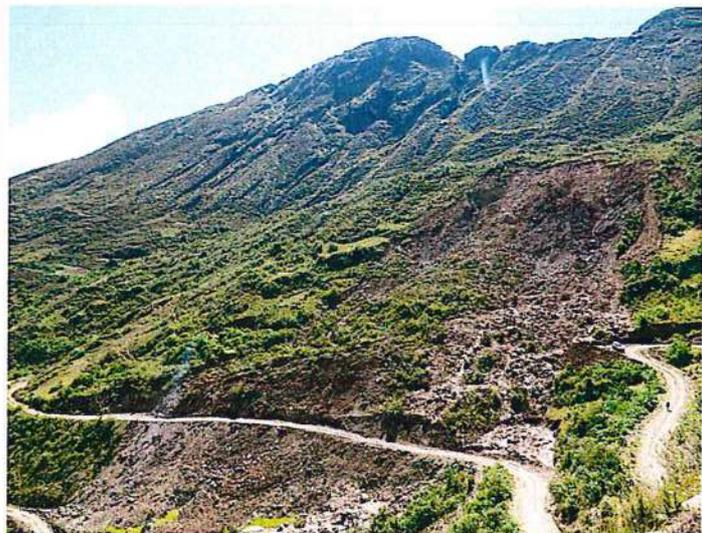


DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A6946

MOVIMIENTO COMPLEJO DE TILARWASI EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS

Región Áncash
Provincia Pomabamba
Distrito Quinuabamba



SEPTIEMBRE
2019

**MOVIMIENTO COMPLEJO DE TILARWASI - EVALUACIÓN DE
PELIGROS GEOLÓGICOS
DISTRITO QUINUABAMBA, PROVINCIA POMABAMBA, REGIÓN
ANCASH**

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	3
1. INTRODUCCIÓN	4
2. ANTECEDENTES	4
3. TRABAJOS PREVIOS	5
4. OBJETIVOS	5
5. ASPECTOS GENERALES	6
5.1 Ubicación y accesibilidad	6
5.2 Condiciones hidrometeorológicas	8
6. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS Y GEOMORFOLÓGICAS	9
7. PELIGROS GEOLÓGICOS	14
7.1 Marco conceptual	14
7.2 Características de los peligros geológicos identificados	16
8. FACTORES CONDICIONANTES Y DESENCADENANTES	23
CONCLUSIONES	24
RECOMENDACIONES	25
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

MOVIMIENTO COMPLEJO DE TILARWASI - EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS DISTRITO QUINUABAMBA, PROVINCIA POMABAMBA, REGIÓN ANCASH

RESUMEN

La zona de estudio se ubica al Noreste de la región Ancash, a 3585 m s .n. m. en el Kilómetro 10 de la carretera longitudinal de Quinuabamba-Yanyan en el del distrito de Quinuabamba, provincia de Pomabamba, departamento de Ancash.

Geomorfológicamente corresponde a laderas de montañas estructurales en rocas sedimentarias, las cuales presentan pendientes medias a fuertes que varían de 20° a 45°; generalmente dentro de este rango de inclinación se producen la gran mayoría de los movimientos de ladera. Por otra parte, las laderas de la localidad de Jarauran presenta pendientes en un rango de 10° a 25°, dando lugar a otros procesos de ladera o gravitacionales como reptación de suelos y hundimientos.

Las estructuras sedimentarias que conforman las laderas del sector presentan una orientación de sus planos de discontinuidad a favor de la pendiente, esta variable aunada al moderado e intenso grado de meteorización del suelo contribuye a la inestabilidad de las laderas.

Durante la evaluación de campo se evidenciaron deslizamientos antiguos susceptibles a reactivarse, reptación de suelos, deslizamientos activos, y flujos recientes que ponen en riesgo a los transeúntes de la carretera Quinuabamba-Yanyan y al centro poblado de Jarauran.

El proceso geodinámico más relevante identificado en esta evaluación corresponde a la segunda reactivación de un movimiento complejo (deslizamiento traslacional-flujo) en las laderas del cerro Josamazanga-Huamancruz en el sector de Tilarwasi; este evento se inició en el mes de diciembre del 2018, sin embargo a finales de marzo del presente año se generó el movimiento combinado de deslizamiento- flujo que afectó a tres tramos de desarrollo de la carretera longitudinal Quinuabamba-Yanyan, representando actualmente un peligro potencial para los transeúntes, pobladores y viviendas que se asientan en su área de influencia (debajo de la punta del evento), con mayor preocupación en la localidad de Jarauran. A la fecha de la inspección no se habían registrado daños materiales ni pérdidas de vidas humanas.

Las laderas del cerro Josamazanga-Huamancruz presentan alta susceptibilidad a generar movimientos en masa, por lo que se le considera como zona crítica no apta para habitar ni realizar actividades agrícolas con métodos de riegos no adecuados. También presenta **alto peligro** ante precipitaciones pluviales intensas y sismos como factores desencadenantes.

Se recomienda no utilizar el kilómetro 10 de la carretera Quinuabamba- Yanyan para tránsito vehicular, de persona y animales hasta que se tomen medidas de prevención y se realicen trabajos de protección contra deslizamientos y erosión de laderas, debido a que reactivaciones futuras pueden poner en riesgo la seguridad física de los pobladores.

MOVIMIENTO COMPLEJO DE TILARWASI - EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS DISTRITO QUINUABAMBA, PROVINCIA POMABAMBA, REGIÓN ANCASH

1. INTRODUCCIÓN

El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET) como ente técnico-científico incorpora dentro de las funciones de su Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico, (DGAR) la asistencia técnica al Gobierno Nacional, Regional y Local en la identificación y caracterización de peligros geológicos; con el objetivo de contribuir en la prevención y reducción del riesgo de desastres en nuestro país.

La Municipalidad Distrital de Quinuabamba mediante Oficio Múltiple N° 042-2019-MDJ/A solicita al Director de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), Ing. Cesar Chacaltana Budiel, una evaluación geológica en el kilómetro 10 de la carretera longitudinal de Quinuabamba a Yanyan, situada en el sector Tilarwasi, en el distrito Quinuabamba, provincia Pomabamba, Región Ancash.

En atención a la solicitud, se designó a los ingenieros Doreen Carruyo y Manuel Vilchez para realizar una inspección técnica de la zona. El trabajo de campo se realizó el día 21 de mayo del 2019 y se contó con la presencia del secretario técnico de Defensa Civil de la Municipalidad Distrital de Quinuabamba el Ing. Rubén Egusquiza.

El presente informe se ha realizado en base a las observaciones de campo, imágenes satelitales y testimonios de los pobladores, e incluye información sobre las características geológicas y geomorfológicas, descripción de los peligros geológicos ocurridos, conclusiones y recomendaciones que se ponen a disposición de la Municipalidad Distrital de Quinuabamba, Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI, autoridades locales y otras 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.

2. ANTECEDENTES

Los registros de imágenes satelitales de alta resolución disponibles en la plataforma Google Earth para el año 2010, muestran para ese año que los siete desarrollos de la carretera Quinuabamba-Yanyan se localizaban en el lado este de la ladera, construidos sobre el cuerpo de un deslizamiento cuya escarpa es posible reconocer en la imagen; posteriormente, ya para la imagen disponible del año 2013, es posible ver que los últimos desarrollos de la carretera se encuentran en el lado sureste de la ladera de la montaña, por lo que se puede asumir que este cambio del trazo obedeció a una reactivación del deslizamiento en el cual se encuentra construida la vía; es posible ver esta reactivación del deslizamiento en la imagen (figura 9).

Más recientemente desde hace aproximadamente tres años se vienen generando reactivaciones de procesos geodinámicos en las laderas del cerro Josamazanga-

Huamancruz, en el sector de Tilarwasi que periódicamente afectando la carretera Quinuabamba-Yanyan obstaculizando el tránsito vehicular y peatonal.

En diciembre del año 2018, los pobladores observaron el inicio de una zona de fractura y desprendimiento de suelo en el cerro Josamazanga-Huamancruz depositándose en forma de flujo de tierra al pie de la ladera y transportando parte del material a un tramo del kilómetro 10, obstaculizando nuevamente el paso por la carretera de Quinuabamba-Yanyan.

A finales del mes de marzo, a causa de las fuertes precipitaciones pluviales, se generó la reactivación del deslizamiento, seguido de flujos de lodo y de detritos, que afectaron tres tramos de desarrollo de la carretera, equivalentes a 650 m aproximadamente.

El 22 de febrero del año 2019 mediante Decreto Supremo N° 035-2019-PCM se declaró en emergencia al distrito de Quinuabamba, provincia de Pomabamba, departamento de Ancash por el plazo de sesenta (60) días calendario, por peligro inminente ante movimientos en masa durante el periodo de lluvias 2018 -2019, para la ejecución de acciones, inmediatas y necesarias, destinadas a la reducción del Muy Alto Riesgo existente, así como de respuesta y rehabilitación en caso amerite.

3. TRABAJOS PREVIOS

INGEMMET ha realizado trabajos relacionados a geología y peligros geológicos que abarcan la zona de estudio, los cuales son descritos a continuación:

- En el **"Mapa geológico de Pomabamba, Hoja 18-i"**, escala 1:100 000, (Wilson *et al.*; 1967), se muestra que la zona de estudio se ubica principalmente sobre afloramientos de las Formaciones Santa-Carhuaz y Chimú.
- En el Boletín N° 60, Serie A: **"Geología de los cuadrángulos de Pallasca, Tayabamba, Corongo, Pomabamba, Carhuaz, y Huari"**, INGEMMET, (Wilson *et al.*, 1995) mencionan que la Formación Chimú está constituida por afloramientos de cuarcitas, areniscas y arcillitas intercaladas con mantos de carbón, la formación Santa consiste de calizas y arcillitas calcáreas y la Formación Carhuaz, comprende mantos de areniscas y cuarcitas finas marrones en capas delgadas con abundantes intercalaciones de arcillitas.
- En el Boletín N°38 de la Serie C: **"Riesgos geológicos en la región Ancash"**, INGEMMET (Zavala, *et. al* 2009), se presenta en el **"Mapa de susceptibilidad a movimientos en masa"**, escala 1:250 000, que el distrito de Quinuabamba, provincia de Pomabamba, departamento de Ancash se encuentra ubicado en zona de alta susceptibilidad.

4. OBJETIVOS

Los objetivos del presente trabajo son:

- Identificar y caracterizar el tipo de peligros geológicos por movimientos en masa que están afectando al área de estudio.
- Sugerir medidas preventivas y de mitigación en las áreas con mayor susceptibilidad a movimientos en masa.

5. ASPECTOS GENERALES

5.1 Ubicación y accesibilidad

El deslizamiento de Tilarwasi se ubica al noreste de la región Ancash, a 3585 m s.n.m. políticamente pertenece a la capital de distrito de Quinuabamba, provincia Pomabamba, departamento Ancash.

Las coordenadas de ubicación para la zona evaluada son las siguientes: UTM WGS84, Zona 18L, N: 9038536; E: 239027.

Para acceder a la zona de estudio, se toma desde Lima la carretera Panamericana Norte 1N y carretera 16 auxiliar de la Panamericana Norte hasta llegar a Huaraz, desde Huaraz se toma la carretera asfaltada 3N hasta llegar a la ciudad de Carhuaz, donde se realiza un desvío a la carretera asfaltada AN-107- Chacas-San Luis; luego, antes de llegar al distrito de San Luis se toma la carretera afirmada 105 pasando por los distritos de Piscobamba y Pomabamba hasta llegar a la altura del sector Palo Seco; desde allí se toma un desvío por una carretera vecinal rural que conduce al poblado de Parobamba; desde este punto se toma una carretera vecinal rural (trocha carrozable) en dirección SE, pasando por el distrito de Quinuabamba, centro poblado de Jarauran y finalmente ascendiendo por carretera hasta llegar al kilómetro 10, donde se realizó la evaluación. (figura 1, cuadro 1).

Cuadro 1: Acceso desde Lima a la zona de estudio se realizó tomando el siguiente itinerario:

Tramo	Longitud	Horas Recorridas	Tipo de Vía
Lima - Huaraz	408 km	8 horas	Asfaltada
Huaraz –Provincia de Carhuaz	33.6 Km	1 hora	Carretera asfaltada 3N
Provincia de Carhuaz- San Luis	96.5 km	2 horas y 34 min	Carretera asfaltada AN-107
San Luis- Sector de Palo Seco (Distrito de Pomabamba)	104.6 km	3horas y 52 min	Carretera afirmada 105
Sector Palo Seco-Parobamba	25 km	40 min	Carretera vecinal rural
Parobamba- Quinuabamba-km 10 de la carretera Quinuabamba- Yanyan	17.7 km	25 min	Carretera vecinal rural
TOTAL	685.4 km	16 horas con 31 min	

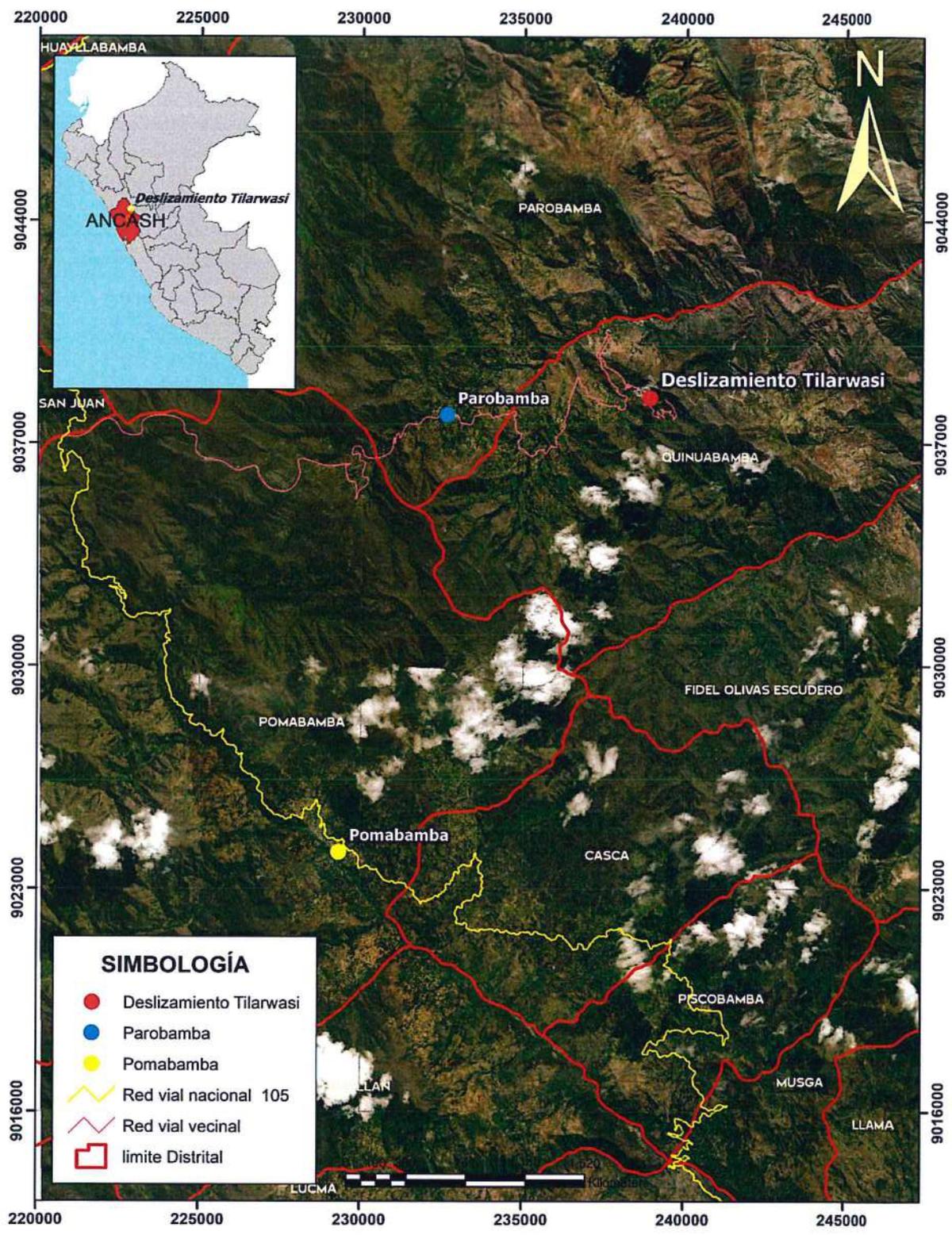


Figura 1: Mapa de ubicación y acceso a la zona de estudio.

5.2 Condiciones hidrometeorológicas

El régimen pluviométrico en la sierra del Perú es estacional, y regularmente se registran lluvias diarias o inter diarias entre los meses de noviembre a abril, con escasas precipitaciones el resto del año. Las lluvias generadas durante los meses de mayor precipitación (enero a marzo) suelen ser de gran intensidad, favoreciendo significativamente la activación de quebradas, deslizamientos y flujos.

El distrito de Quinuabamba viene siendo afectado anualmente por las precipitaciones pluviales que se generan de enero a marzo; sin embargo, existen años hidrológicos en los que se ha presentado un incremento de lluvias por encima de los parámetros normales, generando reactivaciones y ocurrencia de nuevos eventos geodinámicos en el sector, como es el caso del deslizamiento-flujo que se reactivó sobre los Cerros Josamazanga-Huaman Cruz a finales del mes de marzo del presente año.

Para determinar las condiciones hidrometeorológicas en la zona de estudio, se tomaron datos referenciales de la estación “**POMABAMBA**”, registrada en la página web del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), la cual se encuentra aproximadamente a unos 22 km al NO de la zona de estudio. Las cifras obtenidas indican que durante el periodo de lluvias 2019 se registró mayor cantidad de precipitaciones en comparación con periodos de lluvias de años anteriores.

Se tiene registrado que el acumulado de precipitación mensual durante el mes de marzo del año 2019 (mes de activación del evento) es de **283.4 mm** siendo mayor que los valores registrados en años anteriores que corresponden a **212.8 mm** para el año 2017 y **215 mm** para el año 2018, ahora si se toman en cuenta las lluvias acumuladas para el periodo de enero a marzo (periodo de máximas precipitaciones pluviales); se alcanzó un acumulado de lluvias en el año 2017 de **356 mm**, **512.9 mm** para el año 2018 y **723.6 mm** en el año 2019. Indicando que durante este periodo de lluvias 2019 se generaron lluvias excepcionales, que provocaron la desestabilización de las laderas y la ocurrencia de movimientos en masa. (cuadro 2).

Cuadro 2. Datos hidrometeorológicos tomados de la estación meteorológica de “POMABAMBA”.

Año 2017												
Variable	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Precipitación (mm)	152.6	183.8	212.8	135.1	86.8	40.4	5	12.2	35.6	68.5	76	218.3
Año 2018												
Variable	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Precipitación (mm)	163	134.4	215.5	101.3	55.4	17.2	9.2	19.1	46.6	156.4	154.2	115.3
Año 2019												
Variable	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Precipitación (mm)	209.5	230.7	283.4	87.8	31.9	15.4	18.7	NP	NP	NP	NP	NP

Fuente: SENAMHI-Dirección de Redes de Observación y datos.

6. CARACTERISITICAS GEOLOGICAS Y GEOMORFOLÓGICAS

6.1 Características geológicas

6.1.1 Unidades litoestratigráficas

En la zona de estudio, afloran ampliamente secuencias de rocas sedimentarias. Las laderas del cerro Josamazanga-Huamancruz están conformadas en su mayoría por cuarcitas, areniscas y arcillitas con mantos de carbón (antracita) correspondientes a la **Formación Chimu**; sobreyaciendo a esta formación se presentan intercalaciones de arcillitas, areniscas y cuarcitas finas marrones de la **Formación Carhuaz** de edad Cretáceo Temprano. Los afloramientos de rocas correspondientes a estas formaciones presentan una marcado foliación en sus planos de estratificación y una moderada a intensa meteorización (fotografías 1 y 2). Las condiciones geológicas de la zona, aunada a la disposición de los estratos favorecen la ocurrencia de deslizamientos en las laderas del sector.

Cubriendo al sustrato rocoso sedimentario, se encuentran depósitos cuaternarios (Holoceno), los cuales se emplazan como depósitos aluviales, y están compuestos por suelos, arcillo-limosos y limo-arenosos. También se evidencian depósitos de ladera (residuos-coluviales o coluvio-deluviales), que son aquellos conformados por materiales sueltos de arcillas, arenas, limos y gravas, producto de la meteorización y remoción del sustrato rocoso por efectos de la gravedad asociados a movimientos en masa recientes (fotografías 1 y 2).

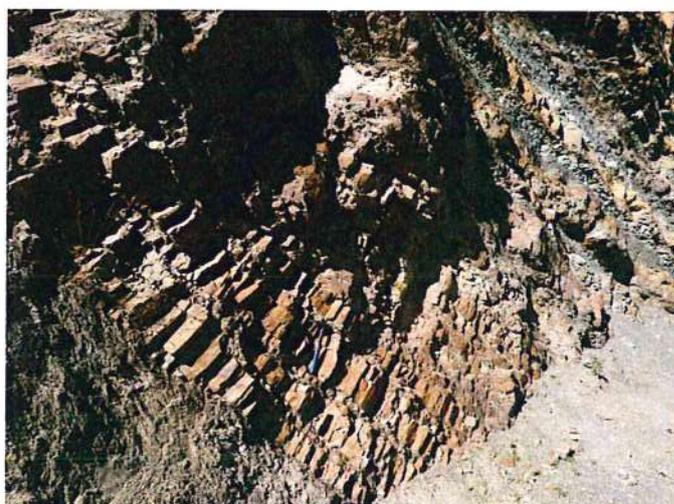


Fotografía 1 y 2: Se muestran afloramientos de areniscas con intensa meteorización formando acumulación de material suelto areno-limoso que cubren y al pie de las laderas de la zona de estudio.

En las fotografías 3 y 4 se observa varias familias de discontinuidades en las rocas, siendo la más importante la estratificación de las capas de rocas sedimentarias que se orientan en la misma dirección que las laderas en algunos casos (dirección de buzamiento $220^{\circ}/44^{\circ}$); seguido de hasta tres familias de fracturas principales (cuadro 3).



Fotografía 3: Se muestran estratificación inclinada buzando en la misma dirección de la pendiente, los cuales estas conformados por capas de arcillitas, areniscas y cuarcitas marrones de la Formación Carhuaz.



Fotografía 4: Se observan 4 familias de discontinuidades o fracturas los cuales corresponden a cuarcitas marrones de la formación Carhuaz, lateralmente hay presencia de sustrato rocoso con intensa meteorización conformado por material arcillo-limoso.

Cuadro 3: Familia de fracturas

Fractura	Dirección de buzamiento	Buzamiento
J1	5°	51°
J2	110°	62°
J3	357°	53°
J4	322°	67°
Talud	235°	85°

6.2 Características geomorfológicas

El relieve terrestre va evolucionando en la dinámica del ciclo geográfico mediante una serie de procesos constructivos y destructivos los cuales muchas veces son afectados por factores geológicos, geográficos, bióticos y antrópicos que frecuentemente interrumpen o perturban el normal desarrollo del ciclo. Esta serie de factores cuando se conjugan y son alterados a consecuencia del cambio climático y acción del hombre, favorecen la inestabilidad geomorfológica produciendo aumento de la pendiente y

alteración de las propiedades físicas de los estratos expuestos en las laderas, generando un aumento de la escorrentía y una mayor intensidad de los procesos erosivos, esto hace que las zonas elevadas tiendan a deslizar material suelto, colmatando y afectando zonas deprimidas, así como también pueden limitar el buen desarrollo del suelo y la vegetación, dificultando los procesos de restauración.

A continuación, se detallan y describen las unidades geomorfológicas identificadas en la zona de estudio:

6.2.1 Unidades Geomorfológicas

6.2.1.1 Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional

Unidad de Montañas

Se considera dentro de esta unidad a las geoformas con alturas mayores a los 300 m respecto al nivel de base local. Se reconocen como cimas o cumbres agudas, subagudas, semiredondeadas, redondeadas o tubulares y estribaciones producto de las deformaciones sufridas por la erosión y la influencia de otros eventos de diferente naturaleza (levantamiento, glaciación, etc.). Sus laderas presentan un pendiente promedio superior al 30 % (como se cita en Villota, 2005, p. 63). En el contexto general, se encuentra conformada de alineamientos alargados, constituidos por rocas sedimentarias.

Subunidad de Montañas estructurales: Incluye montañas cuya altura y formas se deben al plegamiento de las rocas superficiales de la corteza terrestre y que todavía conservan rasgos reconocibles de las estructuras originales, a pesar de haber sido afectadas por procesos denudacionales fluvio-erosionales y glaciares.

Su asociación litológica es principalmente sedimentaria; estructuralmente se presentan como alineamientos montañosos compuestos por secuencias estratificadas plegadas y/o con el buzamiento de las capas de roca que controlan la pendiente de las laderas; en conjunto conforma un relieve de crestas paralelas separadas por depresiones igualmente paralelas, que se prolongan linealmente siguiendo un rumbo rectilíneo, sinuoso o en zigzag, prácticamente sin ramificaciones laterales. Se encuentran conformando anticlinales, sinclinales, cuestras y espinazos. Tienen una altura de más de 300 m con respecto al nivel de base local, así se tienen las siguientes subunidades de montaña diferenciadas según el tipo de roca que la conforman.

Subunidad de Ladera de Montañas Estructurales en rocas sedimentarias (LME-rs): El deslizamiento-flujo de Tilarwasi y el centro poblado de Jarauran se sitúan en las laderas del cerro Josamazanga, de forma contigua se sitúa el cerro Huaman cruz, los cuales presentan un sustrato rocoso conformado por planos de estratificación que buzcan en la misma dirección de la pendiente (figuras 4 y 5).

6.2.1.2 Geoformas de carácter depositacional o agradicional:

Estas representan por la forma del terreno resultados de la acumulación del material proveniente de los procesos denudativos y erosionales que afectan las geoformas anteriores.

Unidad de Piedemonte: Ambiente de agradación que constituye una transición entre los relieves montañosos, accidentados y las áreas bajas circundantes; en este ambiente predominan los depósitos continentales coluviales y las acumulaciones forzadas, las cuales están relacionadas con el repentino cambio de los perfiles longitudinales. La unidad de piedemonte identificada es la siguiente:

Subunidad de Vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd): Son acumulaciones de materiales inconsolidados a ligeramente consolidados relacionados a desprendimientos de material originados por procesos de movimientos en masa antiguos, prehistóricos y recientes del cerro Jozamazanga. En la ladera superior del deslizamiento se observa una morfología cóncavo-convexa producida por movimientos en masa prehistóricos y antiguos.

6.3 Pendiente del terreno: Este parámetro influye en la formación de los suelos y condiciona el proceso erosivo, puesto que, mientras más pronunciada sea la pendiente, la velocidad del agua de escorrentía será mayor. (Belaústegui, 1999).

Para la zona de estudio se realizó un mapa a escala 1:15 000, donde se muestran las pendientes en grados (°) (cuadro 4). Las laderas del cerro Josamazanga-Huamancruz presentan pendientes fuertes a muy fuertes con un rango promedio de 40° a 70° de inclinación en su zona alta o de cumbre, la cual está relacionada a un escarpe de un deslizamiento antiguo. En su parte media donde se originó el deslizamiento-flujo de Tilarwasi se evidencia un rango de pendientes entre 20° a 45°, y en la zona donde se encuentra asentado el centro poblado de Jarauran se muestran pendientes bajas de 10° a 25° aproximadamente (figura 2 y 3). La clasificación de los rangos de pendientes se usó como fuente la tabla elaborada por Fidel et al., 2006.

Cuadro 4: Rangos de pendientes del terreno.

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

Fuente: Fidel *et al.* (2006)

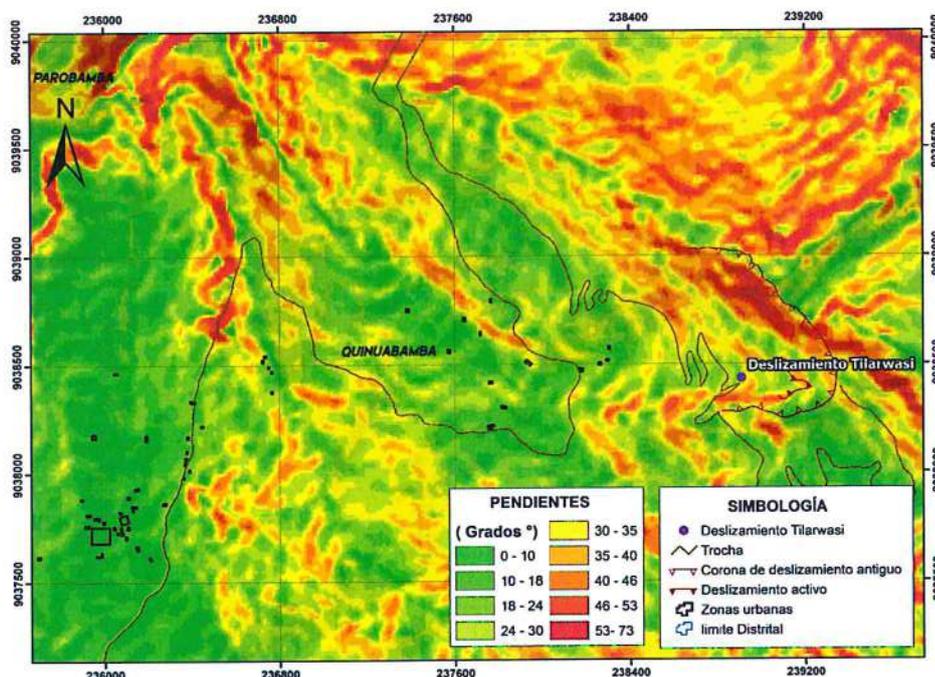


Figura 2: Mapa de pendientes del terreno en la zona de estudio.

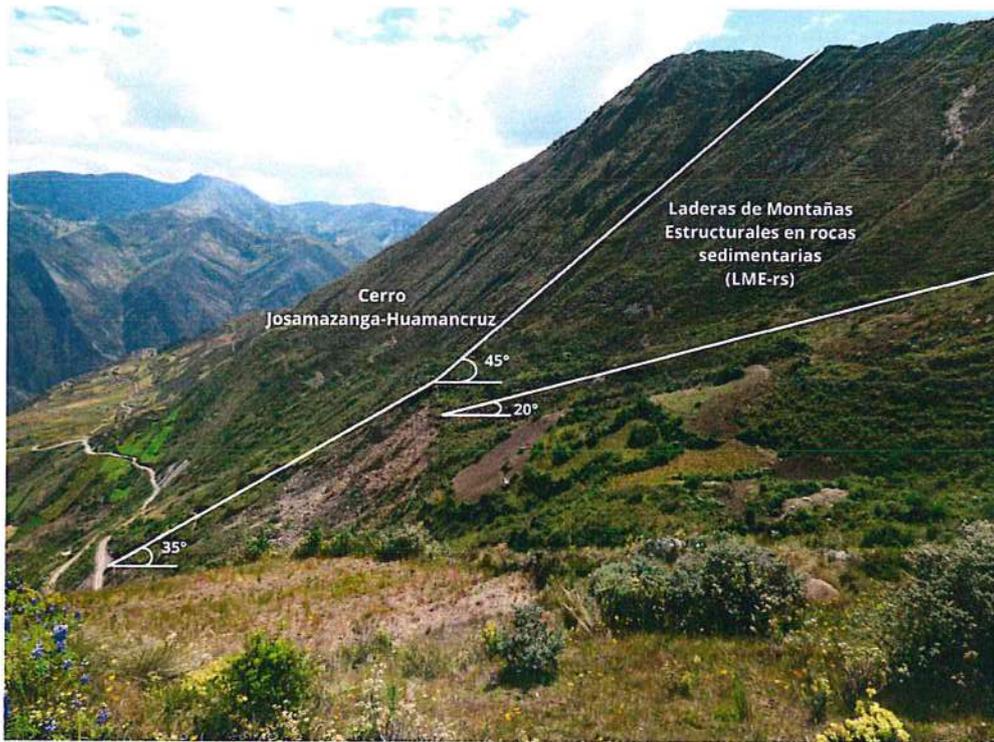


Figura 3: Se muestra ángulos de inclinación de las pendientes que conforman laderas del cerro Josamazanga-Huamancruz



Figura 4: Vista frontal de la zona de estudio donde se evidencia una ladera de montaña estructurales con visibles cambios de ángulos de inclinación en la pendiente.



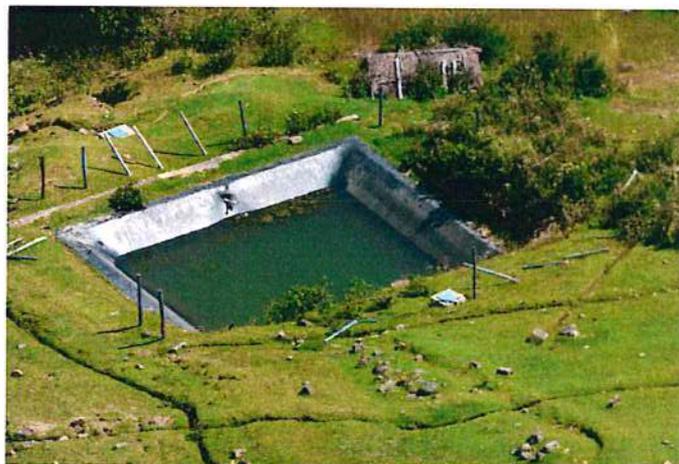
Figura 13: Vista cercana de corona de deslizamiento en la ladera del cerro Josamazanga-Huamancruz.



Fotografía 6 y 7 Agrietamientos de aproximadamente 15 cm a 20 cm alrededor de la corona del deslizamiento generado en la ladera del cerro Josamazanga-Huamancruz.



Fotografía 8: Zona de cultivos en las laderas del cerro Jozamasanga-Huamancruz contigua al deslizamiento-flujo Tilarwasi



Fotografía 9: Se observan canales de agua sin impermeabilizar, tubos inclinados y deformación del terreno a causa de un proceso de reptación en la zona.



Figura 14: Se observa un deslizamiento traslacional en las laderas del cerro Josamazanga (escarpa delimitada con línea color amarilla). Las dimensiones de este deslizamiento corresponden a 24 m de ancho y 30 m de longitud.

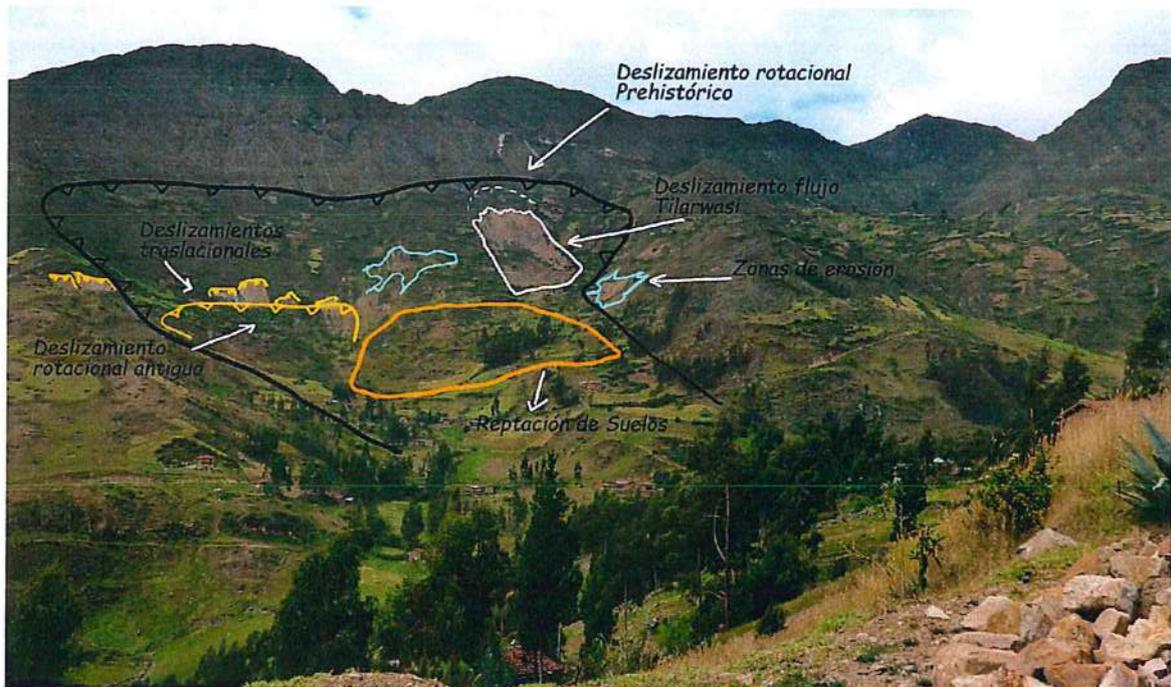


Figura 15: Se muestra vista frontal del cerro Josamazanga-Huamancruz donde se delimita de manera gráfica los movimientos de ladera (deslizamientos antiguos, recientes y procesos de erosión de laderas). En el caso del deslizamiento de Tilarwasi se observa línea punteada que corresponde a la zona de fractura y la línea continua que delimita la masa actualmente inestable.

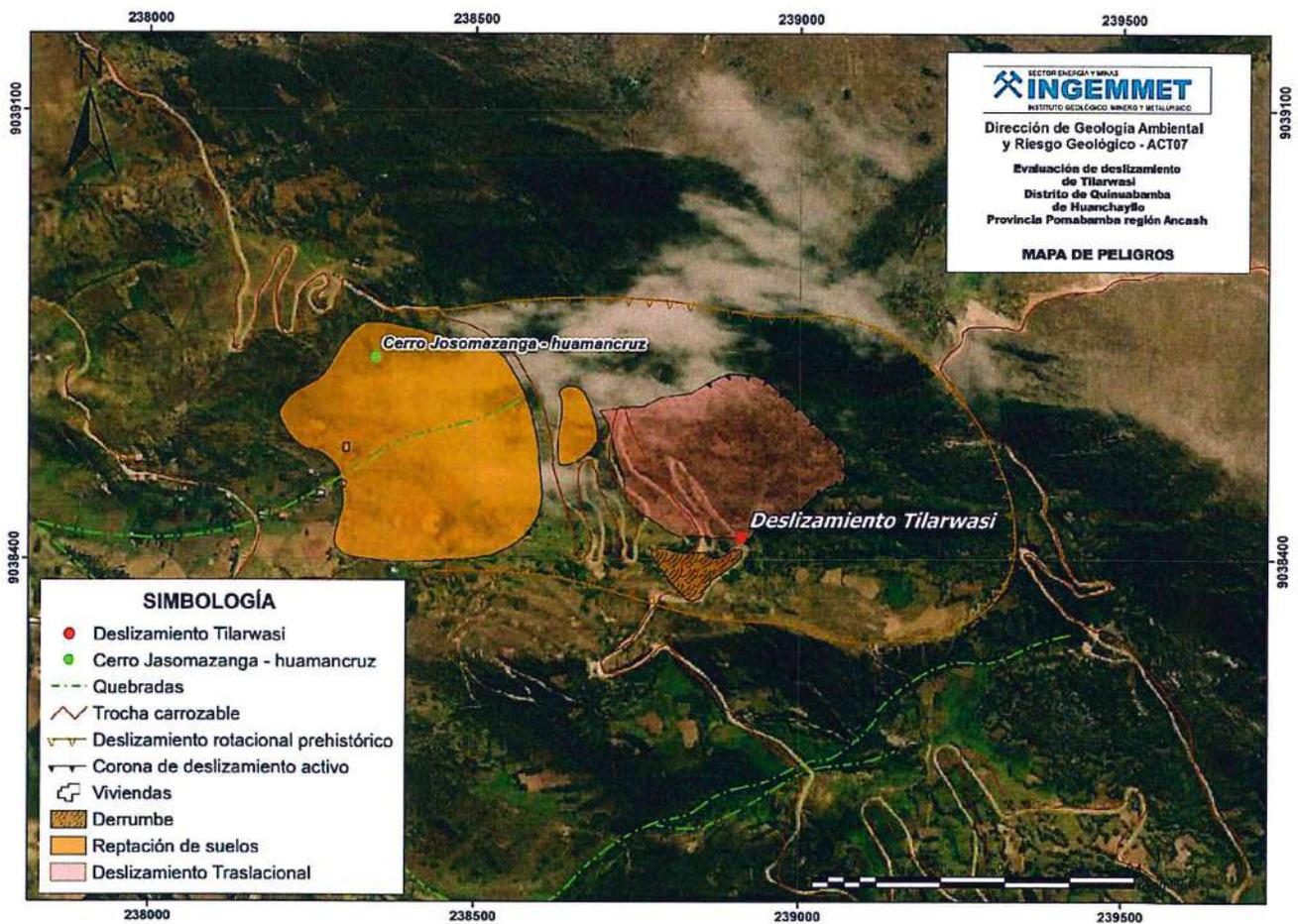


Figura 16: Mapa de peligros geológicos identificados en la zona de estudio.

8. FACTORES CONDICIONANTES Y DESENCADENANTES

8.1 Condicionantes

- Laderas constituidas por estructuras sedimentarias plegadas y deformadas constituyendo zonas de debilidad que forman un sustrato rocoso muy fracturado y meteorizado; (foliación y familia de diaclasas), estas características definen a las rocas como no competentes, las cuales ayudan a reducir la resistencia de cizalla y cohesión del suelo situado encima de las rocas; generando zonas potencialmente inestables.
- Capas de abundantes depósitos de material holocénico removido, con taludes de pendientes medias a fuertes con un rango de 20° a 45°.
- Las laderas presentan suelos poco cohesivos lo que facilita considerablemente la penetración de agua en grandes cantidades generando un aumento en la presión de poros y una disminución a la resistencia al corte induciendo a la activación de deslizamientos y flujos.
- Existencia de depósitos de movimientos en masa antiguos que, al alterarse las condiciones de estabilidad fueron reactivados.
- Los planos de estratificación de las rocas buzan en la misma dirección de la pendiente lo cual incrementa el movimiento de la masa inestable.
- Inadecuado manejo del suelo, construyendo canales de agua para irrigación de cultivos sin revestimiento en las laderas del cerro Josamazanga-Huamancruz, inclusive se observó que en las zonas adyacentes al deslizamiento de Tilarwasi se realizan trabajos agrícolas que favorecen la infiltración de agua y saturación del terreno.
- La construcción de carreteras se realiza con prácticas inadecuadas lo cual desencadena procesos erosivos que desestabilizan las laderas.
- La ausencia o escases de vegetación principalmente de tipo pastos y matorrales brindan poca protección a las laderas de los cerros favoreciendo su inestabilidad.

8.2 Desencadenantes:

- Precipitaciones pluviales intensas a finales de marzo del presente año desencadenando la reactivación de antiguos movimientos de ladera en el cerro Josamazanga-Huamancruz.

CONCLUSIONES

1. Geomorfológicamente la zona de estudio corresponde a montañas estructurales en rocas sedimentarias. En las laderas de montañas se evidencian zonas cóncavo-convexas correspondientes a vertientes de deslizamientos antiguos y flujos recientes, siendo estos muy susceptibles a reactivarse nuevamente en los meses de máximas precipitaciones pluviales.
2. Las laderas del cerro Josamazanga-Huamancruz están constituidas por sustrato rocoso muy meteorizado, correspondientes a areniscas y arcillitas de la formación Chimú y Carhuaz, las cuales poseen características friables muy susceptibles a erosionarse, formando suelos limo-arenosos y limo-arcillosos que forman un terreno inestable.
3. En las laderas de la localidad Jarauran y laderas del cerro Josamazanga-Huamancruz se evidencian canales de agua para irrigación de cultivos los cuales se encuentran sin impermeabilizar, contribuyendo a la continua saturación y deformación del terreno.
4. La reactivación del deslizamiento-flujo de Tilarwasi se generó a finales del mes de marzo del 2019, el cual se inició con un deslizamiento de tierra y de forma consecutiva se generaron flujos de detritos que se movilaron aproximadamente 325 m a lo largo de la ladera del cerro Josamazanga-Huamancruz, causando el bloqueo de tres tramos o desarrollos de la carretera longitudinal entre las localidades de Quinuabamba a Yanyan. Por su velocidad, este movimiento ha sido clasificado como de tipo rápido según la clasificación de Cruden y Varnes (1996). Este movimiento de ladera continuará reactivándose poniendo en alto riesgo a los pobladores de la localidad de Jarauran.
5. El factor desencadenante para la reactivación del deslizamiento-flujo en el cerro Josamazanga-Huamancruz fueron las intensas lluvias que se generaron a finales del mes de marzo del presente año. De acuerdo a los datos obtenidos por la estación Meteorológica cercana "POMABAMBA" del SENAMHI se tiene que los valores pluviométricos registrados durante el periodo de lluvias intensas del presente año estuvieron por encima de los valores registrados en los años 2017 y 2018.
6. En las laderas contiguas al deslizamiento-flujo de Tilarwasi se identificaron deslizamientos antiguos y procesos de reptación de suelos que pueden reactivarse y causar daños a la población de Jarauran, ante un nuevo escenario de lluvias intensas.
7. Debido a las condiciones geológicas y actual inestabilidad de las laderas del cerro Josamazanga-Huamancruz, se considera zona no apta para realizar actividades agrícolas.
8. La falta de un plan de ordenamiento territorial y plan de prevención en gestión de riesgos de desastres hacen cada día más vulnerable a esta localidad.
9. Dadas las condiciones actuales en las que se encuentra la zona afectada por el movimiento complejo, se puede concluir que las laderas del cerro Josamazanga-Huamancruz presentan muy alta susceptibilidad a generar movimientos en masa, por lo que se considera como zona crítica, de **alto peligro** ante precipitaciones pluviales intensas y sismos.

RECOMENDACIONES

1. Construir zanjas de coronación impermeabilizadas por encima del escarpe del deslizamiento a fin de evitar el paso del agua procedente de las quebradas y lluvias intensas.
2. Implementar canales colectores impermeabilizados tipo "espina de pescado" para evacuar o conducir las aguas fuera del cuerpo del deslizamiento, así como también construir canales rápidos o en gradería que recolecten y conduzcan las aguas a sitios seguros.
3. Realizar trabajos de protección contra deslizamientos y erosión de laderas. En este caso se puede detener el deslizamiento activo mediante la colocación de muros flexibles formados de fragmentos de rocas dentro de mallas de acero, permitiendo la circulación de agua hacia el exterior del talud y reforzar con medidas de protección superficial, el cual consiste en la instalación de mallas metálicas. Estas estructuras servirán para retener los materiales removilizados y deslizados en la ladera. La evaluación de la factibilidad y construcción de estos muros debe ser realizada por especialistas en geotecnia.
4. Realizar trabajos de forestación en las superficies erosionadas de las laderas del sector con cobertura vegetal (plantación de árboles, arbustos o vegetación nativa de la zona) que cubran el suelo en forma permanente a fin de frenar la velocidad de escurrimiento del agua, incrementar la cohesión del terreno, disminuir los procesos erosivos y reactivación de deslizamientos.
5. Restringir la construcción de carreteras u otro tipo de infraestructura, en laderas susceptibles a deslizarse en el cerro Josamazanga-Huamancruz; generalmente la realización de nuevas construcciones para los cuales se prepara el terreno por métodos de corte y relleno perturban la estabilidad de las laderas, por lo que estrictamente debe tener una adecuada planificación y ejecución de las obras civiles a realizarse, Estas deben llevarse a cabo por profesionales especialistas en la materia.
6. Prohibir el tránsito vehicular, de personas y animales por la zona afectada por el deslizamiento-flujo, hasta que se tomen las medidas de protección antes mencionadas, ya que su seguridad física puede verse comprometida si se producen nuevas reactivaciones.
7. Se sugiere no realizar actividades agrícolas en las laderas contiguas o adyacentes al deslizamiento-flujo Tilarwasi, ya que las condiciones geológicas, hidrogeológicas y el uso inadecuado de riego en esta zona contribuye a desestabilizar aún más las laderas. De continuar las prácticas agrícolas podrían generarse una removilización del material y consecutivamente una reactivación que causaría daños mayores a la zona de cultivos, a los agricultores y al centro poblado de Jarauran. Las parcelas de cultivo pueden mantenerse en aquellas laderas pocos meteorizadas del sector con pendientes bajas, siempre y cuando se utilicen métodos de riego por goteo o presurizado a fin de evitar la saturación de agua en el terreno.

8. En las zonas donde se presenten agrietamientos se debe realizar el relleno y sellado con arcilla o similares, para evitar la infiltración de agua. Es importante tener en cuenta que las grietas pueden abrirse nuevamente y se requiere mantenimiento por periodos importantes de tiempo. Esta actividad debe realizarse por un especialista.
9. Se requiere actuar en la prevención y mitigación ante posibles amenazas geológicas por lo que se sugiere realizar para este sector un plan de prevención en gestión de riesgos de desastres.
10. Se considera necesario implementar trabajos de monitoreo del movimiento complejo del cerro Josamazanga-Huamancruz; esto se puede realizar por medio de la instrumentación de la zona deslizada, para poder medir la deformación y desplazamientos en el terreno. La utilidad de la instrumentación es determinar la tasa de movimiento en el deslizamiento, con fines preventivos. Esta instrumentación se puede realizar por medio de la colocación de extensómetros, que constituyen una forma sencilla y económica de monitorear movimientos superficiales al mismo tiempo que incorpora sistemas de alarma. La viabilidad de su uso debe ser evaluado por un especialista en geotecnia.
11. Realizar trabajos de sensibilización al centro poblado de Jauran y poblados cercanos en temas de peligros geológicos y gestión del riesgo de desastres, a fin de crear pobladores resilientes capaces de comprender las causas y efectos de los movimientos en masa, identificar áreas inestables y evitar sus asentamientos en ellas, además de que estén preparados ante la ocurrencia de nuevos eventos que pudieran afectar su seguridad física; todo ello conlleva la ayuda y asesoramiento de expertos en la materia.
12. Implementar un sistema de alerta temprana, en temporadas de precipitaciones pluviales intensas para informar a la población involucrada y que pueda realizarse la evacuación de las zonas que pueden resultar afectadas por el deslizamiento.



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

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Cruden, D.M., Varnes, D.J., 1996, Landslide types and processes, en Turner, K., y Schuster, R.L., ed., Landslides investigation and mitigation: Washington D. C, National Academy Press, Transportation Research Board Special Report 247, p. 36–75.
- 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.
- Wilson J; Reyes L; Garayar J (1995) - Geología de los cuadrángulos de Pallasca, Tayabamba, Corongo, Pomabamba, Carhuaz, y Huarí”, INGEMMET, Boletín N° 60 Serie A.
- www.senamhi.gob.pe/. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú/Estación meteorológica de Pomabamba.
- Zavala, B. (2007) Zonas críticas por peligros geológicos y Geohidrologicos en la Región Ancash” INGEMMET.
- Zavala,B; Valderrama, P.; Pari, W.; Luque, G. & Barrantes (2009) - Riesgos geológicos en la región Ancash. INGEMMET, Boletín, Serie C 38: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 44, 280 p.