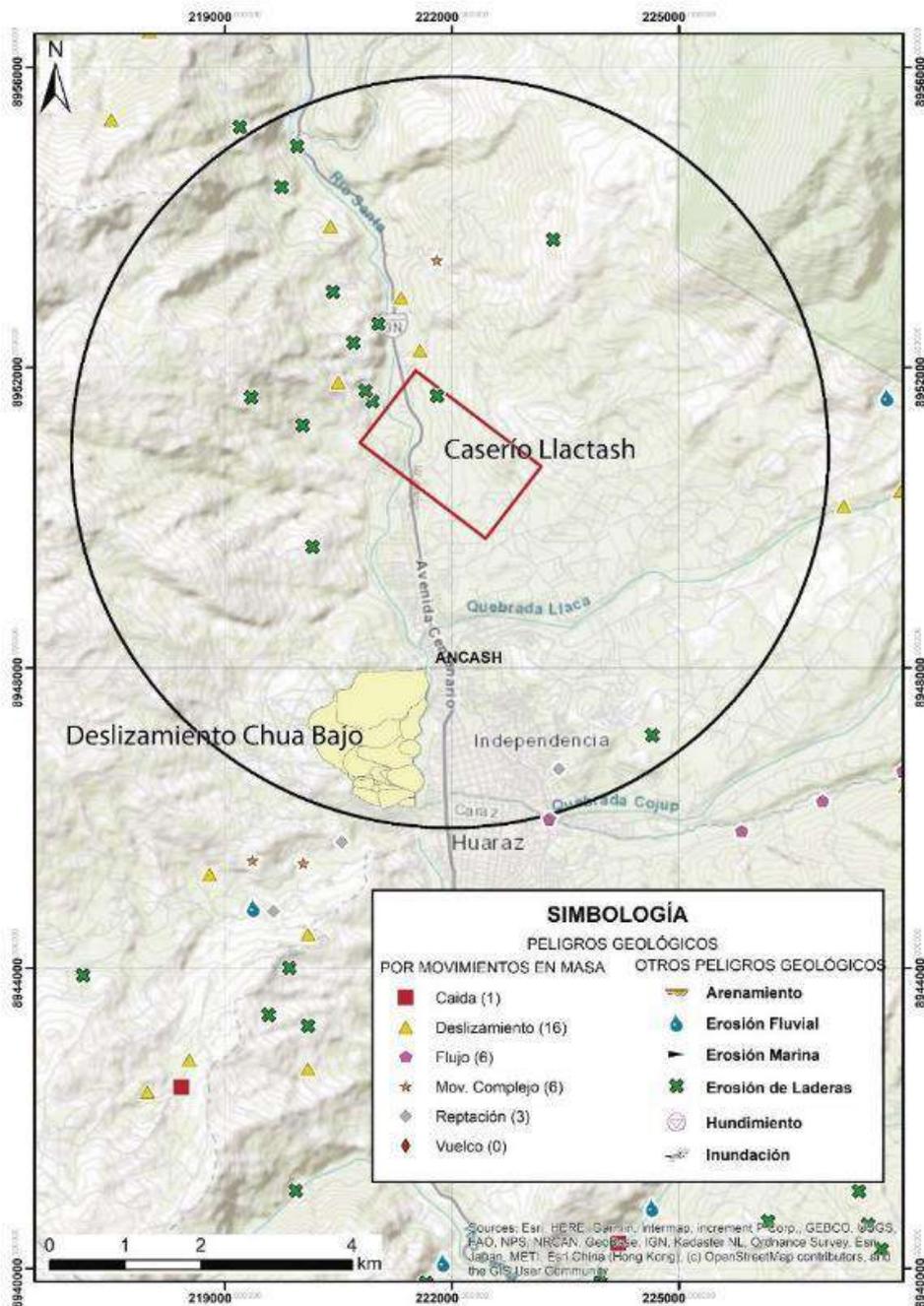


Figura 2. Mapa de ocurrencia de peligros geológicos con un radio de 5km del área de inspección (Fuente: <https://geocatmin.ingemmet.gob.pe/geocatmin/>)

1.3. Aspectos generales

1.3.1. Ubicación

Geográficamente el área evaluada denominada Caserío Lactash, se ubica en la ladera oeste de la cordillera Blanca, margen derecha del río Santa, debajo de los nevados Palcaraju, Ranrapalca y Vallanaraju. Localmente se podría indicar que se encuentra en la ladera oeste de los cerros Mancalarío y Lactash (figura 3).

Políticamente pertenece al distrito Independencia, provincia Huaraz y departamento Áncash. El área de la elaboración de mapas se estima en 2.53 km². y el caserío Lactash con un área de 0.11 km² (figura 4).

Las coordenadas límites del área de inspección se detallan en el cuadro 1 y figura 5.

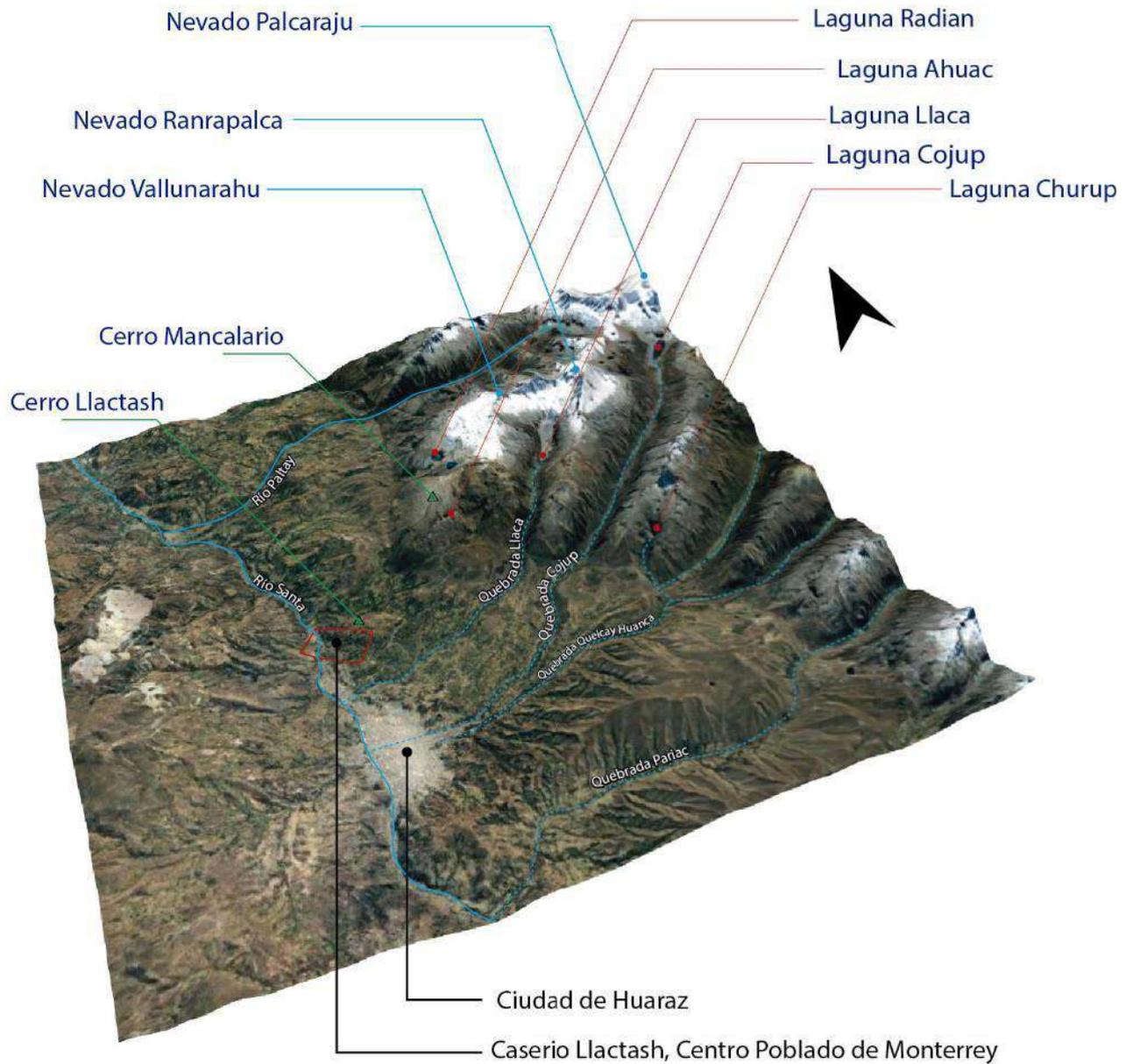


Figura 3. Esquema de ubicación del caserío Llactash en relación con las zonas geomorfológicas cercanas más representativas.

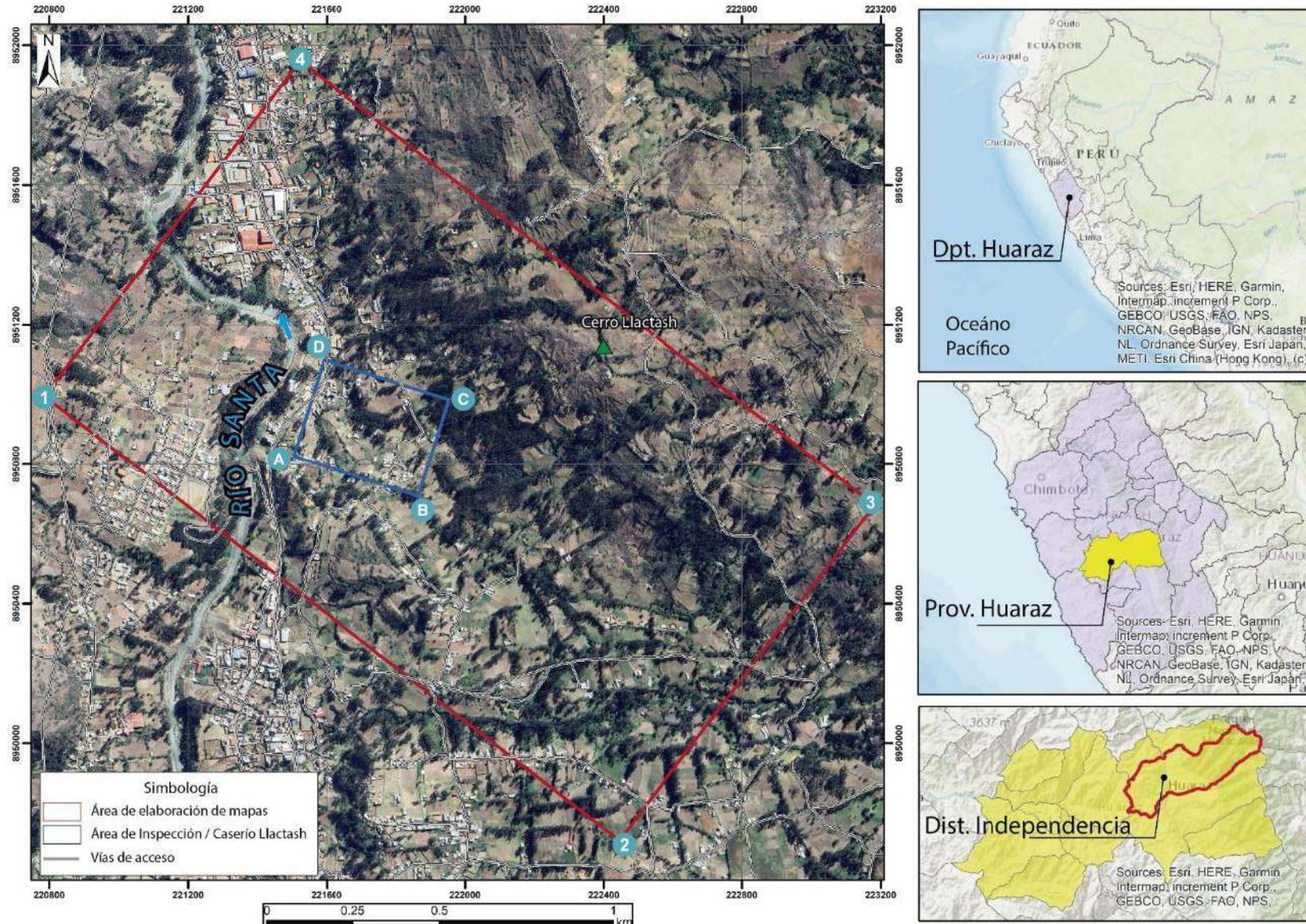


Figura 4. Mapa de ubicación Política del caserío Llactash.

Cuadro 1. Coordenadas del área de inspección

N°	UTM - WGS84 - Zona 18S		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	220741.23 m E	8950972.68 m S	-9.480780°	-77.543357°
2	222458.09 m E	8949732.43 m S	-9.492098°	-77.527812°
3	223194.87 m E	8950667.62 m S	-9.483697°	-77.521052°
4	221496.05 m E	8951950.66 m S	-9.471993°	-77.536421°
COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA O EVENTO PRINCIPAL				
C	221641.17 m E	8951009.47 m S	-9.480505°	-77.535164°

1.3.2. Accesibilidad

El acceso se realiza por vía terrestre desde la ciudad de Lima, a través de vías asfaltadas, trochas carrozables y caminos vecinales, siguiendo la ruta y accesos del cuadro 2.

Cuadro 2. Rutas y accesos a la zona de evaluación

Ruta	Tipo de vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Lima-Huaraz	Carretera asfaltada	402 km	7 horas
Huaraz – Caserío Llactash	Vía Carrozable	10 km	20 min

1.3.3. Clima

Según la clasificación climática de Thornthwaite (SENAMHI, 2020), el caserío de Llactash presenta un clima semiseco, semifrío, con deficiencia de lluvias en otoño, invierno y primavera, con humedad relativa calificada como húmeda.

En cuanto a la cantidad de lluvia, según datos meteorológicos y pronóstico del tiempo del servicio de aWhere (que analiza los datos de 2 millones de estaciones meteorológicas virtuales en todo el mundo, combinándolos con datos ráster y de satélite), la precipitación máxima registrada en el periodo julio, 2022 -2023 (abril) fue de 80.2 mm (14 de marzo del 2023). Cabe recalcar que las lluvias son de carácter estacional, es decir, se distribuyen muy irregularmente a lo largo del año, produciéndose generalmente de noviembre a abril. Si comparamos los registros de este año con el del 2022 donde las precipitaciones diarias no superan los 20 mm, interpretaremos que para abril del 2023 las lluvias cuadruplicaron su valor (figura 6).

La temperatura anual oscila entre un máximo de 17.0°C en verano y un mínimo de -2.0°C en invierno (figura 6). Así mismo, presenta una humedad promedio de 68.44% durante casi todo el año, (Servicio aWhere).

Además, según el reporte Complementario N°15665-16/02/2023/COEN-INDECI/23:30 HORAS el 07 de febrero del 2023 se registraron intensas lluvias en el caserío de Llactash <https://portal.indeci.gob.pe/emergencias/reporte-complementario-n-1207-8-2-2023-coen-indeci-2358-horas-reporte-n-1-lluvias-intensas-en-el-distrito-de-independencia-Ancash/>

Cabe resaltar que según los avisos Meteorológicos que son pronósticos de carácter preventivo ante eventos severos, indicando las áreas que podrían verse afectadas y el nivel de peligrosidad, las precipitaciones se presentaron en la costa norte y sierra con vigencia desde el lunes 27 al miércoles 29 de marzo con alta probabilidad de sufrir incrementos posteriores relacionadas a las actuales condiciones meteorológicas. En base a este pronóstico se estiman lluvias moderadas en el caserío de Llactash (figura 5).

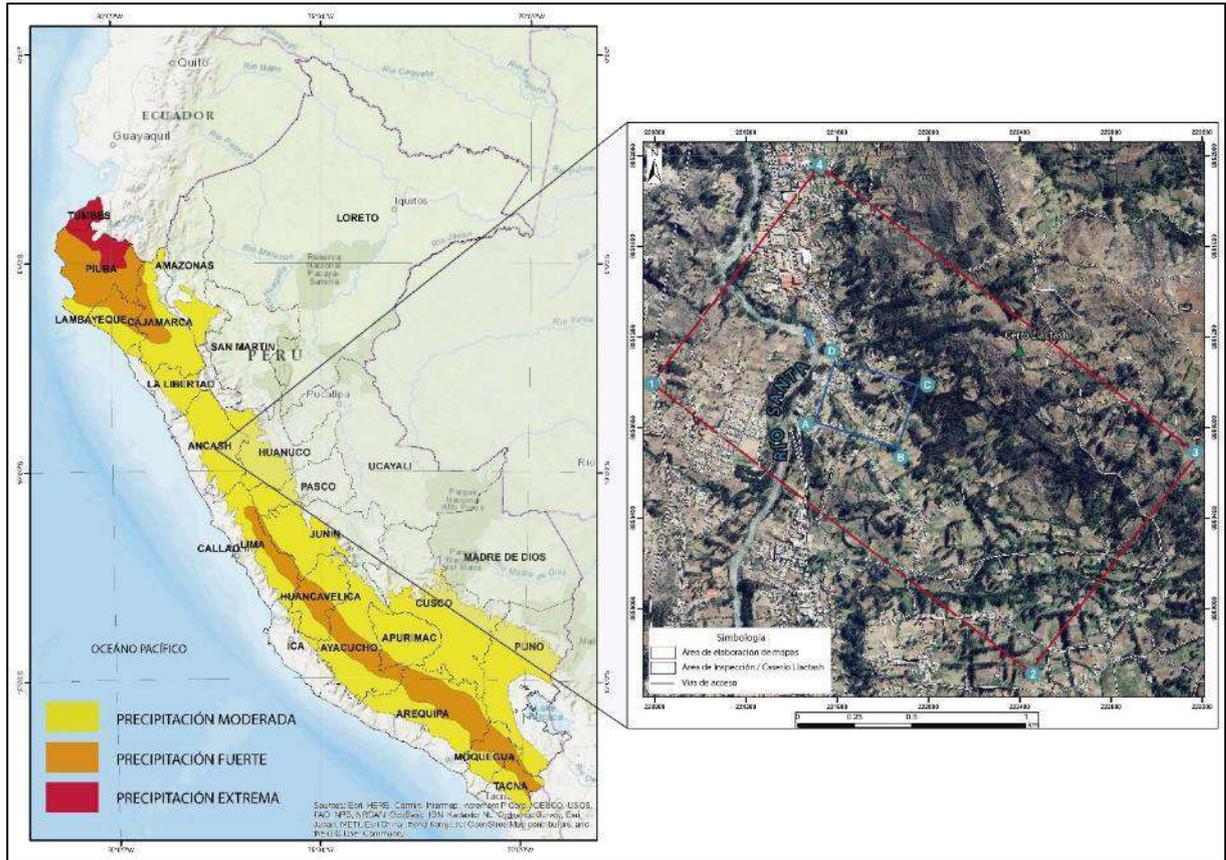


Figura 5. Mapa de probabilidad de precipitaciones en el Perú (reporte SENAMHI (<https://www.senamhi.gob.pe/?p=aviso-meteorologico-detalle-prueba&a=2022&b=5201&c=00&d=SENA>)

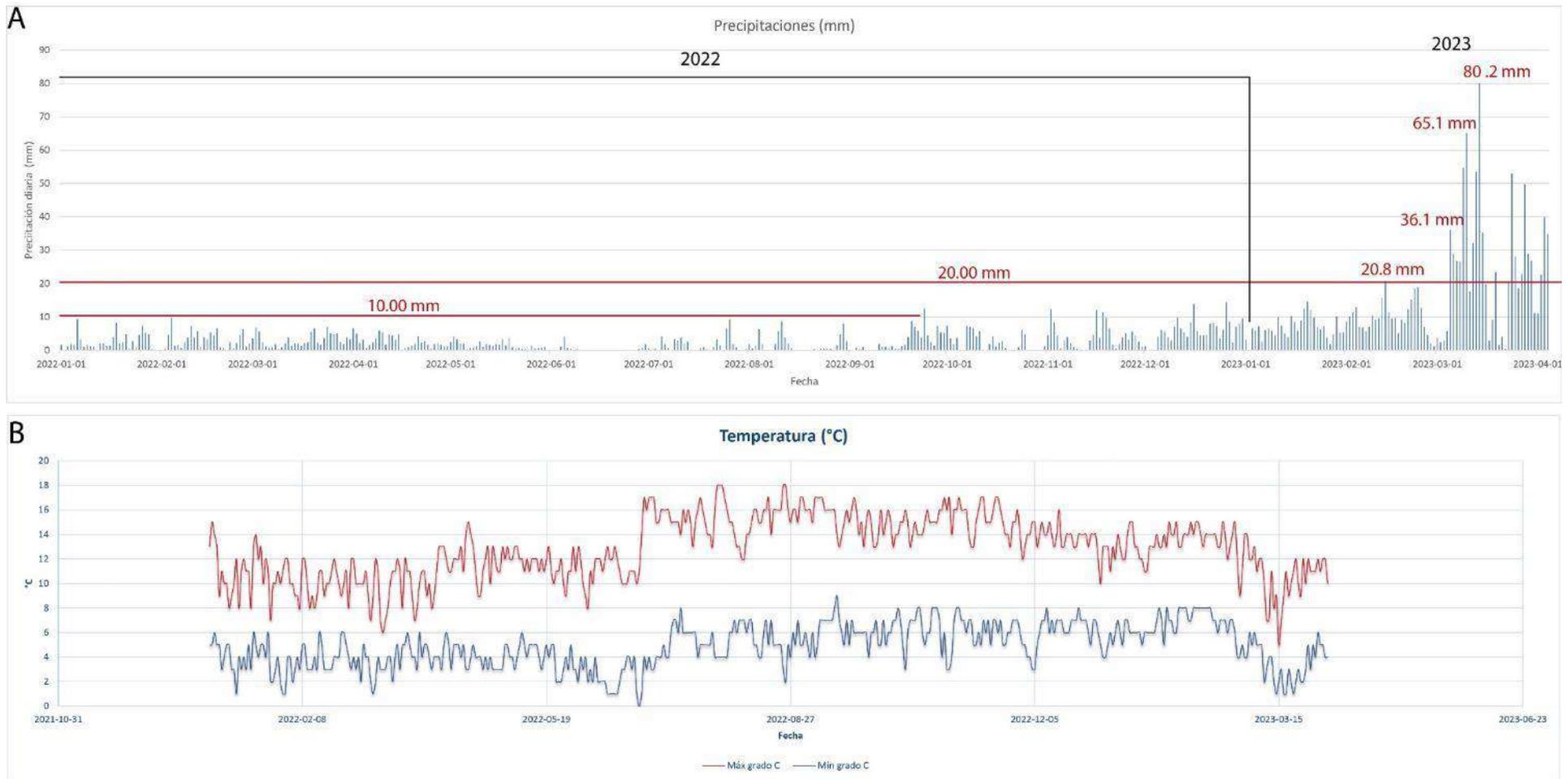


Figura 6. A) precipitación en el caserío Lactash y B) temperaturas en el caserío Lactash (periodo 2022-2023). Fuente: análisis espacial de datos meteorológicos AWERE.

2. DEFINICIONES

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

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

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

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

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

Deslizamiento rotacional: Es un tipo de deslizamiento en el cual la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla curva y cóncava; presentan una morfología distintiva caracterizada por un escarpe principal pronunciado y un contrapendiente de la superficie de la cabeza del deslizamiento hacia el escarpe principal.

La deformación interna de la masa desplazada es usualmente muy poca. Debido a que el mecanismo rotacional es auto estabilizante, y éste ocurre en rocas poco competentes, la tasa de movimiento es con frecuencia baja, excepto en presencia de materiales altamente frágiles como las arcillas sensitivas. (Suarez, 2009).

Deslizamiento traslacional: Es un tipo de deslizamiento en el cual la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla plana u ondulada. En general, estos movimientos suelen ser más superficiales que los rotacionales y el desplazamiento ocurre con frecuencia a lo largo de discontinuidades como fallas, diaclasas, planos de estratificación o planos de contacto entre la roca y el suelo residual o transportado que yace sobre ella (Cruden y Varnes, 1996).

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.

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 o bad lands. 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.

Escarpe: sin.: escarpa. superficie vertical o semi vertical que se forma en macizos rocosos o de depósitos de suelo debido a procesos denudativos (erosión, movimientos en masa, socavación), o a la actividad tectónica. en el caso de deslizamientos se refiere a un rasgo morfométrico de ellos.

Fractura: corresponde a una estructura de discontinuidad menor en la cual hay separación por tensión, pero sin movimiento tangencial entre los cuerpos que se separan

Meteorización: se designa así a todas aquellas alteraciones que modifican las características físicas y químicas de las rocas y suelos. la meteorización puede ser física, química y biológica. los suelos residuales se forman por la meteorización in situ de las rocas subyacentes.

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

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

Retrogresivo: Tipo de actividad de un movimiento en masa, en el cual la superficie de falla se extiende en la dirección opuesta al movimiento del material desplazado (Cruden y Varnes, 1996).

Saturación: El grado de saturación refleja la cantidad de agua contenida en los poros de un volumen de suelo dado. Se expresa como una relación entre el volumen de agua y el volumen de vacíos.

Suelo residual: Suelo derivado de la meteorización o descomposición de la roca in situ. No ha sido transportado de su localización original, también llamado suelo tropical.

Talud: Superficie artificial inclinada de un terreno que se forma al cortar una ladera, o al construir obras como por ejemplo un terraplén.

Zonas críticas: Son zonas o áreas con peligros potenciales de acuerdo con 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.

Estado de los movimientos en masa

Activo: Movimiento en masa que actualmente se está moviendo, bien sea de manera continua o intermitente.

Abandonado: Estado de actividad de un movimiento en masa en el cual la causa de la inestabilidad del movimiento ha dejado de actuar (WP/WLI, 1993).

Latente: Movimiento en masa actualmente inactivo, pero en donde las causas o factores contribuyentes aún permanecen (WP/WPI, 1993).

Inactivo: Estado de actividad de un movimiento en masa en el cual la masa de suelo o roca actualmente no presenta movimiento, o que no presenta evidencias de movimientos en el último ciclo estacional (WP/WLI, 1993).

3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

El análisis geológico, se desarrolló en base a la memoria descriptiva de la revisión y actualización del Cuadrángulo de Carhuaz (19-h) donde se describen las unidades litoestratigráficas del mapa geológico del Cuadrángulo del mismo nombre cuadrante II a escala 1:50 000 y se publicó en la página de GEOCATMIN, complementándose con trabajos de fotointerpretación de imágenes satelitales, y observaciones en campo, con lo que finalmente se elaboró el mapa geológico (Anexo 1-mapa 1).

3.1. Unidades litoestratigráficas

Las unidades litoestratigráficas comprenden rocas sedimentarias del Grupo Goyllarisquizga (Formaciones Santa y Chimú) y Grupo Calipuy (Volcánico Huicnoc Alto Ruri), cubiertas por depósitos cuaternarios de origen gravitacional y glaciar semi-consolidados y consolidados (Formación Lloclla).

A continuación, se describe brevemente la composición y características litológicas de los depósitos y formaciones identificadas en los trabajos de campo:

3.1.1. Formación Sata (Ki-sa)

Pertenece al Grupo Goyllarisquizga, de manera general está conformado por calizas y arcillitas con nódulos (De La Cruz & Chacaltana 2003), sobreyace a la Formación Chimú.

Localmente se observaron restos de calizas (bloques y bolones), acompañados de una matriz arcillosa, en la ladera oeste del cerro Llactash, estos depósitos provendrían de la parte superior del cerro donde se observan estos afloramientos con alto grado de meteorización y fracturamiento (figura 7 y cuadro 3).

3.1.1. Formación Chimú (Ki-ch)

Pertenece al Grupo Goyllarisquizga, de manera general está conformado por areniscas cuarzosas en capas gruesas intercaladas con limoarcillitas (De La Cruz & Chacaltana 2003).

Localmente se observan fragmentos de areniscas cuarzosas, acompañados de una matriz de limoarcillitas, en la ladera oeste del cerro Llactash, estos depósitos provendrían de la parte media del cerro donde se observan estos afloramientos con alto grado de meteorización y fragmentadas (figura 7 y cuadro 3).

Cuadro 3. Clasificación de la meteorización de las formaciones identificadas en el área de estudio (Grado de meteorización de rocas ISRM,1981)

GRADO DE METEORIZACIÓN				
NOMBRE	DESCRIPCIÓN			CLASIFICACIÓN
A1	Roca fresca	No hay signos visibles de meteorización, ligera decoración	-	
A2	Ligeramente meteorizado	Decoloración en la roca y en superficie de discontinuidades (fracturas).	<10%	
A3	Moderadamente meteorizada	Menos de la mitad del material rocoso esta descompuesto o desintegrado a suelo.	10-50%	
A4	Altamente meteorizado	Más del 50% esta descompuesto y/o desintegrado a suelo, roca fresca o descolorida esta presente como testigos descompuestos.	50-60%	Formaciones Santa y Chimú

A5	Completamente meteorizado	Todo el material rocoso esta descompuesto y/o meteorizado. La estructura original del macizo rocoso esta aun en parte intacta.	>90%	
A6	Suelo residual	Todo el material rocoso esta convertido en suelo. La estructura	100%	

Cuadro 5. Clasificación del fracturamiento de las formaciones identificadas en el área de estudio (Grado de fracturamiento de rocas ISRM,1981)

INTENSIDAD DE FRACTURAMIENTO				
NOMBRE	SEPARACIÓN	DESCRIPCIÓN		CLASIFICACIÓN
F1	>3 m	Maciza	Fracturas espaciadas entre si	
F2	3-1 m	Poco fracturada	Fracturadas espaciadas a veces no distinguibles	
F3	1-0.3 m	Medianamente fracturado	Espaciamiento regular entre fracturas	
F4	0.3-0.05 m	Muy fracturado	Fracturas muy proximas entre si, se separan en bloques tabulares	Formación Santa.
F5	< 0.05 m	fragmentado	La roca se muestra astillosa y se se sepran en lascas con facilidad	Formación Chimú.

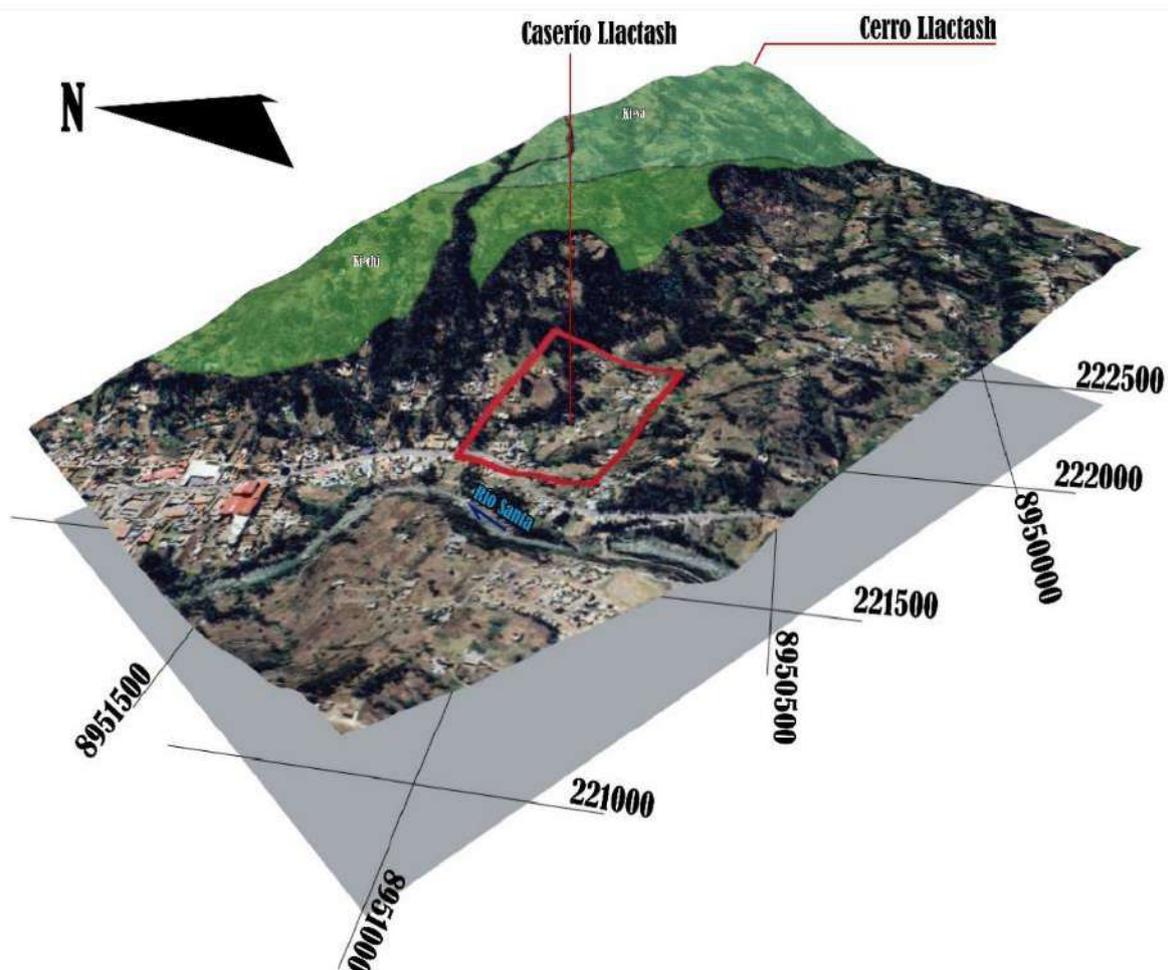


Figura 7. Se muestra afloramientos de la formación Santa (Ki-sa) y Chimú (Ki-chi), en la parte alta del cerro Llactash, sobre el caserío del mismo nombre.

Realizando un corte al mapa geológico (anexo 1 - mapa 1), se interpreta que el caserío de Llactash se ubica sobre depósitos coluvio-deluviales que cubren rocas de la Formación Chimú que infrayace a la Formación Santa, una extensión de este mapa en el mapa geológico de Carhuaz (19-h-2), muestra que estas formaciones conformarían el flanco izquierdo de un sinclinal, lo que justificaría el alto grado de fracturamiento de las rocas (figura 8).

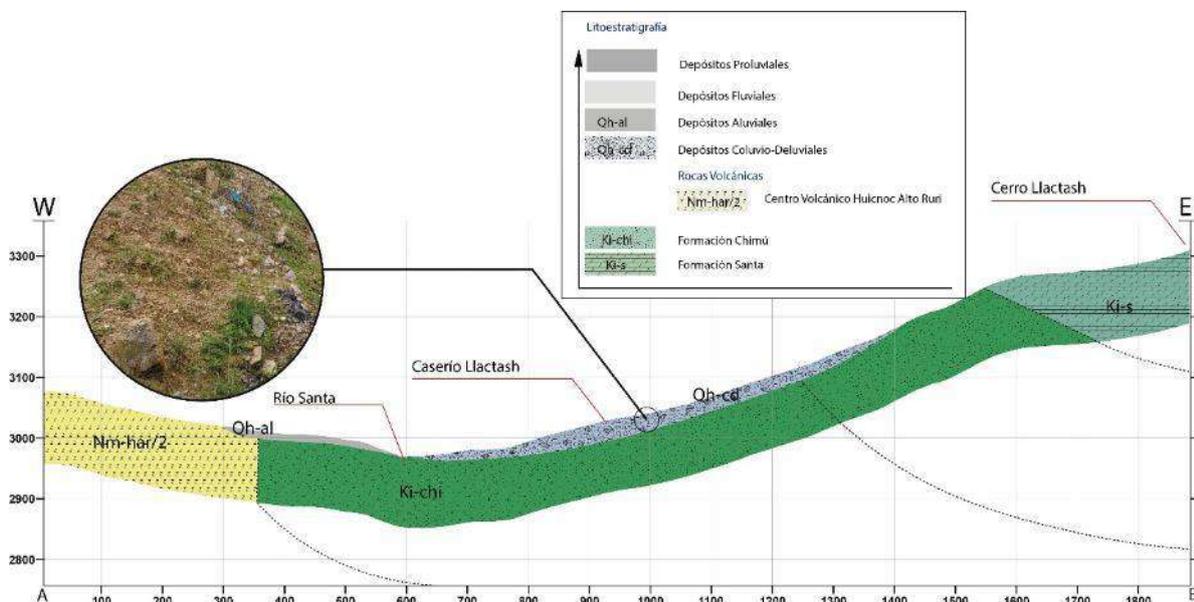


Figura 8. Perfil geológico interpretativo del área de inspección.

3.1.1. Formación Lloclla (Np-llo/1)

Están conformada por estratos consolidados de depósitos fluvio-glaciares que contienen clastos intrusivos y volcánicos con coloración pardo rojizo y se consideran de edad Pliocena.

3.1.2. Centro volcánico Huicnoc – Alto Ruri (Nm-har/2)

Este centro volcánico se describe de manera detallada en el trabajo “estratigrafía volcánica del Grupo Calipuy (Volcanismo Cenozoico) – Sector norte del segmento Cordillera Negra, Región Áncash”. Está conformado por dos volcanes superpuestos y erosionados, litológicamente compuesto por depósitos de flujos piroclásticos de cenizas gris blanquecinas y lavas andesíticas (Chávez y Navarro 2010). Estos afloran en la margen izquierda del río Santa, y no tienen cercanía al área de inspección, sin embargo, salen dentro del área de elaboración de mapas y por ello se considera importante mencionarlo.

3.1.3. Depósito coluvio-deluvial (Qh-cd)

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

En el área evaluada se observan secuencias de materiales coluvio-deluviales y de escombros originados a partir de ocurrencias de movimientos en masa con coronas de hasta 150 m de longitud.

Estos depósitos están constituidos por materiales de secuencias de gravas arcillosas con arenas y limos, dentro del material también se observan cantos y bloques con diámetro de hasta 1 m, de composición calcárea; estos depósitos se encuentran saturados y poseen mediana a alta plasticidad, una clasificación tentativa (S.U.C.S), las ubicarían entre gravas limosas (GM) y gravas arcillosas (GC), esta característica sumada a la saturación constante del terreno por procesos de riego, canales no revestidos y sobre todo la infiltración de las aguas por altas precipitaciones pluviales del mes de marzo, las hacen susceptibles a generar movimiento en masa.



Figura 09. Depósitos coluvio-deluviales ubicados en la parte baja del caserío de Llactash.



Figura 10. Suelos residuales, producto de la meteorización y fracturamiento de las rocas (areniscas cuarzosas) de la Formación Chimú.



Figura 11. Depósitos coluvio-deluviales ubicados en la coordenada UTM WGS 84, 18s Este: 221628 y Norte: 8951018. Por debajo de las casas con agrietamientos.

3.1.4. Depósito Aluvial (Qh-al)

Son depósitos inconsolidados que han sido acumulados por la combinación de procesos fluviales, ubicados en las márgenes y terrazas a diferentes niveles ligeramente más elevados (1 a 2 m), conforman terrazas aluviales, donde se ubican viviendas del distrito de Independencia.

3.1.5. Depósito fluvial (Qh-fl)

Depósitos porosos no consolidados distribuidos en los valles (cauce del río Santa) están conformados por bloques, gravas y arenas redondeadas.

4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

4.1. Pendientes del terreno

La pendiente es uno de los principales factores dinámicos, que contribuyen particularmente a los movimientos en masa (formadores de las geoformas de carácter depositacional o agradacional), ya que determinan la cantidad de energía cinética y potencial de una masa inestable (Sánchez, 2002); por lo cual es un parámetro importante en la evaluación de procesos de movimientos en masa, actúa como factor condicionante y dinámico en la generación de movimientos en masa (cuadro 6, figuras 12 y 13).

Cuadro 6. Rango de pendientes del terreno

RANGOS DE PENDIENTES		
Pendiente	Rango	Descripción
< 1°	Llano	No se encuentran muchos sectores con este rango de pendientes, solo se reflejan en las construcciones antrópicas como techos y patios.
1° a 5°	Inclinación suave	Este rango de pendientes se ubica principalmente en la cercanía al cauce del río Santa, el cual discurre por su cauce con una inclinación similar.
5° a 15°	Moderado	Este rango de pendientes se encuentra en ambas márgenes del río Santa, Por el oeste corresponde a la ladera o falda de la montaña en roca volcánica conformada por los restos del complejo Huicnoc y por el este está representado por la ladera cubierta por depósitos coluvio-deluviales donde se ubica el caserío de Llactash.
15° a 25°	Fuerte	Corresponde a la ladera donde se ubica el caserío Llactash (figura 12).
25° a 45°	Muy fuerte	Estas pendientes se observan en la ladera oeste del cerro Llactash, cubierta por depósitos coluvio-deluviales para su distinción fue necesario el uso de técnicas fotogramétricas que nos permitan obtener resoluciones centimétricas del terreno, corresponde principalmente a escarpas o escalonamientos del terreno con cierto grado de erosión (figura 13).
>45°	Muy escarpado	Ubicadas en la ladera coluvio-deluvial donde se ubica el caserío Llactash corresponde a paredes semiverticalizadas interpretadas como escarpas de deslizamientos. (figura 13).

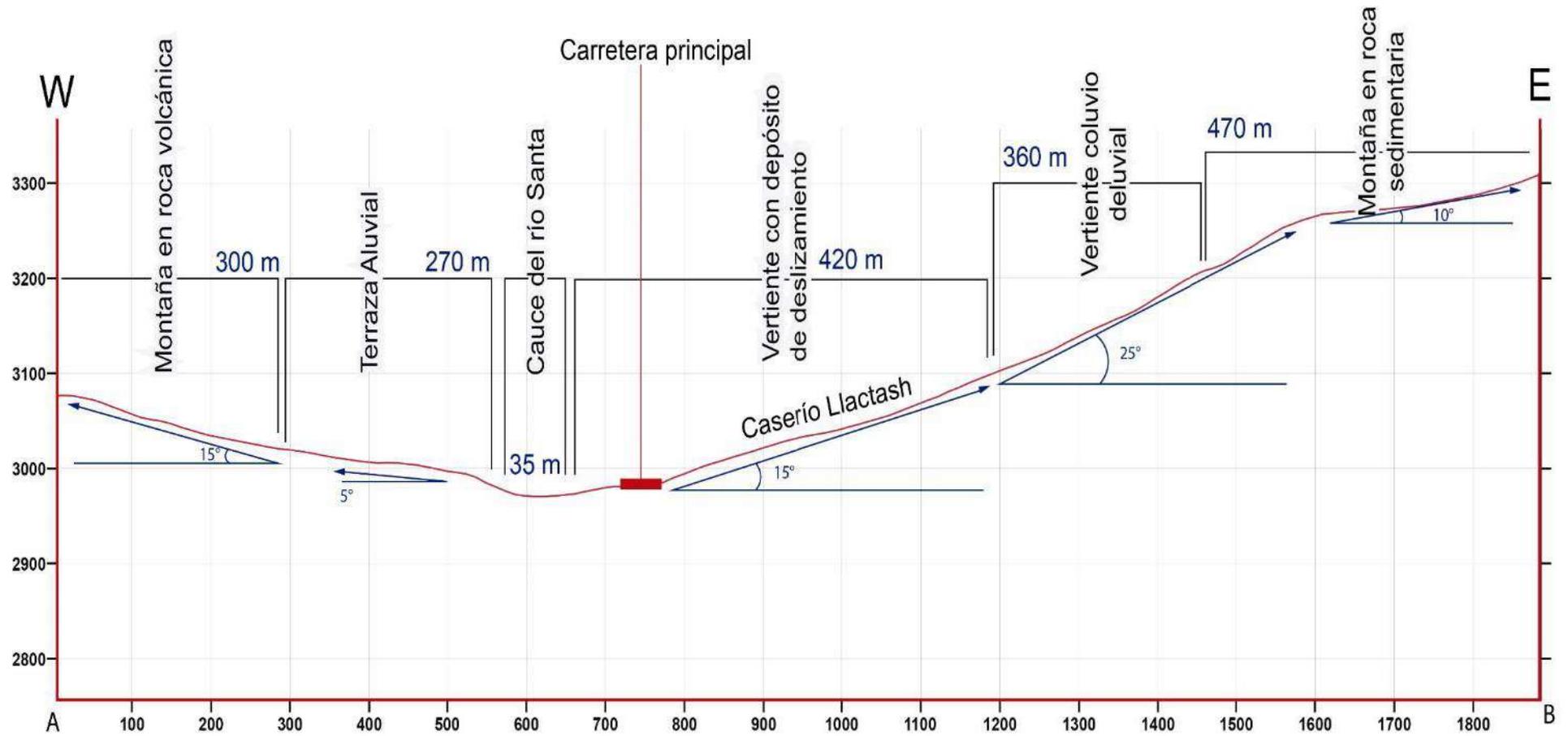


Figura 12. Perfil A-B del corte presentado en el mapa 2 anexo 1, muestra las pendientes del terreno en base a un DEM Palsar de 12.5 m/px.

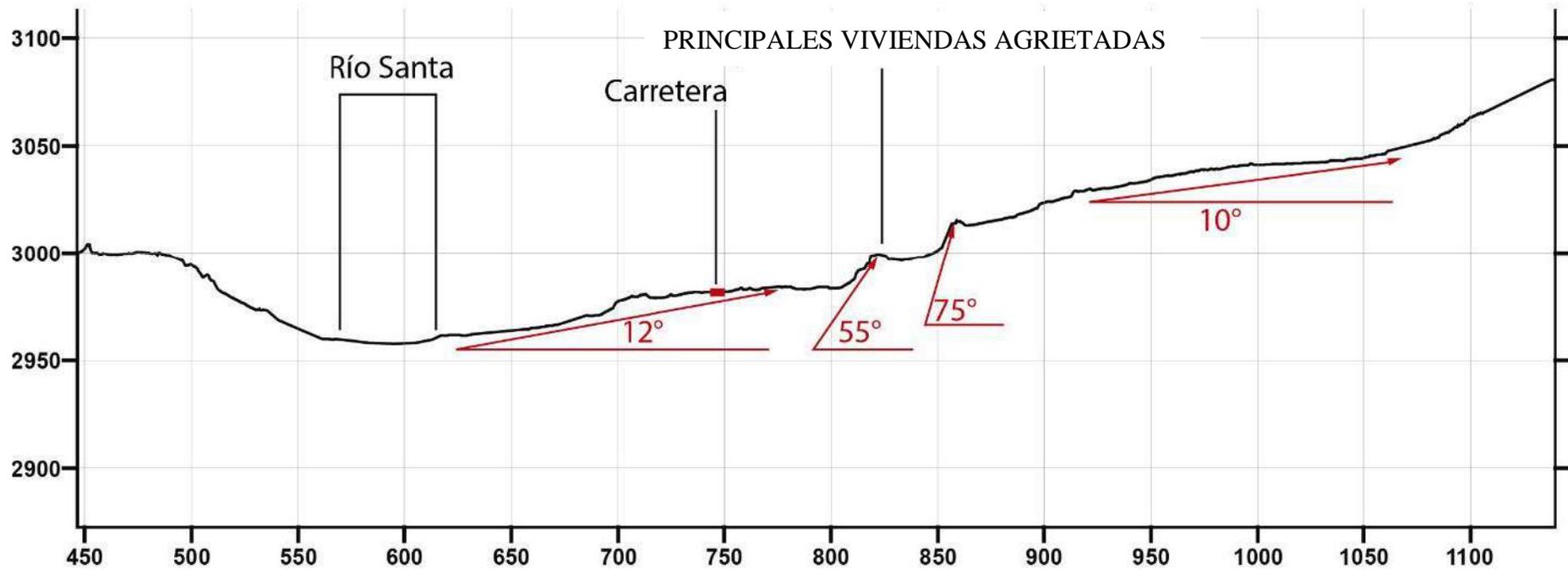


Figura 13. Perfil A'-B' del corte presente en el mapa 3 anexo 1, muestra las pendientes del terreno en base a un MDS obtenido fotogramétricamente el 16 de marzo del 2023, de 5 cm/px.

4.2. Unidades geomorfológicas

Para la caracterización de las unidades geomorfológicas (mapa 3-anexo 1), se consideraron criterios de control como: la homogeneidad litológica y caracterización conceptual; en base a aspectos del relieve en relación con la erosión, denudación y sedimentación (Vílchez et al., 2019).

4.2.1. Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional

Están representadas por las formas de terreno resultados del efecto progresivo de procesos morfodinámicos degradacionales sobre los relieves iniciales (Villota, 2005).

Subunidad de montañas en roca sedimentaria (RM-rs): Esta subunidad está conformada por secuencias litológicas sedimentarias, por el oeste limita con el río Santa hasta la cima del río Llactash con una altura aproximada de 320 m, su forma es irregular debido a los procesos de erosión de las rocas que lo conforman (figura 14).

Subunidad de montañas en roca volcánica (RM-rv): Esta subunidad está conformada por secuencias litológicas volcánicas, por el este limita con una terraza aluvial, presenta una altura de aproximadamente 350 m, aunque en el perfil A-B solo se muestre 150 m de esta subunidad, donde su pendiente promedio es de 15° aumentando progresivamente hasta los 35° antes de llegar a su cima.

4.2.2. Geoformas de carácter depositacional y agradacional

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

Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial (V-cd): Unidad formada por la acumulación intercalada de materiales de origen coluvial y deluvial se presentan a aproximadamente 600 m longitudinales del río Santa en la ladera oeste del cerro Llactash, entre la vertiente de deslizamiento y los afloramientos de la montaña en roca sedimentaria, presenta una forma convexa con una pendiente promedio de 25°, en el perfil A-B descrito en los mapas del anexo 1, tiene una longitud de 360 m.

Terraza aluvial (T-al): Se trata de superficies de pendiente moderada (5°), se presenta en ambos márgenes del río Santa con una altura aproximada de 1 a 2 m desde su cauce.

Vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd): Corresponde a las acumulaciones de laderas originadas por procesos de movimientos en masa, antiguos y recientes. En este caso corresponde a deslizamientos que cubrieron las laderas y depresiones del flanco oeste del cerro Llactash, por el este limita con el río Santa y por el oeste con vertientes coluvio-deluviales, tiene altura estimada de 150 m y en el perfil A-B de los mapas del anexo 1, se puede estimar una longitud de 420 m, su forma general es convexa con pendientes promedio de 15°. Un análisis de esta forma del terreno con fotogrametría muestra que esta subunidad es escalonada (debido a la reactivación de movimientos en masa), con pendientes generales de 15° y de más 40° en zonas de escarpes (figura 15).

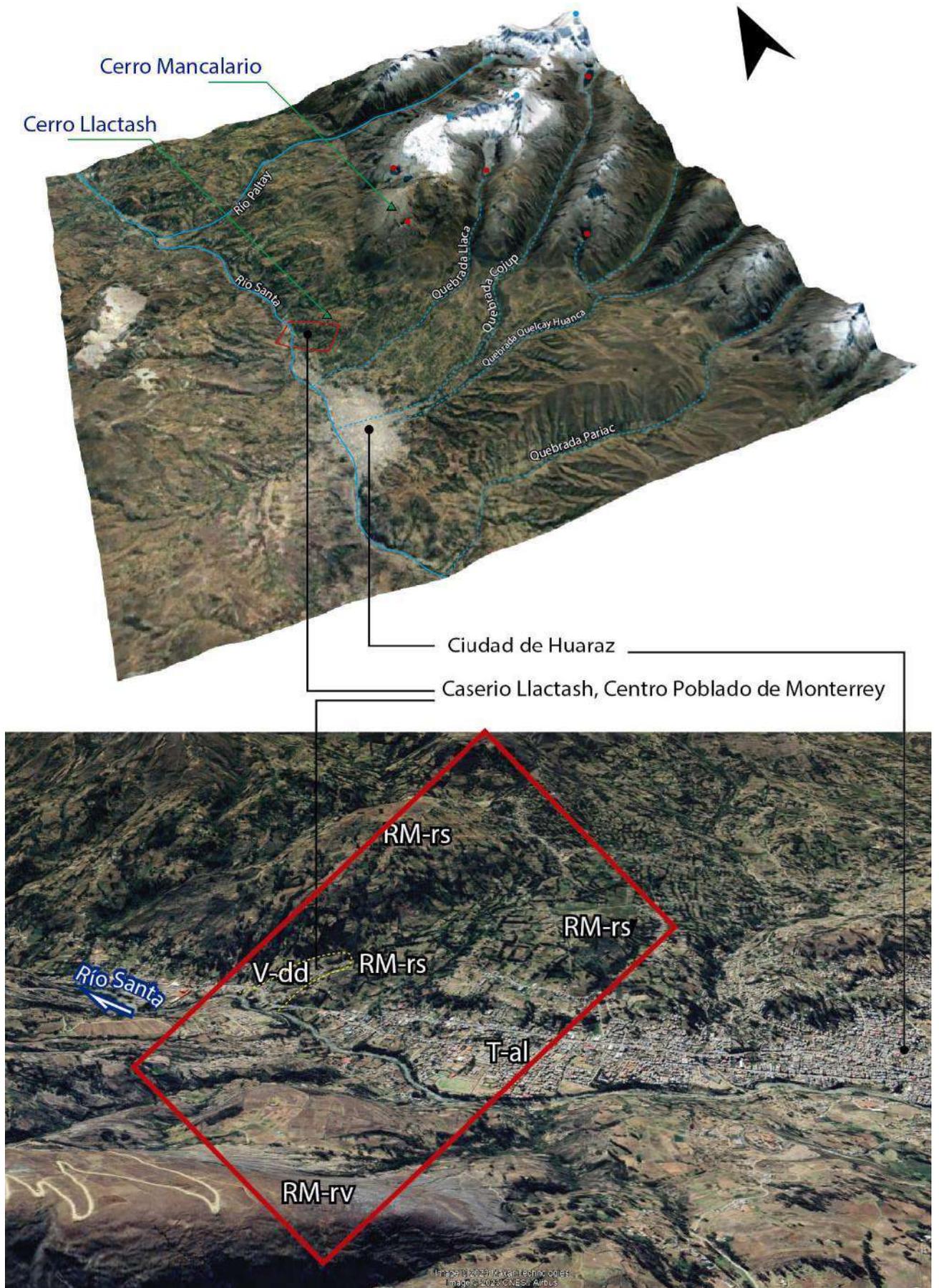


Figura 14. Unidades geomorfológicas en el área de inspección.

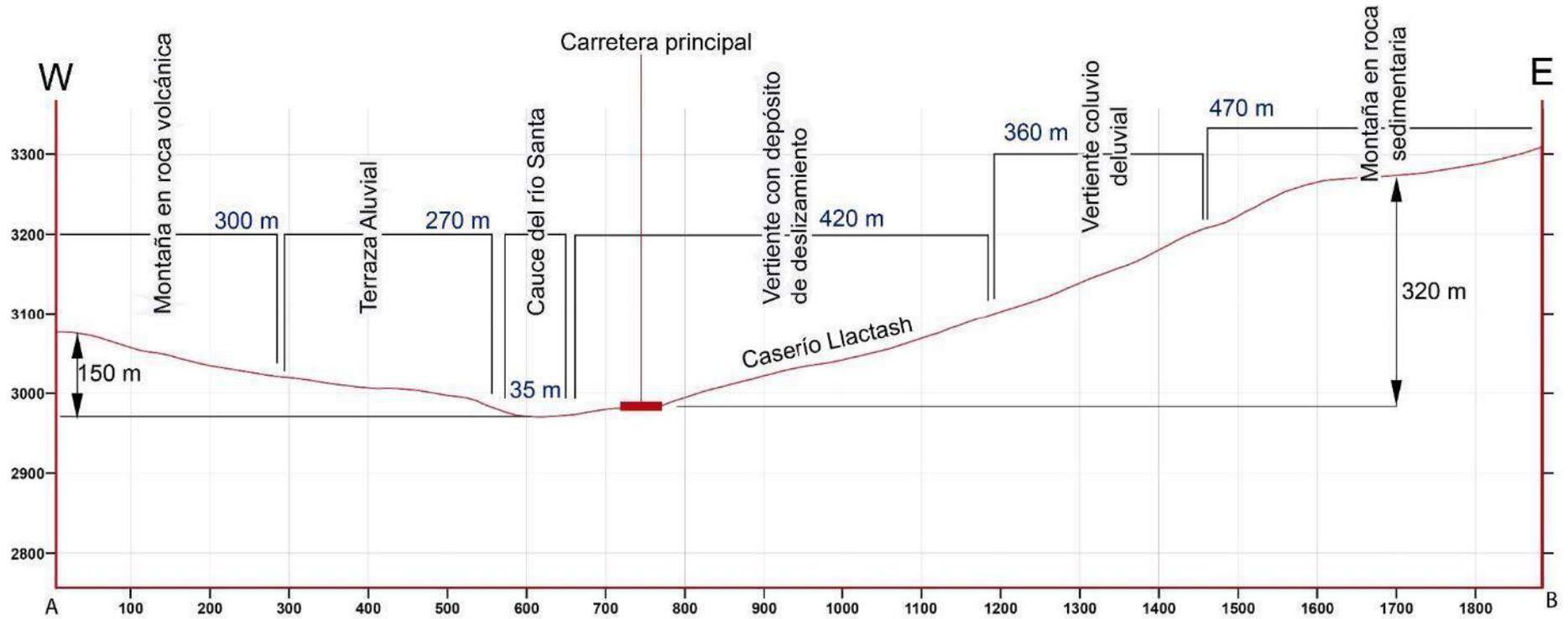


Figura 15. Perfil A-B, del mapa geomorfológico (Anexo 1 - Mapa 3), muestra la longitud de las subunidades geomorfológicas y altura de las montañas.

5. PELIGROS GEOLÓGICOS

Los peligros geológicos identificados en el caserío de Llactash, corresponden a movimientos en masa reactivados, principalmente de deslizamientos antiguos (rotacional y traslacional).

La caracterización de peligros geológicos, se realizó en base a la información obtenida de trabajos en campo; donde se clasificaron los tipos de movimientos en masa, basados en la observación, descripción litológica y morfométrica in situ de los mismos, así como la toma de puntos GPS, medidas con distanciómetro láser, fotografías a nivel de terreno y fotografías aéreas que sirvieron para la elaboración de ortomosaicos y modelos digitales de superficie sobre los cuales se realizó el cartografiado.

5.1. Peligros geológicos por movimientos en masa

5.1.1. Deslizamientos Antiguos.

Por las evidencias geomorfológicas se interpreta que el terreno sobre el que se encuentra el caserío de Llactash está conformado por depósitos de movimientos en masa antiguos (deslizamientos rotacionales y traslacionales), con coronas y escarpes ubicados en la ladera oeste del cerro Llactash y con frentes de avance hasta el río Santa (figura 16).

Deslizamiento Rotacional Antiguo - D1

Este deslizamiento se presenta en la ladera oeste del cerro Llactash, con las siguientes características:

- La corona superior se encuentra en la cota: 3167 m s.n.m.
- Longitud del escarpe: 430 m
- Salto del escarpe principal: 15 m. apróx (escarpa erosionada).
- El pie de avance del deslizamiento se encuentra en la cota: 2950 m s.n.m (al nivel del río Santa).
- La diferencia entre la cota de la corona y pie de avance es de: 217 m
- El cuerpo del deslizamiento presenta un total de 03 reactivaciones (D2, D3 y D4)
- La longitud del deslizamiento es de: 750 m.
- El ancho promedio del deslizamiento es:313 m.

Deslizamiento Traslacional – E1

Este deslizamiento se presenta entre la ladera oeste del cerro Llactash y la montaña sedimentaria conformada por rocas conglomerádicas (Formación Lloclla), sus características son las siguientes:

- La corona superior se encuentra en la cota: 3068 m s.n.m.
- Longitud del escarpe: 280 m
- Salto del escarpe principal: 10 m. apróx (escarpa erosionada).
- El pie de avance del deslizamiento se encuentra en la cota: 2949 m s.n.m (al nivel del río Santa).
- La diferencia entre la cota de la corona y pie de avance es de: 118 m.
- El cuerpo del deslizamiento presenta un total de 02 reactivaciones (E2 y E3).
- La longitud del deslizamiento es de: 840 m.
- El ancho promedio del deslizamiento es:210 m.

5.1.2. Deslizamientos Reactivados

El deslizamiento rotacional D1, presenta su primera reactivación D2, con una corona en la ladera oeste del cerro Llactash en la cota 3083 m s.n.m y una longitud de escarpe de 202 m (escarpa erosionada). La segunda reactivación en el cuerpo del deslizamiento D2, ahora denominada D3, en la cota 3023 tiene una longitud de escarpe de 150 m (escarpa erosionada). En total los deslizamientos D2 y D3 suman un área de 5.3 ha, que, por la acumulación de aguas de escorrentía, exceso de lluvias, inadecuados sistema de drenaje y falta de drenes superficiales, habrían comenzado un proceso de reptación que a la fecha estaría provocando la reactivación de estos dos eventos considerados hasta entonces antiguos (ver mapa 4 anexo 1)

El deslizamiento D4 (figura 17) se desarrolló en el cuerpo del deslizamiento D3, este deslizamiento es rotacional y presenta las siguientes características:

- La corona superior se encuentra en la cota: 2994 m s.n.m.
- Longitud del escarpe: 46 m
- Salto del escarpe principal: 1.7 m. aprox.
- El pie de avance del deslizamiento se encuentra en la cota:2969 m s.n.m (al nivel del río Santa).
- La diferencia entre la cota de la corona y pie de avance es de: 25 m
- La longitud del deslizamiento es de: 92 m.
- El ancho promedio del deslizamiento es:45 m.

El deslizamiento traslacional E1, tiene dos reactivaciones la primera denominada E2 presenta su corona en la cota 3030 m s.n.m. y pie de avance en la cota 2976 m s.n.m, igual que en el caso del deslizamiento rotacional D1 las características de humedad condicionaron la reptación de esta masa antes deslizada en un área de 3.6 ha, a su vez el proceso de reptación reactivó un deslizamiento (también traslacional) denominado E3 cuya corona se encuentra en la cota 3017 m s.n.m (figura 19).

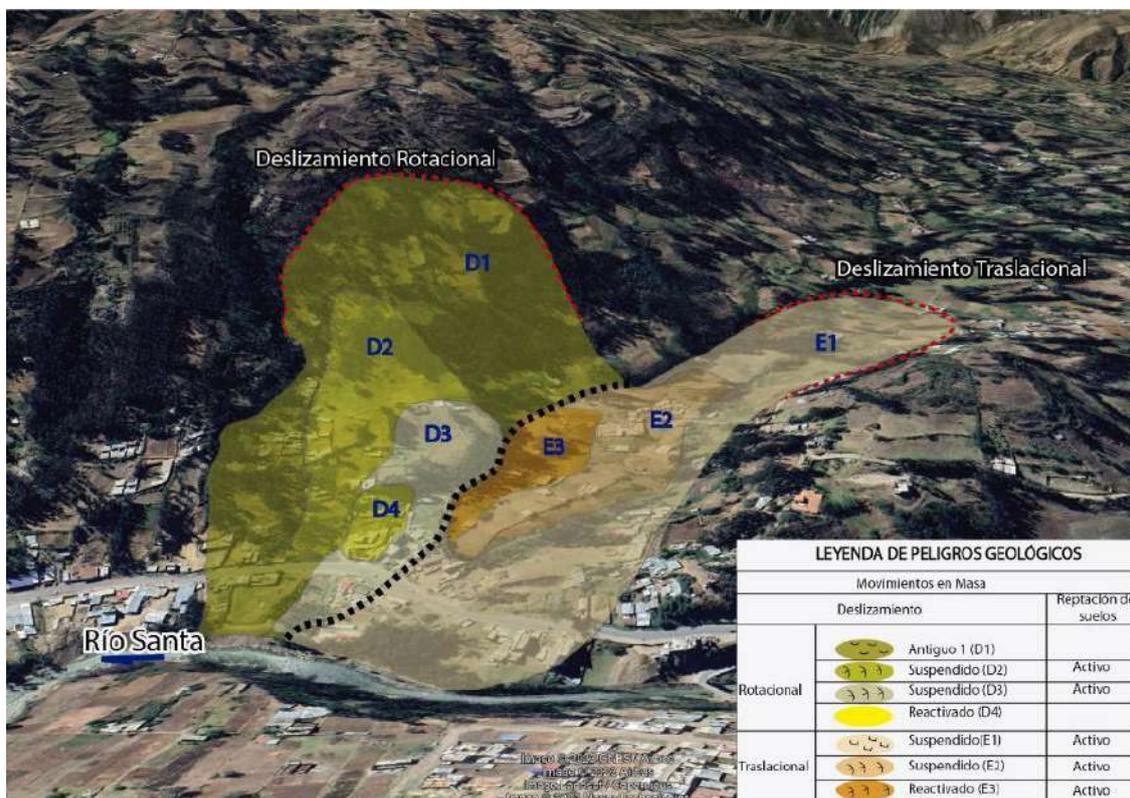


Figura 16. Deslizamientos rotacional y traslacional sobre el que se encuentra el caserío de Llactash.

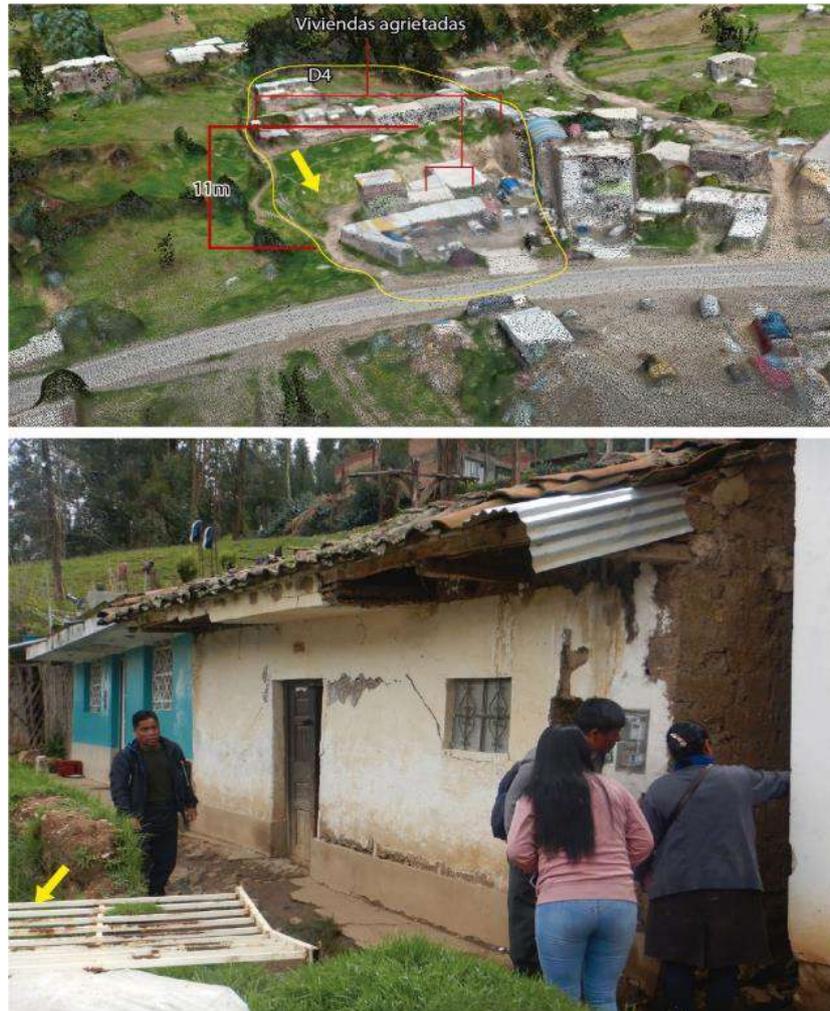


Figura 17. Deslizamientos D4, la flecha amarilla muestra la dirección de avance del movimiento en masa, en la base se puede observar un corte del talud para la construcción de viviendas y la fotografía inferior muestran las viviendas que quedaron la parte superior del talud con agrietamientos y propensas a colapsar.



Figura 18. Muestra el talud para construcción de viviendas y las casas agrietadas en la parte superior.

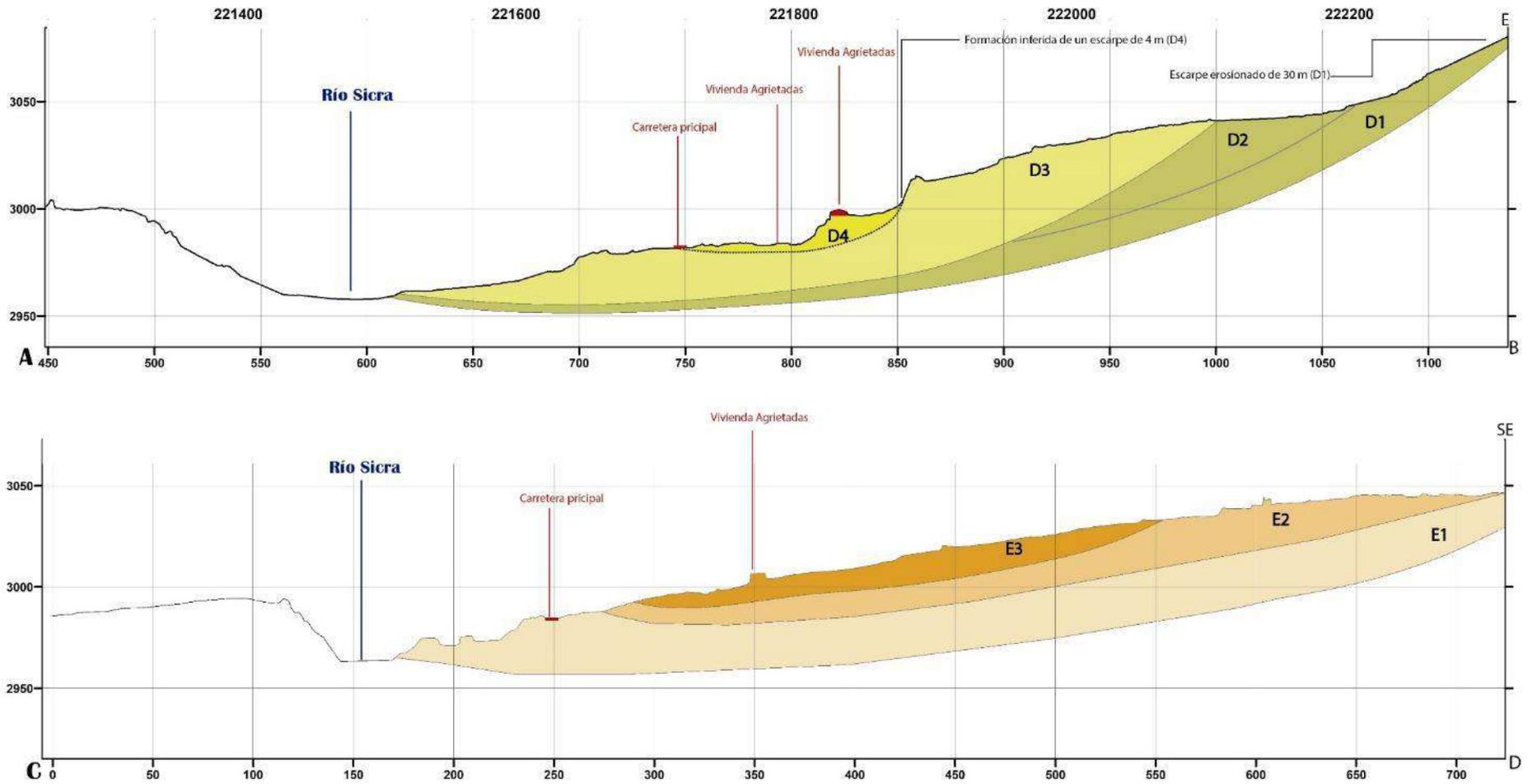


Figura 19. Cortes interpretativos A-B y C-D, representados en el mapa 4 anexo 1, muestra los deslizamientos rotacionales (superior) y traslacionales (inferior), sobre el que se están desarrollando procesos de reptación de suelos y reactivaciones.

5.2. Afectaciones en el caserío Llactash

El deslizamiento rotacional D4 ha generado las siguientes afectaciones en el caserío Llactash, Entre las principales se pueden mencionar las 04 viviendas ubicadas en parte alta de un talud, estas presentan alta probabilidad de colapsar por el daño en su infraestructura.

Cuadro 7. Afectaciones por el deslizamiento D4 en el caserío de Llactash

N°	TIPO DE CONSTRUCCIÓN	COORDENADA UTM, WGS 84 18 S (ESTE)	COORDENADA UTM, WGS 84 18 S (NORTE)	PROPIETARIA	AFECCIÓN
1	Vivienda de dos pisos (material adobe) Ubicada a 11 m desde el nivel de la carretera principal. (figura 20)	221657	8951011	Matilde Rosas	1. Agrietamientos en muros y pisos. 2. Separaciones importantes de paredes, las aperturas muestran dirección E-W (perpendiculares a la pendiente). 3. Surgencias de agua por posibles infiltraciones desde las quebradas adyacentes y saturación del terreno.
2	Vivienda de dos pisos (material adobe) Ubicada a 11 m desde el nivel de la carretera principal. (figura 21)	221655	8951000	Epifanía Matutina Jesús	1. Agrietamientos en muros y pisos. 2. Separaciones importantes de paredes, las aperturas muestran dirección E-W (perpendiculares a la pendiente). 3. Surgencias de agua por posibles infiltraciones.
3	Vivienda de dos pisos (material adobe) Ubicada a 11 m desde el nivel de la carretera principal (figura 22).	221650	8951022	NN	1. Agrietamientos severos en paredes, pisos y techos
4	Vivienda de dos pisos (material adobe) Ubicada a 11 m desde el nivel de la carretera principal.	221650	8951030	NN	1. Agrietamiento en muros

5	Vivienda de dos pisos (material adobe) Ubicada a 0.5 m desde el nivel de la carretera principal (figura 23).	221618	8951022	NN	1. Severos agrietamientos en muros y paredes (la vivienda fue abandonada)
6	Área de procesado de madera (material ladrillo) Ubicada a 0.5 m desde el nivel de la carretera principal (figura 24).	221626.95	8951010.81	NN	1. Agrietamientos en muros limitantes.



Figura 20. Muestra los daños en la vivienda n° 1 por el deslizamiento D4, las flechas amarillas señalan la dirección del movimiento perpendicular a la pendiente. A y D, muestran aperturas en la base del primer piso lo que hace a la construcción altamente susceptible a colapsar por agrietamientos de hasta

25 cm, B) muestra agrietamientos en el piso (patio) con aperturas de 10 cm y longitudes de hasta 3 m y D) muestra filtraciones de agua.



Figura 21. Muestra los daños en la vivienda n° 2 por el deslizamiento D4, las flechas amarillas señalan la dirección del movimiento perpendicular a la pendiente. A) y B) Muestran filtraciones de agua y C) agrietamientos centimétricos de la pared principal de la vivienda.

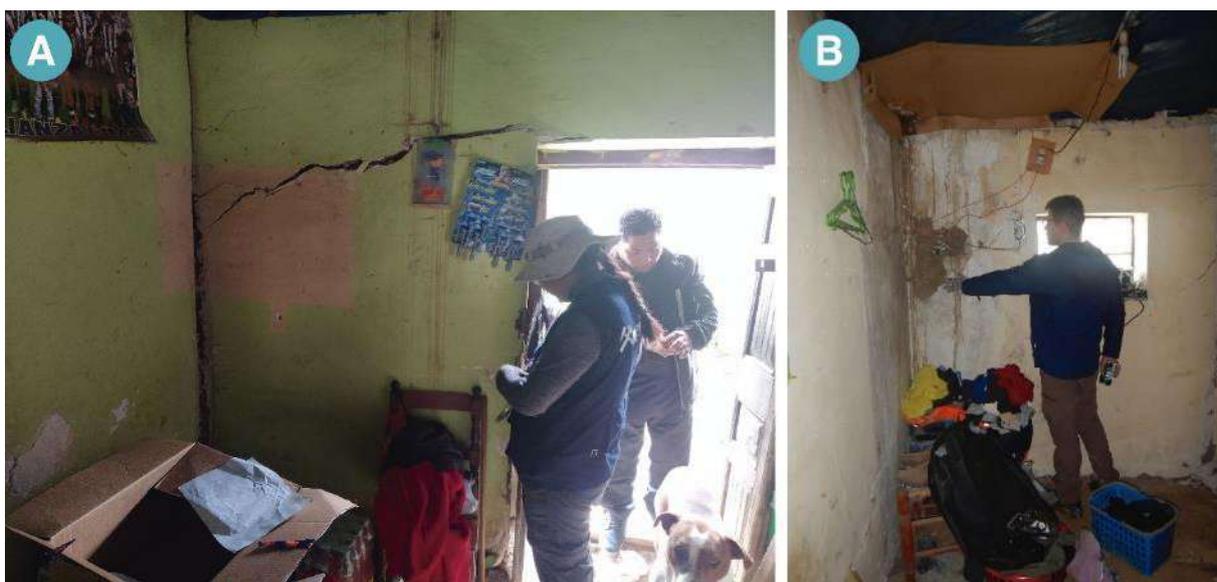


Figura 22. A) y B) Muestra los daños en la vivienda n° 4 por el deslizamiento D4, esta vivienda es utilizada como tienda de abarrotes y muestra daños severos en su infraestructura.



Figura 23. Muestra los daños en la vivienda n° 5 por el deslizamiento D4, A y B, muestran los agrietamientos en la vivienda, mientras que C) muestra la fachada de la vivienda actualmente abandonada.



Figura 24. Muestra los daños en la construcción n° 6 por el deslizamiento D4, A y B, muestran los agrietamientos en los muros de división de la propiedad.

La reptación de suelos que se manifiesta en el cuerpo de los deslizamientos D2 y D3, también ha generado serias afectaciones en el caserío de Lactash.

Cuadro 8. Afectaciones por procesos de reptación en los deslizamientos D2 y D3 en el caserío de Lactash

N°	TIPO DE CONSTRUCCIÓN	COORDENADA UTM, WGS 84 18 S (ESTE)	COORDENADA UTM, WGS 84 18 S (NORTE)	PROPIETARIA	AFECTACIÓN
1	Vivienda de dos pisos (material adobe) Ubicada a 15 m desde el nivel de la carretera principal (figura 25).	221693	8951032	NN	4. Agrietamientos en muros y pisos. 5. Separaciones y agrietamientos en suelos que son constantemente rellenados. 6. Postes de energía con bases afectadas. 7. Escorrentía de aguas y saturación del terreno.
2	Vivienda de 01 piso (material ladrillado) Ubicada a 16 m desde el nivel de la carretera principal.	221702	8951072	Jovana Salazar Mautino	4. Agrietamientos en muros y pisos.
3	Vivienda de 02 piso (material noble, ver figura 26)	221685	8950874	NN	5. Agrietamientos en muros y pisos en una casa construida el 2020.



Figura 25. Muestra agrietamientos en la vivienda N°1 afectada por la reptación de suelos, A), muestra la escorrentía de agua y B) agrietamientos cercanos a un poste de energía eléctrica.



Figura 26. Muestra agrietamientos en la vivienda N°3 afectada por la reptación de suelos, A), muestra la fachada de la vivienda construida en el 2020 y B) muestra agrietamientos y daños en la infraestructura.

Los daños producidos por el deslizamiento traslacional E3 se detalla en el cuadro 9.

Cuadro 9. Afectaciones por el deslizamiento traslacional E3.

N°	TIPO DE CONSTRUCCIÓN	COORDENADA UTM, WGS 84 18 S (ESTE)	COORDENADA UTM, WGS 84 18 S (NORTE)	PROPIETARIO	AFECTACIÓN
1	Vivienda de 01 piso material de adobe actualmente abandonada (fotografía 1)	221733	8950780	NN	8. Agrietamientos en muros y pisos que motivaron el abandono de la vivienda.
2	Vivienda de 02 pisos (figura 27)	221741	8950818	NN	6. Agrietamientos en muros y pisos.



Fotografía 1. Vivienda N°1 con agrietamientos por la reptación de suelos actualmente abandonada.



Figura 27. Muestra agrietamientos en la vivienda N°2 afectada por la reptación de suelos, A), muestra zanjas que han abierto los propietarios Para evitar la infiltración de aguas y B) los agrietamientos en la vivienda.

Los daños producidos por los procesos de reptación en el cuerpo de los deslizamientos E1 y E2, se detalla en el cuadro 10.

Cuadro 10. Afectaciones por la reptación de suelos en el cuerpo de los deslizamientos E1 y E2.

N°	TIPO DE CONSTRUCCIÓN	COORDENADA UTM, WGS 84 18 S (ESTE)	COORDENADA UTM, WGS 84 18 S (NORTE)	PROPIETARIO	AFECTACIÓN
1	Vivienda de 01 piso material de adobe	221822	8950752	NN	Estas viviendas presentan agrietamientos y procesos de erosión en laderas, además de tener terrenos saturados y filtraciones de agua.
2	Vivienda de 01 piso material de adobe	221796	8950770	NN	
3	Vivienda de 01 piso material de adobe	221816	8950792	NN	

5.3. Factores condicionantes

La ocurrencia de movimientos en masa en el caserío de Lactash están condicionados principalmente por la geomorfología del área, sus características geológicas y actividades antrópicas. Dentro de las características intrínsecas que favorecen la ocurrencia de movimientos en masa en el sector evaluado se tienen:

Factor geomorfológico y de relieve

- La vertiente oeste (margen derecha del río Santa) posee una pendiente promedio de 15° a 25°, llegando a la parte superior a más de 45° (zona de afloramiento de rocas sedimentarias), esto favorece a la infiltración de aguas de lluvia al terreno, además su composición (vertiente coluvio-deluvial y vertiente con depósito de deslizamientos) permite su remoción rápida.

Factor litológico

- En el área evaluada, se presenta un substrato rocoso sedimentario conformado por la intercalación de calizas y areniscas cuarzosas con arcillitas y limoarcillitas, con grados de meteorización y fracturamiento alto, generando suelos residuales arcillosos de fácil erosión de igual manera los depósitos cuaternarios (coluvio-deluviales) adosados a la ladera oeste del cerro Lactash, se encuentran inconsolidados y se saturan con facilidad aumentando su peso y probabilidad de sufrir reptación de suelos.
- Tanto el substrato rocoso como el depósito coluvio-deluvial poseen alta permeabilidad lo que favorece la infiltración de aguas de escorrentía superficial y el paso de aguas subterráneas.

Factor Hidrológico

- Se han identificado tres zonas de emanación de aguas (cuadro 11).

Cuadro 11. Emanaciones de agua identificados en el trabajo de Campo.

INVENTARIO	COORDENADA X	COORDENADA Y	OBSERVACIÓN
1	221658	8950995	Se encuentra dentro de una vivienda, formando un pequeño pozo de aproximadamente 1 m de diámetro (figura 20 C), según los pobladores estas son permanentes y no se secan en el año.
2	221654	8951008	Se encuentra en una vivienda, según los pobladores disminuye su cantidad en épocas de secas (figura 21 A)

3	221619	8951004	Aflora en la parte baja de Lactash, a la altura de la carretera principal, según los pobladores usan estas aguas para el lavado de carros.
---	--------	---------	--

- Además, por la configuración del relieve aunado a las lluvias del sector y mediante un mapa T W I (Índice topográfico de Humedad) se observa que el caserío de Lactash es propenso a la escorrentía de aguas e infiltración de estas lo que aumenta la presión intersticial de poros, el peso del material detrítico y genera su movimiento cuesta abajo (figura 28).

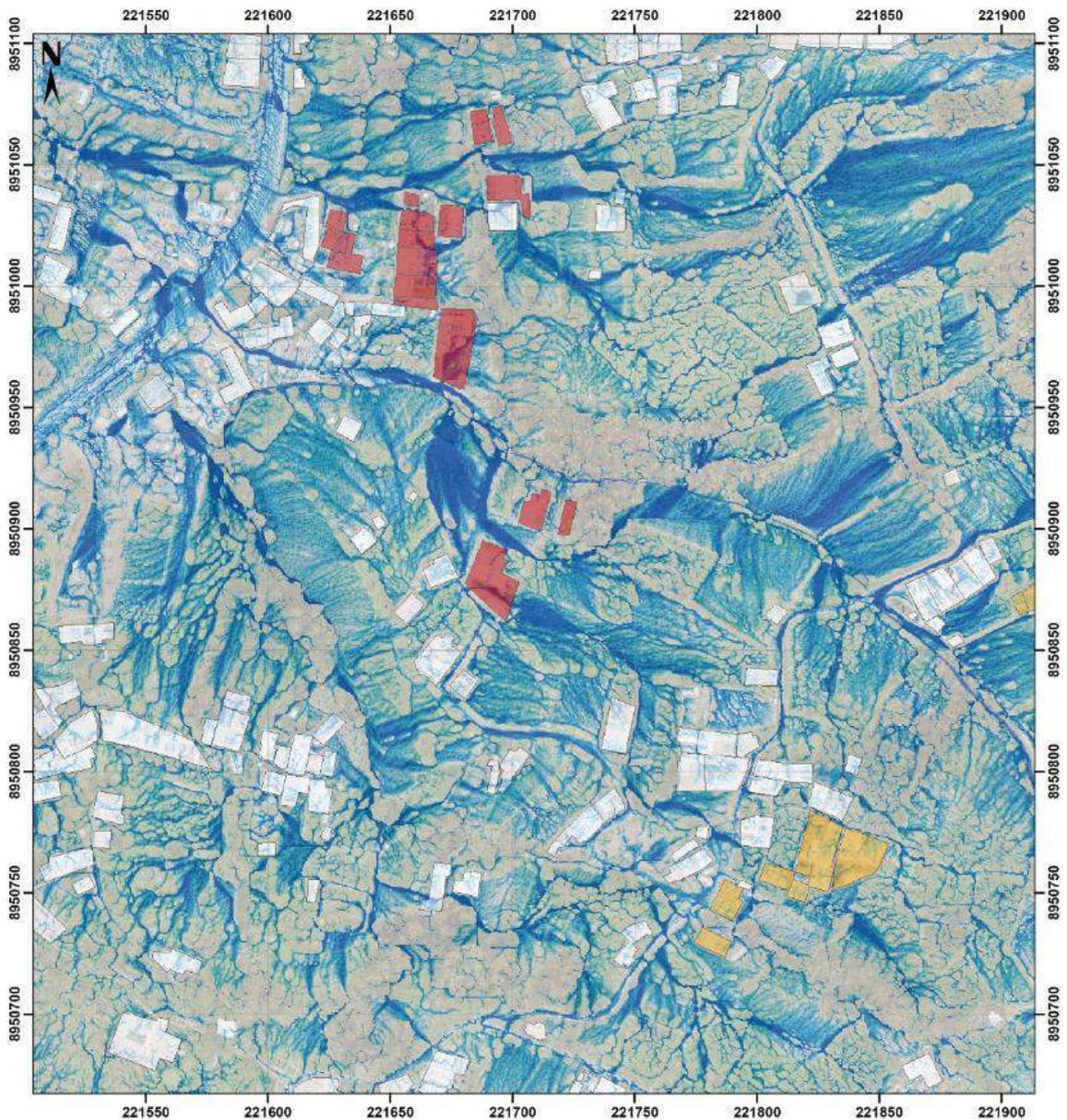


Figura 28. Indie topográfico de humedad, muestra el nivel de escorrentía que puede llegar a tener el área de inspección, se representa en el mapa las casas agrietadas (polígonos rojos) y las casas con infiltraciones (polígonos naranjas).

Factor Antrópico

- Se ha evidenciado la presencia de cultivos (maíz y otros) en áreas superiores a la ladera, según algunos pobladores, antes estos lugares estaban cubiertos por vegetación nativa como pastos, sin embargo, ahora son regados aumentando la saturación del terreno.
- Lactash presenta un sistema de desagüe precario y un nulo sistema de drenes superficial de aguas pluviales.
- La construcción de viviendas ha motivado el corte del talud, sin tener en cuenta medidas estructurales, lo que ha favorecido la inestabilidad de la ladera, esto se muestra claramente en las imágenes multitemporales de los años 2011 (donde las viviendas en el cuadro rojo no presentaban inestabilidad), 2016 incremento en el corte del talud (donde las viviendas aun no presentaban inestabilidad) y en el 2023 (donde las viviendas se agrietaron) esto por el corte del talud aunado a las precipitaciones (figura 30).

5.4. Factores desencadenantes

- En este caso el principal factor que desencadeno la reactivación de los movimientos en masa fueron las precipitaciones intensas registradas desde el 07 de febrero del 2023, fecha desde la cual las precipitaciones han incrementado su intensidad llegando a diarios acumulados de 80.2 mm (figura 29).

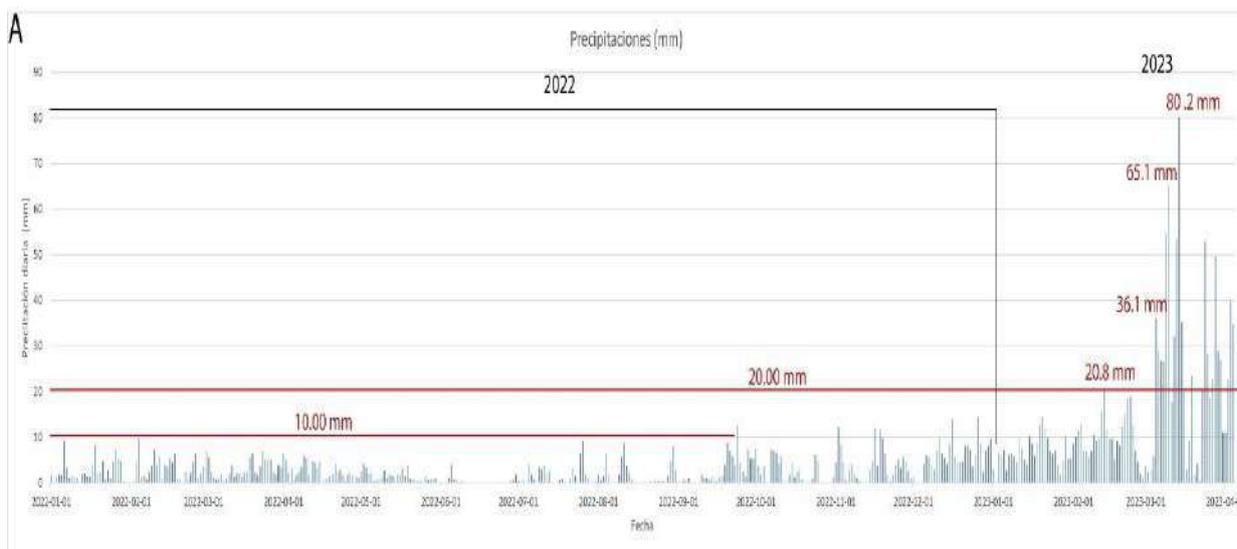


Figura 29. Precipitaciones desde el año 2022 hasta abril del 2023 Fuente: análisis espacial de datos meteorológicos AWERE



Figura 30. Variación de la ladera por corte del talud en el caserío Lactash (fuente Google Earth)

6. CONCLUSIONES

1. Litológicamente en el sector evaluado afloran rocas sedimentarias de las Formaciones Santa (calizas intercaladas con arcillitas), Chimú (areniscas cuarzosas intercaladas con limoarcillitas) y Lloclla (conglomerados de rocas calcáreas y volcánicas) estos tienen grados de fracturamiento y meteorización altos produciendo suelos residuales arcillosos de fácil erosión.
2. El substrato rocoso está cubierto por depósitos cuaternarios coluvio-deluviales conformados por bloques de calizas y areniscas envueltos en una matriz limo-arcillosa saturada de baja competencia y fácil erosión.
3. Lactash se ubica sobre una vertiente coluvio-deluvial y con depósito de deslizamiento, ambas convexas, con una pendiente general de 15°, en estas subunidades se pueden reconocer escalonamientos interpretados como escarpes con pendientes superiores a 45°.
4. En el caserío Lactash, ubicado en la margen derecha del río Santa, ladera oeste del cerro Lactash se identificó deslizamientos antiguos y reactivados; por la naturaleza del substrato, actividades antrópicas, y filtraciones de agua.

Así tenemos los siguiente:

- Deslizamiento rotacional antiguo D1 con tres reactivaciones en el tiempo (D2 y D3) con evidencias de reptación de suelos en un área de 5.3 ha y una reactivación reciente (deslizamiento D4) desarrollado en el cuerpo del deslizamiento D3 cuya reactivación fue detonada por la remoción de tierras y cortes de talud, que sumados a las lluvias estacionales incremento la inestabilidad.
 - El deslizamiento traslacional E1 con una reactivación en el tiempo (E2) y evidencias de reptación de suelos (3.6 ha) en su cuerpo, donde también se estaría generando un segundo deslizamiento traslacional (E3) con una corona en la cota 3017 m .s.n.m. y pie de avance a la altura de la carretera principal.
5. Los factores que condicionaron la inestabilidad de la vertiente de deslizamiento donde se ubica el caserío de Lactash, son: a) substrato rocoso cualitativamente de mala calidad; b) depósitos cuaternarios con alta permeabilidad y saturados por lluvias estacionales del mes; c) falta de sistemas de drenaje; e) cortes de talud en forma indiscriminada sin tomar un criterio geotécnico y f) sembríos en la ladera que requieren riego.
 6. Los procesos de reptación de suelos y deslizamientos han afectado por lo menos 10 viviendas identificadas en campo pudiendo incrementar su número con el tiempo.
 7. El factor desencadenante para los movimientos en masa antes descritos fueron las precipitaciones pluviales, que en el mes de marzo alcanzaron máximos diarios de 80.2 mm
 8. Por las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas en el caserío Lactash se le considera a este de **Peligro Alto** a movimientos en masa y como **Zona Crítica**.

7. RECOMENDACIONES

No estructurales

1. Reubicación de las viviendas afectadas.
2. Realizar estudios de evaluación de riesgos (EVAR), a fin de evaluar los elementos expuestos en el caserío Llactash, esto determinara si es necesaria la reubicación permanente de la población.
3. **Prohibir** el corte de ladera con fines de ampliación y/o construcción de nuevas viviendas.
4. Las autoridades locales deben evaluar las condiciones estructurales de las viviendas y determinar si estas siguen siendo habitables o no, y brindar el apoyo respectivo.
5. Restringir el sembrío de cultivos en los sectores Llactash hasta lograr la estabilidad de la ladera.
6. Realizar charlas de sensibilización y concientización del peligro y riesgo a las que se encuentran expuestos la población de Llactash

Estructurales

7. Afianzar el pie de material removido entre las cotas Este: 221634, Norte: 8950994 y Este: 221631 Norte: 8951035 (aproximadamente 35 m), mediante la instalación de gaviones o escolleras (muros de contención) permeables, que permitan incrementar su peso a la vez que favorezcan su drenaje. Es muy importante, que estos muros tengan un drenaje adecuado, con el fin de evitar la acumulación de agua tras de sí, que incrementen su carga hidráulica.
8. Implementar sistemas de drenaje (espina de pez), que recolecten las aguas en la ladera oeste del cerro Llactash y las deriven hacia las quebradas y ríos principales.
9. Implementar sistemas de drenaje subterráneo con el objeto disminuir las presiones de poro o impedir que estas aumenten generando el incremento en los vectores de movimiento de las masas inestables.

Nota: Todas las medidas estructurales deben ser diseñadas y supervisadas por especialistas teniendo en cuenta estudios geotécnicos, hidrológicos, hidrogeológicos y de factibilidad que determinen las medidas exactas y ubicación final de los mismos.

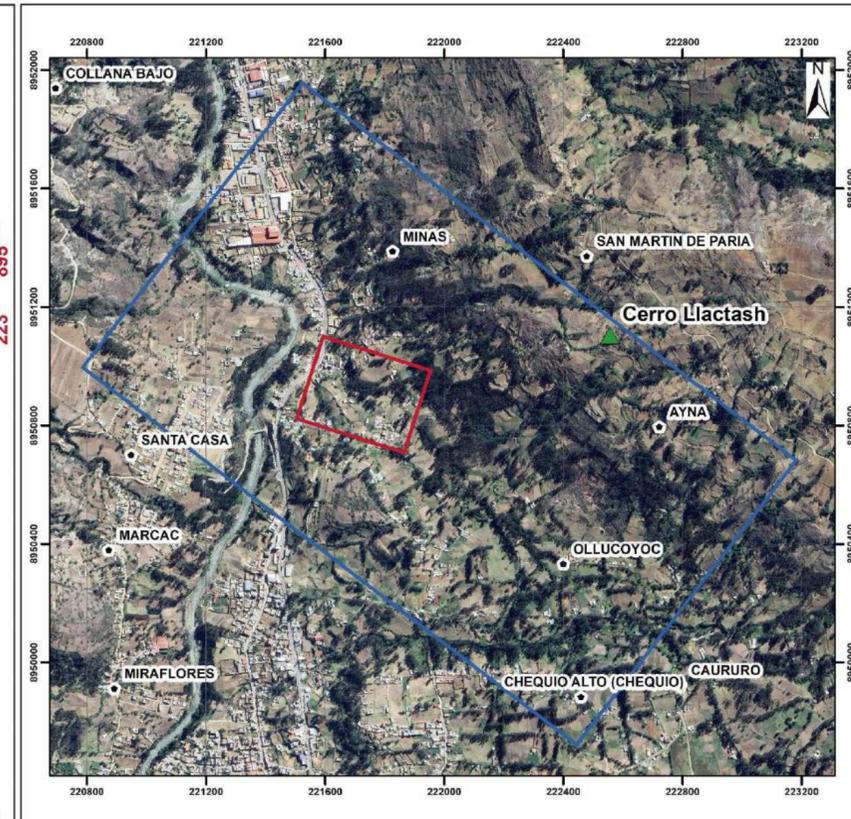
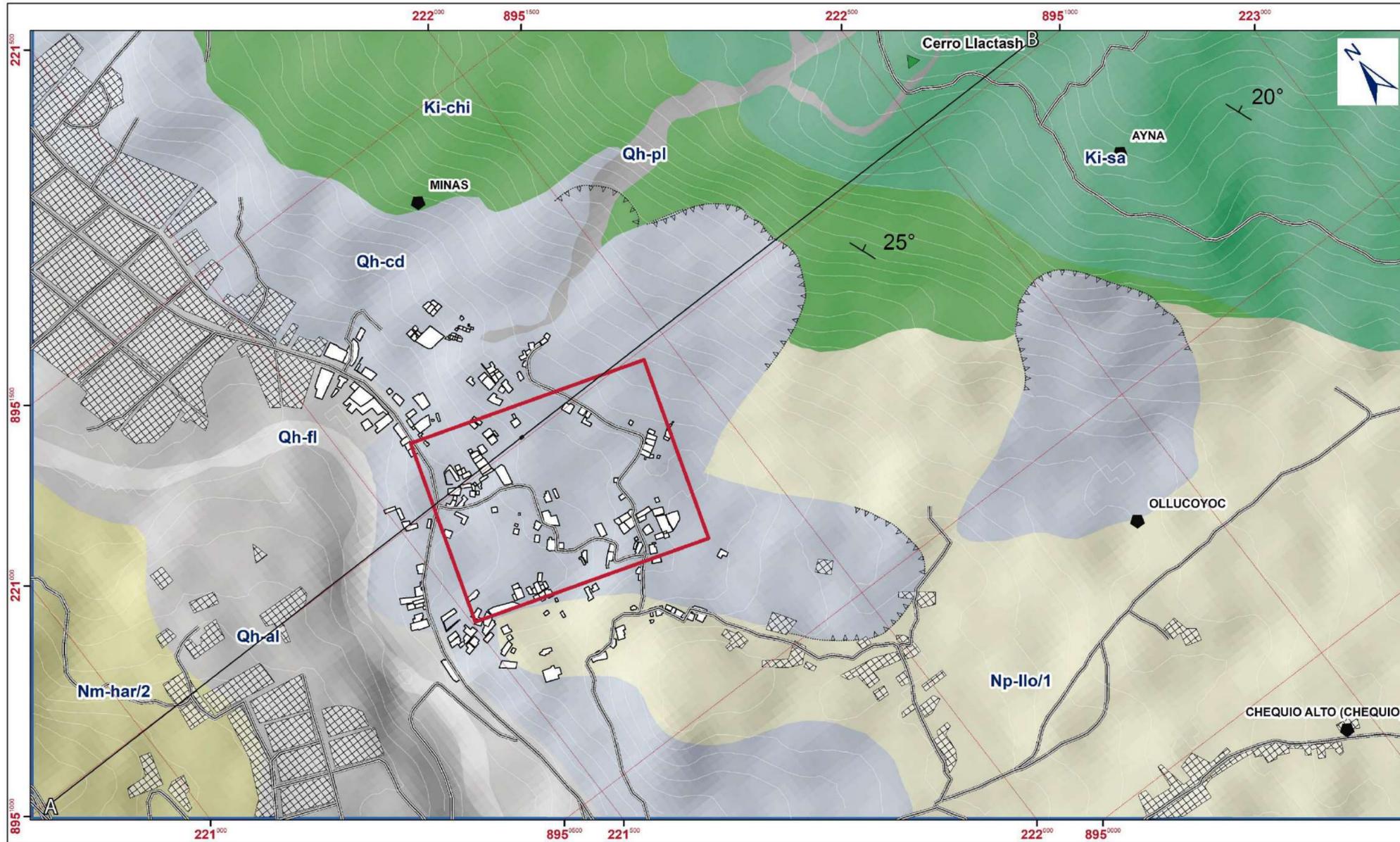

Norma Luz Sosa Senticala
Especialista en peligros geológicos
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico


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

8. BIBLIOGRAFÍA

- Cruden, D.M. & Varnes, D.J. (1996) - Landslide types and processes, en Turner, K., y Schuster, R.L., ed., Landslides investigation and mitigation: Washintong D. C, National Academy Press, Transportati3n researchs board Special Report 247, p. 36-75.
- Davila y Celi (1994) – INGEMMET. Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica; n° 12, Estudio Geodinámico de la Cuenca del río Huaura – Huaral, <https://hdl.handle.net/20.500.12544/267>
- Fuente de Datos Meteorológicos y Pronostico del tiempo del Servicio de Awhere. (2021). Disponible en: <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history/field/7508240>.
- Mejía Fernández (1998) – Hidrología e hidráulica, manual para el control de la erosión Manizales Colombia 1998. P 111-112
- Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007) - Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas. Santiago: Servicio Nacional de Geología y Minería, 432 p., Publicación Geológica Multinacional, 4. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2830>
- Valdivia y Latorre (2003) Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Abancay (28-q)- Escala 1:50 000 <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2166>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (2010a) – Guía climática turística (en línea). Lima: SENAMHI, 216 p. (consulta: 03 junio 2015). Disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=descarga-datos-hidrometeorologicos>.
- Suárez, J. (1996) - Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales. Bucaramanga: Instituto de Investigación sobre Erosión y Deslizamientos, 282 p.
- Varnes, J. (1978) - Slope movements types and processes. In: SCHUSTER, L. & KRIZEK, J. Ed, Landslides analysis and control. Washington D.C. National Academy Press Transportation Research Board Special Report 176, p.
- Villacorta, S.; Peña, F.; Jaimes, F.; Sosa, N.; Condori, E., et al. (2019). Evaluación integral de la cuenca del río Mariño (Abancay, Apurímac) para la prevención de desastres de origen geológico y geohidrológico. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 71, 175 p., 5 mapas. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2409>

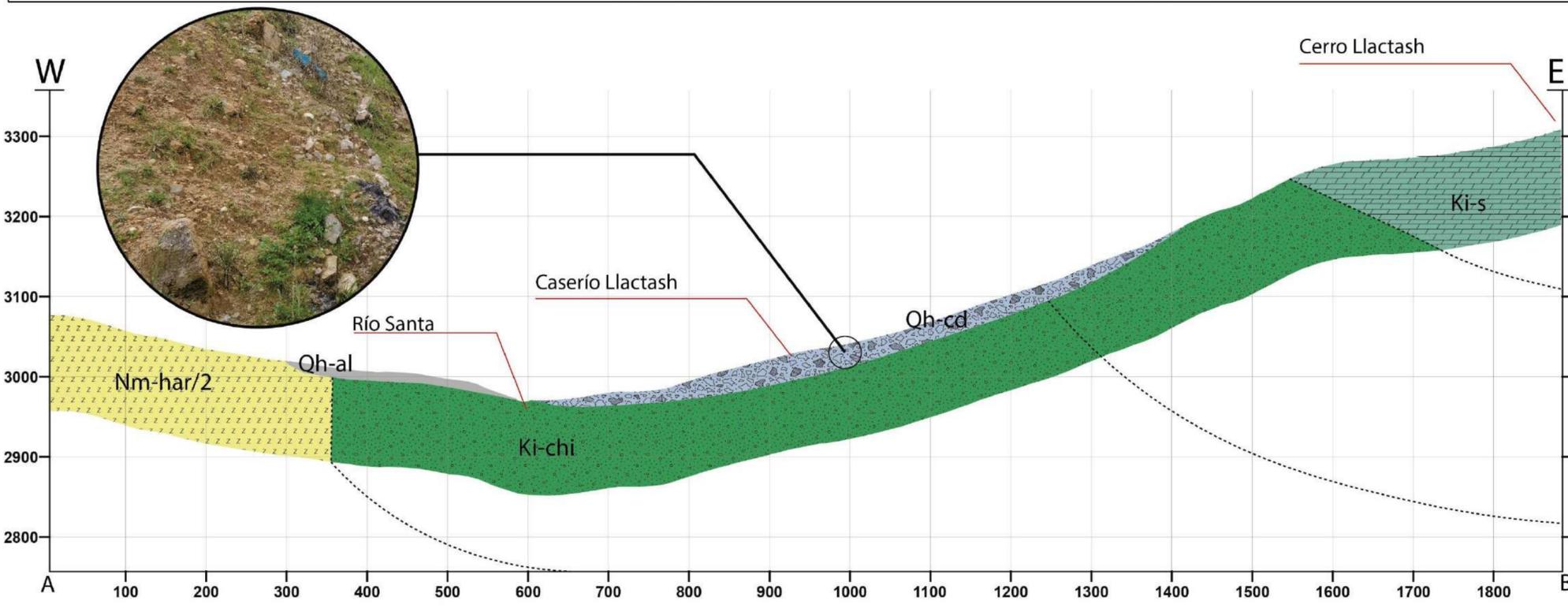
ANEXO 1: MAPAS



LEYENDA

Litoestratigrafía	
	Depósitos Proluviales - Conformados por procesos de arraste de sedimentos en cárcavas.
	Depósitos Fluviales - Conformados por bloques, gravas y arenas redondeadas (Río Santa).
	Depósitos Aluviales - Conformados por procesos de dinámica fluvial - terrazas altas.
	Depósitos Coluvio-Deluviales - Inconsolidados formados por la erosión y transporte por movimientos en masa y deluviales (esta es la principal unidad inestable en el área de estudio).
Rocas Volcánicas	
	Centro Volcánico Huicnoc Alto Ruri - Formación compuesta por dos volcanes superpuestos y erosionados, donde se observan flujos piroclásticos de cenizas blanquesinas y secuencias de flujos de lavas andecíticas grises.
	Formación Lloclla - Estratos consolidados de depósitos fluvio-glaciares con clastos volcánicos.
	Formación Chimú - Areniscas cuarzosas en capas gruesas intercaladas con limoarcillitas.
	Formación Santa - Calizas y arcillitas calcáreas con nódulos (alto grado de fract. y Met.).

SIMBOLOGÍA					
	Área de elaboración de mapas		Curvas de Nivel (10 m)		Buzamiento
	Área de estudio (Caserío Llactash)		Vías carrozables		Dirección del río Santa
	Catastro general del departamento de Ancash		Cerro Llactash		Corona de deslizamiento antiguo
	Viviendas Caserío Llactash		Centros poblados		Perfil



INGEMMET

 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

DIRECCIÓN DE GEOLÓGIA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

 ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL

 DEPARTAMENTO ANCASH

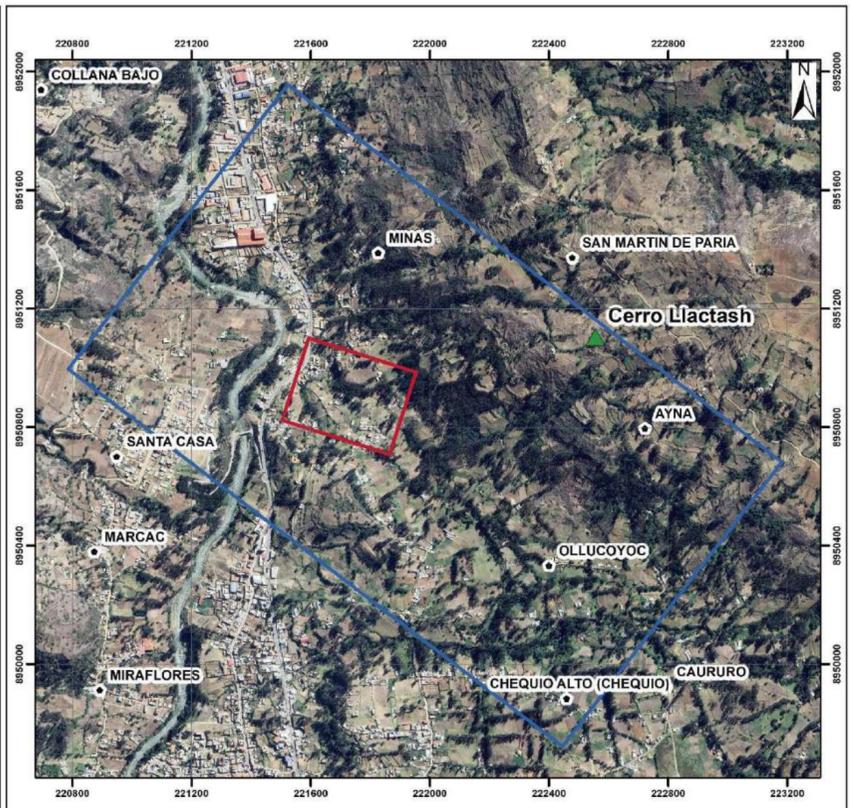
 PROVINCIA HUARAZ

 DISTRITO INDEPENDENCIA

GEOLÓGIA EN EL CASERÍO DE LLACTASH Y ALREDEDORES

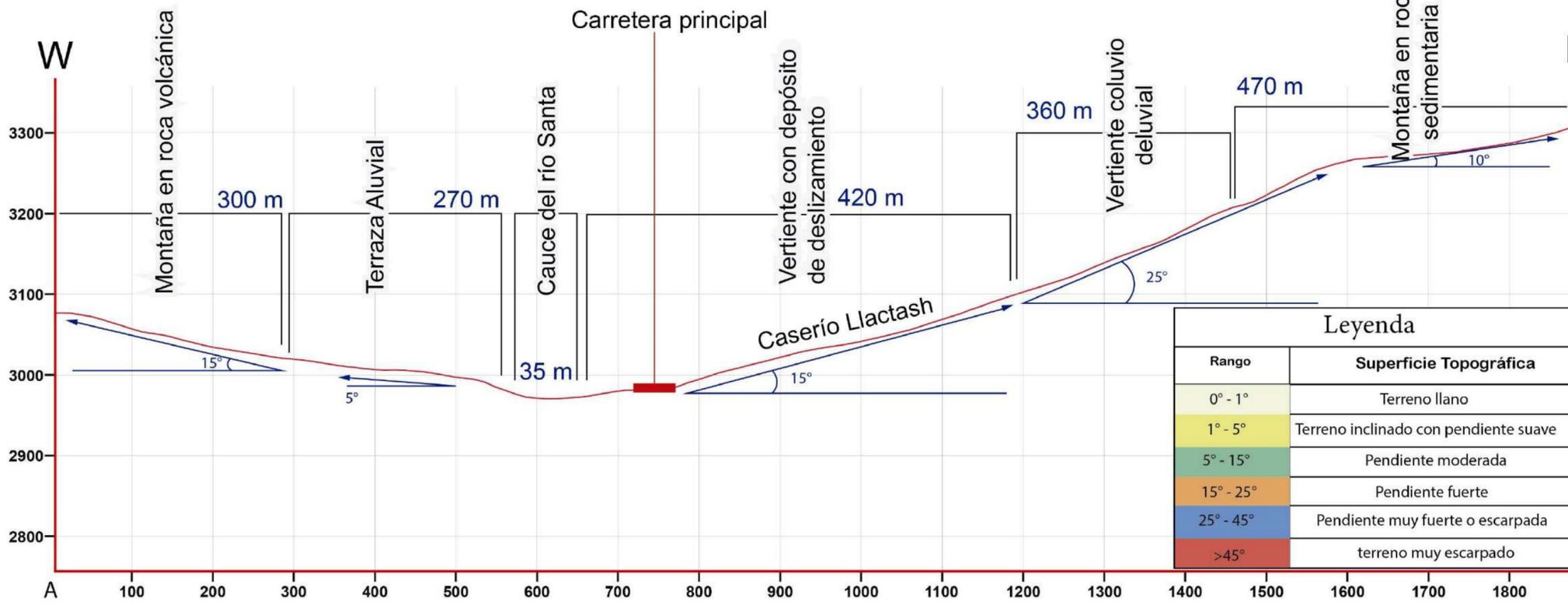
Escala: 1/5200 escala de impresión A2	Elaborado por: G.Luna	MAPA 01
Proyección: UTM Zona 18 Sur	Datum: WGS 84	
Versión digital 2023	Impreso: 2023	

* El mapa fue elaborado con información base del cuadrangulo de Carhuaz (1: 50 000), hoja 19 h-II, consultable en <https://geocatmin.ingemmet.gob.pe/geocatmin/>



SIMBOLOGÍA

	Área de elaboración de mapas		Curvas de Nivel (10 m)		Buzamiento
	Área de estudio (Caserío Llactash)		Vías carrozables		Dirección del río Santa
	Catastro general del departamento de Ancash		Cerro Llactash		Corona de deslizamiento antiguo
	Viviendas Caserío Llactash		Centros poblados		Perfil



Leyenda

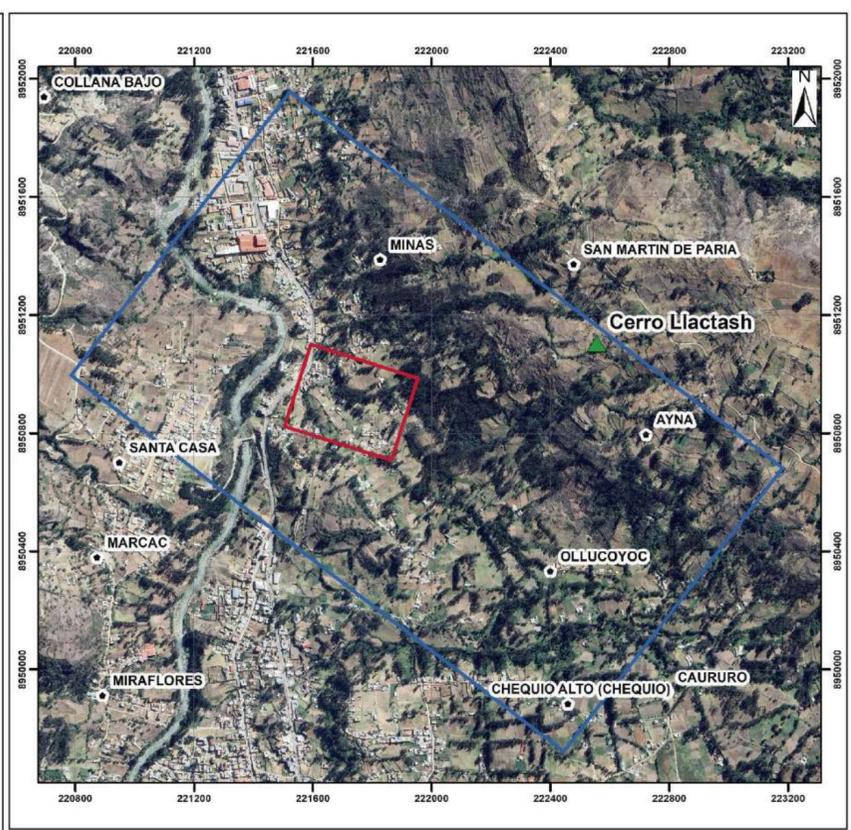
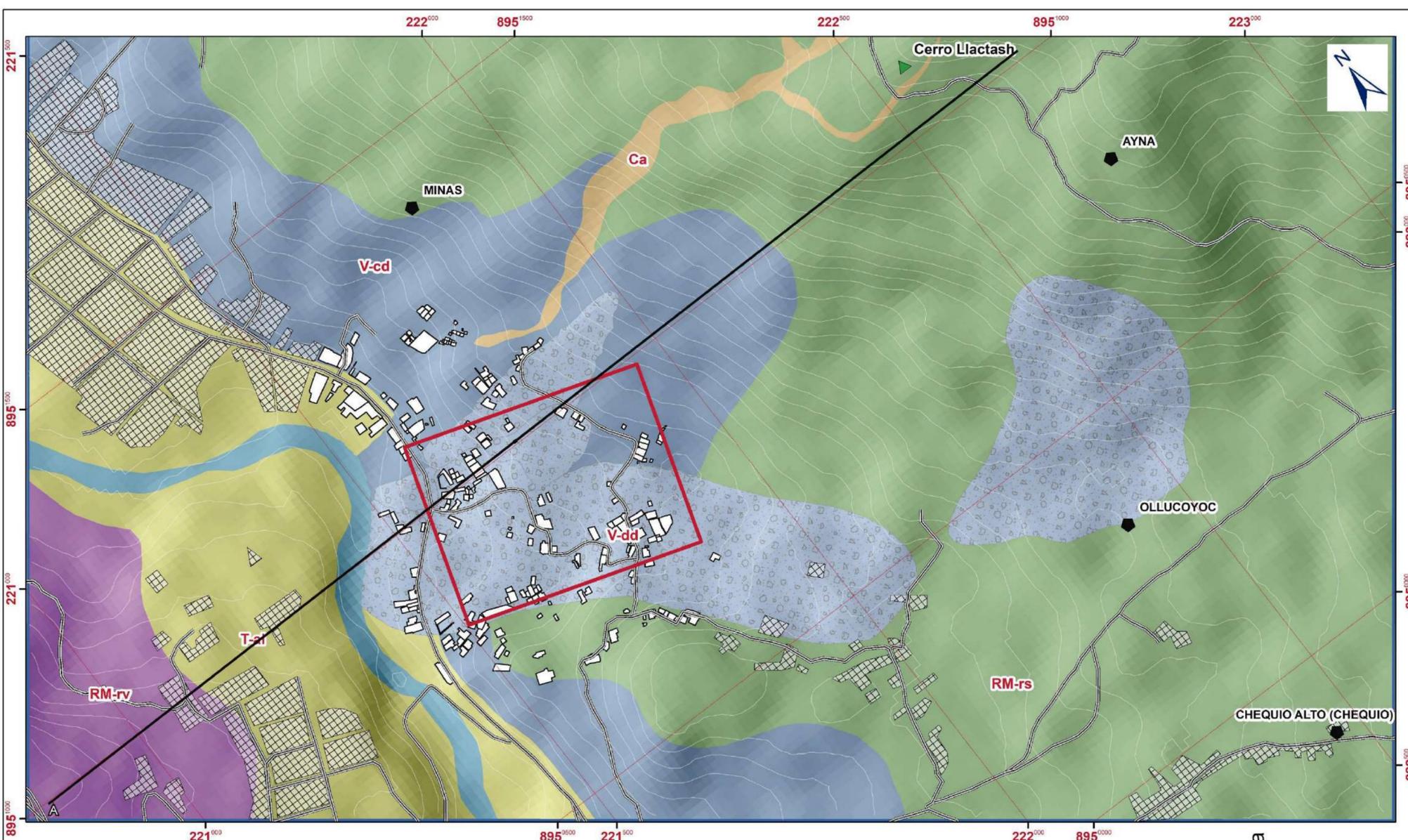
Rango	Superficie Topográfica
0° - 1°	Terreno llano
1° - 5°	Terreno inclinado con pendiente suave
5° - 15°	Pendiente moderada
15° - 25°	Pendiente fuerte
25° - 45°	Pendiente muy fuerte o escarpada
>45°	terreno muy escarpado

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO
DIRECCIÓN DE GEOLÓGIA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO
 ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL
 DEPARTAMENTO ANCASH
 PROVINCIA HUARAZ
 DISTRITO INDEPENDENCIA

PENDIENTES DEL TERRENO EN EL CASERÍO LLACTASH Y ALREDEDORES

Escala: 1/5200 escala de impresión A2 Elaborado por: G.Luna **MAPA 02**

Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84 Versión digital 2023 Impreso: 2023

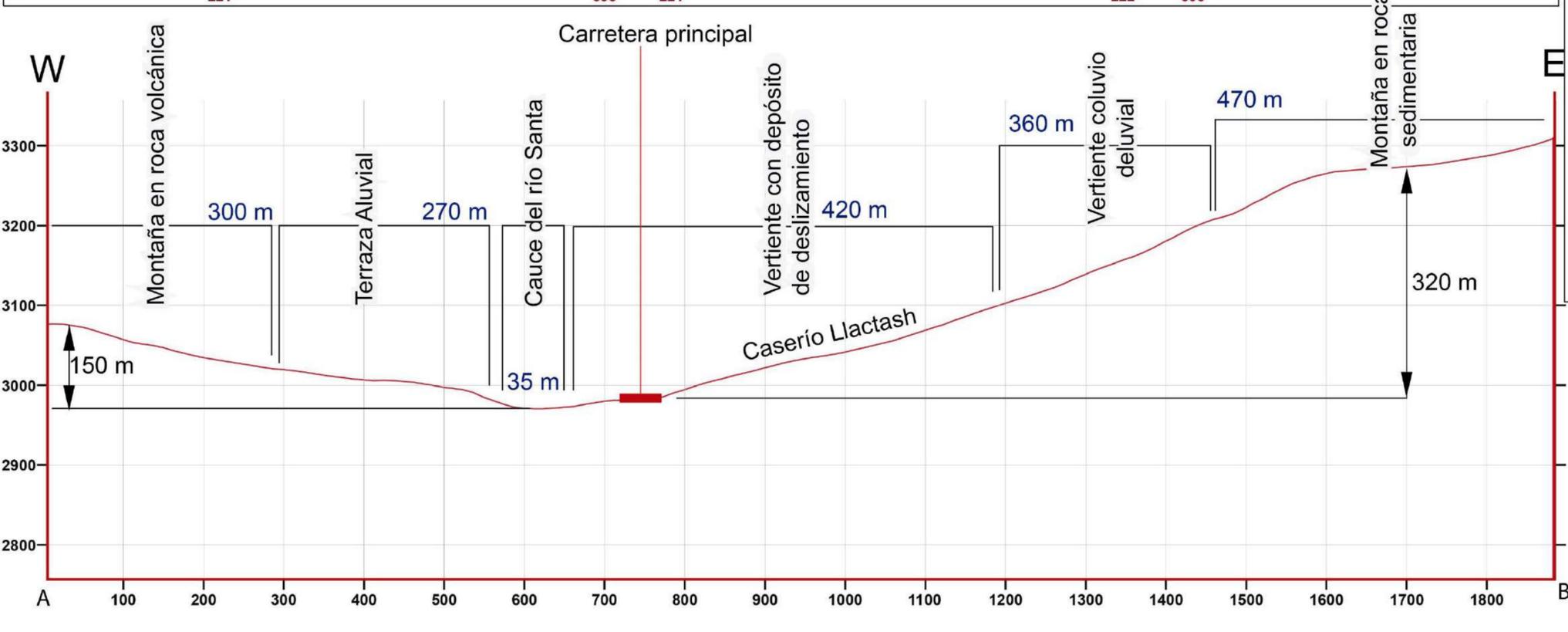


SIMBOLOGÍA

	Área de elaboración de mapas		Curvas de Nivel (10 m)		Buzamiento
	Área de estudio (Caserío Llactash)		Vías carrozables		Dirección del río Santa
	Catastro general del departamento de Ancash		Cerro Llactash		Corona de deslizamiento antiguo
	Viviendas Caserío Llactash		Centros poblados		Perfil

LEYENDA

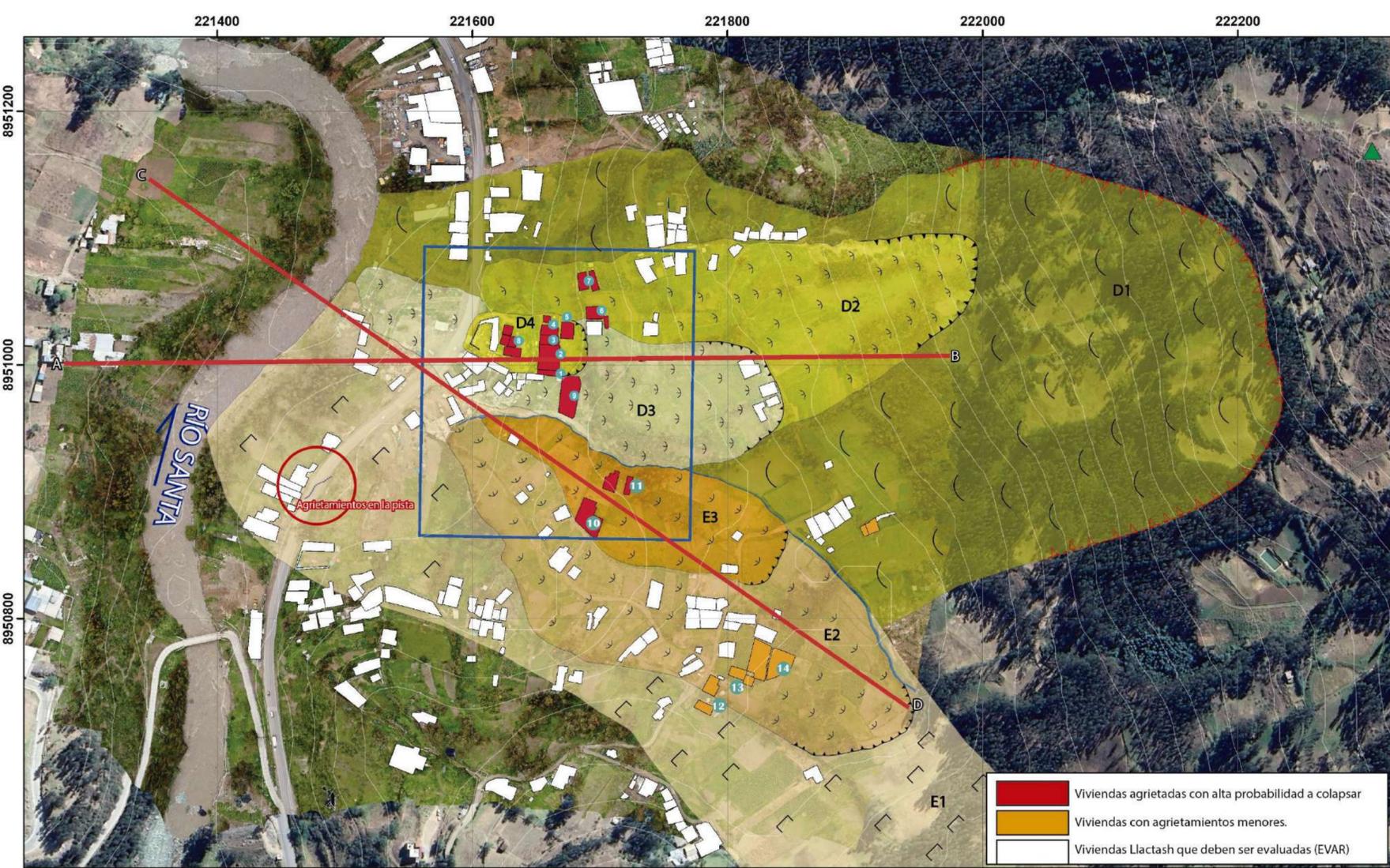
	RM-rs	Montaña en roca sedimentaria (susceptible a movimientos en masa como caídas).
	RM-rv	Montaña en roca volcánica (susceptible a movimientos en masa como caídas).
	T-al	Terraza aluvial (susceptible a procesos de erosión y socavamientos del río).
	V-cd	Vertiente coluvio-deluvial (susceptible a deslizamientos y reptación de suelos).
	V-dd	Vertiente con depósito de deslizamiento (susceptible a deslizamientos).
	Ca	Cárcavas (susceptible a procesos de transporte de sedimentos por lluvias/flujo).
		Cauce del río (susceptible a crecidas y provocar erosión en las margenes del río).



SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO
DIRECCIÓN DE GEOLÓGIA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO
 ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL
 DEPARTAMENTO ANCASH
 PROVINCIA HUARAZ
 DISTRITO INDEPENDENCIA

GEOMORFOLOGÍA EN EL CASERÍO DE LLACTASH Y ALREDEDORES.

Escala: 1/5200 escala de impresión A2 Elaborado por: G.Luna **MAPA 03**
 Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84 Impreso: 2023
 Versión digital 2023



- Viviendas agrietadas con alta probabilidad a colapsar
- Viviendas con agrietamientos menores.
- Viviendas Lactash que deben ser evaluadas (EVAR)



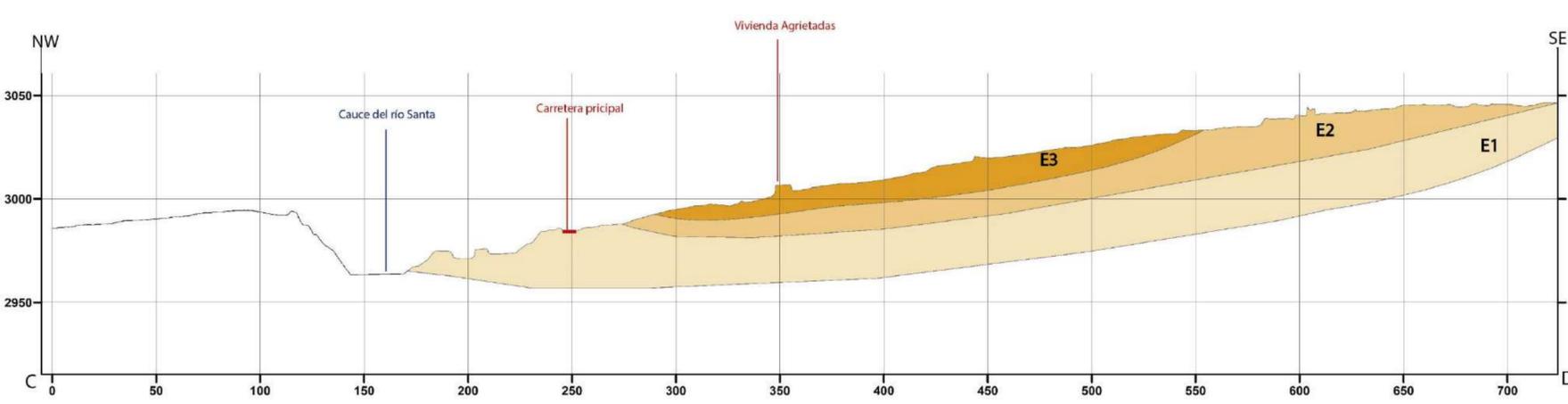
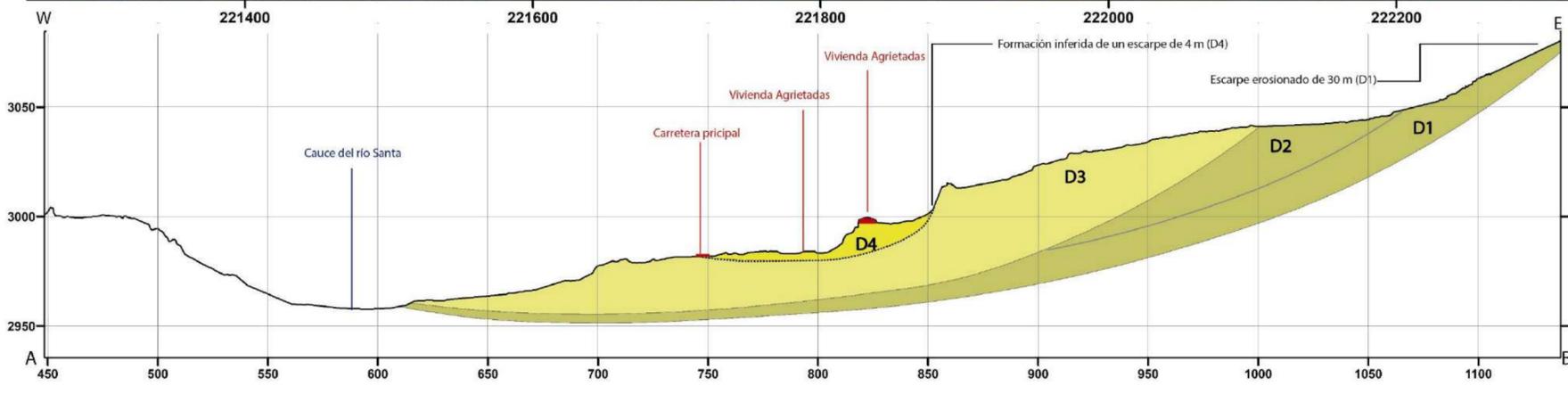
- ### SIMBOLOGÍA
- Área de elaboración de mapas
 - Área de estudio (Casero Lactash)
 - Catastro general del departamento de Ancash
 - Viviendas Casero Lactash
 - Curvas de Nivel (10 m)
 - Vías carrozables
 - Cerro Lactash
 - Centros poblados
 - Perfiles
 - Registro fotográfico

LEYENDA DE PELIGROS GEOLÓGICOS

Movimientos en Masa		Reptación de suelos
Deslizamiento		
Rotacional		Activo
Traslacional		Activo
		Activo
		Activo

SIMBOLOGÍA DE PELIGROS GEOLÓGICOS

-
-
-
-
-



INGEMMET
 INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO
DIRECCIÓN DE GEOLÓGIA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO
ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL
 DEPARTAMENTO ANCASH
 PROVINCIA HUARAZ
 DISTRITO INDEPENDENCIA
PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA
EN EL CASERIO LLACTASH.

Escala: 1/5200 escala de impresión A2 Elaborado por: G.Luna **MAPA 04**
 Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84 Impreso: 2023
 Versión digital 2023

