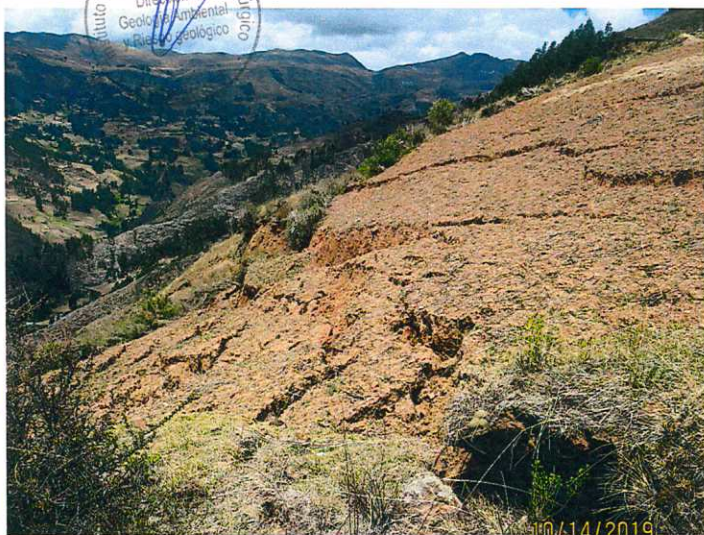


DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7025

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LOS SECTORES PASACANCHA, TARABAMBA Y COLPA

Región Áncash
Provincia Sihuas
Distrito Cashapampa



FEBRERO
2020

PASACANCHA, TARABAMBA Y COLPA

DEPARTAMENTO ANCASH, PROVINCIA SIHUAS, DISTRITO CASHAPAMPA

Contenido

RESUMEN	2
1. INTRODUCCIÓN	3
1.1. Antecedentes y trabajos previos	3
1.2. Objetivos	5
2. ASPECTOS GENERALES	5
2.1. Ubicación y accesibilidad.....	5
3. ASPECTOS GEOLÓGICOS	6
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	8
4.1. Pendiente del terreno	9
4.2. Clasificación de unidades geomorfológicas.....	9
5. PELIGROS GEOLÓGICOS	12
5.1. Conceptos teóricos.....	12
5.1.1. Deslizamiento	13
5.1.2. Erosión de Ladera.....	13
5.1.3. Flujo de detritos (huaico)	14
5.2. Procesos por movimientos en masa que afectan Centros Poblados	15
5.2.1. Sector Pasacancha.....	15
5.2.2. Sector Tarabamba	19
5.2.3. Sector Colpa	23
6. PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS	26
CONCLUSIONES	29
RECOMENDACIONES	30
REFERENCIAS	31

RESUMEN

El distrito Cashapampa con una extensión territorial de 66.96 km², es uno de los diez distritos en que está dividida la provincia de Sihuas; en la sierra central del territorio peruano. Por su ubicación geográfica está expuesta a fuertes lluvias estacionales (diciembre a marzo), a esto se suma sus condiciones geológicas y geomorfológicas que son susceptibles a la ocurrencia de peligros geológicos por movimientos en masa.

Ante esta problemática de riesgo, el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico a través de la Dirección de Geología Ambiental realizó la evaluación de peligros geológicos, en tres sectores afectados por procesos geodinámicos. El trabajo fue realizado por geólogos especialistas en peligros geológicos, durante 1 día de trabajo de campo y consistió en: la cartografía de peligros geológicos que afectaron los poblados, carreteras, infraestructura entre otros.

Entre los factores condicionantes que originan la ocurrencia de procesos geológicos por movimientos en masa, se tiene la pendiente del terreno muy fuerte (25°-45°) la geomorfología formada por laderas de montaña estructural en roca sedimentaria y unidades litoestratigráficas de mala calidad formado por suelos de grano fino o alternancia de diferente competencia, como se aprecia en el sector Pasacancha afloran unidades formados por limoarcillitas y areniscas (Fm. Chicama) ver fotografía 1, en el sector Tarabamba formado por arcillitas, calizas y areniscas de la (Fm. Santa – Carhuaz) y el sector Colpa formado por unidades litoestratigráficas conformado por calizas, arcillitas, margas y areniscas de la (Fm. Pariahuanca, Chulec y Pariatambo), estas unidades litoestratigráficas son susceptible y favorecen la evolución de los procesos por movimientos en masa

Como resultado de los trabajos de evaluación de zonas afectadas, se identificaron peligros geológicos de tipo: deslizamiento, derrumbe, flujo de detritos (huaico) y erosión de ladera. Estos peligros afectaron en diferente intensidad las viviendas situadas en áreas inestables, como también terrenos de cultivo y pastoreo.

El presente informe técnico con información geológica y geodinámica para la Gestión del Riesgo de Desastres, contiene mapas que muestran la cartografía de peligros geológicos de las áreas afectadas según el tipo de evento ocasionado por las lluvias intensas y/o excepcionales.

Finalmente, se brinda recomendaciones que se consideran importantes que las autoridades pongan en práctica para reducir la vulnerabilidad y por lo tanto el riesgo a los peligros geológicos. Estas propuestas de solución se plantean con la finalidad de minimizar las ocurrencias y los daños que pueden ocasionar los procesos identificados; así como también evitar la generación de nuevas ocurrencias o eventos futuros que causen daños irreparables.

1. INTRODUCCIÓN

El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), como ente técnico-científico, incorpora dentro de los proyectos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR) a través de la ACT.7: Evaluación de peligros geológicos a nivel nacional. Su alcance contribuye con entidades gubernamentales en los diferentes niveles de gobierno (nacional, regional y local), a partir del reconocimiento, caracterización y diagnóstico de peligros geológicos en territorios susceptibles a movimientos en masa, inundaciones u otros peligros geológicos asociados a eventos hidroclimáticos, sísmicos o de reactivación de fallas geológicas, o asociados a actividad volcánica. Mediante esta asistencia técnica el INGEMMET proporciona una evaluación técnica que incluye resultados de la evaluación geológica-geodinámica realizada, así como, recomendaciones pertinentes para la mitigación y prevención de fenómenos activos o la generación de desastres futuros en el marco del Sistema de Gestión de Riesgo de Desastres.

El COER del Gobierno regional de Ancash, mediante Oficio N°108-2019-GRA-ORDNCySC/COER/EVALUADOR, de fecha 06 junio del año 2019 solicitó a nuestra institución una evaluación técnica de peligros geológicos en el distrito de Cashapampa.

El INGEMMET, por intermedio de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico comisionó a los profesionales Hugo Gómez Velásquez y Edinson Ramos Silva, especialistas en peligros geológicos, para realizar las evaluaciones técnicas, en el distrito previamente mencionados, el cual se realizó el 13 de octubre del año 2019, previa coordinación con autoridades locales.

La evaluación técnica, se basa en la recopilación y análisis de información existente de trabajos anterior realizados por el Ingemmet, la interpretación de imágenes satelitales, preparación de mapas para trabajos de campo, toma de datos (fotografía y GPS), cartografiado y redacción de informe preliminar

Este informe, se pone en consideración del Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI, autoridades y funcionarios competentes, para la ejecución de medidas de mitigación y reducción de riesgo, a fin de que sea un instrumento técnico para la toma de decisiones.

1.1. Antecedentes y trabajos previos

Se pueden mencionar los estudios anterior efectuado en la zona que se menciona a continuación:

- a) Estudio de riesgo geológico de la región Ancash (Ingemmet, 2010), realiza el mapa de susceptibilidad a movimientos en masa, donde se determina que los sectores de Pasacancha, Tarabamba y Colpa, se ubica en una zona de Muy Alto grado de susceptibilidad a peligros de tipo: deslizamiento, derrumbes, flujo de detritos y erosión de ladera (figura 1).
- b) Informe Técnico N° A6698 "Evaluación geológica y geodinámica del deslizamiento de Tarabamba" (Concha R., 2015), El caserío de Tarabamba es afectado por la reactivación de un deslizamiento antiguo de gran dimensión, originado en la parte alta del cerro Copcho, (figura 2).

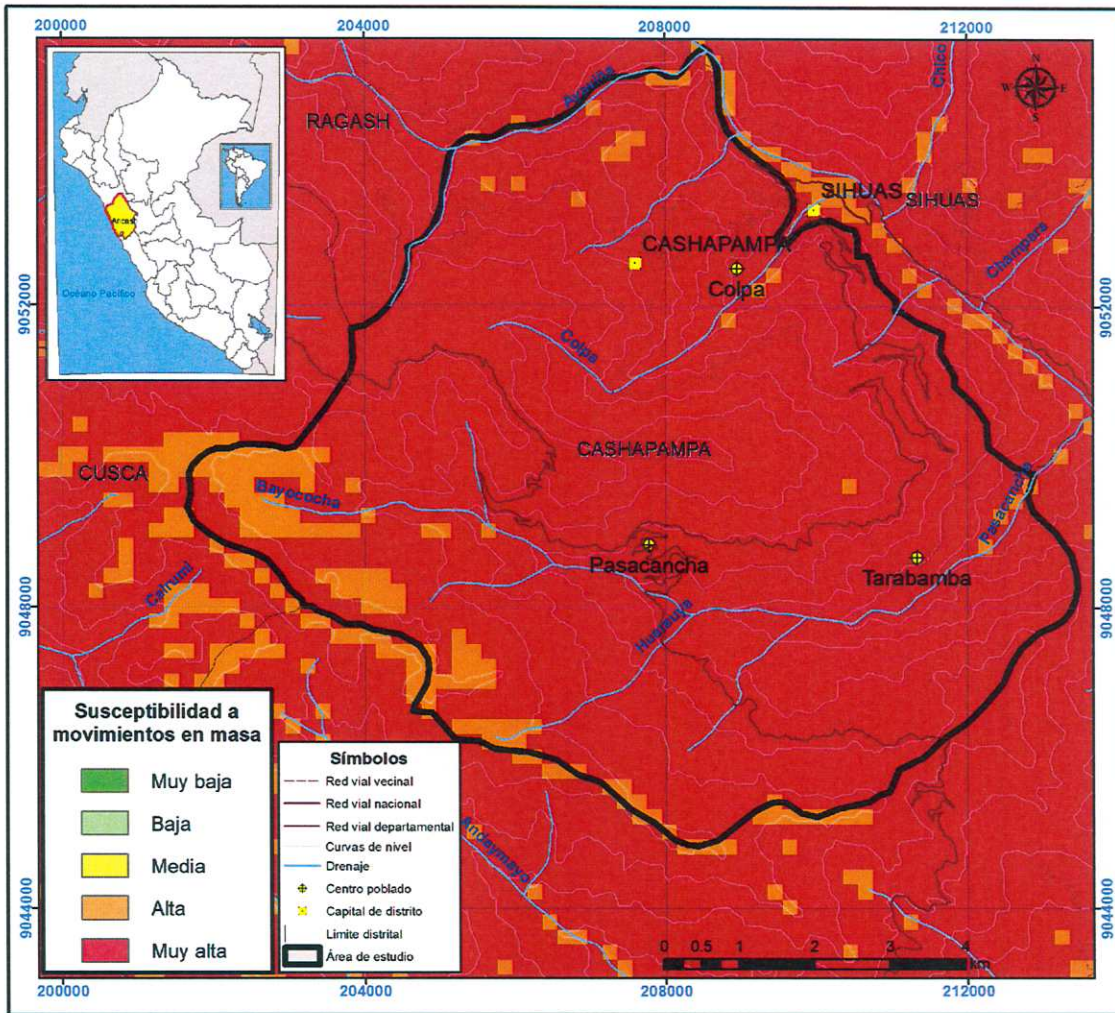


Figura 1. Mapa de susceptibilidad a procesos por movimientos en masa de la región Ancash, se observa que en los sectores de Pasacancha, Tarabamba y Colpa, se ubica en una zona de Muy Alto grado de susceptibilidad a movimientos en masa de tipo: deslizamiento, derrumbes, flujo de detritos y erosión de ladera. (Ingemmet, 2010).

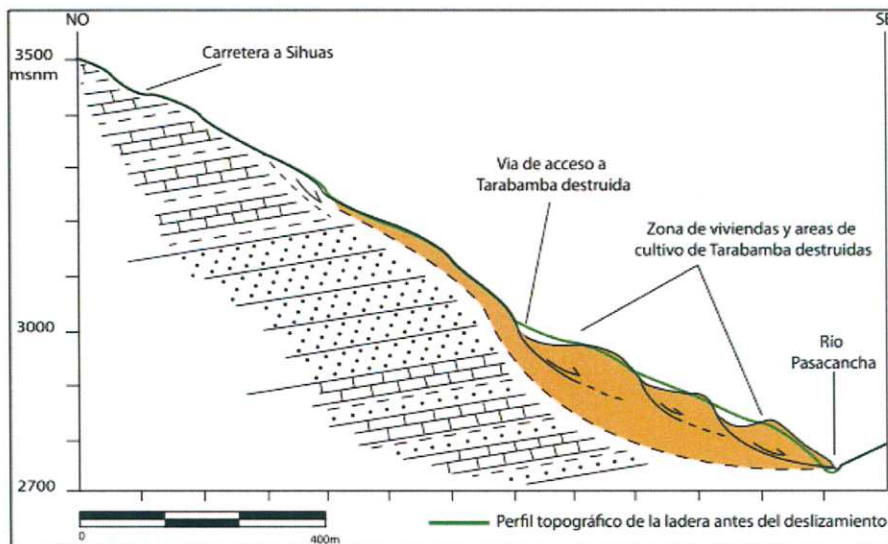


Figura 2 Perfil topográfico del deslizamiento de Tarabamba (fuente: Concha R., 2015)

1.2. Objetivos

- Identificar los procesos por movimientos en masa, que afectaron los sectores del distrito de Cashapampa, obras de infraestructura, terrenos de cultivo y vías de comunicación; así como, las causas de su ocurrencia.
- Emitir las conclusiones y recomendaciones pertinentes para la reducción o mitigación del riesgo.

2. ASPECTOS GENERALES

2.1. Ubicación y accesibilidad

El distrito Cashapampa, es uno de los diez distritos en que está dividida la provincia de Sihuas, en el departamento Ancash, en el Perú. el distrito tiene una extensión territorial de 66.96 km², cuenta con aproximadamente 2,739 habitantes (INEI-2017) (ver figura 3), Los sectores motivo de estudio ante procesos por movimientos en masa se encuentran situados:

- Pasacancha, se ubica en la coordenada UTM WGS84 Zona 18 Sur: 207785.00 m E y 9048839.00 m S, a una altura de 3577 m s.n.m.
- Tarabamba, se ubica en la coordenada UTM WGS84 Zona 18 Sur: 211344.00 m E y 9048672.00 m S, a una altura de 3126 m s.n.m.
- Colpa, se ubica en la coordenada UTM WGS84 Zona 18 Sur: 208958.00 m E y 9052502.00 m S, a una altura de 3038 m s.n.m.

El acceso a la zona de estudio, ver cuadro 1:

Cuadro 1: Vías de acceso a los sectores a ser evaluadas

Tramo		Km	Tipo de vía	Duración (h)
Lima	Chimbote	427	Asfaltada	6:22
Chimbote	Si huas	256	Asfaltada	5:10
Si huas	Pasacancha	23	Asfaltada	0:49
Si huas	Tarabamba	17.8	Asfaltada	0:36
Si huas	Colpa	6.3	Afirmada	0:20

El distrito de Cashapampa presenta un clima típico de la región de la sierra, se extiende entre los 3 mil y 4 mil m s.n.m.. Se caracteriza por sus precipitaciones anuales promedio de 700mm. Y sus temperaturas medios anuales de 12 °C. Presenta veranos lluviosos e inviernos secos con fuertes heladas (Senamhi).

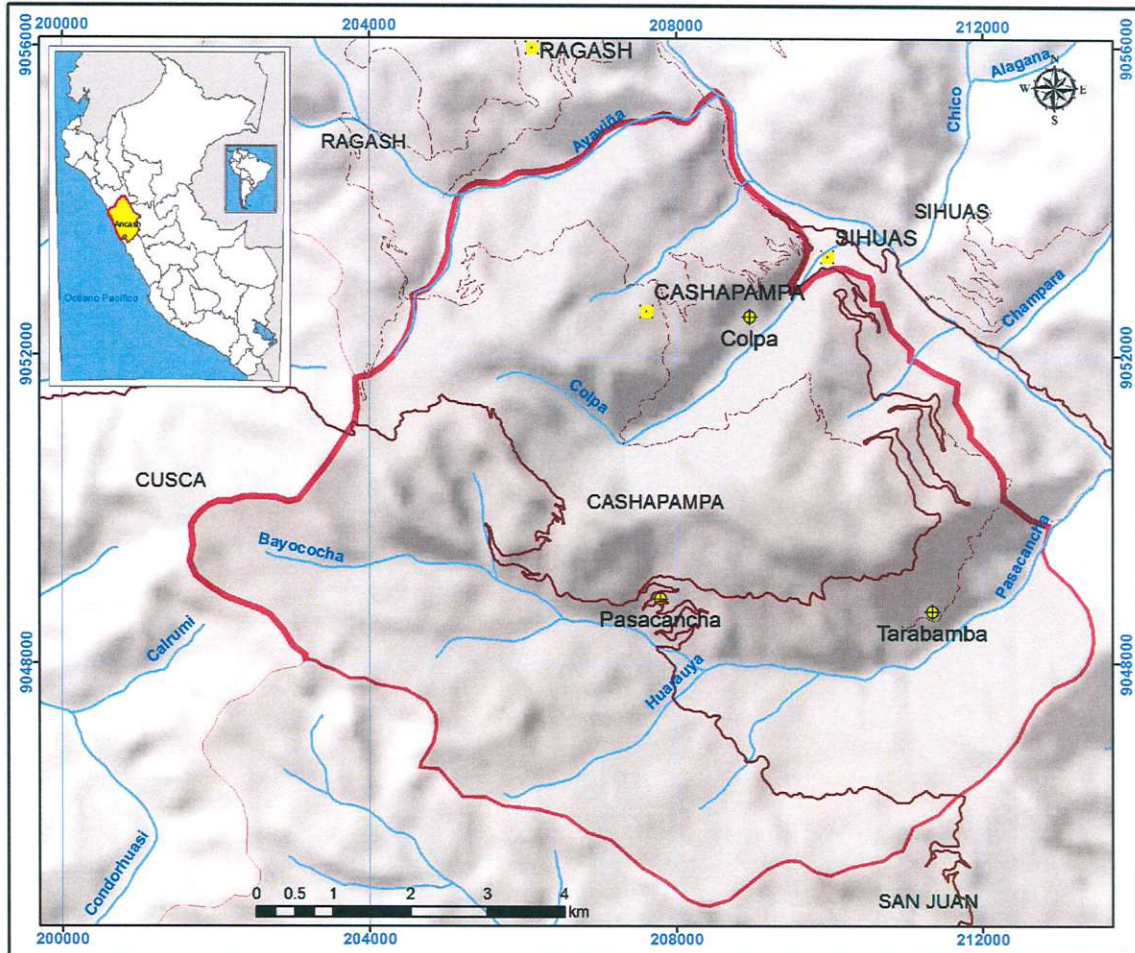


Figura 3. Mapa de ubicación de los sectores Pasacancha, Tarabamba, Colpa y alrededores.

3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

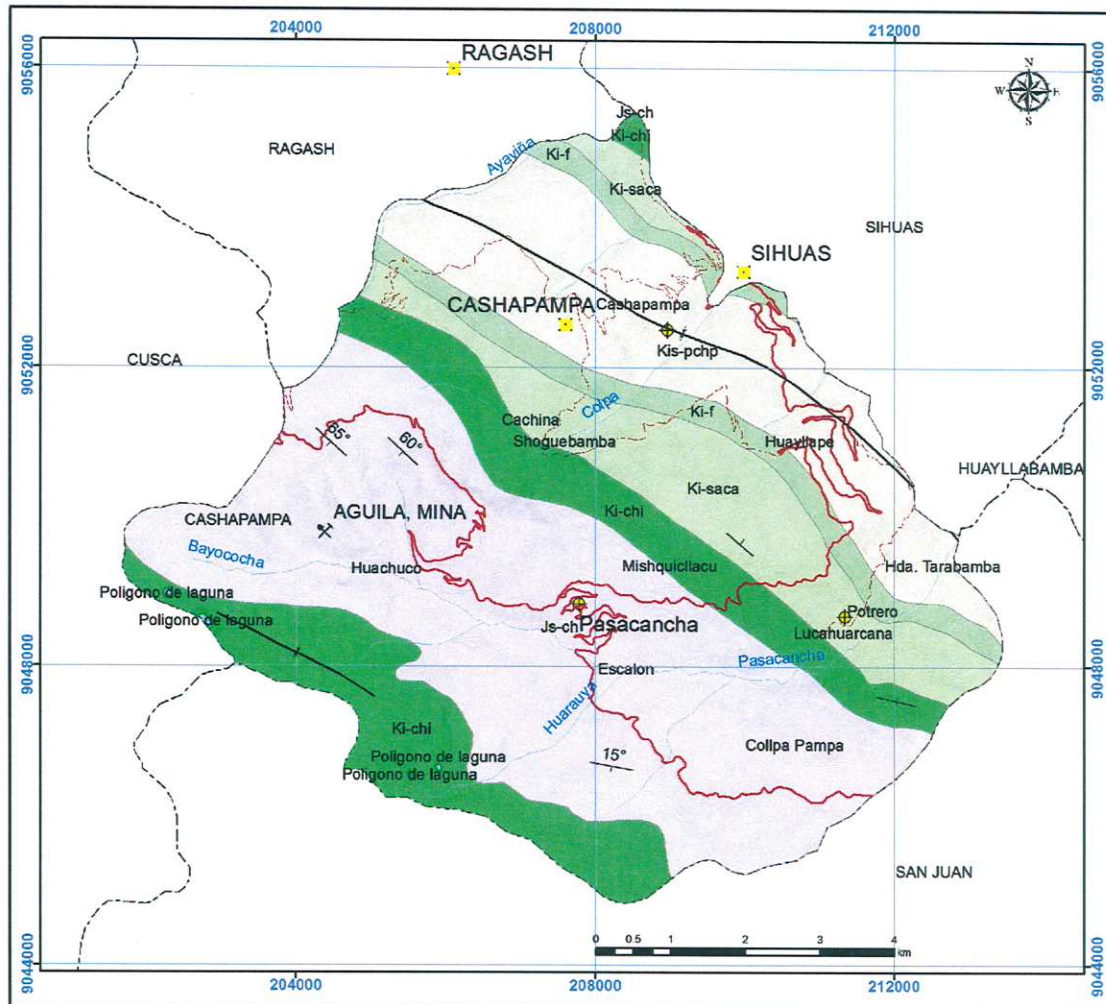
En el distrito de Cashapampa, afloran ampliamente secuencias de rocas sedimentarias, al sur formando el eje de un anticlinal donde destacan las limoarcillitas y areniscas blanquecinas de la Formación Chicama del Jurásico Superior, sobreyaciendo a estas rocas aparecen areniscas cuarzosas de la Formación Chimú, luego una intercalación de lutitas, calizas y areniscas de la Formación Santa – Carhuaz, y hacia el núcleo del sinclinal areniscas de la Formación Farrat (fotografía 1) infrayaciendo a calizas, lutitas, margas y areniscas de las formaciones Pariahuanca, Chulec y Pariatambo (figura 5) del Cretáceo inferior (Wilson, 1967; Molina, 1993; Sánchez, 1995).

Los sectores afectados en el distrito de Cashapampa, ocurren con frecuencia en unidades litoestratigráficas de mala calidad formado por suelos de grano fino o alternancia de diferente competencia, como se aprecia en el sector Pasacancha afloran unidades formados por limoarcillitas y areniscas (Fm. Chicama) ver fotografía 1, en el sector Tarabamba formado por arcillitas, calizas y areniscas de la (Fm. Santa – Carhuaz) y el sector Colpa formado por unidades litoestratigráficas conformado por

calizas, arcillitas, margas y areniscas de la (Fm. Pariahuanca, Chulec y Pariatambo), estas unidades litoestratigráficas son susceptible y favorecen la evolución de los procesos por movimientos en masa.



Fotografía 1, Se observa en la coordenada UTM 206598 E – 9048897 S, el afloramiento de roca sedimentaria formado por limoarcillitas de la Formación Chicama



Unidad litoestratigráfica	
Fm. Pariahuanca, Chulec y Pariatambo	Kis-pchp Calizas, arcillitas, margas y areniscas
Fm. Farrat	Ki-f Areniscas
Fm. Santa-Carhuaz	Ki-saca Intercalación de arcillitas, calizas y areniscas
Fm. Chimú	Ki-chi Areniscas cuarzosas
Fm. Chicama	Js-ch Limoarcillitas y areniscas blaquesinas

Símbolos	
✕	Mina
—	Falla
+	Sinclinal
—	Drenaje
—	Vía nacional
—	Vía departamental
—	Vía vecinal
✕	Capital de distrito
●	Centro poblado
■	Laguna
- - -	Limite distrital
—	Curvas de nivel

Figura 4. Mapa de unidades litoestratigráficas del área de estudio (tomado de Ingemmet, 1995)

4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

El área de estudio presenta una topografía accidentada y agreste. El relieve es abrupto con terrenos accidentados, de flancos escarpados en algunas zonas cortado por profundos valles y quebradas. (figura 04).

4.1. Pendiente del terreno

Uno de los aspectos importantes en la clasificación de unidades geomorfológicas, además del relieve, es la pendiente de los terrenos. La pendiente es uno de los principales factores dinámicos y particularmente de los movimientos en masa, ya que determina la cantidad de energía cinética y potencial de una masa inestable (Sánchez, 2002); importante en la evaluación de procesos de movimientos en masa como factor condicionante.

En la zona de estudio, las laderas de los cerros tienen muy fuerte pendiente entre 25° a 45° y pendientes de inclinado suave 1° a 5° como se observa en los fondos de valles. Esto facilita el escurrimiento superficial de los materiales sueltos dispuestos en las laderas que luego pasan a depositarse en los fondos de valle, los poblados ocupan laderas donde ocurrieron eventos antiguos que son terrenos fértiles para la agricultura.

Por ello es propenso, considerando solo el factor pendiente, que ocurran movimientos en masa en laderas de montañas (deslizamientos, derrumbes y caída de rocas) como cauces de quebradas (huaicos), porque facilita el escurrimiento superficial, como el fácil acarreo de material suelto en las laderas como cauces, respectivamente.

4.2. Clasificación de unidades geomorfológicas

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

4.2.1. Unidades geomorfológicas de carácter tectónico degradacional y erosional:

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

Los paisajes morfológicos, resultantes de los procesos denudativos forman parte de las cadenas montañosas, colinas, superficies onduladas y lomadas, ocupan el del área total de la región. Dentro de este grupo se tienen las siguientes unidades:

Unidad de Montaña

Se considera dentro de esta unidad a las geoformas que alcanzan alturas mayores a los 300 m respecto al nivel de la base local, se conocen como cumbres y estribaciones producto de las deformaciones sufridas por la erosión y la influencia de otros eventos de diferente naturaleza (levantamiento y de glaciación).

En el contexto general se encuentran conformados por alineamientos alargados, consolidados por rocas de tipo sedimentaria, con un moderado a fuerte estado de meteorización superficial y de erosión.

Sub unidad de montañas estructural en rocas sedimentarias

Corresponde a relieves montañosos compuestos por rocas sedimentarias (alternancia de calizas, margas, arcillitas, limoarcillitas y areniscas) con laderas de pendiente muy fuerte (25° a 45°). Se observa en el distrito de Cashapampa, se ubican sobre esta sub unidad que es susceptible a la ocurrencia de procesos por movimientos en masa.

4.2.2. Unidades geomorfológicas de carácter deposicional o agradacional

Formas originadas por procesos geomorfológicos constructivos, a través de la depositación y acumulación de materiales sólidos resultantes de la denudación de relieves más elevados. En el área de estudio se identificó la unidad de planicie.

Unidad de Piedemonte

Está formado por una serie de conos de deyección y esparcimiento que se ubican a lo largo de todos los ríos que abandonan la vertiente de la Cordillera hacia la Llanura amazónica, formando extensos y amplios abanicos aluviales; los más antiguos se localizan a una altura aproximada de 500 msnm, forman niveles escalonados de mesas ligeramente inclinadas hacia el este, con superficies moderadamente disectadas a redondeadas bastante homogéneas y de baja pendiente. Los más recientes son bastante planos a ligeramente ondulados; van perdiendo altura hasta desaparecer confundidos con los relieves de la llanura aluvial.

Subunidad de vertiente coluvio-deluvial

Unidad formada por la acumulación intercalada de materiales de origen coluvial y deluvial, se encuentran interestratificados y no es posible separarlos como unidades individuales, estos se encuentran acumulados al pie de laderas de montañas o acantilados de valles.

Los depósitos coluviales se encuentran conformados por bloques rocosos heterométricos y de naturaleza litológica homogénea, acumulados al pie de taludes escarpados, en forma de conoides. Los bloques angulosos más gruesos se depositan en la base y los tamaños menores disminuyen gradualmente hacia el ápice. Carecen de relleno, son sueltos sin cohesión, conforman taludes de reposo poco estables. Los principales agentes formadores son el intemperismo, la gravedad, movimientos sísmicos, derrumbes y vuelcos.

Los depósitos deluviales caracterizados por estar conformados por capas de suelo fino y arcillas arenosas con inclusiones de fragmentos rocosos pequeños a medianos, que se depositan y cubren las laderas de los cerros, con taludes suaves a moderados; estos depósitos han sido removidos por la escorrentía formada por precipitaciones pluviales, la cual no se encuentra encauzada o ha sido transportada por torrentes de corto recorrido. Los principales agentes formadores son los procesos de erosión de suelos, la gravedad, las lluvias, el viento y la reptación de suelos.

Subunidad de abanico de piedemonte

Son conoides o abanicos de baja pendiente hacia el valle (5° - 15°), formadas por acumulaciones de material acarreado por flujos excepcionales, en la

desembocadura de quebradas y ríos tributarios; muchos de estos depósitos están asociados a cursos individuales de quebradas secas, que se activan excepcionalmente o con la presencia del fenómeno de El Niño, que es cuando acarrear y depositan material

Unidad de planicie inundable

Constituyen depósitos convexos residuales acarreados y depositados en vertientes o laderas bajas y medias, engloba orígenes variados asociado a la gravedad, aguas superficiales, etc. y la pendiente como una condición determinante para su movilidad y acumulación de los materiales sueltos. Corresponden al tiempo geológico del cuaternario.

Subunidad de llanura o planicie inundable

Son superficies de morfología planas de origen aluvial, expuestas a inundaciones periódicas y excepcionales en épocas de precipitaciones pluviales, las que trae consigo un aumento del nivel de las aguas de los ríos y quebradas.

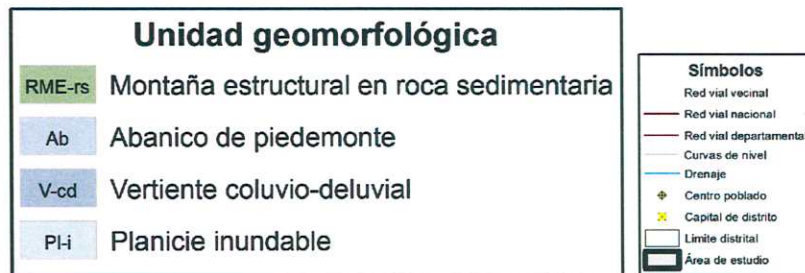
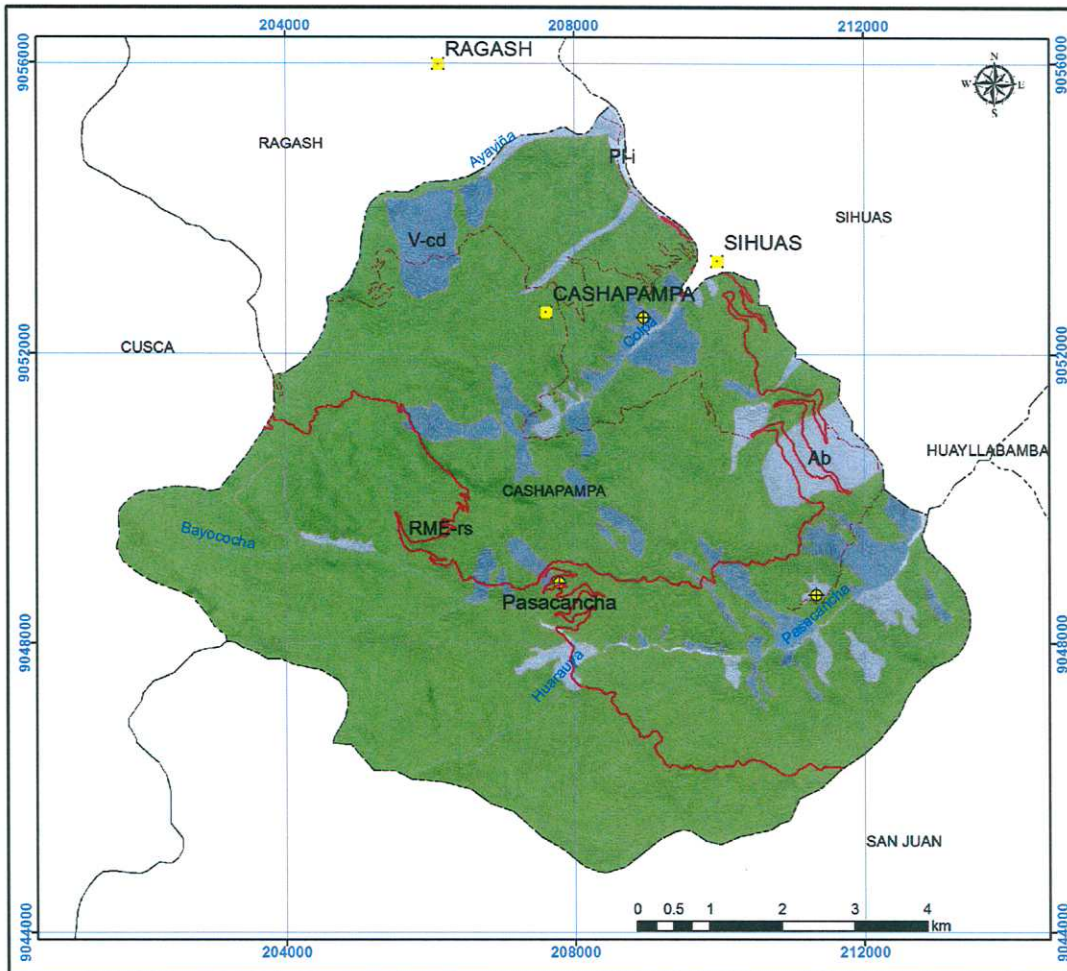


Figura 5. Cartografía de unidades geomorfológicas del distrito Cashapampa

5. PELIGROS GEOLÓGICOS

5.1. Conceptos teóricos

El termino movimientos en masa incluye todos aquellos movimientos ladera abajo de una masa de roca, de detritos o de tierras por efectos de la gravedad (Cruden, 1991). Algunos movimientos en masa, como la reptación, son, lentos, a veces imperceptibles y difusos, en tanto de otros, como algunos deslizamientos pueden desarrollar velocidades altas y pueden definirse con límites claros, determinados por superficies de rotura (Crozier, 1999^a, en Glade y Crozier, 2005).

Estos movimientos en masa, tienen como causas factores intrínsecos, como son la geometría del terreno, la pendiente, el tipo de suelos, el drenaje superficial-subterráneo y la cobertura vegetal; combinados con factores extrínsecos, entre ellos se consideran la construcción de viviendas en zonas no adecuadas, construcción de carreteras, explotación de canteras. Se tiene como “desencadenantes” de estos eventos las precipitaciones pluviales periódicas y extraordinarias que caen en la zona

5.1.1. Deslizamiento

Es un movimiento ladera bajo de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla, o de un delgada zona en donde ocurre una gran deformación cortante.

En el sistema de Varnes (1978), clasifica los deslizamientos, según la forma de la superficie de falla por la cual se desplaza el material, en traslacionales y rotacionales. Los deslizamientos traslacionales a su vez pueden ser planares y o en cuña. Sin embargo, las superficie de rotura de movimientos en masa son generalmente más complejas que la de los dos tipos anteriores, pues pueden consistir de varios segmentos planares y curvos, caso en el cual se hablara de deslizamiento compuesto (Hutchinson, 1988). (figura 6)

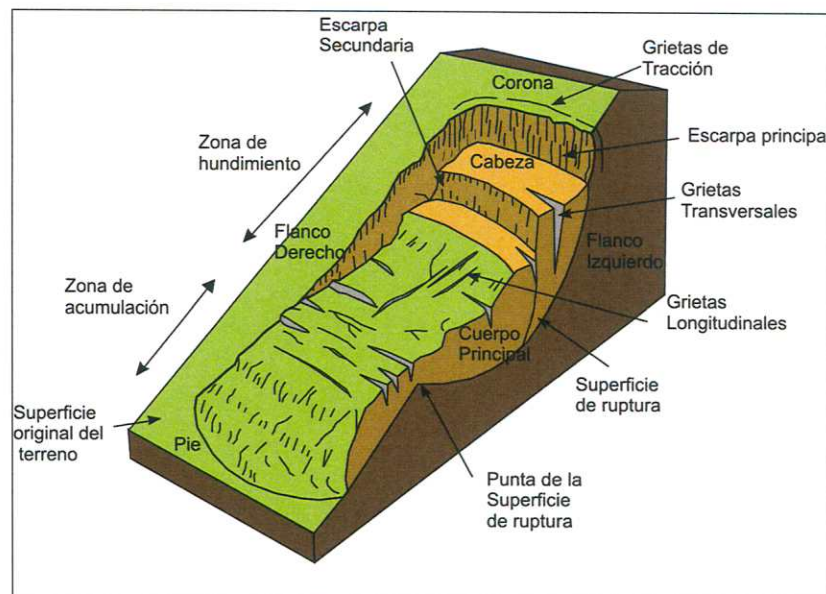


Figura 6. Esquema de Deslizamiento rotacional

5.1.2 Erosión de Ladera

Las cárcavas (figura 7) son pequeños valles de paredes verticales y cabeceras verticalizadas y perfiles longitudinales de pendiente elevada, que transmiten flujos efímeros y están sujetos a una intensa erosión hídrica (Lucía et al., 2008), además de la ocurrencia de movimientos en masa como flujos, derrumbes y deslizamientos.

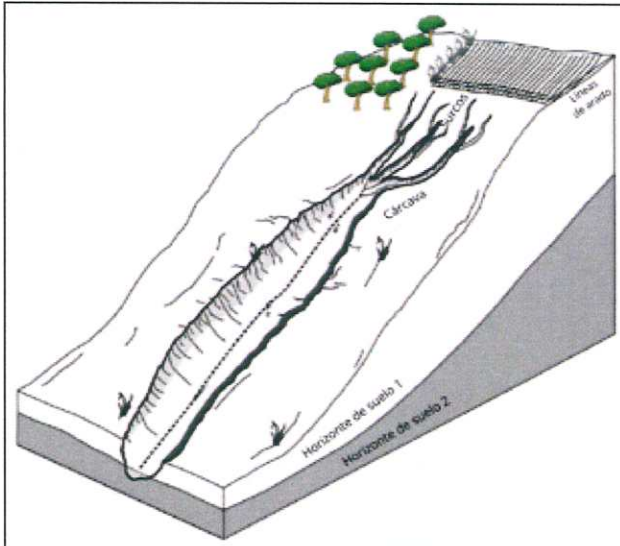


Figura 7. Esquema de cárcavas formadas por profundización en surcos. Tomado y modificado de (Shruthi *et al.*, 2011)

5.1.3. Flujo de detritos (huaico)

Es un flujo muy rápido a extremadamente rápido de detritos saturados, no plásticos (Índice de plasticidad menor al 5%), que transcurre principalmente confinado a lo largo de un canal o cauce con pendiente pronunciada. Se inician como uno o varios deslizamientos superficiales de detritos en las cabeceras o por inestabilidad de segmentos del cauce en canales de pendientes fuertes. Los flujos de detritos incorporan gran cantidad de material saturado en su trayectoria al descender en el canal y finalmente los depositan en abanicos de detritos (figura 8). Sus depósitos tienen rasgos característicos como albardones o diques longitudinales, canales en forma de “u”, trenes de bloques rocosos y grandes bloques individuales. Los flujos de detritos desarrollan pulsos usualmente con acumulación de bloques en el frente de onda. Como resultado del desarrollo de pulsos, los caudales pico de los flujos de detritos pueden exceder en varios niveles de magnitud a los caudales pico de inundaciones grandes. Esta característica hace que los flujos de detritos tengan un alto potencial destructivo.

La mayoría de los flujos de detritos alcanzan velocidades en el rango de movimiento extremadamente rápido, y por naturaleza son capaces de producir la muerte de personas (Hungry, 2005).

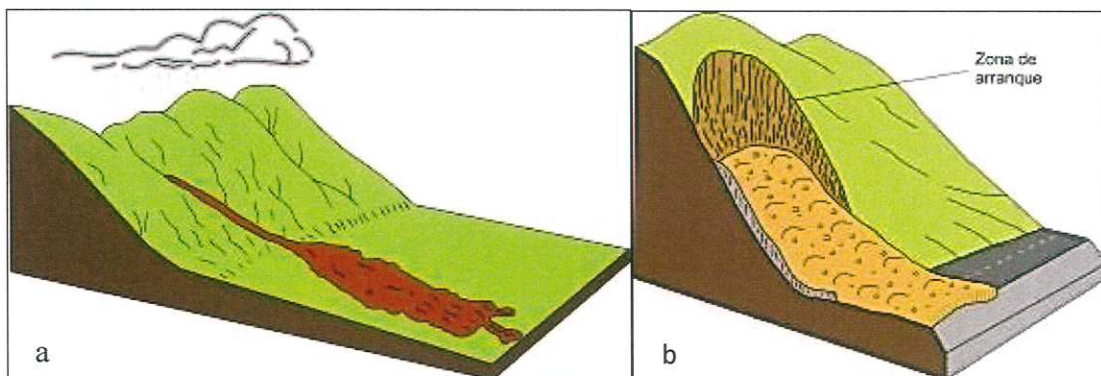


Figura 8. (a) Esquema de flujos canalizados y (b) no canalizados, según Cruden y Varnes (1996).

5.2 Procesos por movimientos en masa que afectan Centros Poblados

Los centros poblados afectados por procesos por movimientos en masa, pertenecen a la jurisdicción del distrito de Cashapampa, provincia Sihuas, departamentos Ancash, a continuación se describe los procesos geológicos sus condicionantes y el detonante:

5.2.1. Sector Pasacancha

El sector Pasacancha, se ubica en la coordenada UTM WGS84 Zona 18 Sur: 206710E, 9048974S, a una altura de 3706 m s.n.m, viene siendo afectado por procesos por movimientos en masa de tipo deslizamiento y reptación de suelos, en la superficie se observa registro de eventos antiguos, que por los agentes erosivos, estos son poco notorios, como también estos son aprovechados por los pobladores como terrenos de cultivo,

Según la interpretación utilizando imágenes Google Earth pro, se ha logrado identificar y realizar la cartografía de eventos antiguos como se muestra en la figura 11.

Con la visita de campo realizada el día 13 de octubre, se ha corroborado que el sector presenta eventos antiguos que actualmente se reactivan a manera de derrumbes o presentando grietas en la superficie como también en la plataforma de la carretera. Estos eventos son condicionados por aspectos geológicos y geomorfológicos y como desencadenante principal las lluvias intensas y/o excepcionales y sismos.

A continuación se describe las características de los eventos (ver cuadros 2, 3 y 4):

Cuadro 2: Características que presenta los deslizamientos

Proceso por movimiento en masa	Características
Deslizamiento a	Escarpe principal 158m
	Ancho del cuerpo desplazado 105m
Deslizamiento b	Escarpe principal 445m
	Ancho del cuerpo desplazado 230m
Deslizamiento c	Escarpe principal 124m
	Ancho del cuerpo desplazado 80m
Deslizamiento d	Escarpe principal 245m
	Ancho del cuerpo desplazado 122m

Cuadro 3: Características que presentan los derrumbes

Proceso por movimiento en masa	Características
Derrumbe e	Escarpe de forma irregular 220m
	Longitud de escarpe principal al pie 284 m
Derrumbe f	Escarpe principal 187m
	Longitud de escarpe principal 152m
Derrumbe g	Escarpe principal 252m
	Longitud de escarpe principal 100m
Derrumbe h	Escarpe principal 246m
	Longitud de escarpe principal 80 m
Derrumbe i	Escarpe principal 231m
	Longitud de escarpe principal 189m
Derrumbe j	Escarpe principal 1000m
	Longitud de escarpe principal 197m

Cuadro 4: Características que presentan las grietas.

Proceso por movimiento en masa	Características
Grieta 1	Forma irregular longitud 237m
	Apertura hasta 0.10 m
Grieta 2	Forma irregular longitud 159m
	Apertura hasta 0.5 m
Grieta 3	Forma irregular longitud 124m
	Salto vertical 5 cm
Grieta 4	Forma irregular longitud 94m
	Apertura hasta 2cm
Grieta 5	Forma irregular longitud 164m
	Salto vertical 0.5 m
	Apertura hasta 10 cm

Para la ocurrencia de peligros geológicos en el área de estudio, está condicionado aspectos geológicos, geomorfológicos y antrópicos.

Factores de sitio

- a) El sector presenta montañas estructurales en roca sedimentaria con laderas de pendiente del terreno muy fuerte (25° a 45°). consideradas como laderas inestables, susceptible a la ocurrencia de deslizamientos o derrumbes
- b) Orientación de estratos que varía de 60° a 65° suroeste
- c) Alternancia de rocas de diferente competencia (duros y blandos).
- d) Substrato muy meteorizado, susceptible a procesos por movimientos en masa.
- e) Suelos residuales poco saturados por sectores
- f) Cobertura vegetal regular, con sectores deforestados para ser utilizados como terreno de pastoreo.

Entorno geográfico.

- a) Precipitaciones pluviales intensas y/o excepcionales.
- b) Infiltración de aguas subterráneas.
- c) Sismos.

Factores antrópicos

- a) Excavación o corte de talud para la construcción de tramos de carretera.
- b) Ocupación inadecuada del suelo por el hombre hacia zonas susceptibles.
- c) Mal uso de sistema de riego como canal de regadío sin revestir, que atraviesa la zona inestable.
- d) No cuenta con sistema de drenaje pluvial.
- e) Tramo de carretera asfalta no cuenta con cunetas.

Afecta:

La reactivación de los eventos antiguos que se presenta a manera de grietas en la superficie, afectan tramo de carretera por sectores, de continuar los eventos afectaría viviendas dispersas que se asientan al pie del evento. (figura 9 y 10)



Figura 9. Se observa en la plataforma de la vía Yanac - Pasacancha la presencia de grietas, también se observa en el talud superior material coluvial susceptible a la ocurrencia de derrumbe.



Figura 10. Se observa grietas en la plataforma de carretera asfaltada Yanac - Pasacancha, que presenta una longitud de 124 m y un salto vertical de 5 cm, afecta terraplén de carretera.

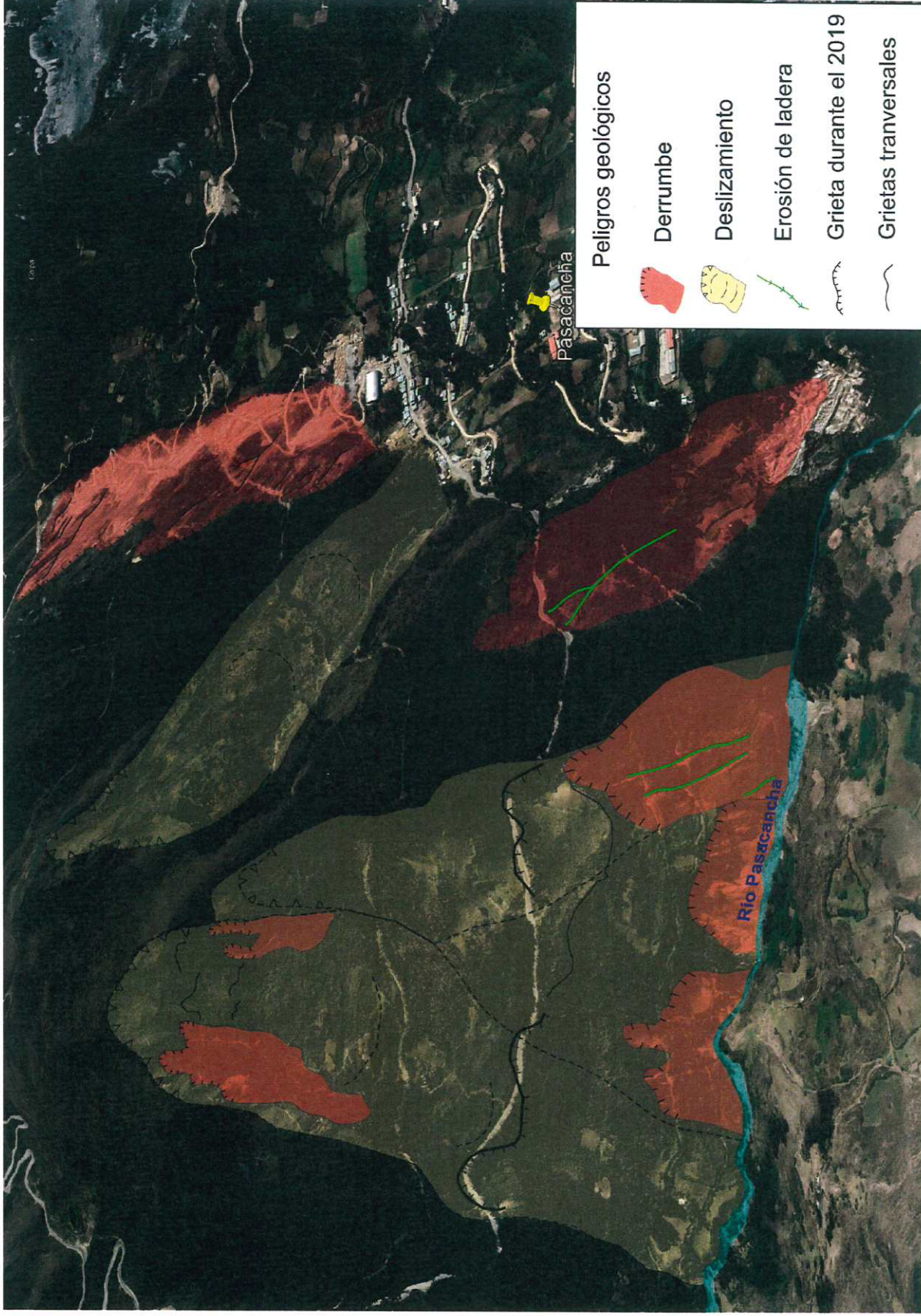


Figura 11. Sector Pasacancha, se observa la cartografía de procesos geodinámicos de tipo deslizamiento antiguo y sus reactivaciones, así como derrumbe y erosión de ladera.

5.2.2. Sector Tarabamba

El sector Tarabamba, se ubica en la coordenada UTM WGS84 Zona 18 Sur: 211120 E y 9049203 S, a una altitud de 3432 m s.n.m., el área viene siendo afectado por procesos por movimientos en masa como deslizamiento reactivado altamente latente, en la superficie se observa registro de que la zona está siendo sometido a los procesos denudativos que modifican constantemente el terreno.

El año 2015, Concha realiza una evaluación geológica geodinámica en el sector de Tarabamba, donde concluye que el caserío es afectado por la reactivación de un deslizamiento antiguo de grandes dimensiones, originado en la parte alta del cerro Copcho, donde se puede reconocer tres sectores claramente diferenciados; de arranque o escarpes principales, de transporte o intermedia, de acumulación.

También describe, los numerosos sistemas de grietas tensionales, escarpes activos, escarpes secundarios de hasta 40m de salto vertical, cárcavas activas y bloques basculados, configuran un relieve caótico, intensamente deformado, que ocasiona la destrucción total del caserío.

A la vez hace mención de las características geológicas (litológicas y estructurales), geomorfológicas (pendiente abruptas) y climas (lluvias extraordinarias), fueron las condiciones y desencadenante principal.

Con el trabajo de campo realizado el día 13 de octubre del año 2019, se ha evidenciado grietas en el terreno ubicado en la coordenada UTM 211093 E – 9049221 S con una altitud de 3451 m s.n.m., estas grietas de tracción que se ubican encima de la corona, presentan una longitud que alcanza hasta 113 m, salto vertical que varía entre 20 cm a 100 cm, con una apertura de 10 cm y una profundidad aproximado de 2m

A continuación se describe los procesos o causas naturales:

Factores de sitio

- a) Las característica geológicas, como son las discontinuidades litológicas y además los pliegues geológicos que hace que la roca se encuentra fuertemente fracturado.
- b) El sector presenta montañas en rocas sedimentarias con laderas de pendiente del terreno muy fuerte (25° a 45°), que fue también determinante.
- c) Substrato muy meteorizado, susceptible a procesos por movimientos en masa.
- d) Suelos residuales parcialmente saturado
- e) Cobertura vegetal regular, con sectores deforestados para ser utilizados como terreno de pastoreo.

Del entorno geografico

- a) Las precipitaciones pluviales intensas o extraordinarias .
- b) Los factores tectónicos como son los la ocurrencia de sismo.

Factores antrópicos

- a) Ocupación por el hombre áreas vulnerables.
- b) No cuenta con sistema de drenaje pluvial

Afecta:

El evento afecta terrenos de pastoreo y con un evento de magnitud mayor afectaría viviendas del centro poblado que se encuentran al pie del evento.



Figura 12 Vista tomada en la coordenada 211086 E - 9049236 S con dirección noroeste, hacia el talud superior de la carretera Yanac – Pasacancha, se observa grieta con una longitud de 030 m, salto vertical de 20 cm. Y profundidad aproximado 2m.



Figura 13. Vista tomada con dirección noreste, se observa tramo de carretera Yanac – Pasacancha, afectado por grieta con una longitud de 30 m.



Figura 14. Área donde se observa la mayor cantidad de grietas originadas durante el año 2019, dejando el lugar inestable y que ocasione un deslizamiento de magnitud mayor



Figura 15. Ladera de pendiente muy fuerte (25° - 45°), también se observa grietas en el terreno.

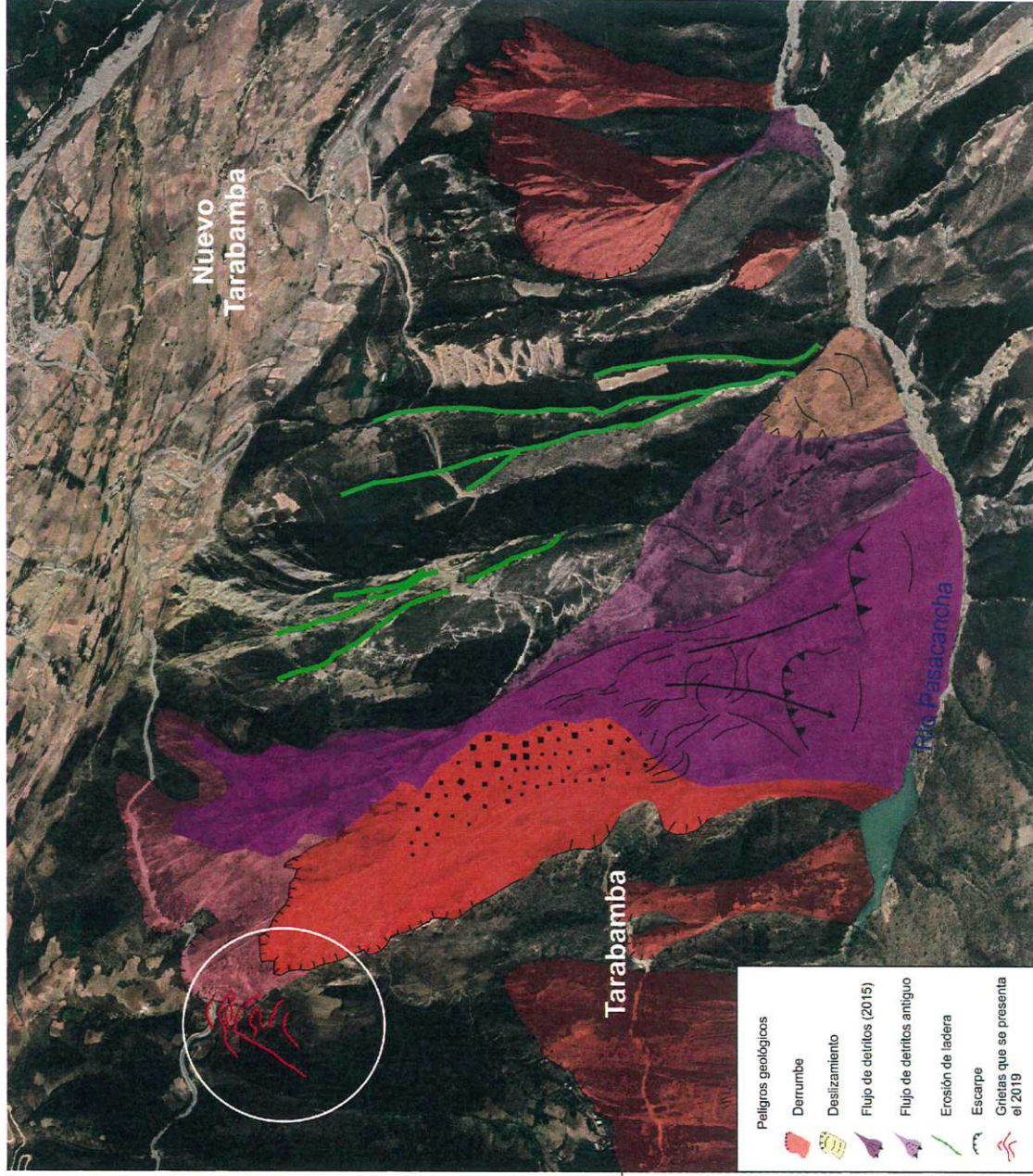


Figura 13. Cartografía en el sector Tarabamba, se observa que es afectado por procesos de movimientos en masa de tipo: deslizamiento, derrumbe, reptación de suelos, flujo de detrito, erosión de ladera.

5.2.3. Sector Colpa

El sector Colpa, se ubica en la coordenada UTM WGS84 Zona 18 Sur: 208776 E y 9052688 S, a una altitud de 3105 m s.n.m., el área viene siendo afectado por procesos por movimientos en masa como deslizamiento, derrumbes y flujo de detritos (huaico), en la superficie se observa registro de la ocurrencia de antiguos eventos.

Según Bilberto, 2009. La quebrada Colpa es un área considerado con un grado de susceptibilidad muy alto a procesos por movimientos en masa, en ambas márgenes se observa la ocurrencia de peligros geológicos de tipo derrumbes, deslizamiento, avalancha de rocas, caída de rocas, flujos de detritos (huaico), así como erosión en cárcavas.

El año 2019, debido a las fuerte precipitaciones ocurridas entre los meses de diciembre a marzo, el sector Colpa es afectado por procesos geodinámicos, generando un deslizamiento de tipo rotacional cuyas características se describen líneas abajo, debido a este evento también se activó otros evento (derrumbes) en la margen derecha de la quebrada, que aporta de material al cuerpo de deslizamiento que se desplaza con una velocidad moderada¹.

En la figura 14, se presenta dos imágenes tomadas del google Earth pro que pertenecen a diferente año, en él se puede observar claramente como es el comportamiento del deslizamiento cuyo movimiento activo la quebrada donde también se generó derrumbes en su margen derecha.

El deslizamiento presenta las siguientes características:

1. Longitud de escarpe principal 60m
2. Salto vertical que varía de 2 a 3m
3. Apertura de grieta 0.6m
4. Velocidad de desplazamiento de la masa es moderado (durante 6 días casi 50m)

A continuación se describe los procesos o causas naturales:

Factores de sitio

- a) Las característica geológicas, como son las discontinuidades litológicas y además los pliegues geológicos que hace que la roca se encuentra fuertemente fracturado.
- b) El sector presenta montañas en rocas sedimentarias con laderas de pendiente del terreno muy fuerte (25° a 45°), que fue también determinante.
- c) Substrato muy meteorizado, susceptible a procesos por movimientos en masa.
- d) Suelos residuales parcialmente saturado
- e) Cobertura vegetal regular, con sectores deforestados para ser utilizados como terreno de pastoreo.

Del entorno geográfico

- a) Las precipitaciones pluviales intensas o extraordinarias .
- b) Los factores tectónicos como son la ocurrencia de sismo.

¹ Escala de velocidad según Cruden y Varnes (1996).

Factores antrópicos

- a) Ocupación por el hombre áreas vulnerables.
- b) No cuenta con sistema de drenaje pluvial

Afecta:

El evento afecta 02 viviendas destruidas, terrenos de pastoreo y con un evento de magnitud mayor afectaría viviendas del centro poblado que se encuentran al pie del evento.



Figura 14. Vista panorámica del sector colpa que es afectado por proceso por movimientos en masa de tipo deslizamiento (color amarillo) y derrumbes (color rojo).



Figura 15. Vista del escarpe principal que presenta una longitud de 60 m con salto vertical que varía de 2 a 3 m también presenta grietas de tracción con longitud que varía de 2 a 10m con una apertura de 0.6m y una profundidad de 1m

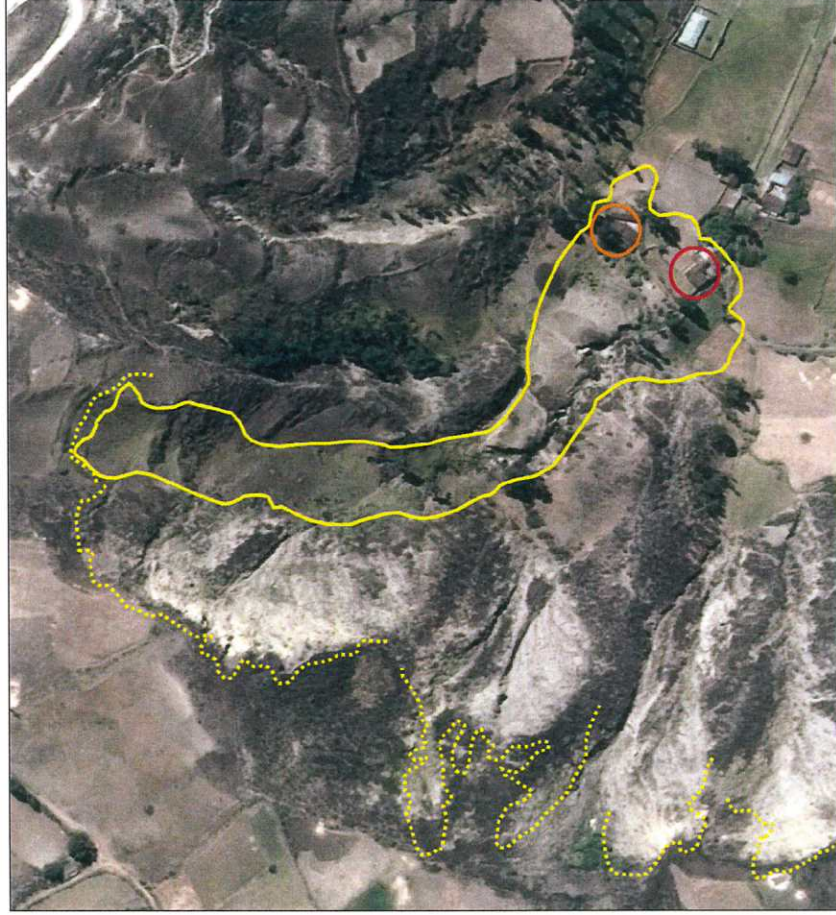


Imagen google earth pro julio 2016

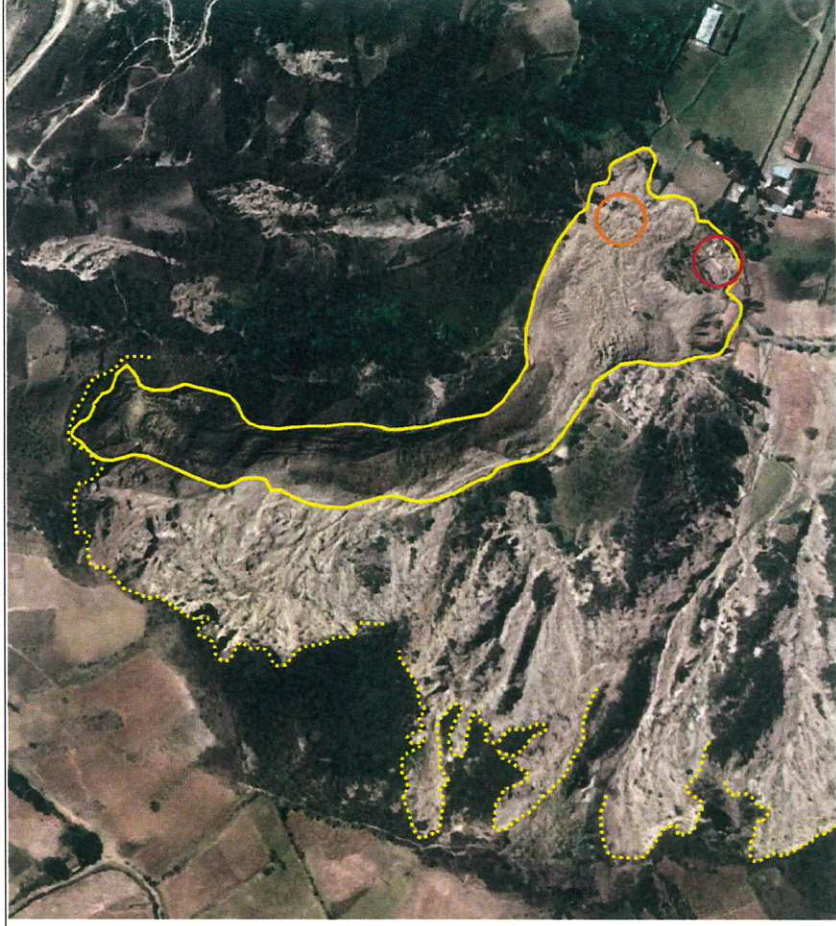


Imagen google earth pro julio 2019

Figura 16, Se observan dos imágenes google Earth pro de diferente año, en ellas se puede ver como la superficie sufrió un proceso por movimientos en masa, debido a las intensas precipitaciones pluviales que se presentan entre los meses de diciembre a marzo, el círculo de color rojo y naranja ubica las viviendas afectadas; en línea amarilla representa el área donde se genera el deslizamiento y la línea entre cortada representa el área donde se genera los derrumbes.

6. PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS

En esta sección se dan algunas propuestas generales de solución para la zona de estudio, con la finalidad de minimizar las ocurrencias de deslizamientos, derrumbes, caídas de rocas, flujos, procesos de erosión de laderas, entre otros; así como también para evitar la generación de nuevas ocurrencias.

6.1 PARA DESLIZAMIENTOS Y DERRUMBE

Los deslizamientos ocurren esencialmente de forma natural pero también por la actividad antrópica (agrícola, deforestación) mal desarrollada que acelera el proceso; asimismo por el socavamiento al pie de laderas, la utilización de canales sin revestir, etc. A continuación, se proponen algunas, medidas para el manejo de estas zonas:

- Manejo agrícola: evitar riegos en exceso, estos deben ser cortos y frecuentes, de modo que limiten la infiltración y la retención en la capa superficial del suelo en contacto con los cultivos.
- Los canales deben ser revestidos (concreto, mampostería, terrocemento, entre otros) para minimizar la infiltración y saturación de los terrenos.
- No debe construirse reservorios de agua sin revestimiento, ya que esto favorece la infiltración y saturación del terreno.
- El sistema de riego de cultivo debe ser tecnificado por aspersión controlada o por goteo.
- La remoción de la tierra para realizar el cultivo debe ser superficial pues una remoción más profunda realizada con maquinaria puede favorecer la infiltración y saturación del terreno.
- El desarrollo de vegetación natural (pastos, malezas, arbustos, árboles) contribuye a atenuar el proceso de incisión rápida de las masas deslizantes; no obstante, este seguirá produciéndose en forma lenta hasta alcanzar el equilibrio natural entre el suelo y la vegetación nativa.
- Realizar prácticas de conservación y regeneración de la cobertura vegetal natural conformada por pastos, malezas y arbustos.
- Realizar trabajos de reforestación de laderas con fines de estabilización. En la selección de árboles a utilizarse debe contemplarse las características de las raíces, las exigencias en tipo de suelos y portes que alcanzaran versus la pendiente y profundidad de los suelos, se recomienda que las plantaciones forestales se ubiquen al lado de las zanjas de infiltración con el objeto de captar el agua y controlar la erosión.
- Evitar el sobre pastoreo que produzca deterioro y destrucción de la cobertura vegetal, se debe realizar un manejo de las zonas de pasturas mediante el repoblamiento de pasturas nativas, empleando sistemas de pastoreo rotativo, evitar la quema de pajonales.

Uso de vegetación

El efecto de la vegetación sobre la estabilidad de los taludes es muy debatido; el estado del uso actual deja muchas dudas e inquietudes y la cuantificación de los efectos de estabilización de las plantas sobre el suelo, no ha tenido una explicación

universalmente aceptada. Sin embargo, la experiencia ha demostrado el efecto positivo de la vegetación, para evitar problemas de erosión, reptación y fallas subsuperficiales (J. Suárez Díaz, 1998). Para poder analizar los fenómenos del efecto de la vegetación sobre el suelo se requiere investigar las características específicas de la vegetación en el ambiente natural que se esté estudiando. Entre los factores se sugiere analizar los siguientes:

- Volumen y densidad de follaje, tamaño, ángulo de inclinación y aspereza de las hojas, altura total de la cobertura vegetal, presencia de varias capas diferentes de cobertura vegetal, tipo, forma, profundidad, diámetro, densidad, cubrimiento y resistencia del sistema de raíces.
- El tipo de vegetación, tanto en el talud como en el área arriba del talud es un parámetro importante para su estabilidad. La vegetación cumple dos funciones principales: En primer lugar, tiende a determinar el contenido de agua en la superficie y, además, da consistencia por el entramado mecánico de sus raíces.
- Como controlador de infiltraciones tiene un efecto directo sobre el régimen de aguas subterráneas y actúa posteriormente como secador del suelo al tomar el agua que requiere para vivir.

Factores que aumentan la estabilidad del talud:

1. Intercepta la lluvia
2. Aumenta la capacidad de infiltración
3. Extrae la humedad del suelo
5. Las raíces refuerzan el suelo, aumentando la resistencia al esfuerzo cortante
6. Anclan el suelo superficial a mantos más profundos
7. Aumentan el peso sobre el talud
8. Trasmiten al suelo la fuerza del viento
9. Retienen las partículas del suelo disminuyendo la susceptibilidad a la erosión

La deforestación puede afectar la estabilidad de un talud de varias formas:

1. Disminuyen las tensiones capilares de la humedad superficial
2. Elimina el factor de refuerzo de las raíces
3. Facilita la infiltración masiva de agua.

La quema de la vegetación aumenta la inestabilidad de los taludes, especialmente si esto ocurre en áreas de coluviones en los cuales la vegetación ejerce un papel preponderante en la estabilidad, especialmente por la eliminación del refuerzo de las raíces y por la exposición a la erosión acelerada.

a) Construir zanjas de coronación.

Las zanjas en la corona o en la parte alta de un talud, son utilizadas para interceptar y conducir adecuadamente las aguas de lluvias y evitar su paso por el talud. La zanja de la corona no debe construirse muy cerca del borde superior del talud para evitar que se convierta en activadora de un deslizamiento en cortes recientes; o en una nueva superficie de falla (movimiento regresivo) en deslizamientos activos; o se produzca la falla de la corona del talud o escarpe (figura 17).

Se debe tener en cuenta el mantenimiento periódico que debe efectuarse en las zanjas de coronación, a fin de evitar problemas que pueden incidir en la estabilidad del talud.

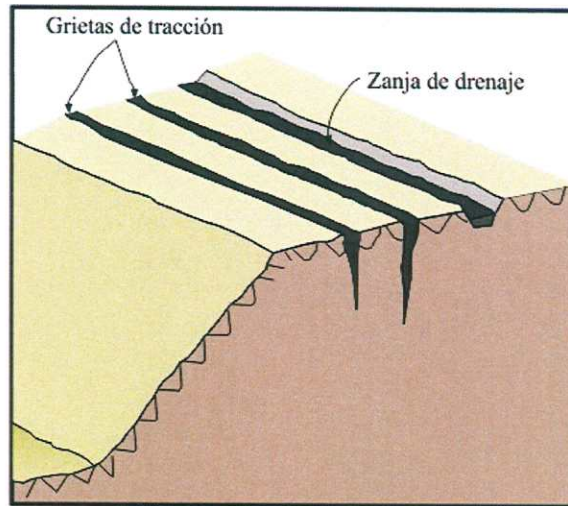


Figura 17 Canales de coronación.

b) Construir un sistema de drenaje tipo Espina de Pescado

Para disminuir la infiltración de agua en las áreas arriba del talud, se construyen canales colectores en Espina de Pescado, los cuales conducen las aguas colectadas fuera de las áreas vulnerables del talud, entregándolas generalmente a los canales en gradería o torrenteras (figura 18). Estos canales deben impermeabilizarse adecuadamente para evitar la infiltración del agua

c) Monitoreo permanente en la zona durante el periodo lluvioso

Implementar un sistema de monitoreo de la zona de arranque, que permita determinar la existencia de movimiento en la masa deslizante, este puede estar constituido por estacas de madera o varillas de fierro, las cuales deben estar colocadas tanto dentro del deslizamiento, como en una zona estable (fuera o encima del cuerpo de deslizamiento), realizándose medidas de la distancia entre estacas, cada cierto tiempo, aumentado la frecuencia de medidas durante periodos de lluvia. De detectarse movimientos rápidos, se informará a la población para que pueda realizarse la evacuación de las zonas que pueden resultar afectadas.

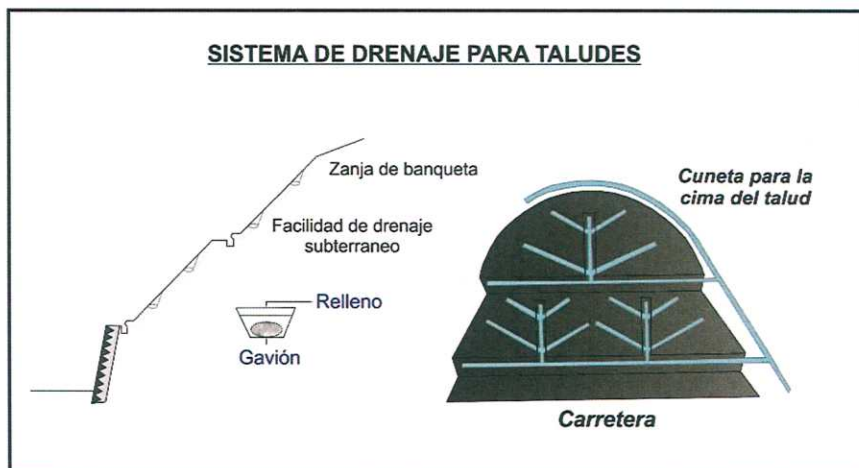


Figura 18. Sistema de drenaje tipo espina de pez.

CONCLUSIONES

- 1) El distrito de Cashapampa presenta un relieve accidentado y agreste que forman montañas estructurales en roca sedimentaria, con ladera de pendiente muy fuerte (25° a 45°), de flancos escarpados que forman vertientes coluvio – deluvial, en algunas zonas cortado por profundos valles y quebradas que al fondo se forman abanicos y planicies inundables.
- 2) Las unidades litoestratigráficas que forman parte de las zonas afectada por movimientos en masa son: sector Pasacancha afloran unidades formados por limoarcillitas y areniscas (Fm. Chicama), en el sector Tarabamba formado por arcillitas, calizas y areniscas de la (Fm. Santa – Carhuaz) y el sector Colpa formado por unidades como calizas, arcillitas, margas y areniscas de la (Fm. Pariahuanca, Chulec y Pariatambo). Estas unidades litoestratigráficas son considerados de calidad geotécnica mala, formado por suelos de grano fino y alternancia de diferente competencia, unidades susceptibles a la ocurrencia de procesos por movimientos en masa
- 3) Los sectores Pasacancha, Tarabamba, Colpa y sus alrededores, se ubica en un área de Alto grado de susceptibilidad a peligros geológicos de tipo: deslizamiento, derrumbes, flujo de detritos y erosión de ladera.
- 4) La deforestación de las laderas en los sectores en estudio, es un factor importante que ha influenciado en la aceleración de los procesos por movimientos en masa. La ocupación inadecuada por el hombre en zonas vulnerables el mal manejo del sistema de riego.
- 5) Según estudios anteriores el sector de Tarabamba por presentar grietas tensionales observadas en la zona de transporte, son el reflejo de los grandes movimientos producidos en la parte baja del cuerpo del deslizamiento, por lo que representa un peligro inminente de colapso
- 6) Los sectores evaluados de Pasacancha Tarabamba y Colpa, presentan una condición de alto peligro, por lo tanto, se considera que las viviendas ubicadas al pie del evento, se considera en PELIGRO INMINENTE, que compromete la seguridad física de sus habitantes.
- 7) El factor desencadenante para la ocurrencia de procesos por movimientos en masa, que afectaron la zona de estudio, fueron la presencia de lluvias intensas o extraordinarias que ocurren entre los meses de diciembre a marzo.

RECOMENDACIONES

- 1) En los alrededores del distrito de Cashapampa, realizar un programa integral de forestación, con plantas nativas, evitar la quema indiscriminada de la cobertura vegetal, en laderas inestables.
- 2) Realizar mantenimiento al sistema de andenería, para mejorar la estabilidad del terreno.
- 3) Realizar la captación y la derivación de las aguas de manantiales que se encuentran dentro y cerca del deslizamiento; estas aguas deberán ser conducidas por medio de canales revestidos hacia cauces naturales (quebradas) ubicadas lejos de las zonas inestables.
- 4) Las viviendas que aún se mantienen en el sector Tarabamba deben ser reubicadas al sector denominado Huanchi bajo, asignado como área de acogida según Ingemmet informe técnico n° A6698
- 5) No construir viviendas, no considerar como terrenos de cultivo en zonas afectadas por deslizamiento y derrumbes y áreas adyacentes al escarpe.
- 6) Realizar limpieza de quebradas después de cada periodo de lluvias, estos evitaran que los niveles del caudal se desborde.
- 7) La Municipalidad de Cashapampa, deberá emprender un programa de comunicación con la población, para que tome conciencia de los peligros geológicos que se presentan en su comunidad.

.....
Ing. CÉSAR A. CHACALTANA BUDIEL
Director (e)
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico
INGEMMET

REFERENCIAS

- Concha R. (2015). Evaluación geológica y geodinámica del deslizamiento de Tarabamba, Dirección de geología ambiental y riesgo, INGEMMET
- Hutchinson J.N. (1988). "Morphology and geotechnical parameters of landslides in relation to geology and hydrogeology". Fifth International Symposium on landslides, Lausanne, pp. 3-35.
- Proyecto Multinacional Andino, Geociencias para las Comunidades Andinas, PMA: GCA (2007). Movimientos en Masa en la Región Andina: Una Guía para la Evaluación de Amenazas, 404 Pág.
- Sanchez, A. y Molina, O. (1995) Mapa Geológico del cuadrángulo de Pomabamba. Reinterpretación de mapa geológico de Pomabamba.
- Varnes, D. J., 1978, Slope movements types and processes, en Schuster R.L., y Krizek R.J., ed, Landslides analysis and control: Washington D. C, National Academy Press, Transportation Research Board Special Report 176, Pág. 9–33.
- Villota, H. (2005) Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras. Colombia Bogotá. Edit. IGAC. Pág. 184.
- Wilson, J. Reyes, L., y Garayar, J. (1967); Geología de los Cuadrángulos de Mollebamba (17-h), Tayabamba (17-f), Huaylas (18-h), Pomabamba (18-i), Carhuaz (19-h) y Huari (19-i). INGEMMET. Serie A: Carta Geológica Nacional. Boletín N° 16. Págs. 112
- <http://www.ingemmet.gob.pe/AplicacionesWeb/Productos/productos/index.html>
- Zavala, B. (2010) Mapa de susceptibilidad a movimientos en masa en la región Ancash, Dirección de geología ambiental y riesgo, INGEMMET