



PERÚ

Ministerio
de Energía y Minas



SECTOR ENERGÍA Y MINAS

INGEMMET

INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7739

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LOS SECTORES DE EL PINAR, PASAMAYITO Y CERRO CONDOR WAIN

Departamento: Ancash
Provincia: Huaraz
Distrito: Independencia



MARZO
2026

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN LOS SECTORES EL PINAR, PASAMAYITO Y CERRO CONDOR WAIN

Distrito Independencia, Provincia Huaraz, departamento Áncash



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

Equipo de investigación:

Norma Luz Sosa Senticala

Max Eduardo Chávez Chicoma

Referencia bibliográfica

Sosa, N. (2025). *Evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en los sectores El Pinar, Pasamayito y cerro Condor Wain*. Distrito Independencia, Provincia Huaraz, departamento Áncash. Lima: INGEMMET, Informe Técnico A7739, 69p.

CONTENIDO

RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	3
1.1. Objetivos del estudio	3
1.2. Antecedentes y trabajos anteriores	4
1.3. Aspectos generales	5
1.3.1.Ubicación	5
3.....	5
C° Condor Wain	5
1.3.2.Accesibilidad	6
1.3.3.Población	6
1.3.4.Clima	6
1.3.5.Uso de suelo	9
1.3.6.Zonificación sísmica	9
1.3.7.Fallas activas	10
2. DEFINICIONES	11
3. ASPECTOS GEOLÓGICOS	15
3.1. Unidades litoestratigráficas	15
3.1.1.Formación Lloclla	15
3.1.2.Grupo de Calipuy Centro Volcánico Huinoc - Alto Ruri	15
3.1.3.Depósitos cuaternarios	17
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	20
4.1. Pendientes del terreno	21
4.3. Subunidades geomorfológicas	26
4.3.1.Geoformas de carácter depositacional y agradacional	26
4.3.2.Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional	28
5. PELIGROS GEOLÓGICOS	30
5.1. Peligros geológicos por movimientos en masa	30
A) DESLIZAMIENTO EN EL SECTOR EL PINAR	30
- Características visuales del evento	32
- Daños por el deslizamiento	36
B) DERRUMBE-FLUJO EN EL SECTOR PASAMAYITO	38

-	Características visuales del evento	41
-	Daños por el derrumbe-flujo	42
C)	DESLIZAMIENTO EN EL CERRO CONDOR WAIN	42
-	Características visuales del evento	43
-	Daños por el deslizamiento	47
5.1.1.	Factores condicionantes.....	47
5.1.2.	Factores desencadenantes.....	48
6.	CONCLUSIONES.....	49
7.	RECOMENDACIONES.....	51
8.	BIBLIOGRAFÍA	53
ANEXO 1:	MAPAS	54
ANEXO 2:	PROPUESTAS DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O CORRECTIVAS.....	61

RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en los sectores El Pinar, Pasamayito y cerro Condor Wain del distrito de Independencia, Provincia Huaraz, departamento de Áncash. Con este trabajo, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (Ingemmet), cumple con una de sus funciones, que consiste en brindar asistencia técnica de calidad e información actualizada, confiable, oportuna y accesible en geología para los tres niveles de gobierno (distrital, regional y nacional).

En el contexto geológico, los sectores El Pinar y Pasamayito están compuestos por areniscas de color gris y beige de la Formación Lloclla. Estas rocas se encuentran moderadamente meteorizadas y medianamente fracturadas con espaciamentos muy próximos entre sí (0.10-0.02 m), con aberturas de (1.0 – 5.0 mm). En algunos sectores se evidenciaron estratos intercalados entre areniscas y limolitas. El cerro Condor Wain, está conformado por bloques de rocas...siempre es importante mencionar la litología del Volcánico Huinoc - Alto Ruri, altamente meteorizadas y fuertemente fracturadas, a través de más de 3 familias principales de discontinuidades, con espaciamiento muy próximas entre sí (0.05-0.03 m) abiertas (1.0 – 5.0 mm) y sin relleno visible.

Las unidades geomorfológicas identificadas son montañas en roca sedimentaria y volcánica con laderas de pendiente moderada a muy fuerte (15° a 45°), así como subunidades de vertiente o piedemonte coluvial, coluviodeluvial, fluvio-glaciar y aluvio-torrencial proveniente presenta terrenos con pendiente moderada a fuerte (15°- 45°). Así como las terrazas aluviales y los depósitos antrópicos que se asientan sobre pendientes suave a moderado (5° - 15°).

En el sector Pinar se identificó un deslizamiento rotacional reactivado el 16 de marzo del 2025, ; presenta una escarpa de forma elongada con una longitud de 48 m, saltos de 1.5 m a 3 m, con dirección sureste, el ancho del cuerpo está comprendido entre 14 a 25 m, la distancia entre el escarpa y pie: 51 m., el depósito presenta un volumen de 924 m², el deslizamiento generó afectaciones en la vereda de la frentera de la vivienda, tuberías de agua potable y desagüe, de continuar el avance del deslizamiento, este podría afectar a 05 viviendas, 01 poste de tendido eléctrico, 15 m de la carretera, así como árboles y vegetación de la zona, también se identificó procesos de erosión de ladera.

El sector Pasamayito presenta un derrumbe-flujo, se generó el 22 de febrero del 2025, el cual presenta una longitud de arranque de 92 m, un ancho que varía de 12 a 48 m, desnivel entre el arranque al pie del derrumbe de 72 m. Se evidenciaron bloques colgados y aislados 0.50 a 2.8 m de longitud, desnivel de arranque al pie del derrumbe de 62 m y abarca un área de 2403 m², afectó 03 viviendas, un tramo de la vía vecinal, tuberías del agua, así como árboles, con una reactivación nueva esta podría afectar 04 postes de tendido eléctrico, 05 viviendas, 30 m de tuberías de agua, así como 75 m de la vía vecinal.

En el Cerro Condor Wain se identificó un deslizamiento rotacional, el evento se inició el 05 de mayo del 2025, presenta una escarpa de forma elongada, con una longitud de 78 m,

saltos de 1.5 a 2 m, con dirección al sur, el ancho del cuerpo varía entre 10 m a 27 m., la distancia entre la escarpa y el pie: 115 m. El depósito presenta un volumen de 1767 m²., el deslizamiento afectó 80 m de la trocha carrozable y podría afectar 04 buzones de agua, 01 punto de captación, así como 35 m del canal de riego. Así mismo se observó procesos de erosión al noroeste del deslizamiento.

Los factores que condicionan a la generación de deslizamiento, derrumbe-flujo y erosión de laderas (cárcava), se atribuyen a los depósitos no consolidados pertenecientes a movimientos en masa antiguos, rocas de moderada-altamente meteorizadas y medianamente fuertemente fracturada, y montañas con pendientes moderado a muy fuerte. Como factor detonante, se tiene la ocurrencia de lluvias intensas y/o excepcionales; así como la acción antrópica (cortes de talud que desestabilizan la ladera); así como ocurrencia de sismos.

Por las condiciones expuestas en los sectores de El Pinar y Pasamayito se consideran como **Zona Crítica** y **Peligro Alto** ante la generación de deslizamiento, derrumbe-flujo y erosión de ladera (cárcava) y el cerro Condor Wain se considera como **Peligro Alto** ante la generación de deslizamiento y procesos de erosión.

Finalmente, se recomienda a las autoridades competentes y tomadores de decisiones, implementar medidas para mitigar los peligros geológicos identificados, como: deshabitar las tres viviendas ubicadas próximas a la escarpa del deslizamiento activo; prohibir los cortes de talud para el sector El Pinar; desquinche los bloques que se encuentren colgados en la ladera; considerar la instalación de geomallas para evitar afectaciones en la vía esta para el sector Pasamayito y revestir el canal de riego, ubicado en la cabecera del deslizamiento; realizar el mantenimiento de tuberías y de la trocha carrozable para el cerro Condor Wain; así mismo realizar Evaluaciones del Riesgo de Desastres (EVAR) por deslizamiento y derrumbe-flujo.

1. INTRODUCCIÓN

El Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (Ingemmet), ente técnico-científico desarrolla a través de los proyectos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR) el “Servicio de asistencia técnica en la evaluación de peligros geológicos a nivel nacional (ACT. 16)” y contribuye de esta forma con entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno mediante el reconocimiento, caracterización y diagnóstico del peligro geológico en zonas que tengan elementos vulnerables.

Por ello, en atención al Oficio N° 569-2025-MDI/A, y en el marco de las competencias de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico, se realizó la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en los sectores El Pinar, Pasamayito y cerro Condor Wain del distrito de Independencia.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet designó a la Ing. Norma Luz Sosa Senticala y el geólogo Max Chávez Chicoma para realizar la evaluación de peligros geológicos respectiva, en los sectores mencionados, los días 22 y 23 de octubre de 2025. Los trabajos de campo se realizaron en coordinación y con el apoyo de la Sub gerencia de Gestión de Riesgos de Desastres de la Municipalidad Distrital de Independencia.

La evaluación técnica se realizó en tres etapas: i) etapa de pre-campo con la recopilación de antecedentes e información geológica y geomorfológica del Ingemmet; ii) etapa de campo a través de la observación, toma de datos (sobrevuelos drone, puntos GPS y tomas fotográficas), cartografía geológica, geomorfológica y geodinámica, recopilación de información y testimonios de población local afectada; y iii) etapa de gabinete donde se realizó procesamiento de toda la información terrestre y aérea adquirida en campo, fotointerpretación de imágenes satelitales, cartografía e interpretación, elaboración de mapas, figuras temáticas y redacción del informe técnico.

Este informe se pone a consideración en la Municipalidad Distrital de Independencia de la provincia de Huaraz, así como instituciones técnico normativas del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres - Sinagerd, como el Instituto Nacional de Defensa Civil - Indeci y el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastre - Cenepred, a fin de proporcionar información técnica de la inspección, conclusiones y recomendaciones que contribuyan con la reducción del riesgo de desastres en el marco de la Ley N° 29664, y sea un instrumento técnico para la toma de decisiones.

1.1. Objetivos del estudio

El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Evaluar los peligros geológicos por movimientos en masa en los sectores El Pinar, Pasamayito y cerro Condor Wain del distrito de Independencia.

- b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes de la ocurrencia de los peligros geológicos identificados.
- c) Proponer medidas de prevención, reducción y mitigación ante los peligros geológicos evaluados en la etapa de campo.

1.2. Antecedentes y trabajos anteriores

Existen trabajos previos y publicaciones del INGEMMET, que incluyen el área de estudio correspondiente a la Costa Verde del distrito de La Perla-Callao, relacionados a temas de geología y geodinámica externa, los cuales se detallan en el cuadro 1 y se describen a continuación:

- 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, se evidencia que el sector El Pinar presenta susceptibilidad media y los sectores de Pasamayito y el cerro Condor Wain presentan susceptibilidad 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) Boletín N° 76, Serie A, Carta Geológica Nacional: “Geología de los cuadrángulos de Huaraz, Recuay, La Unión, Chiquian, y Yanahuanca” (Cobbing, et al., 1996). En este boletín se describen las unidades litoestratigráficas aflorantes para el cerro Cónдор Wain y alrededores que corresponde principalmente a estratos volcánicos variados de rocas piroclásticas gruesas de composición andesítica y abundantes lavas andesíticas e ignimbritas dacíticas del Grupo Calipuy.
- C) Boletín N°39, Serie D, Estudios Regionales: “Geocronología y geoquímica del Batolito de la Costa entre 9° 30' y 10° 30' S”, (Ccallo, et al., 2023). Se describe rocas volcánicas del Grupo Casma del Cretácico y Centros volcánicos Huicnoc Alto Ruri,

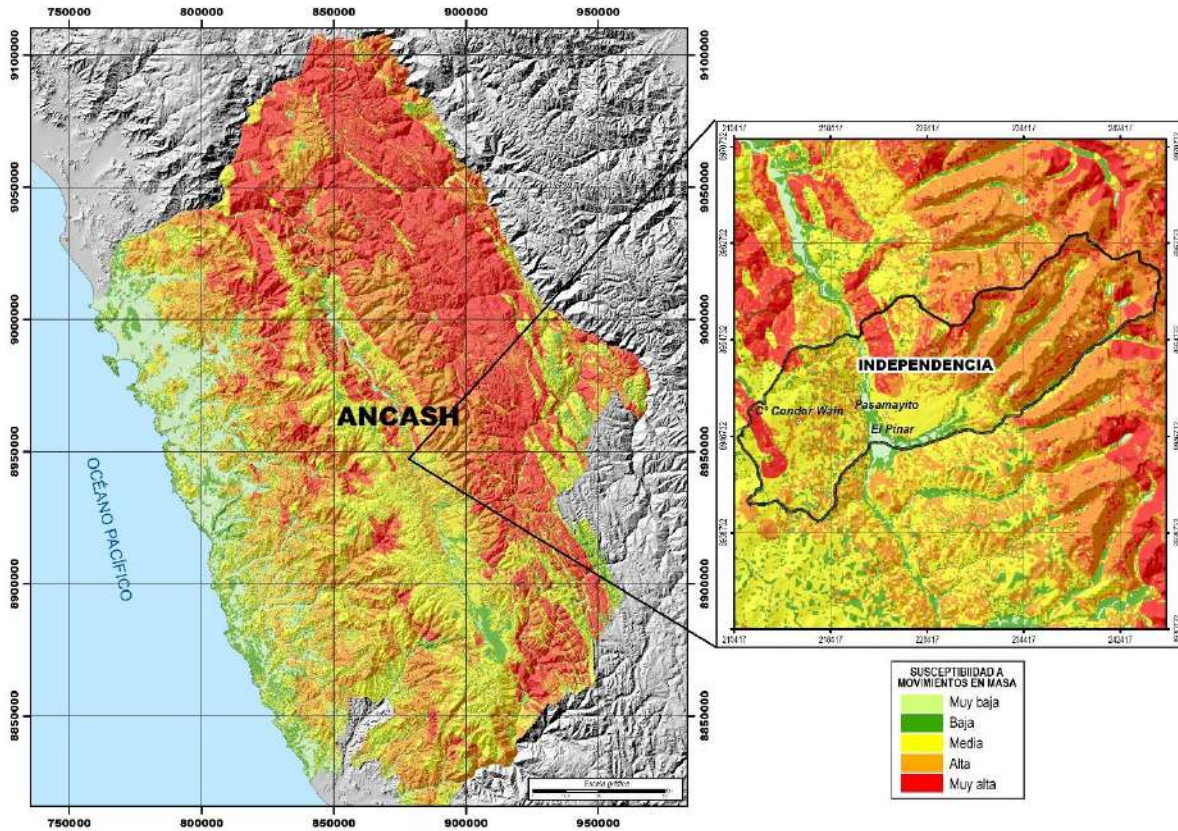


Figura 1. Susceptibilidad por movimientos en masa de las áreas de estudio y alrededores (Zavala *et al.*, 2009).

1.3. Aspectos generales

1.3.1. Ubicación

Los sectores El Pinar, Pasamayito y cerro Condor Wain, políticamente pertenecen al distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Áncash (figura 2).

Las coordenadas UTM (WGS84-Zona 18s) del área de estudio se muestran en el cuadro 1.

Cuadro 1. Coordenadas de las áreas en evaluación

Vértice	Sector	UTM - WGS84 - Zona 18L		Geográficas	
		Este	Norte	Latitud	Longitud
1	El Pinar	223537	8946513	-9.521265°	-7.518123°
2	Pasamayito	223080	8948543	-9.502882°	-7.522230°
3	C° Condor Wain	215569	8947927	-9.507939°	-7.590635°

1.3.2. Accesibilidad

El acceso a los sectores El Pinar, Pasamayito y cerro Condor Wain, se realiza mediante la red vial (Cuadro 2) desde la sede central del Ingemmet (distrito de San Borja).

Cuadro 2. Rutas y accesos a las áreas evaluadas.

Ruta	Tipo de vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Lima – Conococha -Huaraz	Asfaltada	422.3	8h y 15 min
Huaraz – distrito de Independencia	Asfaltada	1.8	12 min
distrito de Independencia – El Pinar	Asfaltada	2.3	8 min
distrito de Independencia - Pasamayito	Asfaltada	2.6	12 min
distrito de Independencia – Cerro Condor Wain	Asfaltada/Trocha carrozable	15.5	43 min

1.3.3. Población

Según el Censo Nacional 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas, el distrito de Independencia presenta una población censada de 76088 habitantes (cuadro 3) distribuidos en un total de 25147 viviendas. (Fuente: https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1541/index.htm).

Cuadro 3. Población censada en el distrito de Independencia.

Distrito	Población censada		
	Total	Hombre	Mujer
Independencia	76088	36 630	39 458
	Viviendas particulares		
	Total	Ocupadas	Desocupadas
	25 147	22 829	2 318

1.3.4. Clima

Según la clasificación climática de Thornthwaite (SENAMHI, 2020), el distrito de Independencia es muy variado, caracterizado especialmente por tener un clima templado y seco en el día y tomándose frío en las noches.

Localmente, de acuerdo con la clasificación, los sectores El Pinar, Pasamayito y cerro Condor Wain y alrededores está influenciado por un clima semicalido-semiseco, caracterizado por una deficiencia de lluvias en otoño, invierno y primavera, con humedad relativa de 65% a 84% 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 raster y de satélite), la precipitación máxima registrada en el periodo 2022-2024 fue de 32.6 mm, (figura 3). Cabe recalcar que las lluvias son de carácter estacional, es decir, se distribuyen muy irregularmente a lo largo del año, produciéndose generalmente de diciembre a marzo.

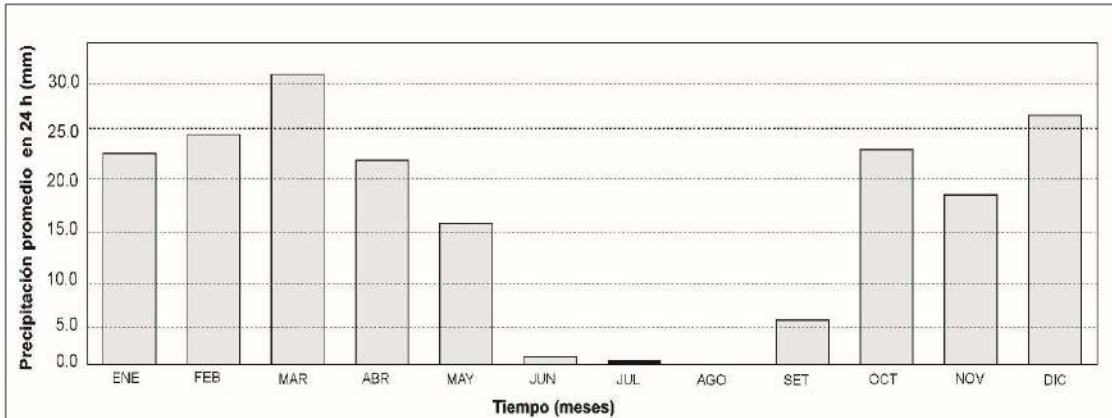


Figura 3. Precipitación promedio anual (periodo 2022-2024), distribuidas a lo largo del año para la estación Recuay. Fuente: SENAMHI

La temperatura anual oscila entre un máximo de 22° C en verano y un mínimo de 8° C en invierno (figura 4).

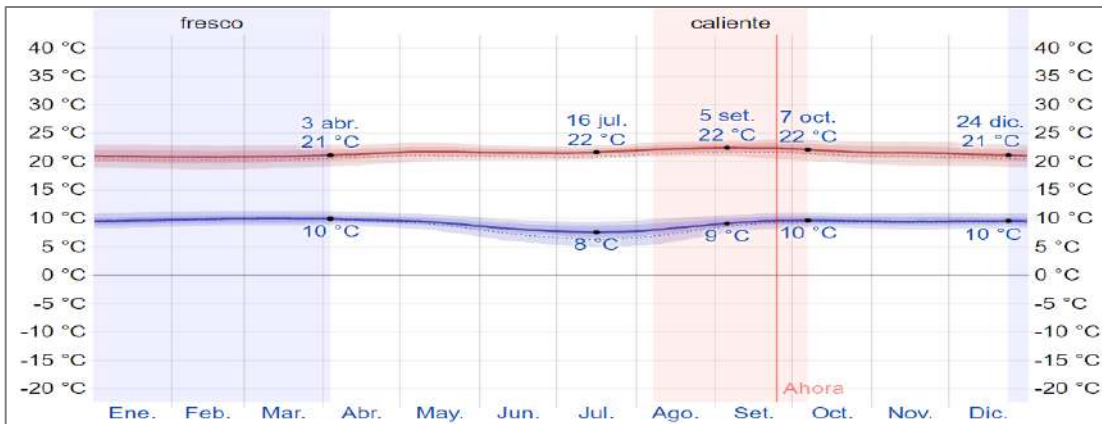


Figura 4. Temperaturas máximas (línea roja) y mínimas diarias (línea azul), promedio diario, para el distrito de Independencia. Fuente: Weather Spark, 2024.

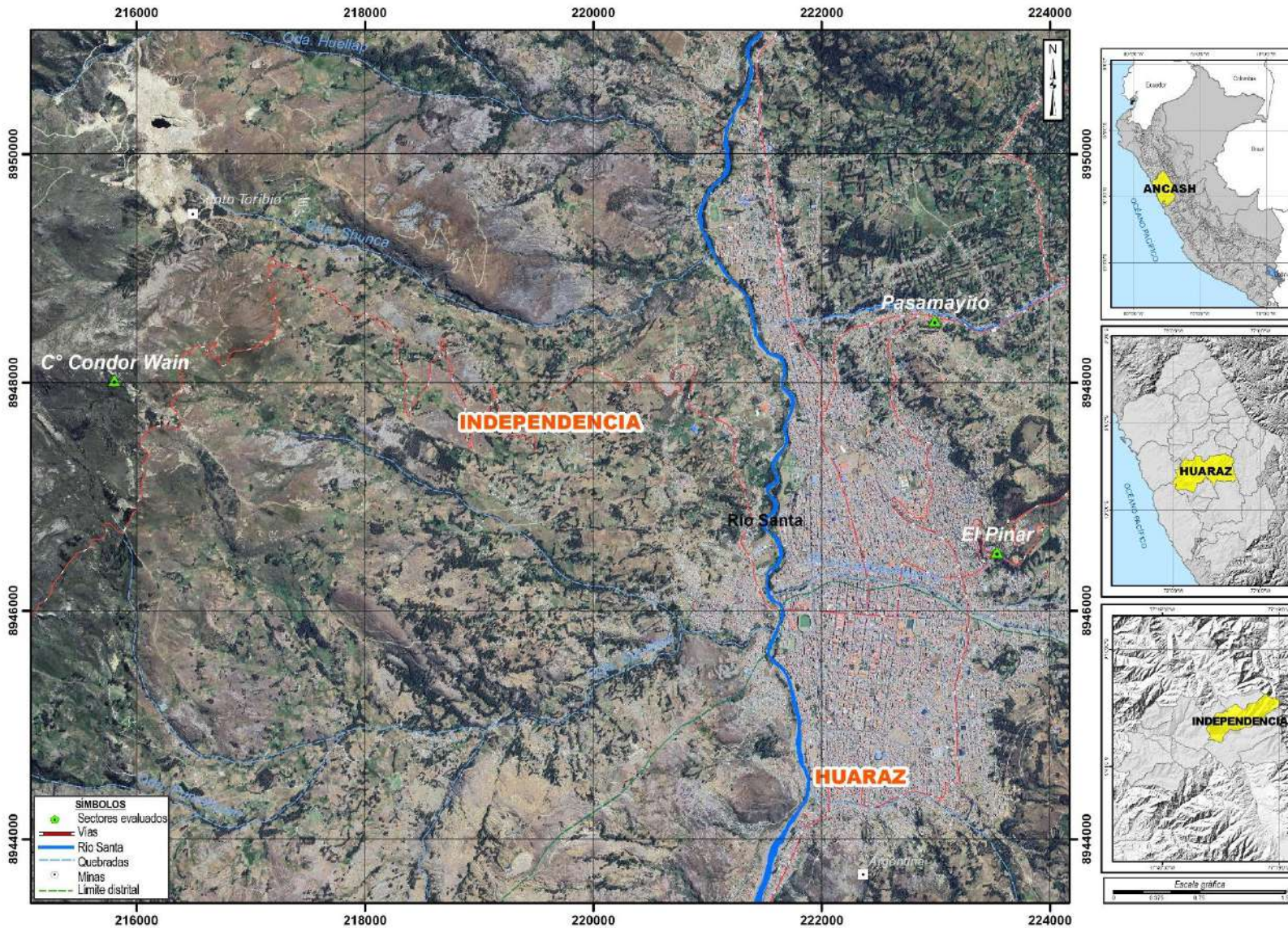


Figura 2. Ubicación de los sectores El Pinar, Pasamayito y cerro Condor Wain, distrito de Independencia.

1.3.5. Uso de suelo

En relación al uso del suelo, la ladera en los sectores el Pinar y Pasamayito, presenta pendiente moderada no adecuada para habilitación urbana. (fotografía 1)



Fotografía 1. Construcción de viviendas de material noble, con construcciones de hasta 4 pisos en el sector Pasamayito.

1.3.6. Zonificación sísmica

Tomando como referencia, los niveles de zonificación sísmica en el Perú, el área de estudio se ubica en la Zona 3 (sismicidad alta) figura 4, localizada principalmente en la margen occidental de la Cordillera de los Andes, determinándose aceleraciones de 0.35 g (cuadro 4 y figura 5). La zonificación propuesta, se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y atenuación de estos con la distancia epicentral, así como la información neotectónica. A cada zona se asigna un factor Z según se indica en el cuadro 4.

Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad (DS N° 003-2016-VIVIENDA).

Cuadro 4. Factores de zona Z

Zona	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

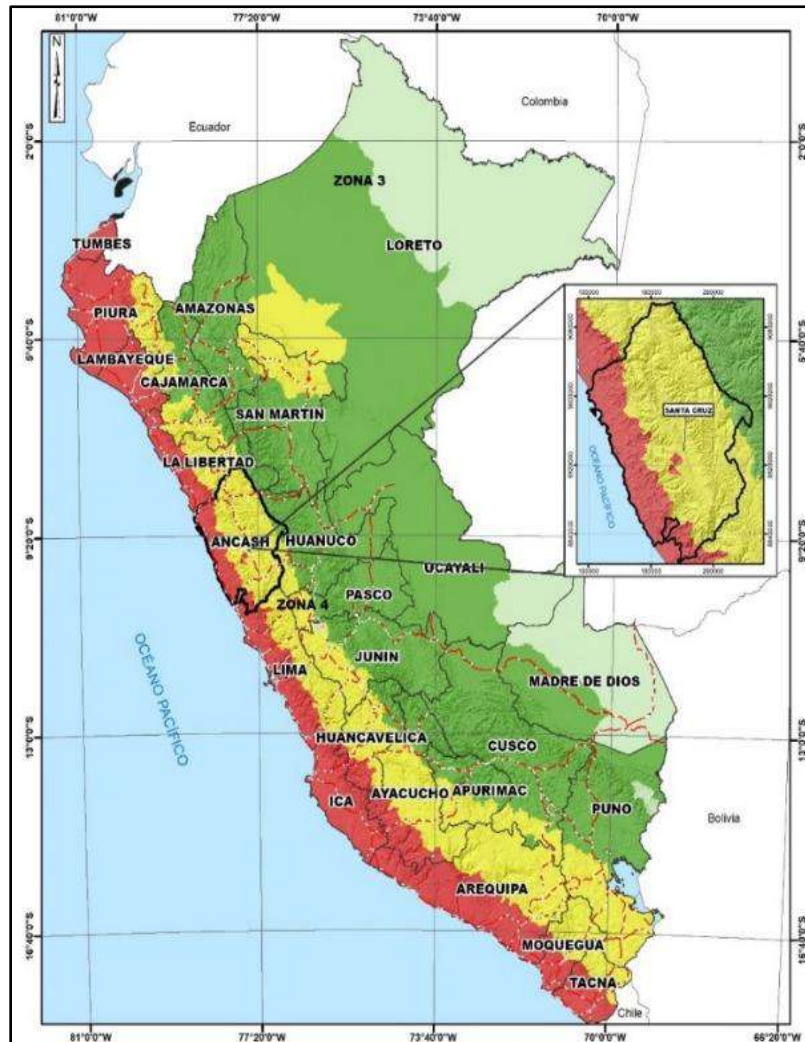


Figura 5. Zonificación sísmica del Perú.

Fuente: Norma sismorresistente NTE 030 del MVCS (2016).

1.3.7. Fallas activas

El cerro Condor Wain se ubica al noroeste ubica a 18.8 km al noreste está confusa la frase , de la falla de la Cordillera Blanca, que es de tipo normal, el cual está cortando depósitos glaciares de la zona. Sus movimientos son normales a ligeramente sinestrales. El sistema de fallas tiene una longitud de 190 km y cada una de las fallas que la conforman no tiene más de 8 km. Los saltos verificables son variables y están comprendidos entre 1 y 50 m. (figura 6).

se encuentran en movimiento; y el tercero indica la manera como los diferentes movimientos dentro de la masa contribuyen al movimiento total. El estado de actividad de un movimiento en masa puede ser: activo, reactivado, suspendido, inactivo latente, inactivo abandonado, inactivo estabilizado e inactivo relicto (WP/WLI, 1993).

- **Movimiento en masa activo:** Movimiento en masa que actualmente se está moviendo, bien sea de manera continua o intermitente.
- **Movimiento en masa reactivado:** Movimiento en masa que presenta alguna actividad después de haber permanecido estable o sin movimiento por algún periodo de tiempo.
- **Movimiento en masa suspendido:** Movimiento en masa que se desplazó durante el último ciclo anual de las estaciones climáticas, pero que en el momento no presenta movimiento (Varnes, 1978).
- **Movimiento en masa antiguo:** 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).

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

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

Caída: Movimiento en masa en el cual uno o varios bloques de suelo o roca se desprenden de una ladera. El material se desplaza por el aire, golpeando, rebotando o rodando (Varnes, 1978). Se clasifican en caídas de rocas, suelos y derrumbes.

Caída de rocas: Tipo de caída producido cuando se separa una masa o fragmento de roca y el desplazamiento es a través del aire o caída libre, a saltos o rodando.

Cárcava: Tipo de erosión concentrada en surcos que se forma por el escurrimiento de las aguas sobre la superficie de las laderas.

Condicionante: Se refiere a todos aquellos factores naturales o antrópicos que condicionan o contribuyen a la inestabilidad de una ladera o talud, pero que no constituyen el evento detonante del movimiento.

Derrumbe: Desplome de una masa de roca, suelo o ambos por gravedad, sin presentar una superficie o plano definido de ruptura, y más bien una zona irregular. Se producen por lluvias intensas, erosión fluvial; rocas muy meteorizadas y fracturadas.

Deslizamiento: Movimiento ladera abajo de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla (Cruden y Varnes, 1996). Según la forma de la superficie de falla se clasifican en traslacionales (superficie de falla plana u ondulada) y rotacionales (superficie de falla curva y cóncava).

Deslizamiento rotacional: Tipo de deslizamiento en el cual la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla curva y cóncava. Los deslizamientos rotacionales muestran una morfología distintiva caracterizada por un escarpe principal pronunciado y, un contrapendiente de la superficie de la cabeza del deslizamiento hacia el escarpe principal.

Detonante (sin.: disparador, desencadenante, gatillante): 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 y la sobrecarga de una ladera.

Erosión: Parte del proceso denudativo de la superficie terrestre que consiste del arranque y transporte de material de suelo o roca por un agente natural como el agua, el viento y el hielo, o por el hombre. De acuerdo con el agente, la erosión se puede clasificar en eólica, fluvial, glaciario, marina y pluvial. Por su aporte, de acuerdo a las formas dejadas en el terreno afectado se clasifica como erosión en surcos, erosión en cárcavas y erosión laminar.

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 o 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.

Factor condicionante: Se refiere al factor natural o antrópico que condiciona o contribuye a la inestabilidad de una ladera o talud, pero que no constituye el evento detonante del movimiento.

Factor detonante: Acción o evento natural o antrópico, que es la causa directa e inmediata de un movimiento en masa. Entre ellos pueden estar, por ejemplo, los terremotos, la lluvia, la excavación del pie de una ladera, la sobrecarga de una ladera, entre otros.

Falla activa: Importantes fuentes sismogénicas originadas en continente, estas estructuras son capaces de generar sismos con magnitudes de hasta 7 Mw. A diferencia de los sismos originados por la subducción de la placa de Nazca por debajo de la placa Sudamericana, las fallas geológicas activas presentan sismicidad superficial, es decir, tienen epicentros superficiales (<30 km aprox.), característica que hace de estas estructuras geológicas, sean muy peligrosas ante posibles reactivaciones, que pueden producir fenómenos de movimientos en masa y licuefacción de suelos.

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.

Flujo: Movimiento en masa que durante su desplazamiento exhibe un comportamiento semejante al de un fluido; puede ser rápido o lento, saturado o seco. En muchos casos se originan a partir de otro tipo de movimiento, ya sea un deslizamiento o una caída (Varnes, 1978). Existen tipos de flujos como flujos de lodo, flujos de detritos (huaicos), avalanchas de rocas y detritos, crecida de detritos, flujos secos y lahares (por actividad volcánica).

Flujo de detritos (huaico): Flujo con predominancia mayor de 50% de material grueso (bloques, gravas), sobre los finos, que transcurre principalmente confinado a lo largo de un canal o cauce con pendiente pronunciada.

Formación geológica: Es una unidad litoestratigráfica formal que define cuerpos de rocas caracterizados por sus propiedades litológicas comunes (composición y estructura) que las diferencian de las adyacentes.

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

Movimientos en masa: Son procesos que incluyen todos aquellos movimientos ladera abajo, de una masa de rocas o suelos por efectos de la gravedad. En el territorio peruano, los tipos más frecuentes corresponden a caídas, deslizamientos, flujos, reptación de suelos, entre otros.

Peligro geológico: Es un proceso o fenómeno geológico que podría ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales.

Susceptibilidad: Propensión que tiene una determinada zona a ser afectada por un determinado proceso geológico, expresado en grados cualitativos y relativos. Los factores que controlan o condicionan la ocurrencia de los procesos geodinámicos son intrínsecos (la geometría del terreno, la resistencia de los materiales, los estados de esfuerzo, el drenaje superficial y subterráneo, y el tipo de cobertura del terreno) y los detonantes o disparadores de estos eventos son la sismicidad y la precipitación pluvial.

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

Zona crítica: Zona o área con peligros potenciales de acuerdo a la vulnerabilidad asociada (infraestructura y centros poblados), que muestran una recurrencia, en algunos casos, entre periódica y excepcional. Pueden presentarse durante la ocurrencia de lluvias excepcionales y puede ser necesario considerarlas dentro de los planes o políticas nacionales, regionales y/o locales sobre prevención y atención de desastres.

3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

El análisis geológico, se desarrolló en base a la revisión y actualización del Cuadrángulo de Huaraz (20-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, así como la Geología de los cuadrángulos de Huaraz, Recuay, La Unión, Chiquián y Yanahuanca. Hojas: 20-h, 20-i, 20-j, 21-i, 21-j – [Boletín A 76] ,complementándose con trabajos de fotointerpretación de imágenes satelitales, y observaciones en campo, con lo que finalmente se elaboró el mapa geológico.

3.1. Unidades litoestratigráficas

Las unidades litoestratigráficas identificadas durante los trabajos de campo en los sectores El Pinar, Pasamayito corresponden a la Formación Lloclla y el cerro Condor Wain es del Grupo Calipuy (Centro volcánico Huicnoc-Alto Ruri), así como depósitos cuaternarios (**Mapa 1, Anexo 1**).

3.1.1. Formación Lloclla

Esta unidad litoestratigráfica fue definida por Bonnot (1984) en la quebrada Llaca al sur de Huaraz, en la margen derecha del valle del río Santa (hoja 20i4). Estratigráficamente descansa de manera discordante, sobre los volcánicos Calipuy (Eoceno- Mioceno). Litológicamente están compuestos de clastos de conglomerados redondeados a subredondeados de naturaleza granítica, areniscas metamórficas, volcánicos y lutitas negras que se ordenan en secuencias granocrecientes, materiales que presentan una imbricación de clastos y laminaciones oblicuas, limolitas de laminación horizontal y delgados niveles de calizas lacustres.

Para la zona de estudio se identificaron areniscas de color gris y beige, de resistencia alta (más de 4 golpes del martillo de geólogo), con espaciamentos muy próximas entre sí (0.10-0.02 m), y abiertas (1.0 – 5.0 mm) (figura 7). Geotécnicamente estas rocas se encuentran moderadamente meteorizadas (A3) y medianamente fracturadas (F3). En algunos sectores se evidenció estratos intercalados entre areniscas y limolitas.

3.1.2. Grupo de Calipuy Centro Volcánico Huinoc - Alto Ruri

Este centro volcánico se describe de manera detallada en el trabajo “estratigrafía volcánica del Grupo Calipuy (Volcanismo Cenozoico) – Sector norte del segmento Cordillera Negra. Estos son principalmente rocas piroclásticas, gruesas de composición andesítica, rico en cristales de biotita, horblenda, cuarzo y abundantes lavas andesíticas e ignimbritas dacíticas (figura 8).

Estas rocas presentan una resistencia baja (25-50 Mpa), muy alterada y fuertemente fracturada conformado por bloques de rocas de varias caras angulosos y definida por más de 3 familias principales de discontinuidades, con espaciamento muy próximas entre sí (0.05-0.03 m) abiertas (1.0 – 5.0 mm) y sin relleno visible. En superficie se presentan altamente meteorizadas.



Figura 7. Areniscas de coloración gris, estas rocas se encuentran moderadamente meteorizadas y medianamente fracturado, ubicadas a un en el tramo de Huanchac – Uquia.

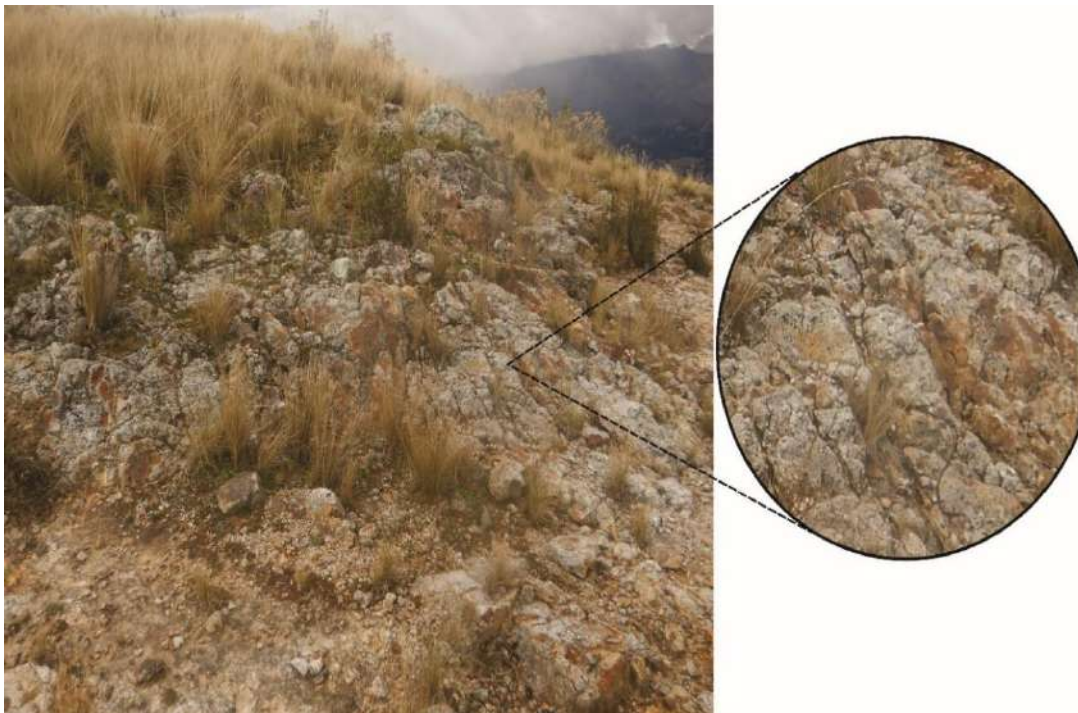


Figura 8. Vista al noreste desde el cerro Condor Wain donde se observa andesítica rico en cristales de biotita, horblenda, cuarzo y abundantes lavas andesíticas e ignimbritas dacíticas

3.1.3. Depósitos cuaternarios

a) Depósito coluvio-deluvial (Qh-cd)

Corresponde a una acumulación sucesiva y alternada de materiales de origen coluvial y deluvial, los cuales no es posible diferenciarlos. Se localizan en forma caótica al pie de laderas por acción de la gravedad y acción de las aguas de escorrentía; compuestos por fragmentos líticos, angulosos a subangulosos con diámetros que varían de 0.02 a 0.35 m envueltos en una matriz areno arcillo-limoso, producto de alteración de los esquistos; además se presentan medianamente consolidados (figura 9).



Figura 9. Vista de los depósitos coluvio-deluviales en el sector El Pinar; constituido por fragmentos líticos, angulosos a subangulosos, envueltos en una matriz areno arcillo-limoso

b) Depósito coluvial (Qh-co)

Son depósitos inconsolidados, compuestos por fragmentos de roca angulosos, heterométricos y de naturaleza litológica homogénea, en forma de conos o canchales. Los bloques más gruesos se depositan en la base y los tamaños menores disminuyen gradualmente hacia el ápice, carecen o tienen escasa matriz, son sueltos sin cohesión (figura 10). Conforman taludes de reposo poco estables y se encuentran acumulados al pie de taludes escarpados.



Figura 10. Depósitos coluviales inconsolidados y acumulados en la parte alta y media de la ladera.

c) Depósito aluvial (Qh-al)

Son depósitos semiconsolidados, estos últimos por acumulación de material transportado, ubicadas en las márgenes de la quebrada Llaca en el Sector Pasamayito. Este depósito corresponde a una mezcla heterogénea de gravas y arenas, redondeadas a subredondeadas, así como limos y arcillas; estos materiales tienen selección de regular a buena, presentándose niveles y estratos diferenciados que evidencian la actividad dinámica fluvial. Su permeabilidad es media a alta y se asocia principalmente a terrazas aluviales, susceptibles a la erosión fluvial (figura 11).

d) Depósito proluvial (Qh-pl)

Los depósitos se originan a partir de los flujos de detritos (huaicos), por la existencia de material detrítico suelto acumulado y cuando ocurren precipitaciones pluviales intensas se saturan, pierden su estabilidad y se movilizan torrente abajo por las quebradas. (figura 12).

El material que los constituye es heterométrico y está mal clasificado, por lo general son subangulosos a subredondeados, englobados en una matriz fina, permeables, medianamente consolidados. En el cerro Condor Wain se identificaron flujos de detritos

producto del arrastre de una parte del depósito del deslizamiento a lo largo del flanco izquierdo formando un depósito de tipo chorrera.



Figura 11. Depósitos aluviales identificados en ambas márgenes de la quebrada Llaca, en algunos sectores dentro de esta unidad se asientan algunas viviendas.

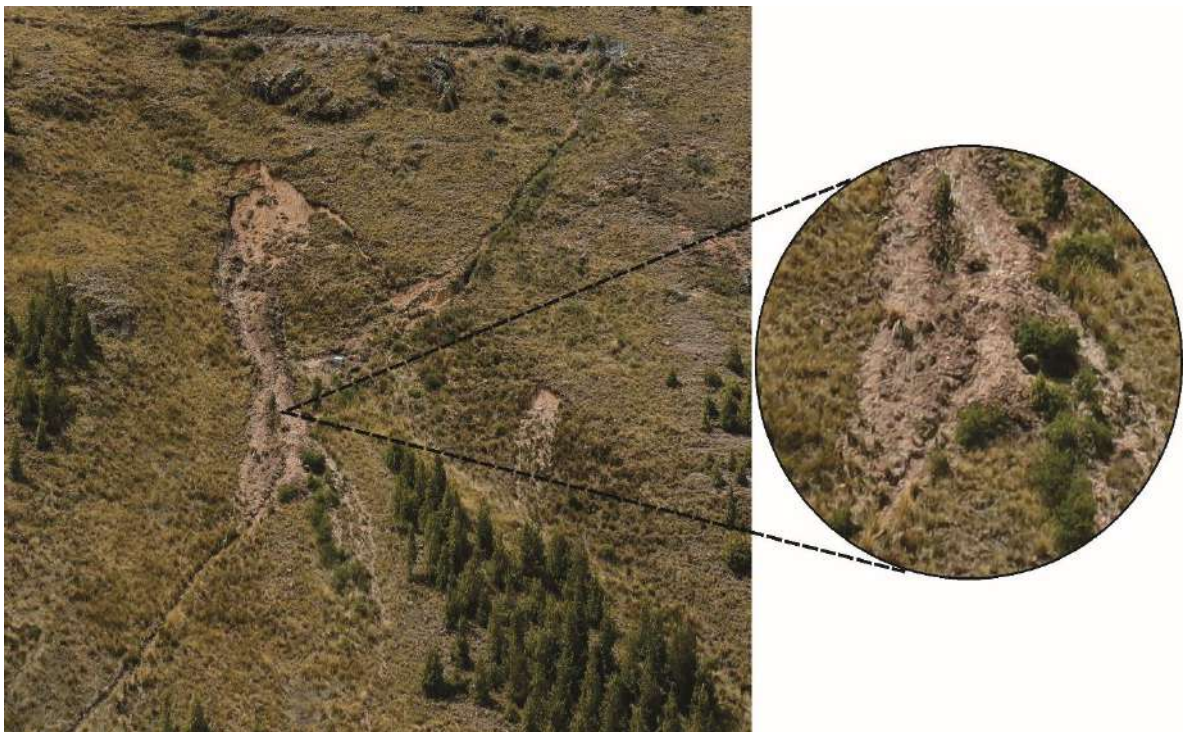


Figura 12. Vista de depósito proluvial (Qh-pl), en el cerro Condor Wain; producto del arrastre de una parte del depósito del deslizamiento; formando un depósito de tipo chorrera.

e) Depósito antrópico (Qh-an)

Es un término que designa a lo que está vinculado de algún modo al ser humano. La geotecnia, lo identifica como un terreno que ha sido modificado por el hombre. Para el caso del área de estudio está asociado a los lugares donde se modificó el terreno mediante cortes de talud, para la construcción de nuevas viviendas (figura 13).



Figura 13. Depósito antrópico asociado a cortes de talud para la construcción de nuevas viviendas en el sector El Pinar.

4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

Para el análisis geomorfológico, se utilizó un modelo digital de terreno y un modelo de elevación digital del terreno (DTM) . Estos últimos obtenidos mediante sobrevuelo de dron. Además, se realizó el análisis de imágenes satelitales para el estudio de la morfometría del relieve, complementada con los trabajos de campo realizados durante la evaluación geológica en el distrito de Independencia.

Como parte de este análisis, se consideraron los rangos de pendientes establecidos por el Ingemmet (pendiente del terreno llano a muy escapado) y elaborados en base a los modelos digitales del terreno, así como la caracterización de las unidades geomorfológicas en el área de estudio (criterios de control como: la homogeneidad litológica y la caracterización conceptual en base a aspectos del relieve en relación a la erosión, denudación y sedimentación).

4.1. Pendientes del terreno

La pendiente del terreno, es un parámetro importante en la evaluación de procesos por movimientos en masa, actúa como factor condicionante y dinámico en la generación de movimientos en masa.

En el **Anexo 1: Mapa 2**, se presenta el mapa de pendientes de terreno, elaborado en base a la información del modelo de elevación digital (DEM) de 12.5 m de resolución (USGS), ver cuadro 5.

De acuerdo con este mapa y el rango de pendientes del terreno los sectores: **El Pinar** y **Pasamayito** presentan terrenos de pendiente moderada a muy escarpados (5° - $>45^\circ$); y el **Cerro Condor Wain** presentan terrenos de moderada a muy fuerte pendiente (5° a 45°). Este rango de pendientes es el resultado de una intensa erosión y desgaste de la superficie terrestre. En caso de sismos, lluvias o cualquier otra agente facilita la ocurrencia de movimientos en masa como derrumbes, deslizamiento y procesos de erosión. (figura 14)

Así mismo se muestra el mapa de elevaciones del terreno que fue elaborado en base a información del modelo de elevación digital (DEM) de 12.5 m de resolución (USGS) (figura 15).

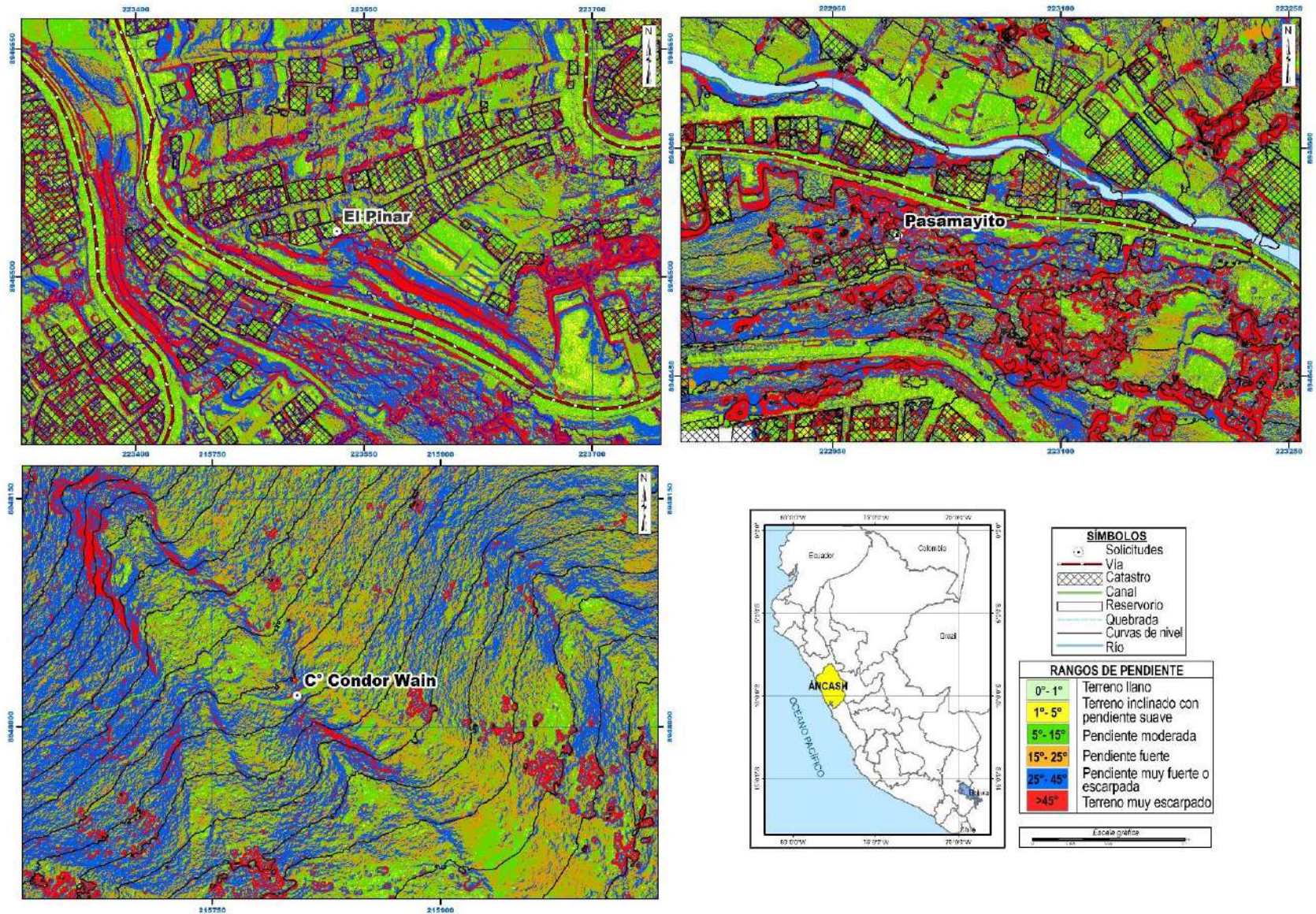


Figura 14. Pendiente del terreno (parte inferior) elaborado en base a la información obtenida del modelo de elevación digital (DEM) de 0.15 m de resolución, obtenida con el dron de los sectores de: El Pinar, Pasamayito, Cerro Condor Wain y alrededores.

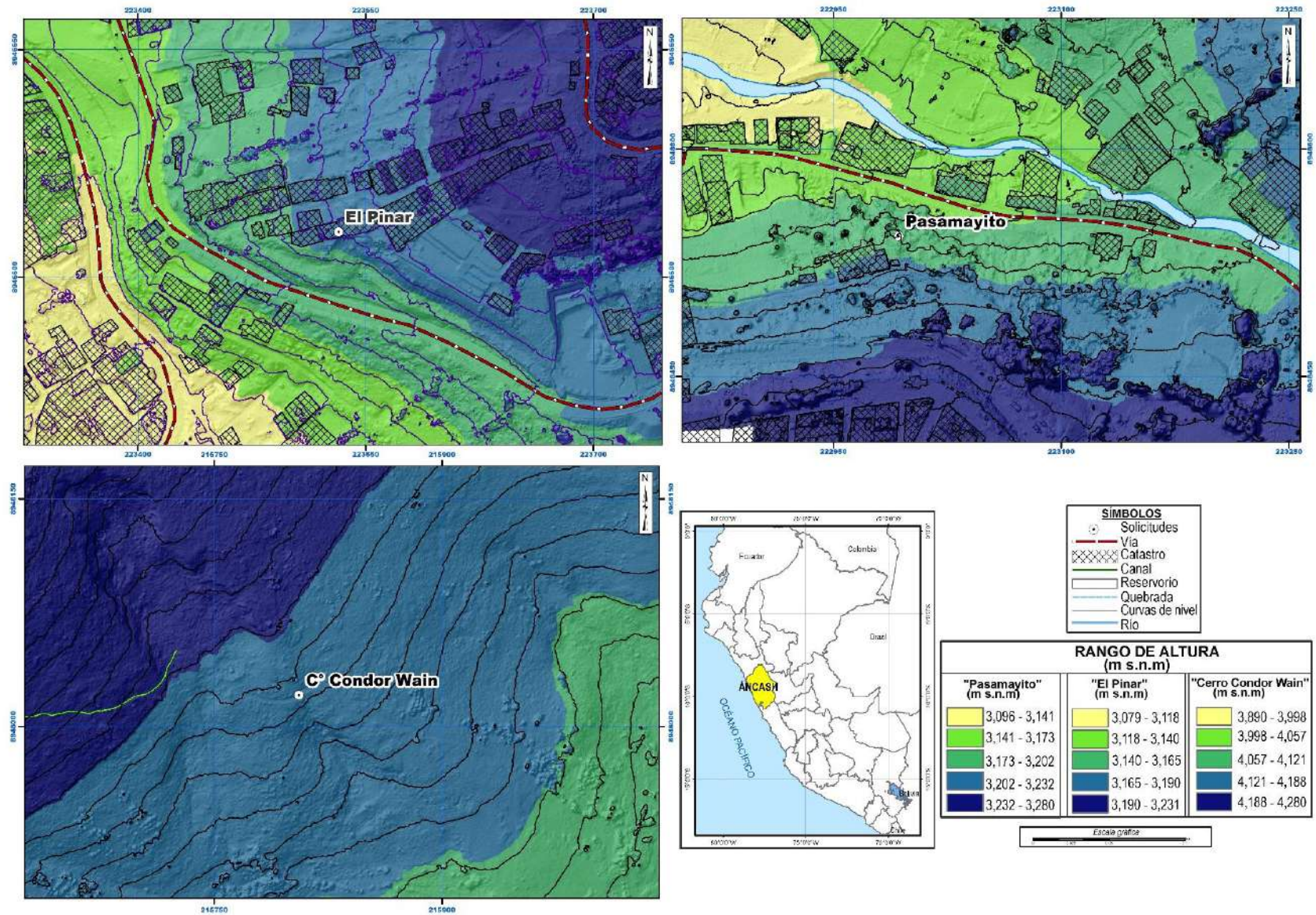


Figura 15. Elevación del terreno (parte inferior) elaborado en base a la información obtenida del modelo de elevación digital (DEM) de 0.15 m de resolución, obtenida con el dron de los sectores de: El Pinar, Pasamayito, Cerro Condor Wain y alrededores.

4.2. Índice topográfico de humedad

El índice topográfico de humedad (TWI) permite identificar los lugares potenciales donde se concentra la humedad o las zonas de acumulación de agua de escorrentía superficial. La obtención de este indicador fue realizada mediante una secuencia de análisis de modelos digitales de terreno (MDT) de alta resolución y precisión (obtenido de la fotogrametría del dron) y procesados en SAGA GIS.

A continuación, se describe el índice topográfico de humedad de los sectores El Pinar, Pasamayito y el Cerro Condor Wain (figura 16).

En el sector El Pinar, ubicado entre las coordenadas UTM 8946513 N, 223537 E, se evidencia descenso de acumulación de agua, el cual se desplaza desde la parte alta donde se ubican las viviendas asentadas hacia la carretera principal de Independia – parte alta del Pinar. Dentro de este estudio se delimitó un deslizamiento activo, por donde se observa acumulación media a baja; áreas de coloración beige a naranja. Cabe indicar que hay presencia de pequeños ramales dentro del cuerpo del deslizamiento, de coloración azul. Al noreste a 24 m del deslizamiento se observa un ramal que se discurren en dirección a la carretera; cabe indicar que hay presencia de viviendas en las márgenes de dicho ramal.

Para el sector Pasamayito el cual está ubicado entre las coordenadas UTM 8948543 N, 223080 E, se evidencia descenso de acumulación de agua, el cual se desplaza desde la parte alta de la ladera hacia la vía vecinal AN740. Dentro de este estudio se delimitó un movimiento complejo (derrumbe-flujo), por donde se observa acumulación de media a baja; áreas de coloración beige a naranja. Al oeste del evento exactamente a 60 m. del derrumbe-flujo, se identificó varios ramales de coloración azul; indicador de alta acumulación de agua; el cual también discurre hacia la vía vecinal.

Finalmente, para el sector del cerro Condor Wain, ubicada entre las coordenadas UTM 8948020 N, 215569 E se evidencia descenso de acumulación de agua, el cual se desplaza desde la parte alta del cerro Cónдор Wain. Dentro de este estudio se identificó un deslizamiento activo, por donde se observa acumulación baja a media; áreas de coloración beige a naranja; cabe indicar que, a 16 m del evento en dirección suroeste y noreste, se identificó ramales continuos de acumulación alta, de color azul; el cual discurre en dirección al río Santa. En este sector evaluado se evidenció la presencia de tuberías de agua, presenta roturas que filtran hacia el cuerpo del deslizamiento; el cual estaría aportando a la saturación del suelo.

Esta incrementa su caudal en temporadas de lluvia (noviembre – marzo) por las precipitaciones pluviales; trae consigo un aumento de la saturación de ladera y por ende su inestabilidad; lo cual podría generar la reactivación o generación de movimientos en masa.

Todos los sectores evaluados presentan una importante cantidad de drenajes, que discurren ladera abajo en temporada de lluvias intensas.

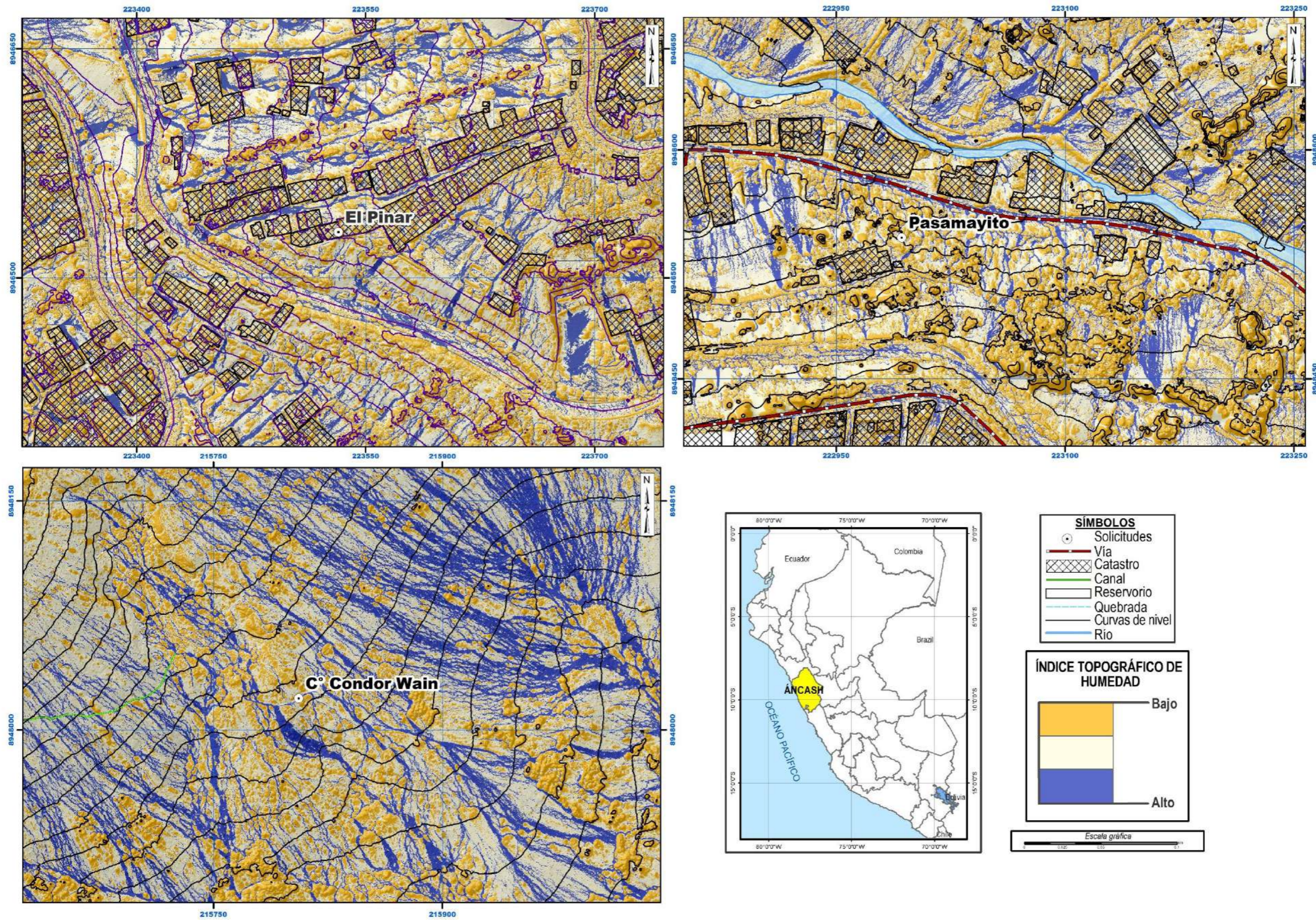


Figura 16. Mapa de la acumulación de agua (TWI) de los de los sectores El Pinar, Pasamayito, Cerro Condor Wain y alrededores (Fuente: Sørensen, R., Zinko, U. y Seibert, J. (2006).

4.3. Subunidades geomorfológicas

Para la caracterización de las unidades geomorfológicas en el área de estudio (**Anexo 1: Mapa 3**), 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; además se usó como referencia el mapa geomorfológico regional a escala 1: 250000 elaborado por Ingemmet.

Estas subunidades se dividen en dos grupos, los cuales se detallan a continuación:

4.3.1. Geformas de carácter depositacional y agradacional

Estas geformas son resultado del conjunto de procesos geomorfológicos a los que se puede denominar constructivos, determinados por fuerzas de desplazamiento, como por agentes móviles, tales como: el agua de escorrentía y los vientos; los cuales tienden a nivelar hacia arriba la superficie de la tierra, mediante el depósito de materiales sólidos resultantes de la denudación de terrenos más elevados (Villota, 2005).

Los paisajes morfológicos, resultantes de los procesos denudativos forman parte de las cadenas montañosas, colinas, superficies onduladas y lomadas. Dentro de este grupo se tiene la siguiente unidad:

A. Unidad de Montañas:

Tienen una altura de más de 300 m con respecto al nivel base local; diferenciándose las siguientes subunidades según el tipo de roca que las conforman y los procesos que han originado su forma actual, (Villota, 2005).

- Relieve montañoso en rocas sedimentarias (RM-rs)

Esta subunidad geomorfológica presenta cerros con laderas con pendientes que varían de fuertes hasta abruptas (5° - 45°), litológicamente está compuesta por secuencias sedimentarias de areniscas, correspondiente a la Fm. Lloclla. Geodinámicamente se caracteriza por presentar deslizamiento, derrumbes y erosión de laderas (figura 17), la pendiente en el área de trabajo varía de 5° a 45°, para los sectores El Pinar y Pasamayito, ubicadas en la margen derecha del río Santa.

- Relieve montañoso en rocas volcánicas (RM-rv)

Corresponde a las cadenas montañosas en donde procesos denudativos, afectaron rocas volcánicas, se localiza en las partes altas de las montañas de la Cordillera Negra. Están conformadas por litología volcánica de tipo derrames y andesitas tobáceas correspondientes al Grupo Calipuy.

Geodinámicamente se asocian a procesos de avalancha de rocas, deslizamiento y erosión de laderas (figura 18). Su pendiente varía de 15° a >45°. El sector del cerro Condor Wain, ubicado en el margen izquierdo del río Santa.



Figura 17. Vista del sector de Pasamayito, donde se observan montañas en rocas sedimentarias; estas se ubican en la margen derecha del río Santa.



Figura 18. Vista con dirección al oeste, donde se observa montañas en roca volcánica, próximo al cerro Condor Wain, con pendiente que varían de moderada a muy alta (5° a 45°), margen izquierda del río Santa.

4.3.2. Geformas de carácter tectónico degradacional y erosional

Estas geformas son resultado del conjunto de procesos geomorfológicos a los que se les denomina “agradacionales o constructivos”. Son determinados por fuerzas dedesplazamiento, como por agentes móviles, tales como: el agua de escorrentía, los vientos y glaciares. Tienden a nivelar hacia arriba la superficie de la tierra, mediante el depósito de materiales sólidos resultantes de la denudación de terrenos más elevados (Villota, 2005). Dentro de este grupo se tienen las siguientes unidades:

B. Unidad de piedemonte:

Los piedemontes corresponden a un conjunto de depósitos conformando una superficie inclinada y disectada que se extiende al pie de sistemas montañosos y que ha sido formada por la depositación sucesiva de materiales transportados por corrientes de agua que emergen desde los terrenos más elevados hacia las zonas más bajas y abiertas (Villota, 1991). Dentro de esta unidad se tienen las siguientes subunidades:

- Vertiente fluvioglacial (V-gfl)

En el área de estudio, se presenta en materiales no consolidados (fluvioglaciares), que por producto de erosión y acumulación presentan la morfología de una montaña de altura con referencia al nivel base, con cimas amplias y redondeadas y pendientes de orden de 15° a 45°). localizado al Noreste de los sectores de El Pinar y Pasamayito y están relacionados a procesos de erosión de laderas, derrumbes y deslizamientos.

- Vertiente coluvial (V-co)

Corresponde a las geformas originados por procesos gravitacionales, varían de pequeños a grandes dimensiones, detonados por lluvias excepcionales y/o prolongadas o actividad sísmica. (figura 19) Esta subunidad corresponde a la combinación de geformas formadas por la acumulación de depósitos de movimientos en masa recientes y acumulaciones de material movilizado por la escorrentía superficial que se acumulan lentamente al pie de las montañas.

- Vertiente coluvio-deluvial (V-cd)

Son depósitos no consolidados, localizados al pie de laderas de montañas sedimentaria, resultantes de la acumulación de material de origen coluvial y deluvial. Los principales agentes formadores de esta subunidad son los procesos de erosión de suelos, la gravedad, las lluvias, el viento, agua de escorrentía superficial y son altamente susceptibles a sufrir procesos geodinámicos como deslizamientos y derrumbes.

Están compuestos principalmente por fragmentos líticos de rocas sedimentarias, heterométricos, compuestos de: Bolos (5%), cantos (10%), gravas (20%), arenas (30%), limos (35%), angulosos a subangulosos envueltos en matriz de arenas y limos.

- Terraza aluvial (T-al)

Son porciones de terreno alargado a ligeramente inclinado (1° a 5°), con altura relativamente marcada. Se encuentran en ambas márgenes de la quebrada Llaca, en el sector Pasamayito. Su composición litológica es resultado de la acumulación de fragmentos de roca de diferente granulometría (bolos, cantos, gravas con matriz de arenas y limos). Sobre estos terrenos se desarrollan extensas zonas de cultivo. Está sujeta a erosión fluvial en temporadas de lluvias excepcionales.



Figura 19. Vista de las subunidades de Vertiente coluvial (V-co), Vertiente glaciofluvial (V-gfl) y las terrazas aluviales (T-al) de las márgenes de la quebrada Llaca.

- Depósito antrópico (Dan)

Corresponde a relieves compuestos en su mayoría por bloques de ladrillo, concreto u otro, traídos especialmente para rellenar o como desmonte (figura 20). Generalmente se encuentran en la parte superior o inferior de los acantilados, como en el caso de El Pasamayito y El Pinar.

ocasionales, extraordinarias o muy excepcionales. En estos sectores normalmente se generan flujos de detritos. Esta unidad se ubica en el cerro Condor Wain.



Figura 20. Vista de las subunidades de vertiente coluvio-deluvial (V-cd), vertiente coluvial (V-co) y depósito antrópico (Dan).

5. PELIGROS GEOLÓGICOS

Los peligros geológicos identificados en los sectores El Pinar, Pasamayito y cerro Condor Wain del distrito de Independencia, corresponden a movimientos en masa, tipo: deslizamiento, movimiento complejo (derrumbe-flujo) y deslizamiento-flujo, según el Proyecto Multinacional Andino: GCA, 2007 (**Mapa 4, Anexo 1**); así como otros peligros geológicos de tipo: erosión de laderas (cárcavas).

La cartografía geodinámica en la zona de estudio permitió diferenciar procesos de movimientos en masa antiguos y evidencias de movimientos activos, asociados a eventos de tipo deslizamiento, derrumbe y caída de rocas.

5.1. Peligros geológicos por movimientos en masa

La caracterización de estos eventos, se realizó en base a la información obtenida durante los trabajos de campo, donde se identificaron movimientos en masa, basado en la observación y descripción morfométrica in situ; de igual modo se tomó datos GPS, fotografías a nivel de terreno y levantamiento fotogramétrico con dron, a partir del cual se obtuvo un modelo digital de terreno y un ortomosaico con una resolución de 0.15 y 0.05 cm/pixel respectivamente, complementada con el análisis de imágenes satelitales.

A) DESLIZAMIENTO EN EL SECTOR EL PINAR

De acuerdo a la información brindada por la Oficina de gestión de Riesgo de Desastre de la Municipalidad Distrital de Independencia, en el sector El Pinar, se identificó un deslizamiento rotacional, ubicado entre las coordenadas UTM 8946518 N, 223550 E, con una cota de 3188 m s.n.m. (figura 20 y 21). El evento se reactivó el 16 de marzo del 2025, generando preocupación a los propietarios de las tres viviendas, próximas al escarpe activo.

El deslizamiento se inició el 2023, presentando grietas que se ubican a 15 m de la escarpa activa. Con el pasar del tiempo este sector fue reforestado con eucaliptos.



Figura 20. Vista del deslizamiento rotacional activo y antiguo del sector El Pinar. Se delimitaron el deslizamiento activo (con línea continua) y el deslizamiento antiguo (con líneas separadas).

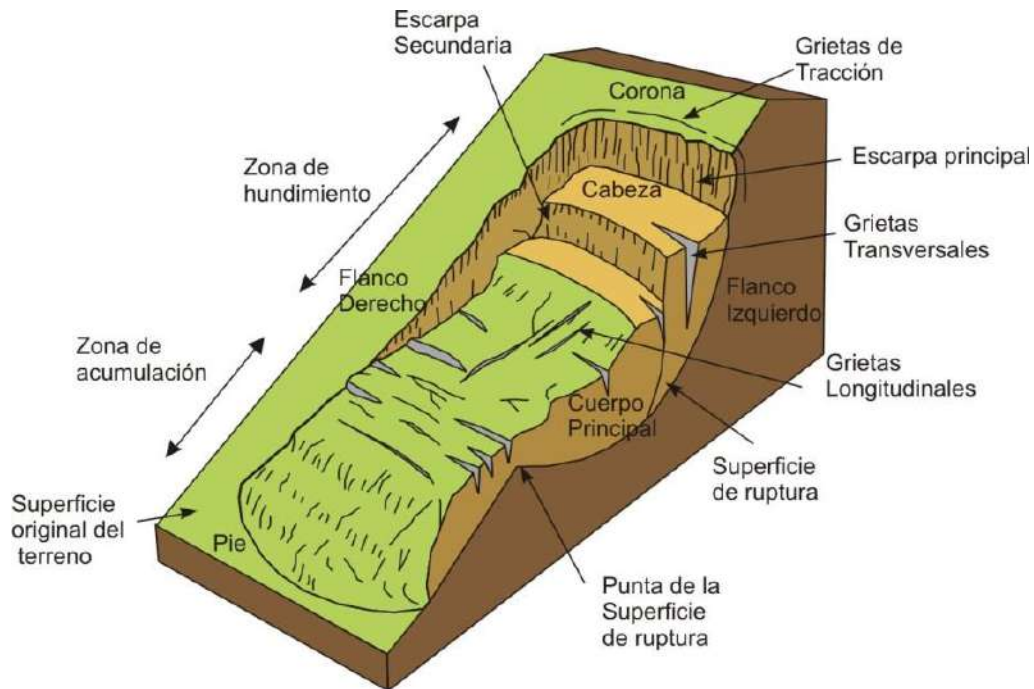


Figura 21. Partes de un deslizamiento rotacional.

- Características visuales del evento

Se trata de un deslizamiento rotacional, caracterizado por presentar un escarpe principal de forma muy irregular y continua, cabe indicar que el cuerpo del deslizamiento fue modificado por los propietarios de algunas viviendas con el objetivo de construir un garaje para sus vehículos. Se desplazó a lo largo de la ladera hasta la carretera:

- Estado de la actividad del movimiento: Reactivado
- Longitud de escarpa: 48 m
- Forma de la escarpa principal: Elongada, irregular
- Superficie de rotura: Irregular.
- Altura de arranque: 1.5 m. a 2 m
- Salto de la escarpa, comprendido entre 1.5 m a 3 m, con dirección sureste.
- Desnivel entre escarpa y pie: 51 m.
- Ancho del cuerpo del deslizamiento, varía entre 14 m a 25 m.
- Tipo de avance: Retrogresivo.
- Volumen de depósito aproximado: 924 m².

La escarpa del deslizamiento se encuentra entre 1.45 m a 1.65 m de la vivienda pintada de color blanca (está se ubica más próximo a la escarpa del deslizamiento). La vivienda de color beige, ubicada a su margen derecha, presenta la misma preocupación (las viviendas no se preocupan); debido a que esta también está cerca a la escarpa. Cabe indicar que estas viviendas y la vivienda, se encuentra habitadas; al margen de encontrarse en peligro (figuras 22 y 23).

El evento afectó la tubería de agua potable un tramo de 10 m. así como la tubería de desagüe. Actualmente ambas tuberías fueron repuestas, sin embargo, estas se encuentran colgadas; así como parte de la vereda que existe en la frentera de las viviendas. También se observó la presencia de un poste de tendido eléctrico a menos de 1 m. de la escarpa del deslizamiento, el cual podría caer en cualquier momento de continuar el evento (figura 24).

A 20 m de la escarpa del deslizamiento activo entre las coordenadas 8946512 N, 223608 E, con una cota de 3204 m s.n.m, se observó un terreno de un área de 2,253 m el cual está siendo nivelado con el objetivo de lotizar y vender estas áreas. El propietario o propietarios están haciendo construir un muro de contención de concreto de 63 m de longitud y 1.50 m de alto, el cual está ubicado a media ladera; donde se observa procesos de erosión de ladera (figura 25 y 26). Lo cual facilitaría en el colapso de dicha estructura; y está a su vez podría generar problemas en la circulación de personas y vehículos aguas abajo.



Figura 22. Viviendas ubicadas muy próximas a la escarpa del deslizamiento, las cuales se encuentran actualmente habitadas.



Figura 23. Se observa a) viviendas ubicadas próximo a la escarpa del deslizamiento y b) algunos árboles colapsaron y otras se encuentran en la escarpa.



Figura 24. Se observó que los propietarios de las viviendas instalaron plásticos con el objetivo de que el terreno no sea lavado producto de la lluvia, así mismo se observó que la tubería de agua potable y desagüe fueron afectados por el deslizamiento.



Figura 25. Construcción de un muro de contención de concreto de 63 m de longitud, 1.50 m de altura. Este muro está siendo instalado con el objetivo de urbanizar el terreno; cabe indicar que la ladera baja, presenta erosión de ladera.



Figura 26. Terrenos modificados, con el objetivo de realizar construcciones de viviendas, estas ubicada muy próximo al deslizamiento del sector El Pinar.

- **Daños por el deslizamiento**

El deslizamiento reactivado del sector El Pinar generó daños en:

- Afectó parte de vereda, ubicada en la frentera de la vivienda de color blanco.
- Afecto tubería de agua potable (10 m)
- Afecto tubería del desagüe (7 m)
- Podría afectar 05 próximas al deslizamiento
- Podría afectar un poste de tendido eléctrico
- Destruyó y afectó árboles: 10 unidades (aprox.)
- Podría afectar un tramo de la carretera (15 m aprox)

En la figura 26, se realizó una comparación de imágenes obtenidas del Google Earth de los años 2005, 2010, 2021 y una obtenida con el dron del año 2025; lo cual ha permitido diferenciar los cambios que se han realizado en la ladera, como los cortes de ladera, así como la deforestación de algunos sectores con el objetivo de la construcción de viviendas.



Figura 27. Vista del deslizamiento, se hace una comparación de imágenes de distintos años: 2005, 2010, 2021 y 2025, donde se observa la variación de la ladera, con el pasar de los años varias viviendas fueron construidas; así mismo se observa que algunos sectores donde había vegetación actualmente fueron variados con el objetivo de construir nuevas viviendas.

B) DERRUMBE-FLUJO EN EL SECTOR PASAMAYITO

Se han cartografiado derrumbes, entre antiguos y reactivados, todos estos se ubican en la margen izquierda de la quebrada Llaca, en las laderas del sector Pasamayito, en la vía vecinal AN740. Muchos de ellos se acumulan como materiales sueltos que son arrastrados por las fuertes escorrentías ladera abajo y otras por cortes de talud.

El 22 de febrero del 2025, se generó un derrumbe (figura 28) entre las coordenadas UTM 8948554 N, 223066 E con una cota de 135 m s.n.m. Al pie de la ladera se comportó como un flujo de detritos que afectó tres viviendas de material noble, que actualmente dos de ellas se encuentra habitadas y una aun no, estas se detallan en el cuadro 5. (figura 29 y 30)

El nivel al que llegó el flujo de detritos fue a 45 cm de altura, según a las evidencias que aún se observan en las viviendas asentadas al pie de la ladera.



Figura 28. Vista frontal del derrumbe, el cual se ubica en la margen izquierda de la quebrada Llaca.

Cuadro 5. Viviendas afectadas

Vivienda	Coordenadas UTM WGS-18			Observaciones
	Norte	Este	Cota	
a	8948559	223079	3125 m s.n.m	Vivienda de dos pisos de material noble, actualmente se observan bloques de rocas, las cuales cayeron y actualmente están siendo utilizadas como una barrera de protección.
b	8948559	223090		Vivienda de un piso; esta es la vivienda más afectada ya que el material del flujo de detritos aun permaneces en un ambiente de la vivienda, la puerta no se puede cerrar por el material depositado.
c	8948557	223102		Vivienda de un piso, aquí se evidencia el nivel al que llegó el huaico, que fue 45 cm de alto.

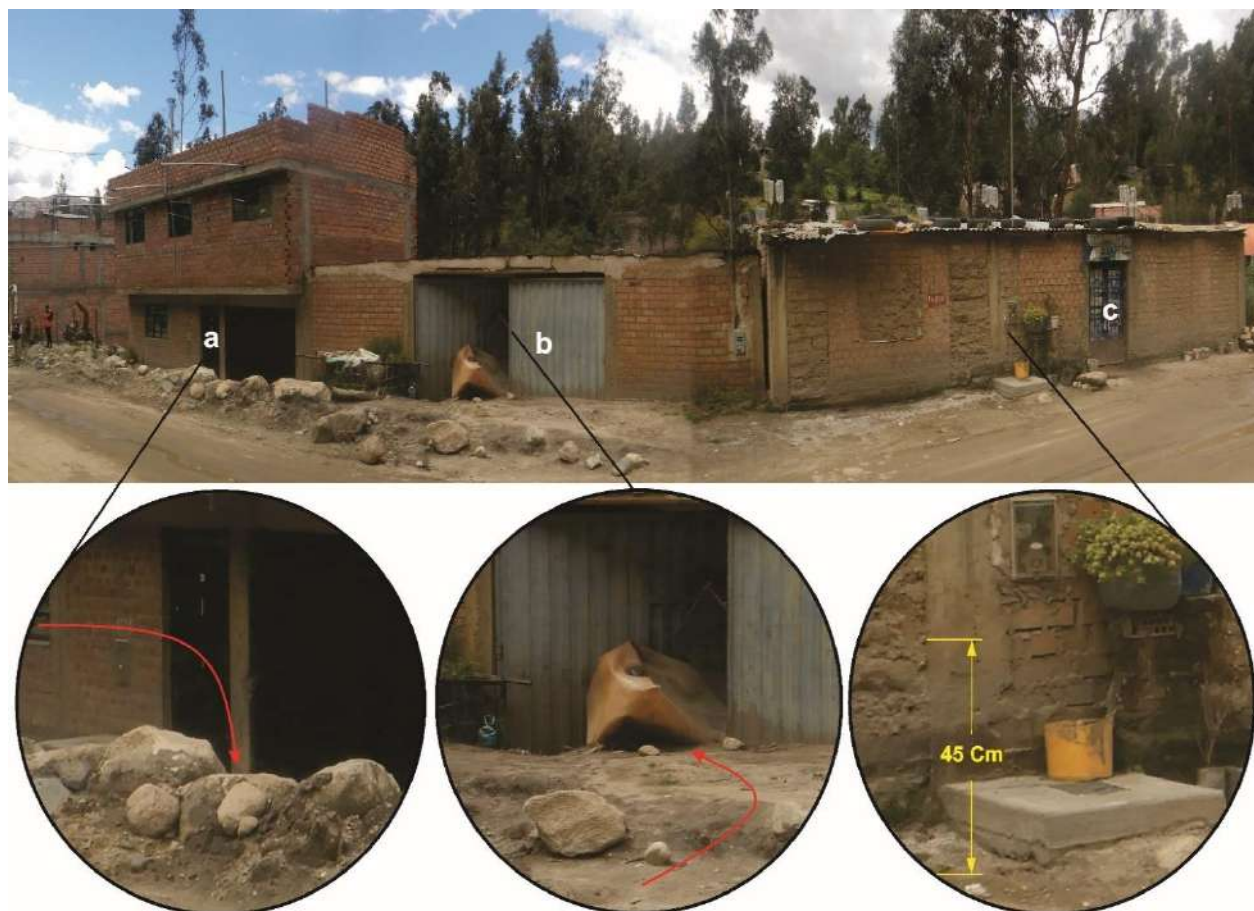


Figura 29. Viviendas afectadas por el flujo de detritos , ubicadas al pie del derrumbe.



Figura 30. Trabajos de limpieza de la carretera, ubicado al pie de la ladera donde se generó un derrumbe, que se comportó como un flujo de detritos, el cual arrasó con vegetación (árboles de eucaliptos). **Fuente :** Municipalidad Distrital de Independencia

- Características visuales del evento

Se trata de un derrumbe, caracterizado por presentar un escarpe principal de forma muy irregular y continua (figura 31), cabe indicar que la ladera fue modificada por los propietarios en algunos sectores, con el objetivo de construir viviendas:

- Estado: Activado
- Longitud del arranque: 92 m
- Desnivel entre el arranque al pie del derrumbe de 62 m
- Arranque: Talud rocoso fracturado compuesto principalmente de rocas de composición areniscas.
- Tipo de rotura: Vuelco
- Ancho del derrumbe: 12m a 48 m
- Forma de zona de arranque: Irregular, discontinua
- Características del depósito: Bloques colgados y aislados de 0.50 a 2.8 m de longitud (figura 27)
- La pendiente varía entre 25° a 45° (figura 32),
- Área: 2403 m²



Figura 31. Vista de bloques de 0.50 a 2.8 m de longitud colgados en la ladera y otros se encuentran aislados, con bloques en la frentera de las viviendas; actualmente utilizado como muro rustico, como medida de protección.



Figura 32. El derrumbe tiene una pendiente de la ladera varía entre 25° a 45°

- **Daños por el derrumbe-flujo**

El derrumbe-flujo generado en el sector Pasamayito generó daños en:

- Afectó viviendas (03)
- Afectó la vía vecinal AN740 (45 m)
- Afecto tubería de agua (22 m)
- Destruyo árboles de eucalipto (05 unid)
- Podría afectar postes de tendido eléctrico (04)
- Podría afectar viviendas (05), de reactivarse.
- Podría afectar tuberías de agua (30 m)
- Podría afectar la vía vecinal en un tramo de 75 m.

C) DESLIZAMIENTO EN EL CERRO CONDOR WAIN

En el cerro Cóndor Wain, se identificó un deslizamiento de tipo rotacional, ubicado entre las coordenadas UTM 8947927 N, 215569 E, con una cota de 4184 m s.n.m. (figura 33). El evento se inició el 05 de mayo del 2025, generando preocupación en algunos pobladores de la zona. Presenta un escarpe 78 m de longitud, con dirección al sureste.

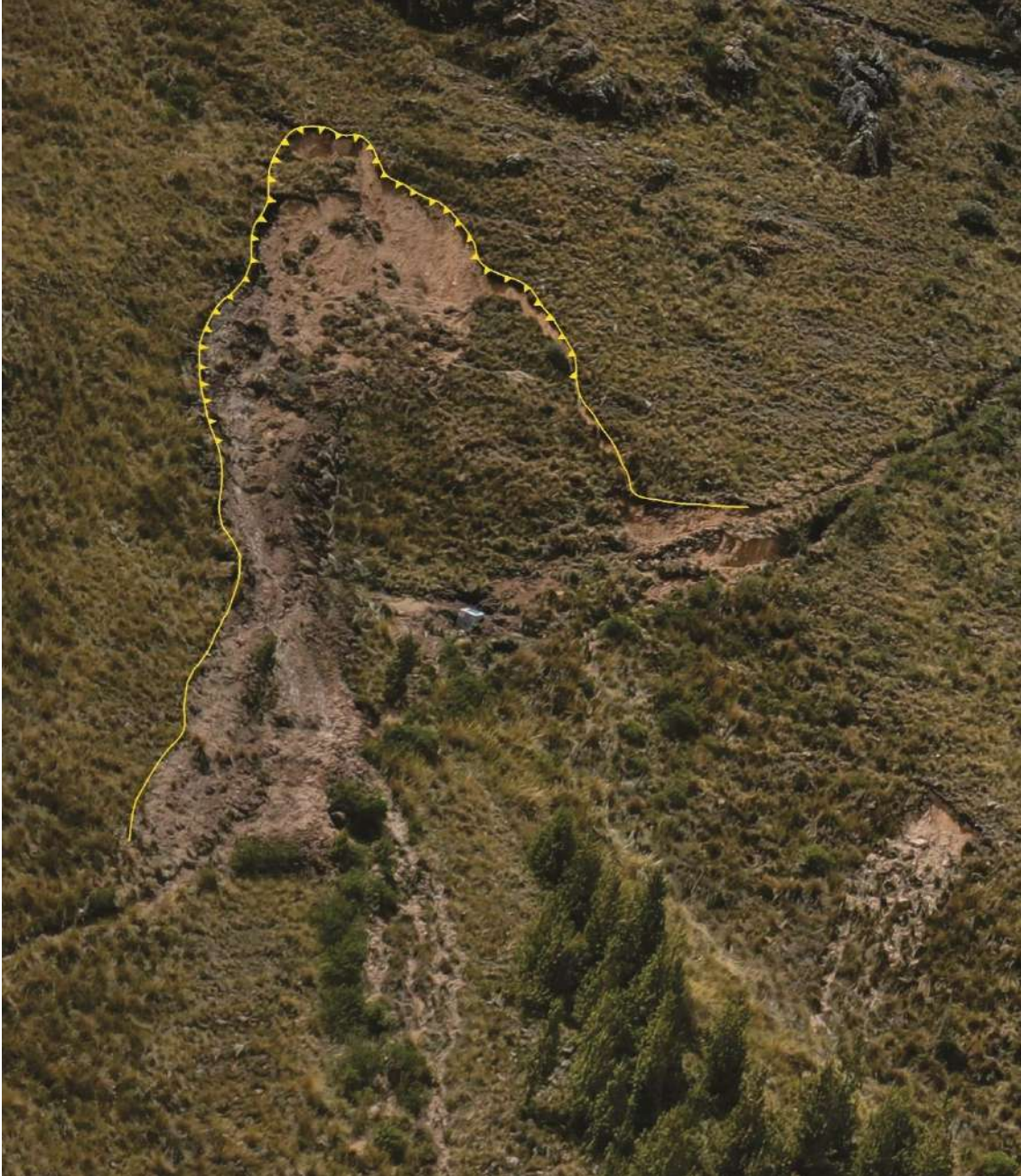


Figura 33. Vista frontal del deslizamiento rotacional del cerro Condor Wain, ubicada en la margen izquierda del río Santa.

- Características visuales del evento

Se trata de un deslizamiento rotacional, caracterizado por presentar un escarpe principal de forma muy irregular y continua. Cabe indicar que el cuerpo del deslizamiento fue modificado por los propietarios de algunas viviendas con el objetivo de construir un garaje para sus vehículos. Se desplazó a lo largo de la ladera hasta la carretera:

- Estado de la actividad del movimiento: Activado
- Longitud de escarpa: 78 m
- Forma de la escarpa principal: Elongada, irregular
- Superficie de rotura: Irregular.
- Altura de arranque: 0.80 a 1.5 m
- Salto de la escarpa, comprendido entre 1.5 m a 2 m, con dirección sureste.
- Desnivel entre escarpa y pie: 115 m.
- Ancho del cuerpo del deslizamiento, varía entre 10 m a 27 m.
- Tipo de avance: Retrogresivo.
- Volumen de depósito aproximado: 1767 m².

Se observó que, en la margen izquierda superior del deslizamiento, la existencia de un buzón de captación de agua, entre las coordenadas UTM 8948004 N, 215615 E, el cual es abastecido por un canal de agua. Cabe indicar que desde el punto de captación de agua; el cual discurre por gravedad por un canal rustico sin revestimiento, el cual cruza por el cuerpo del deslizamiento, lo cual estaría aportando en la saturación del suelo (figura 34). También se identificó un buzón de concreto en medio del cuerpo del deslizamiento, entre las coordenadas UTM 8947796 N, 215641 E el cual podría ser afectado de continuar el deslizamiento. (figura 35),



Figura 33. Vista del deslizamiento activo, en donde se observa un buzón de concreto en medio del cuerpo; así como un buzón de captación en la parte izquierda superior del deslizamiento.



Figura 34. Vista de la segunda punto de captación de agua, ubicado entre las coordenadas UTM 8947796 N, 215641 E , estas construcciones tienen menos de dos años de antigüedad.

En este punto, se observó que la tubería se encuentra enterrada, como se puede apreciar en la figura 35. Cabe indicar que en el momento de la evaluación no se evidenció discurrimiento de agua por dicho canal, tiene un ancho de 25 cm de diámetro.



Figura 35. Se evidenció tubería interna, actualmente no se evidencia presencia de agua.



Figura 36. Grietas longitudinales en dirección hacia el este. Estas presentan abertura de 5 a 10 cm, profundidades visibles de 3 a 5 cm y longitudes de 0.50 a 3 m.



Figura 37. En parte de la trocha carrozable se observó procesos de erosión de ladera de tipo surco, presenta anchos menores a 30 cm y profundidades variables de 10 a 15 cm

- **Daños por el deslizamiento**

El deslizamiento reactivado del cerro Condor Wain generó daños en:

- Afectó un tramo de la trocha de 50 m
- Podría afectar un tramo de la trocha carrozable de 80 m.
- Podría afectar buzón de agua (4 unid).
- Podría afectar puntos de captación (1 Unid).
- Podría afectar 35 m del canal, de continuar el deslizamiento de forma retrogresiva.

5.1.1. Factores condicionantes

Son todos aquellos factores naturales o antrópicos que condicionan o contribuyen a la inestabilidad de una ladera o talud, pero que no constituyen el evento detonante del movimiento; se detallan en el cuadro 6:

Cuadro 6. Factores condicionantes de los procesos por movimientos en masa.

FACTORES	CARACTERÍSTICAS
Litológico	<ul style="list-style-type: none"> • Estrato rocoso compuesto por areniscas de la Formación Lloclla, de resistencia alta, con espaciamentos muy próximas entre sí (0.10-0.02 m), y abiertas (1.0 – 5.0 mm). Geotécnicamente estas rocas se encuentran moderadamente meteorizadas y medianamente fracturadas. En algunos sectores se evidenció estratos intercalados entre areniscas y limolitas, ubicados en la margen derecha del río Santa. Así como rocas del Volcánico Huinoc - Alto Ruri, conformado por bloques de rocas de varias caras angulosos y definida por más de 3 familias principales de discontinuidades, con espaciamiento muy próximas entre sí (0.05-0.03 m) abiertas (1.0 – 5.0 mm) y sin relleno visible. En superficie se presentan altamente meteorizadas. y fuertemente fracturada. • Así como los depósitos del cuaternarios: coluvial, coluvio-deluvial, aluvial, proluvial y antrópico. • Geotécnicamente estas rocas se encuentran altamente meteorizadas (A4) y muy fracturadas (F4).
Geomorfológico	<ul style="list-style-type: none"> • La subunidad geomorfológica de montañas de roca sedimentaria y volcánica, presenta laderas con pendiente moderado a muy fuerte (15° a 45°), por lo cual son susceptibles a la ocurrencia de deslizamientos, derrumbe-flujo y erosión de ladera. • Las subunidades de vertiente o piedemonte coluvial, coluviodeluvial, fluvioglacial y aluvio-torrencial que se originó

	<p>por procesos de movimientos en masa, antiguos y/o recientes, que pueden ser del tipo deslizamiento, derrumbe-flujo. Presenta terrenos de pendiente moderada a fuerte (15°-45°). Así como las terrazas aluviales y depósito antrópico que se asientan sobre pendientes suave a moderado (5° - 15°) geodinámicamente asociada a deslizamientos y derrumbes.</p>
Antrópico	<ul style="list-style-type: none"> • Cortes de talud, que generan desestabilización de la ladera.(El Pinar y Pasamayito). Los propietarios están realizándolo con el objetivo de urbanizar. • Tuberías de agua potable, que pasan por el cuerpo del deslizamiento (C° Condor Wain y Pasamayito), así como las que no cuentan con mantenimiento. • Instalación de muro de concreto en lugares inadecuado, generando sobrecarga

5.1.2. Factores desencadenantes

Corresponden a eventos naturales o antrópicos, que son la causa directa e inmediata de un peligro geológico. Entre ellos pueden estar, por ejemplo: los sismos; las lluvias (larga duración o intensas de corta duración); la excavación del pie de una ladera y la sobrecarga de una ladera. Los cuales se detallan en el cuadro 07:

Cuadro 7. Factores desencadenantes por movimientos en masa.

FACTORES	CARACTERÍSTICAS
Precipitaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Precipitaciones pluviales Intensas y/o excepcionales, principalmente entre los meses de noviembre a marzo con rangos que llegan a 32.6 mm
Sismos	<ul style="list-style-type: none"> • La presencia de sismos de gran magnitud, que según el Mapa de distribución de Máximas Intensidades Sísmicas (Alva & Meneses, 1984), el área de estudio se encuentra ubicada en la zona 3 que corresponde a sismicidad alta.

6. CONCLUSIONES

En base al análisis de información geológica, geomorfológica y geodinámica del área de estudio, así como a los trabajos de evaluación de peligros geológicos realizados en campo, se emiten las siguientes conclusiones:

- a) Los sectores de El Pinar y Pasamayito están compuestos por areniscas de la Formación Lloclla. Estas rocas se encuentran moderadamente meteorizadas y medianamente fracturadas con espaciamentos muy próximos entre sí (0.10-0.02 m), con aberturas de (1.0 – 5.0 mm). En algunos sectores se evidenció estratos intercalados entre areniscas y limolitas. El cerro Condor Wain, está conformado por bloques de rocas del Volcánico Huinoc - Alto Ruri, altamente meteorizadas y fuertemente fracturadas, con más de 3 familias principales de discontinuidades, con espaciamiento muy próximas entre sí (0.05-0.03 m) abiertas (1.0 – 5.0 mm) y sin relleno visible.
- b) Geomorfológicamente, los sectores evaluados presentan montañas en roca sedimentaria y volcánica, con laderas de pendiente moderado a muy fuerte (15° a 45°), así como subunidades de vertiente o piedemonte coluvial, coluviodeluvial, fluvio-glaciar y aluvio-torrencial, proveniente de movimientos en masa antiguos y/o recientes. Presenta terrenos de pendiente moderada a fuerte (15°- 45°). Así como las terrazas aluviales y los depósitos antrópicos que se asientan sobre pendientes suave a moderado (5° - 15°).
- c) Los peligros geológicos identificados en los sectores de El Pinar, Pasamayito y el cerro Condor Wain, corresponden a movimientos en masa de tipo: deslizamiento y derrumbe-flujo.

En el sector El Pinar, se identificó un deslizamiento rotacional, reactivado el 16 de marzo del 2025; presenta una escarpa de forma elongada con una longitud de 48 m, saltos de 1.5 m a 3 m, con dirección sureste. El ancho del cuerpo, está comprendido entre 14 a 25 m, la distancia entre el escarpa y pie: 51 m., el depósito presenta un volumen de 924 m². El deslizamiento afectó la vereda, ubicada en la frentera de la vivienda de cloro blanco, así como 10 m de tubería de agua potable y 7 m de tubería de desagüe y podría afectar a 05 viviendas, 01 poste de tendido eléctrico, 15 m de la carretera, así como árboles y vegetación de la zona.

En el sector Pasamayito, se identificó un derrumbe-flujo, que se generó el 22 de febrero del 2025, el cual presenta una longitud de arranque de 92 m, un ancho que varía de 12 a 48 m, desnivel entre el arranque al pie del derrumbe de 72 m. Se evidenciaron bloques colgados y aislados 0.50 a 2.8 m de longitud, desnivel de arranque al pie del derrumbe de 62 m y abarca un área de 2403 m². El derrumbe-flujo, afectó 03 viviendas, 45 m de la vía vecinal, 22 m de la tubería del agua, árboles de eucalipto. También podría afectar 04 postes de tendido eléctrico, 05 viviendas, 30 m de tuberías de agua, así como 75 m de la vía vecinal.

En el Cerro Cóndor Wain, se evidenció un deslizamiento rotacional. El evento se inició el 05 de mayo del 2025, presenta una escarpa de forma elongada, con una longitud de 78 m, saltos de 1.5 a 2 m, con dirección al sur, el ancho del cuerpo varía entre 10 m a 27 m., la distancia entre la escarpa y el pie: 115 m. El depósito presenta

un volumen de 1767 m². El deslizamiento afectó 80 m de trocha carrozable y podría afectar 04 buzones de agua, 01 punto de captación y 35 m del canal de riego.

- d) Los factores que condicionan la ocurrencia de peligros geológicos en la zona de estudio, son la presencia de depósitos no consolidados pertenecientes a movimientos en masa antiguos y recientes, ubicados sobre macizo rocoso moderadamente meteorizadas y medianamente fracturadas de la Formación Lloclla y altamente meteorizadas y fuertemente fracturada del estrato Volcánico Huinoc - Alto Ruri, además de la presencia de montañas sedimentarias y volcánicas, presentan laderas con pendiente moderada a muy fuerte (15° a 45°).
- e) Los factores desencadenes para la ocurrencia de movimientos en masa en los sectores de El Pinar, Pasamayito y el Cerro Cóndor Wain corresponden a lluvias excepcionales como las registradas en los meses de noviembre – marzo y la actividad antrópica, como cortes de talud con el objetivo de la construcción de nuevas viviendas.
- f) Por las condiciones expuestas, los sectores de El Pinar y Pasamayito se consideran como **Zona Crítica** y **Peligro Alto** ante la generación de deslizamiento, derrumbe-flujo y erosión de ladera (cárcava). Mientras que, el cerro Cóndor Wain se considera como **Peligro Alto** ante la generación de deslizamiento y procesos de erosión en cárcavas.

7. RECOMENDACIONES

En base a la evaluación de peligros geológicos realizada en el presente informe, se brindan las siguientes recomendaciones. Cabe precisar que, las recomendaciones ingenieriles finales deben ser propuestas en base a estudios geotécnicos e ingeniería civil de mayor detalle que tengan en cuenta los datos descritos este informe; sin embargo, de forma general, se proponen las siguientes recomendaciones:

a) Sector El Pinar:

- Se recomienda deshabitar las tres viviendas ubicadas próximas a la escarpa del deslizamiento activo.
- Prohibir el corte de talud con el objetivo de la construcción de viviendas y/o infraestructura dentro o próximo al deslizamiento, para evitar remoción de suelos y desestabilización de laderas.
- Restringir el tránsito peatonal en la zona del deslizamiento, usando para ello señaléticas y letreros preventivos (como zona de deslizamiento).
- Promover la construcción de zanjas de coronación por encima del escarpe principal, con el fin de que no continúe el desplazamiento de masa.
- Realizar trabajos de monitoreo del deslizamiento, especialmente en temporadas de lluvias.
- Monitoreo geodésico y topográfico del deslizamiento, trabajo que tiene que ser realizado por especialistas.
- Realizar una Evaluación del Riesgo de Desastres Originados por Fenómenos Naturales (EVAR).
- Realizar charlas de sensibilización y concientización del peligro al que se encuentran expuesto en el sector El Pinar.
- Forestar la ladera y alrededores, así como en las zonas de deslizamientos, para tener una barrera viva, que evite el desplazamiento de nuevos eventos.

b) Sector Pasamayito

- En las laderas del sector Pasamayito y alrededores, evitar realizar cortes del talud, de realizarse deben ser con dirección técnica, y con estudios geotécnicos de estabilidad de taludes para determinar el comportamiento del terreno frente a las edificaciones y cortes de talud.
- Desquinchar los bloques que se encuentren colgados en la ladera, para evitar afectaciones en las viviendas, vía y/o vehículo circundante.
- Considerar la instalación de geomallas en un tramo de la vía por efectos de los derrumbes ocurridos.
- En la parte baja, instalar barreras estáticas para evitar el desplazamiento de bloques provenientes de posible caída de rocas a la vía asfaltada o viviendas.
- Realizar charlas de sensibilización y concientización en peligros geológicos por movimientos en masa a los que se encuentran expuestas las viviendas del sector el Pasamayito.

- Considerar cambiar el trazo de las tuberías de riego que pasa por medio de la ladera, el mismo que tiene que tener mantenimiento para evitar la infiltración de agua hacia el macizo rocoso.
- Completar la construcción de un muro de contención, que se identificó en la margen izquierda del evento.
- Realizar trabajos de monitoreo del derrumbe-flujo, especialmente en temporadas de lluvias.
- Forestar la ladera y alrededores, así como en las zonas de derrumbes para que evite el desplazamiento de nuevos eventos.
- Realizar una Evaluación del Riesgo de Desastres Originados por Fenómenos Naturales (EVAR).

c) Cerro Condor Wain

- Revestir el canal de riego que pasa por la cabecera del deslizamiento. El sistema de tuberías que intersecan los buzones, debe de tener mantenimiento, para evitar fugas, que contribuiría a la saturación de suelo.
- Realizar mantenimiento de la trocha carrozable, así como la instalación de cunetas, con el objetivo de derivar el agua de las lluvias.
- Forestar las laderas con el fin de evitar procesos de erosión de ladera.
- Evitar cortes de ladera con el objetivo de realizar la construcción de viviendas o infraestructura dentro del cuerpo de los eventos.
- Realizar una Evaluación del Riesgo de Desastres Originados por Fenómenos Naturales (EVAR).

****Los trabajos tienen que ser realizados por especialistas en el tema.***

8. BIBLIOGRAFÍA

- Cobbing, J., Sánchez, A., Martines, W. & Zarate, H. (1996) - Geología del cuadrángulo de Huaraz, Recuay, La Unión, Chiquian y Yanahuanca (hojas 20-h, 20-i, 20-j, 21-i, 21-j). INGEMMET Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional (Escala 1: 100 000), 280 p.
<https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/199>
- Ccallo, W., Mamani, Y., Liu, J., Chen, S., Duan, Z., Choquehuanca, S. (2023) Geocronología y geoquímica del Batolito de la Costa entre 9° 30' y 10° 30' S – INGEMMET Boletín 39, Serie D: Estudios Regionales., 125 páginas, 1 mapa
<https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/4463>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI (2017). Directorio Nacional de Centros Poblados. Censos Nacionales 2017: XII de Población; VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. (Consulta: Junio 2021). Disponible en:
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1541/index.htm.
- Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007). Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional, No. 4, 432 p., 1 CD-ROM.
<https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/2830>
- Servicio Nacional de Meteorológica e Hidrológica, SENAMHI (2020). Mapa de clasificación climática del Perú (Texto). Lima, Perú. Disponible en:
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2185020/Climas%20del%20Per%C3%BA%3A%20Mapa%20de%20Clasificaci%C3%B3n%20Clim%C3%A1tica.pdf>.
- Villota, H. (2005). Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras. 2. ed. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 210 p.
- Weather Spark (2025). Fuente de Datos Meteorológicos y Pronostico del tiempo del Servicio. Disponible en: <https://es.weatherspark.com/y/20442/Clima-promedio-en-El-Callao-Per%C3%BA-durante-todo-el-a%C3%B1o>
- Zavala, B., Valderrama, P., Pari, W., Luque, G., (2009) Riesgos Geológicos en la región Ancash, Boletín N° 38, Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica, 280 p., 18 mapas.
<https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/243>

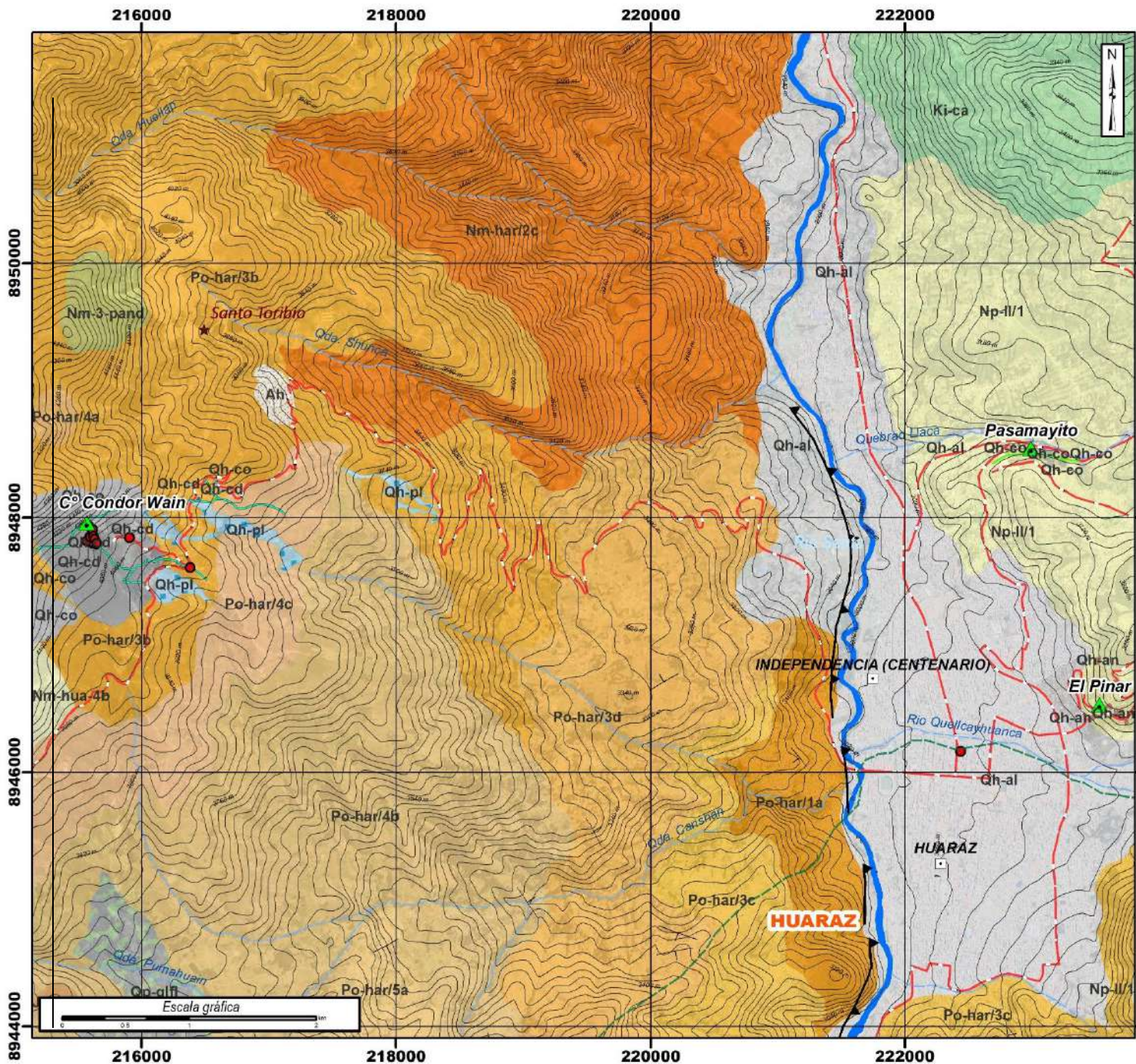
ANEXO 1: MAPAS

Mapa 1. Mapa geológico

Mapa 2. Mapa de pendientes

Mapa 3. Mapa geomorfológico

Mapa 4. Mapa Cartográfico de peligros geológicos



SÍMBOLOS

	Sectores evaluados		Curvas de nivel
	Vías		Minas
	Río Santa		Canal
	Quebradas		Reservorio
	Limite distrital		Tubería
	Capital de distrito		Falla inversa

LEYENDA

Era	Sistema	Unidades litoestratigráficas
Cenozoico	Cuaternario	Qh-al Depósito aluvial
		Qh-co Depósito coluvial
		Qh-cd Depósito coluvio-deluvial
		Qh-pl Depósito proluvial
	Brown-an Depósito antrópico	
Neógeno	Np-II/1 Formación Lloclla	
	Po-har/4a Centro Volcánico Huicnoc Alto Ruri	

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO

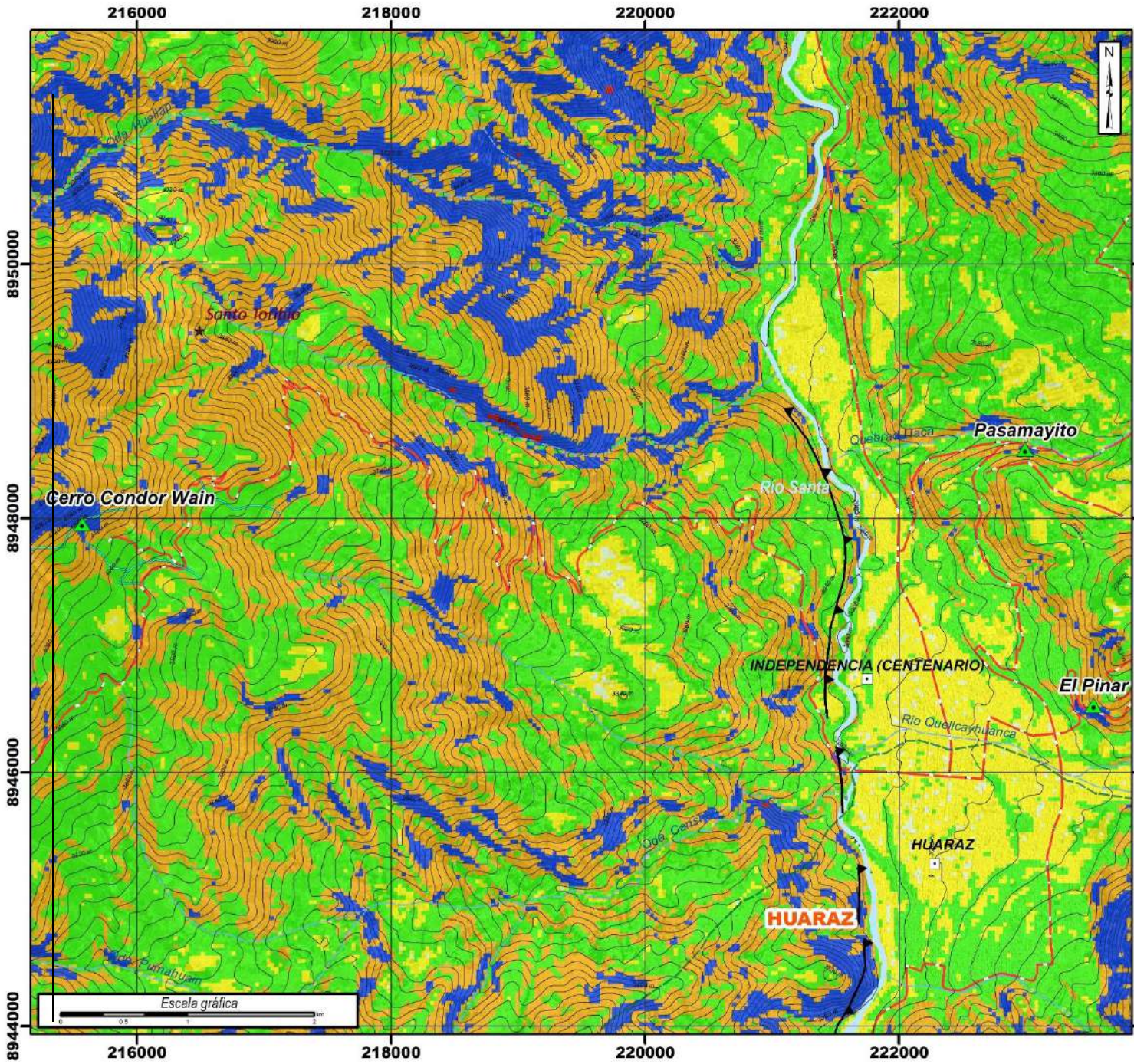
DIRECCIÓN DE GEOLOGIA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLOGICO
 DEPARTAMENTO: ANCASH
 PROVINCIA: HUARAZ
 DISTRITO: INDEPENDENCIA

MAPA GEOLOGICO DE LOS SECTORES: EL PINAR, PASAMAYITO Y CERRO CONDOR WAIN

Escala: 1/41,000 Elaborado por: Sosa, N.

Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84

Versión digital 2026 Impreso: Enero, 2026



SÍMBOLOS

	Sectores evaluados		Curvas de nivel
	Vías		Minas
	Río Santa		Canal
	Quebradas		Reservorio
	Limite distrital		Tubería
	Capital de distrito		Falla inversa

RANGOS DE PENDIENTE

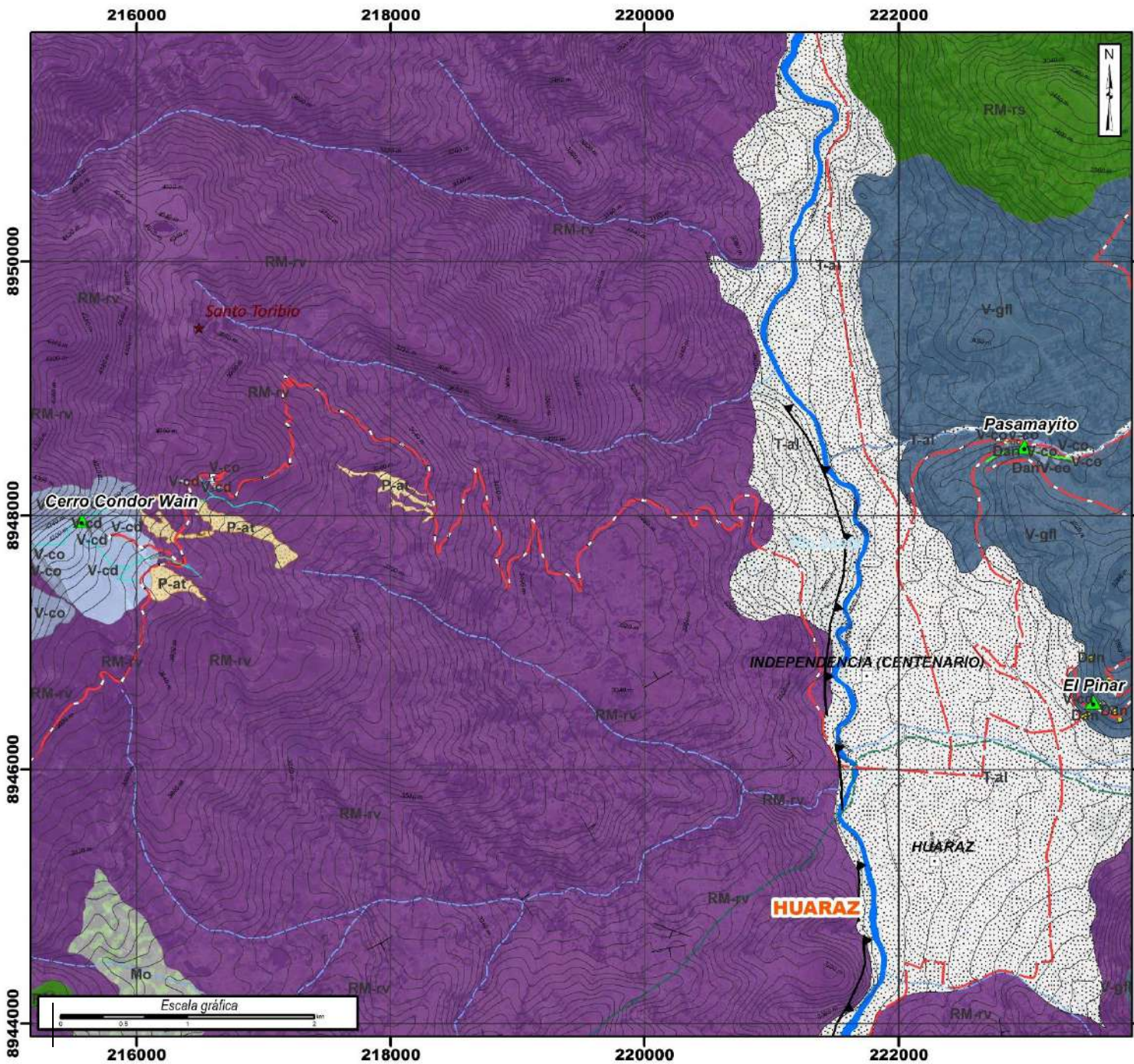
	0° - 1°	Terreno llano
	1° - 5°	Terreno inclinado con pendiente suave
	5° - 15°	Pendiente moderada
	15° - 25°	Pendiente fuerte
	25° - 45°	Pendiente muy fuerte o escarpada
	>45°	Terreno muy escarpado

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO
DEPARTAMENTO: ANCASH
PROVINCIA: HUARAZ
DISTRITO: INDEPENDENCIA

MAPA DE PENDIENTES DE LOS SECTORES: EL PINAR, PASAMAYTTO Y CERRO CONDOR WAIN

Escala: 1/41,000	Elaborado por: Sosa, N.	02
Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84		
Versión digital 2026 Impreso: Enero, 2026		



SÍMBOLOS

	Sectores evaluados		Curvas de nivel
	Vías		Minas
	Río Santa		Canal
	Quebradas		Reservorio
	Limite distrital		Tuberia
	Capital de distrito		Falla inversa

LEYENDA

Unidad	Código	Unidades geomorfológicas
Montaña		RM-rs Montaña en roca sedimentaria
		RM-rv Montaña en roca volcánico
Vertiente o piedemonte		V-co Vertiente coluvial
		V-cd Vertiente coluvio-deluvial
		V-gfl Vertiente fluvio-glaciario
		P-at Vertiente aluvio-torrencial
		T-al Terraza aluvial
		Dan Depósito antropico

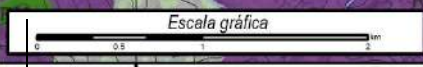
SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

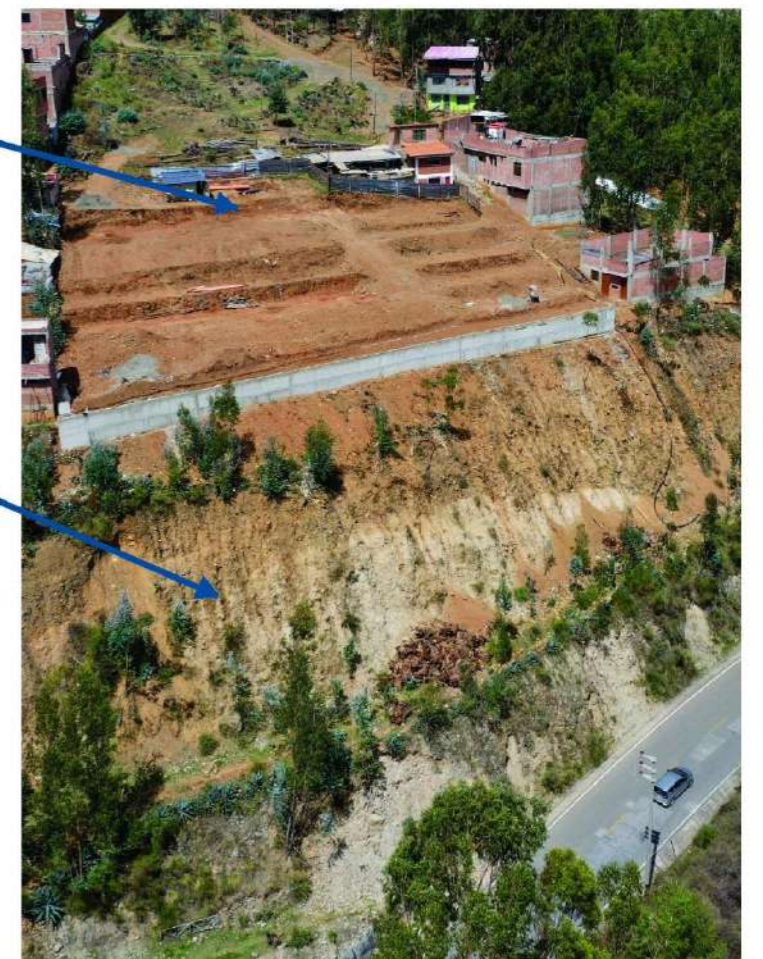
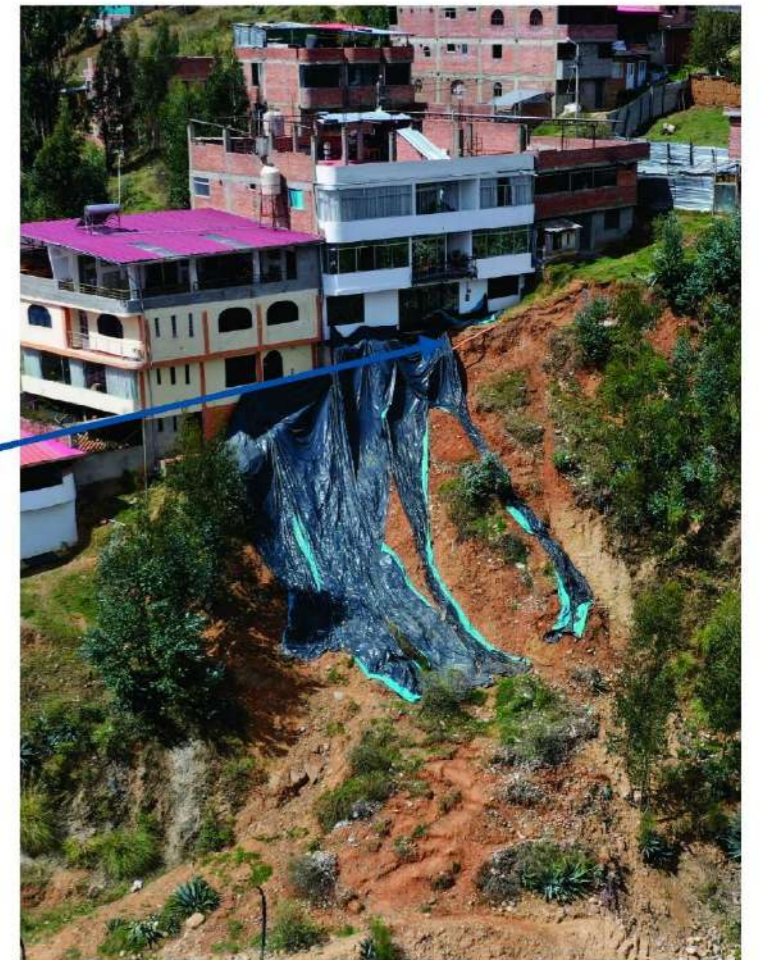
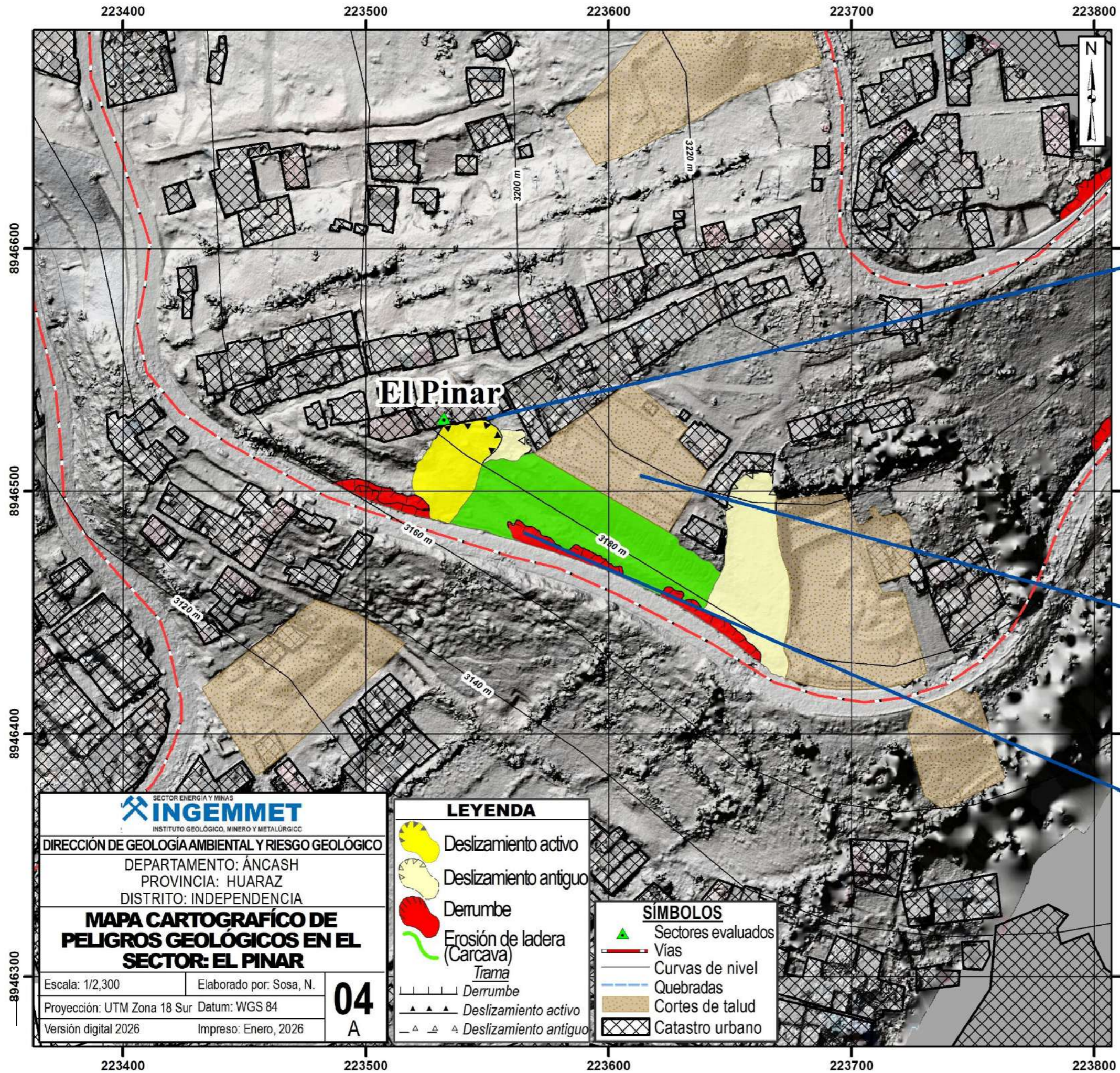
DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

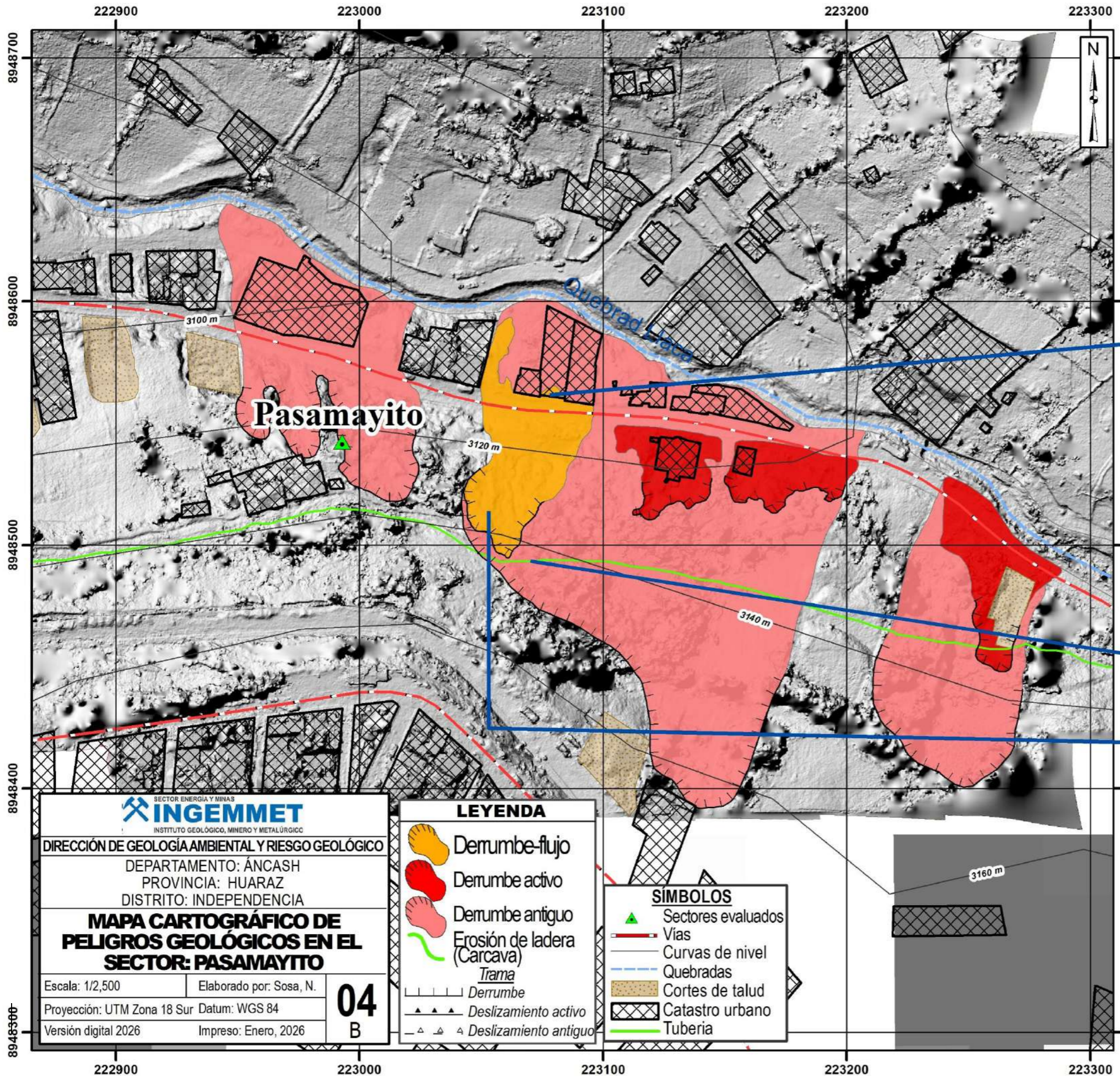
DEPARTAMENTO: ÁNCASH
 PROVINCIA: HUARAZ
 DISTRITO: INDEPENDENCIA

MAPA GEOMORFOLÓGICO DE LOS SECTORES: EL PINAR, PASAMAYITO Y CERRO CONDOR WAIN

Escala: 1/41,000	Elaborado por: Sosa, N.	03
Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84		
Versión digital 2026	Impreso: Enero, 2026	







SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO
 DEPARTAMENTO: ÁNCASH
 PROVINCIA: HUARAZ
 DISTRITO: INDEPENDENCIA

MAPA CARTOGRÁFICO DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL SECTOR: PASAMAYITO

Escala: 1/2,500 Elaborado por: Sosa, N.
 Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84
 Versión digital 2026 Impreso: Enero, 2026

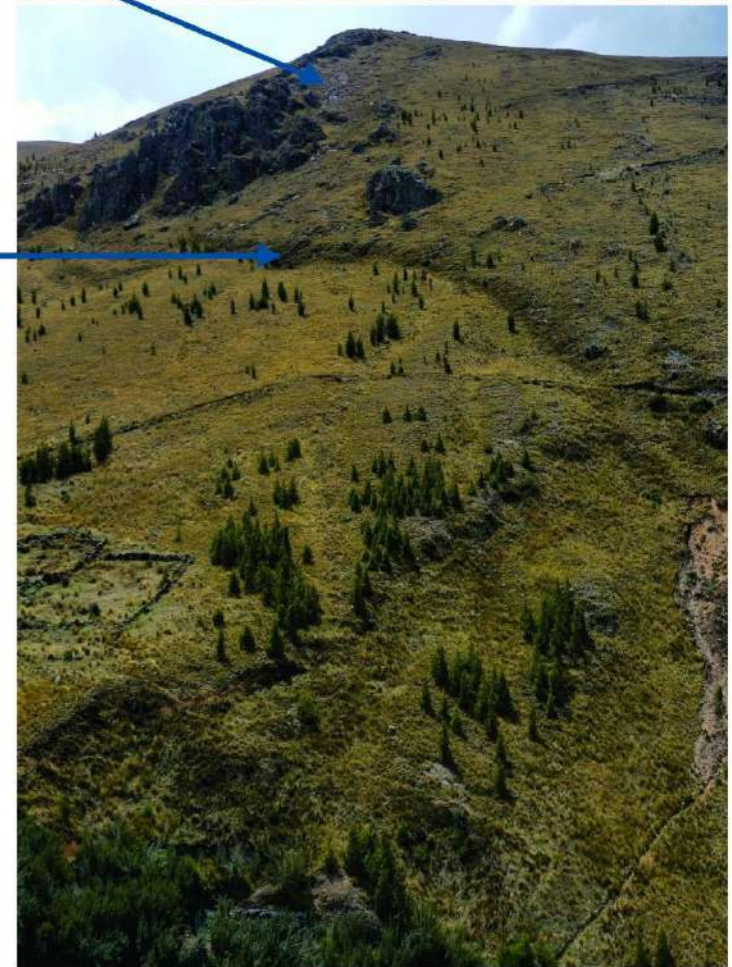
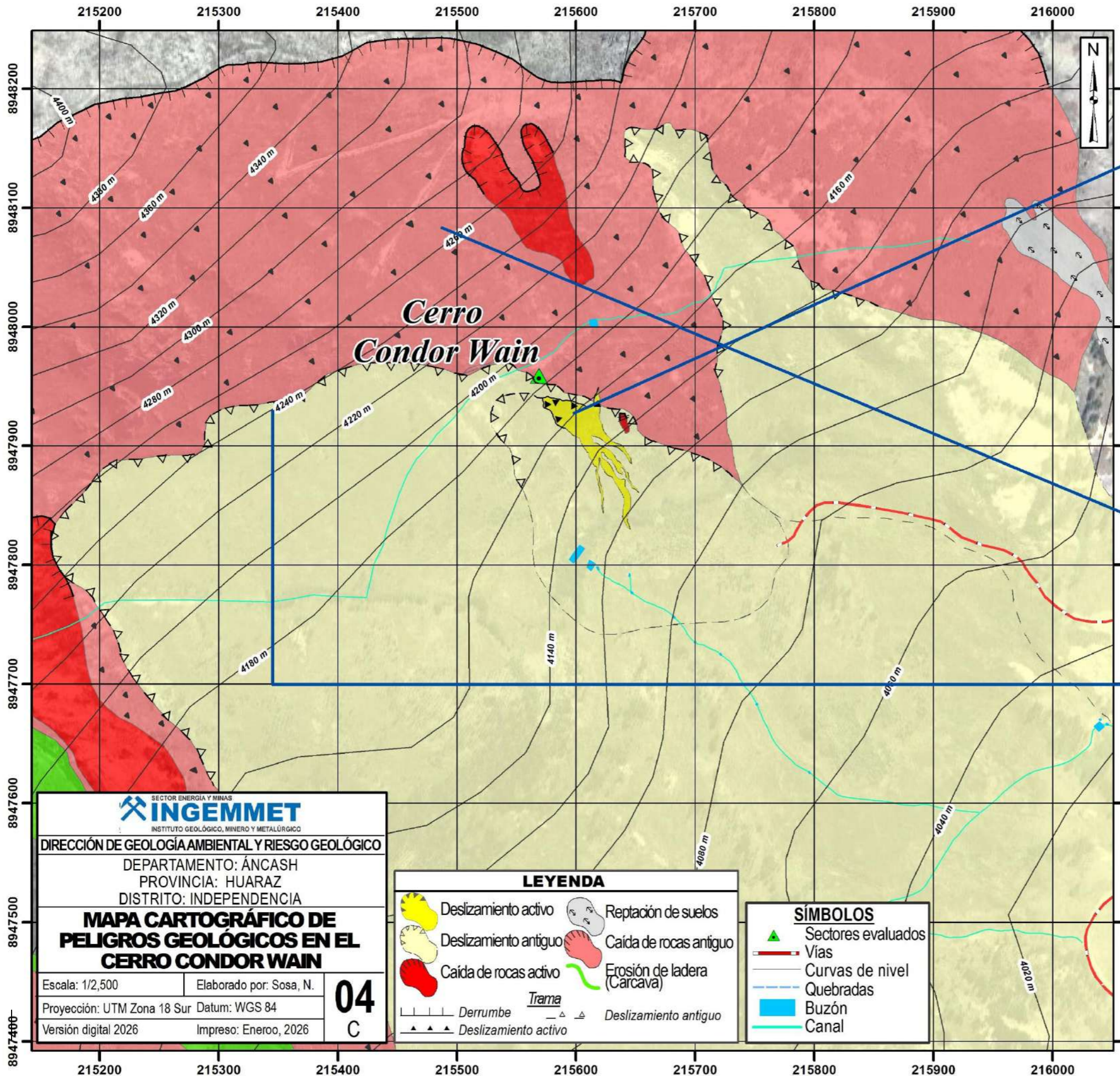
04
B

LEYENDA

- Derrumbe-flujo
- Derrumbe activo
- Derrumbe antiguo
- Erosión de ladera (Carcava)
- Trama
- Derrumbe
- Deslizamiento activo
- Deslizamiento antiguo

SÍMBOLOS

- Sectores evaluados
- Vías
- Curvas de nivel
- Quebradas
- Cortes de talud
- Catastro urbano
- Tubería



SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

DEPARTAMENTO: ÁNCASH
 PROVINCIA: HUARAZ
 DISTRITO: INDEPENDENCIA

MAPA CARTOGRÁFICO DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL CERRO CONDOR WAIN

Escala: 1/2,500 Elaborado por: Sosa, N.

Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84

Versión digital 2026 Impreso: Enero, 2026

04
C

LEYENDA

Deslizamiento activo	Reptación de suelos
Deslizamiento antiguo	Caída de rocas antiguo
Caída de rocas activo	Erosión de ladera (Carcava)
Trama	
Derrumbe	Deslizamiento antiguo
Deslizamiento activo	

SÍMBOLOS

Sectores evaluados
Vías
Curvas de nivel
Quebradas
Buzón
Canal

ANEXO 2: PROPUESTAS DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O CORRECTIVAS

MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O CORRECTIVAS

En esta sección se dan algunas propuestas de solución de forma general para la zona de estudio, con la finalidad de minimizar las ocurrencias de derrumbes y caídas de detritos. Así como también para evitar la generación de nuevas ocurrencias.

La estabilidad de una pendiente mejora cuando se llevan a cabo ciertas acciones. Para tener éxito, primero hay que identificar el proceso de control más importante que está afectando la estabilidad del talud; en segundo lugar, hay que determinar la técnica adecuada que debe aplicarse suficientemente para reducir la influencia de ese proceso. La mitigación prescrita debe diseñarse de manera que se adapte a las condiciones específicas de la pendiente que se esté estudiando. Por ejemplo, instalar tuberías de drenaje en una pendiente que tiene muy poca agua subterránea no tiene sentido. Los esfuerzos por estabilizar una pendiente se realizan durante la construcción o cuando surgen problemas de estabilidad de forma inesperada después de la construcción. La mayoría de las técnicas de ingeniería de pendientes requieren un análisis detallado de las propiedades del suelo y un conocimiento adecuado de la mecánica del suelo y las rocas subyacentes. En toda situación de alto riesgo, donde un deslizamiento de tierras puede poner en peligro vidas o afectar negativamente la propiedad, siempre es necesario consultar a un profesional experto en derrumbes, por ejemplo, un ingeniero geotécnico o civil antes de emprender cualquier trabajo de estabilización. En las secciones siguientes se ofrece una introducción general a las técnicas que se pueden utilizar para aumentar la estabilidad del talud (Highland & Bobrowsky, 2008).

A continuación, se señalan una serie de recomendaciones que pueden servir como base para mitigar los peligros geológicos en el área de estudio. Se recomienda evaluar al detalle, esta zona para el correcto diseño de las obras de mitigación sugeridas, con especialistas.

1. Mitigación de peligros por derrumbes y caída de detritos

Los derrumbes y caída de detritos son comunes en zonas con pendientes escarpadas de rocas y acantilados. Estos peligros son la causa de cuantiosas pérdidas y muertes, las primeras principalmente al obstaculizar el transporte y el comercio debido al bloqueo de las carreteras. A veces se desvían los caminos y carreteras alrededor de las zonas de caída de rocas, pero esto no siempre es práctico. Muchas comunidades colocan avisos de peligro alrededor de zonas donde hay un elevado riesgo de derrumbes y caída de rocas.

La aplicación de medidas correctivas en zonas con derrumbes y caídas se puede realizar sobre taludes que tienen pendientes fuertes y es necesaria su estabilización; para tener un factor de seguridad predeterminado y estabilizar fenómenos de rotura, los métodos más frecuentes se muestran en la figura 1.

Para definir la solución ideal es necesario valorar diferentes parámetros tanto de tipo constructivo y económico. A continuación, se muestran algunos de los diferentes tipos de solución empleado en la corrección y tratamiento de estas zonas:

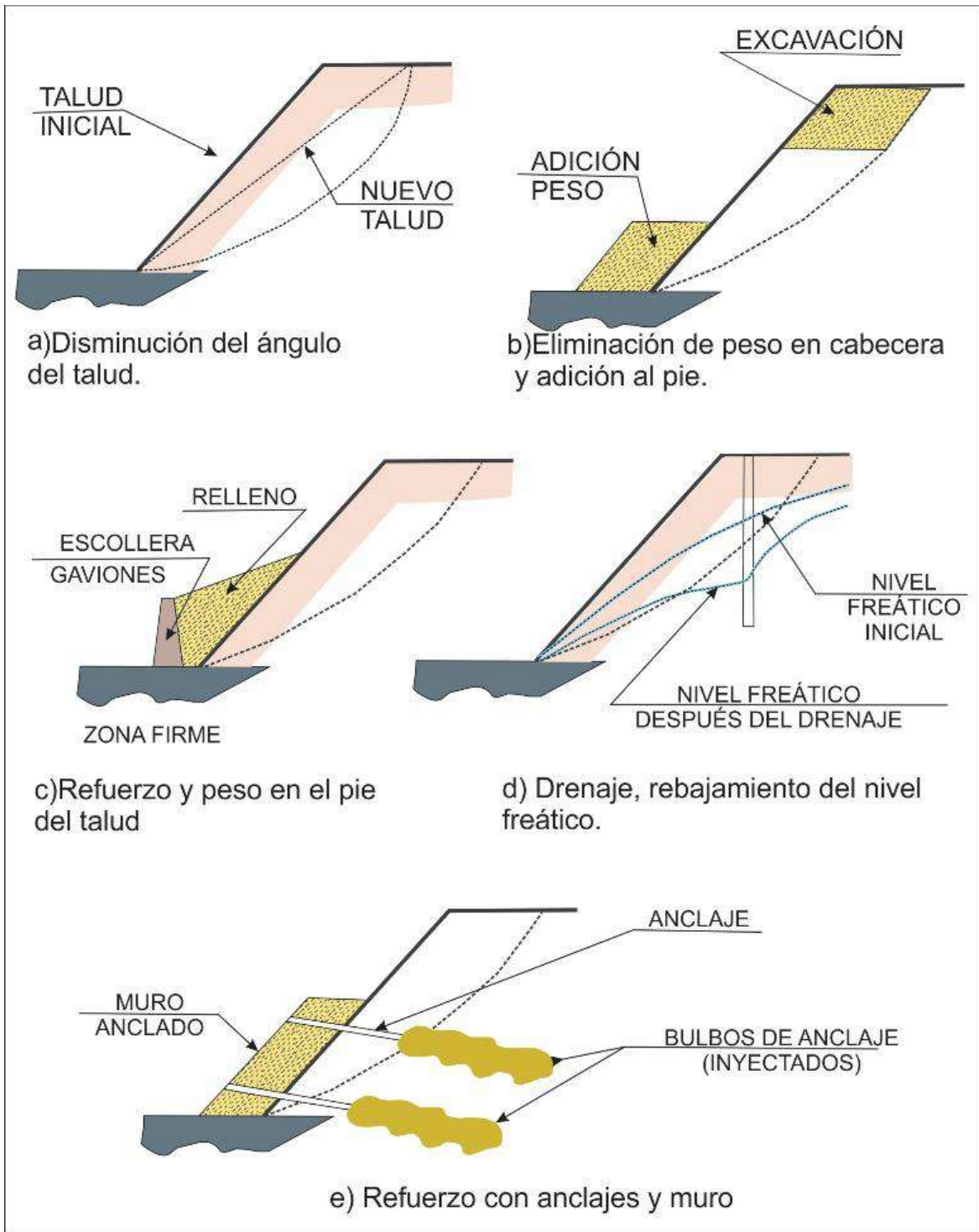


Figura 1. Métodos más frecuentes para aumentar el coeficiente de seguridad en taludes de suelos (González *et al.*, 2002).

- Corrección por modificación de la geometría del talud, consiste en estabilizar el ángulo del talud ya sea por corte del talud, escalonamiento de taludes en bancos (figura 2), etc.

Mediante este tipo de corrección se distribuyen las fuerzas debidas al peso de materiales, obteniéndose una nueva configuración más estable.

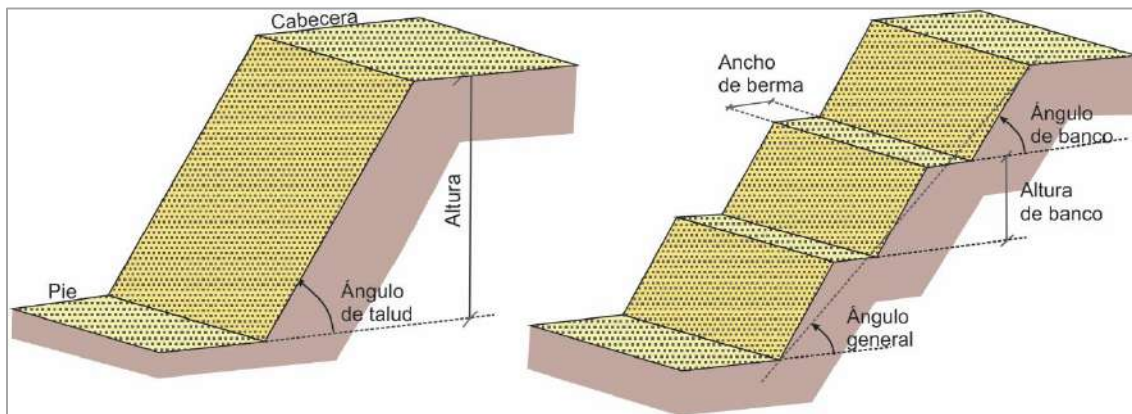


Figura 2. Talud con ángulo uniforme y talud con excavado de forma escalonada con bermas y bancos (González *et al.*, 2002).

- Corrección por drenaje, las medidas de corrección por drenaje son de dos tipos: 1) drenaje superficial mediante zanjas de drenaje, impermeabilizadas o no y aproximadamente paralelas al talud con el fin de recoger las aguas superficiales o aquella recogidas por los drenajes profundos y evacuarlas lejos del talud evitándose su infiltración; y 2) drenaje profundo que tiene como finalidad deprimir el nivel freático del afloramiento ya sea por medio de drenes horizontales, galería de drenaje, zanjas, pozos o drenes verticales, entre otros como se muestran en la figura 3. En ambos casos es necesario la participación de un hidrogeólogo para el diseño de los drenes.

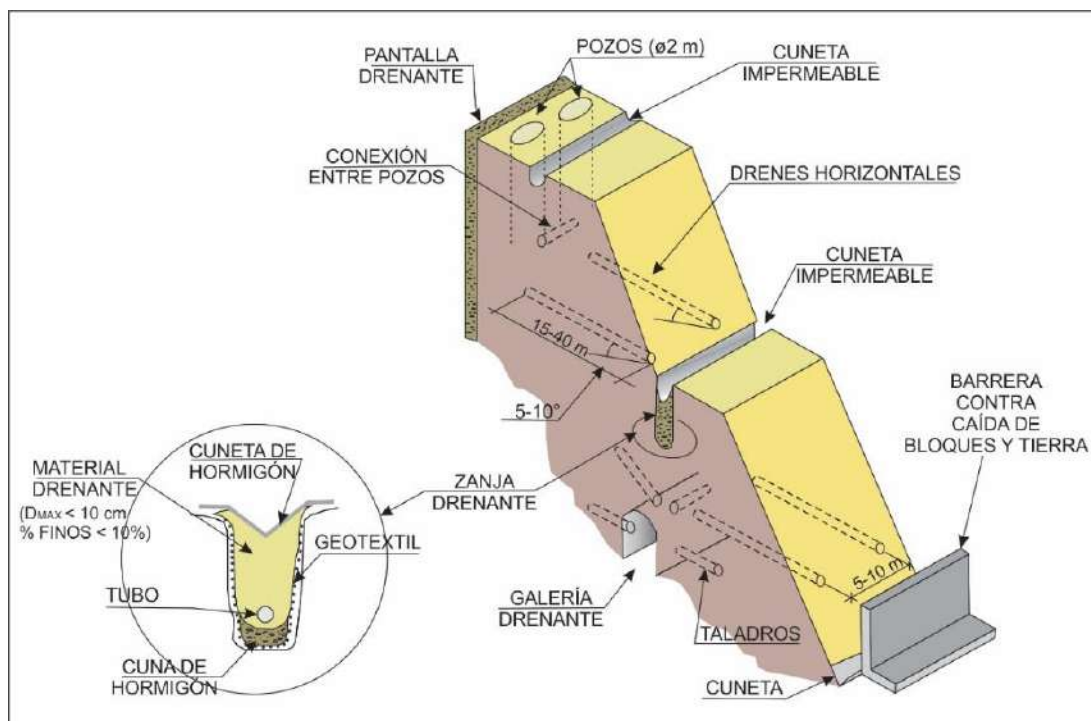


Figura 3. Medidas de drenaje y protección de taludes (Uriel, 1991).

- Corrección por elementos resistentes, tiene por finalidad aumentar la resistencia al corte mediante sistemas más frecuente como: *anclajes* formados por cables o barras de acero que se anclan en zonas estables del macizo, trabajan a tracción y proporcionan una fuerza contraria al movimiento y un incremento de las tensiones normales sobre la superficie de rotura (figura 4). *Muros* que se construyen al pie del talud como elementos resistentes de sostenimiento, contención o revestimiento (figura 5); estos muros pueden ser de: 1) gravedad, se construyen de hormigón en masa, concreto ciclópeo, mampostería, piedra seca o piedra argamasada para taludes pequeños (figura 6), 2) aligerados, ejecutados con hormigón armado en forma de L, aquí la pantalla vertical actúa como viga en voladizo y contrarrestan el momento volcador del empuje del terreno principalmente con el momento estabilizador de las tierras situadas sobre el talón; y muros contrafuertes (figura 7).

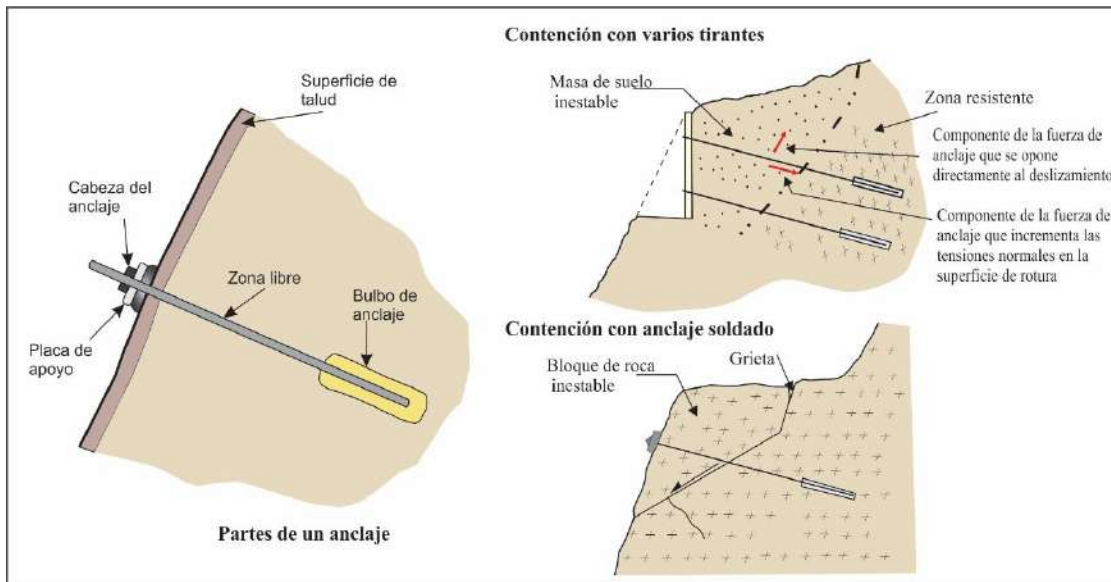


Figura 4. Esquema de las partes de un anclaje y ejemplos de aplicación.

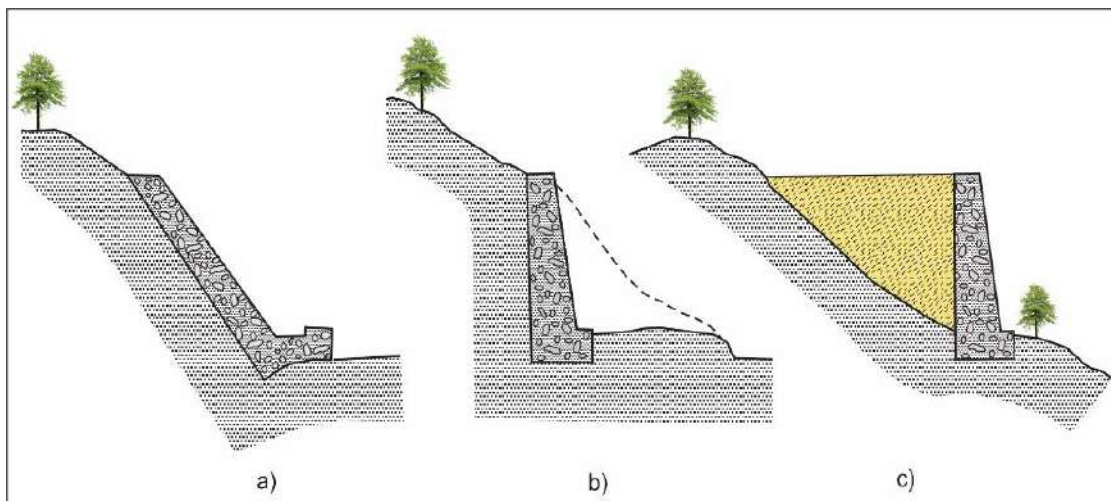


Figura 5. Tipo de muros: a) revestimiento, b) contención, c) sostenimiento (Jiménez *et al.*, 1976).

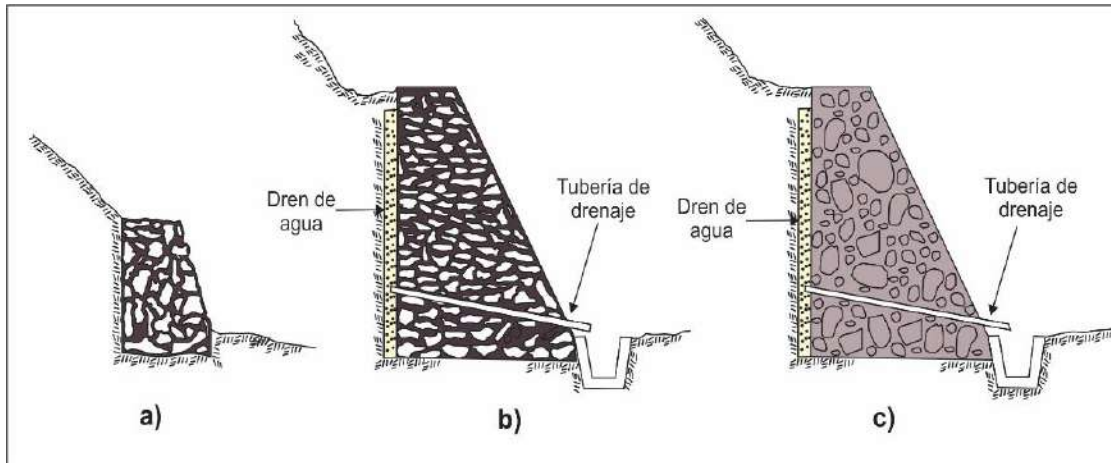


Figura 6. Muros de gravedad.

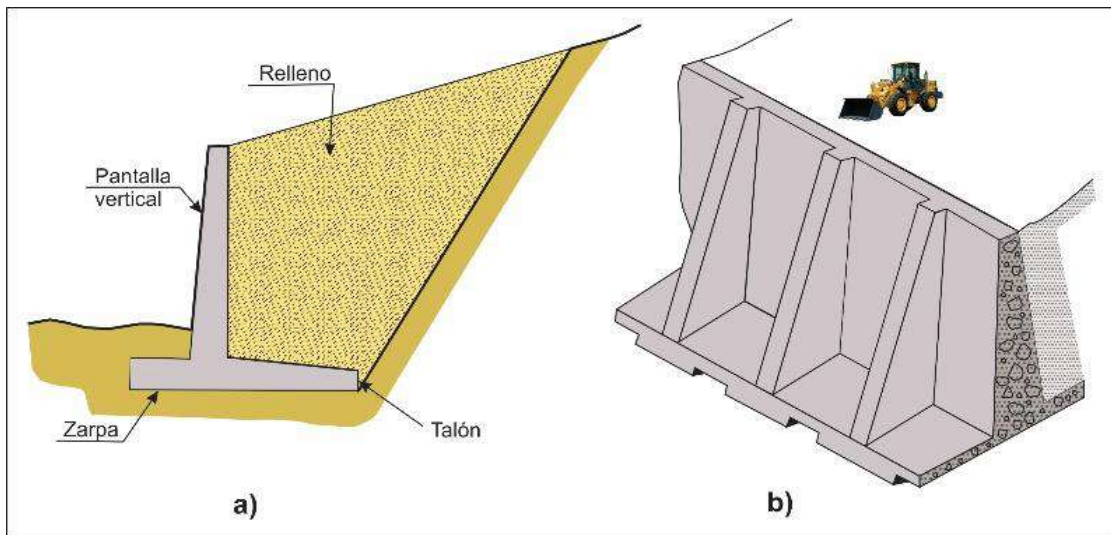


Figura 7. Muros aligerados: a) muro en L, b) muro con contrafuertes en el intradós (Jiménez *et al.*, 1976).

Gaviones con forma de prisma rectangular que consisten en un relleno granular constituido por fragmentos de roca no degradable como caliza, andesita, granitos, etc. retenido por una malla de alambre metálico galvanizado, la altura puede ser de 5 a 10 m (figura 8). *Pantallas de pilotes*, de hormigón armado, constituyen alineaciones de pilotes cuyo diámetro varía entre 40 a 120 cm, siendo el espacio entre dos adyacentes lo suficientemente pequeño como para conseguir un sostenimiento relativamente continuo, son muy costosos, también se usan los *muros de pantalla*, enterrados de hormigón armado, su acción estabilizadora ante los deslizamientos existentes o potenciales es muy similar a la de las pantallas de pilotes (figura 9).

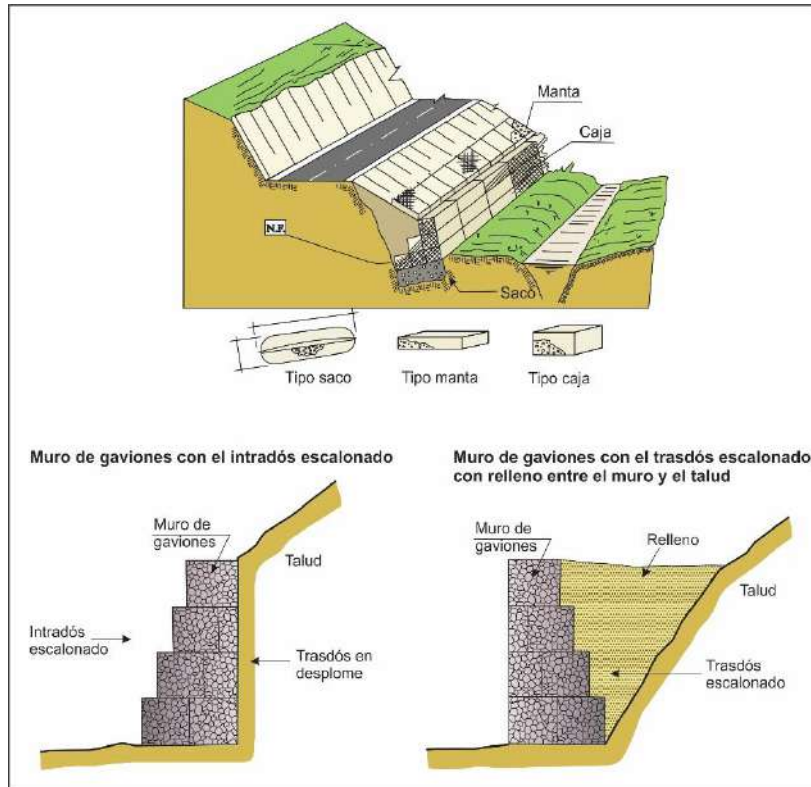


Figura 8. Muro de gaviones y ejemplos de aplicación.

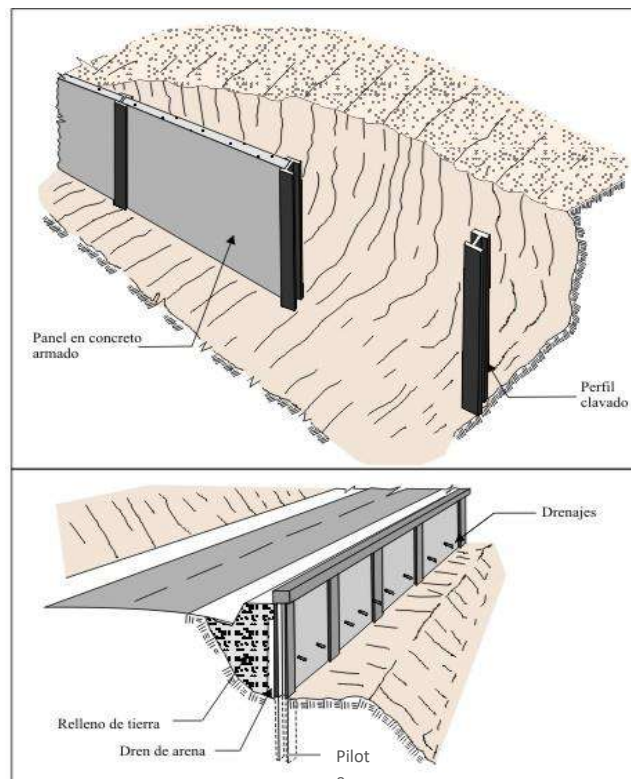


Figura 9. Ejemplo de muros de pantalla y muros con pilotes.

Otros tipos de muros, son los de *tierra armada*, formados por un paramento exterior prefabricado de hormigón o chapas metálicas y un relleno de suelo, reforzado mediante bandas o tirantes de metal o de material sintético que se anclan al paramento y al talud (figura 10).

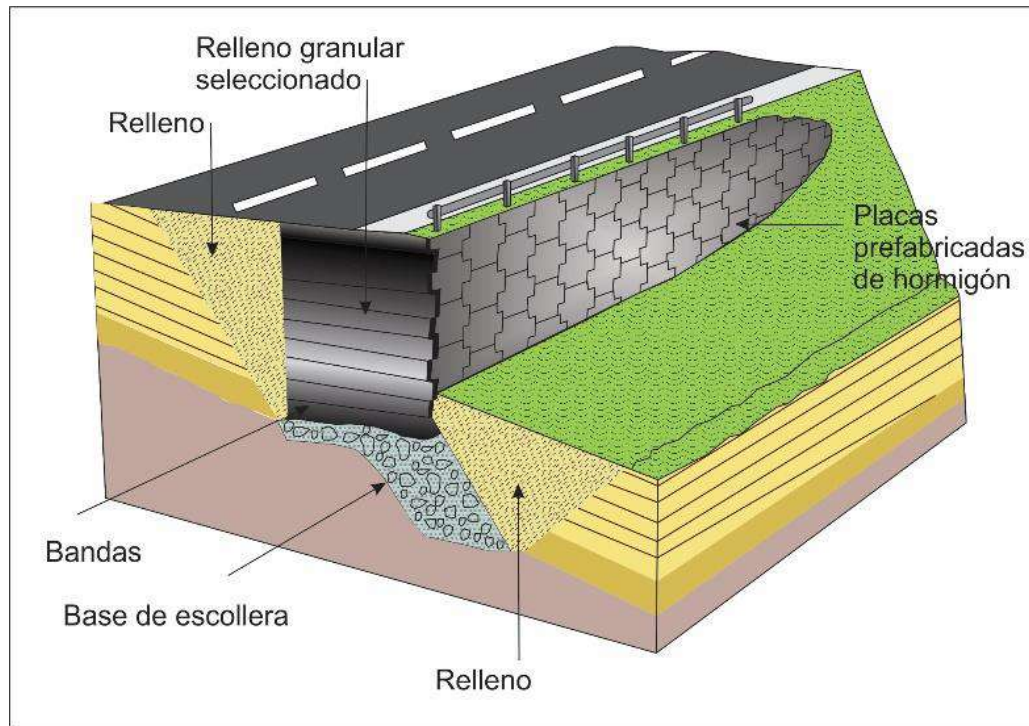


Figura 10. Muro de tierra armada (modificado de Canmet, 1977).

- Correcciones superficiales, estas medidas se aplican en la superficie de un talud de manera que afectan solo a las capas más superficiales del terreno con la finalidad de evitar o reducir la erosión y meteorización de la superficie del talud, eliminar los problemas derivados de los desprendimientos de rocas en los taludes donde estos predominan y aumentar la seguridad del talud frente a pequeñas roturas superficiales. En esta categoría se tiene por ejemplo el uso de: 1) *mallas metálicas* que cubre la superficie del talud con la finalidad de evitar la caída de fragmentos de roca, lo cual es siempre peligroso, especialmente en vías de transporte o cuando hay personal trabajando en el pie del talud, en la parte final de la malla se suele dejar un metro por encima de la zanja de acumulación de fragmentos sueltos de rocas, apropiados cuando el tamaño de roca a caer se encuentra entre 0,6 a 1 m (fotografía 1), en muchos taludes de las carreteras principales de la región Lima, es necesario utilizar esta medida y no solo realizar limpieza del material caído; 2) sembrado de cobertura vegetal en un talud o también denominado método biotecnológico, para evitar la erosión superficial tanto hídrica como eólica (fotografía 2); 3) capa de hormigón que cubra el talud inestable; y 4) dejar un margen de seguridad al pie de talud frente a caídas y vuelcos de rocas con el fin de no destruir infraestructuras cercanas a ella.



Fotografía 1. Mallas de protección con anclajes para caída de rocas o derrumbes tanto en detritos como roca alterada.



Fotografía 2. Ejemplo de laderas forestadas para controlar la erosión superficial.