

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A6940

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LOS SECTORES DE CALLAS Y CEDRUYOC

Región Junín
Provincia Jauja
Distrito Monobamba



SEPTIEMBRE
2019

CONTENIDO

RESUMEN	3
1. INTRODUCCIÓN	4
2. ANTECEDENTES	4
3. ASPECTOS GENERALES	4
3.1. Ubicación y accesibilidad	4
3.2. Objetivos	7
3.3. Clima	7
4. CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS	7
4.1. Unidades de Montaña	7
4.1.1. Montaña de roca sedimentaria	7
4.1.2. Montaña en rocas intrusivas	7
4.2. Unidad de Piedemonte	7
4.2.1. Vertiente o Piedemonte coluvio-deluvial	7
4.3. Unidad de Planicies Inundables	8
4.3.1. Terraza aluvial	8
5. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS	8
5.1. Grupo Copacabana	8
5.2. Monzogranito-Sienogranito San Ramon	9
5.3. Formación Chambara	9
5.4. Formación Aramachay	9
5.5. Depósitos aluviales	9
5.6. Depósitos coluviales	10
6. PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA	10
6.1. Conceptos teóricos	10
6.2. Deslizamiento rotacional	11
6.3. Flujo de detritos	12
6.4. Peligros geológicos por movimientos en masa de los sectores Callas y Cedruyoc	12
6.5. Peligros geológicos por movimientos en masa del centro poblado Callas	14
6.5.1. Factores condicionantes	15
6.5.2. Factores desencadenantes	17
6.6. Peligros geológicos por movimientos en masa del centro poblado de Cedruyoc	17
6.7. Factores Condicionantes	23
6.8. Factores desencadenantes	23

6.9. Medidas correctivas	24
CONCLUSIONES	25
RECOMENDACIONES	26
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	27

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LOS SECTORES CALLAS Y CEDRUYOC.

(Distrito Monobamba, provincia Jauja, departamento Junín)

RESUMEN

El ámbito de los trabajos de evaluación corresponde a las localidades de Callas y Cedruyoc, que pertenecen al distrito Monobamba, provincia Jauja, departamento Junín; donde se analizó eventos de movimientos en masa que podrían afectar áreas urbanas e infraestructura.

La Geología de la zona evaluada, presenta rocas sedimentarias fracturadas por procesos tectónicos como: el Grupo Copacabana conformado por calizas micríticas de color gris oscuro, intercaladas con niveles pelíticos pizarrosos y calcarenitas de color gris; la Formación Aramachay constituida por calizas negras bituminosas y arcillosas con intercalación de pelitas negras; y rocas intrusivas como monzogranito – sienogranito San Ramón.

La geomorfología de la zona evaluada, presenta montañas de rocas intrusivas y sedimentarias, con vertientes o pie de monte coluvio-deluvial producto de acumulaciones de materiales provenientes de procesos de movimientos en masa. Se tienen también terrazas aluviales, provenientes de las variaciones del cauce de los ríos.

En el sector Callas se evaluó un flujo de detritos que afectó las viviendas del mismo centro poblado; así también, en el sector de Cedruyoc se evaluó la quebrada Pacchapata que en sus laderas se identificó deslizamientos antiguos en proceso de reactivación, que afecta la vía carrozable y áreas de cultivo.

Por otro lado, se tiene el deslizamiento Cedruyoc, en cuya cabecera se observó que el terreno se encuentra saturado, esto podría desencadenar la reactivación del deslizamiento, lo cual podría afectar al centro poblado Cedruyoc.

Se tiene otra zona de deslizamientos en la progresiva “km 04” de la vía Monobamba a Cedruyoc, que afecta a un tramo de 50 m de dicha vía.

Las causas principales que condicionan a la generación de estos eventos son suelos saturados, roca altamente meteorizada y muy fracturada, pendientes de laderas de los cerros (mayores de 25°) que influyen en la estabilidad, ausencia de vegetación (deforestación) que permite la infiltración de las aguas pluviales al subsuelo. El factor desencadenante de estos eventos fue las precipitaciones pluviales ya que se dieron con mayor intensidad y frecuencia en todos los sectores evaluados.

Como medidas correctivas principales a tomar en cuenta, es reubicar al sector de Callas por encontrarse ubicado en el cauce del río Callas. En Cedruyoc, para los cuerpos de los deslizamientos se deben realizar drenajes (zanjas impermeabilizadas) para evitar la infiltración de agua al subsuelo, forestar, evitar las malas técnicas de regadío (gravedad o inundación). Para los deslizamientos de la Progresiva “km 4” (vía Monobamba a Cedruyoc) hacer drenajes, canal de coronación y banquetear la ladera.

1. INTRODUCCIÓN

El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), como ente público técnico y especializado en el campo de la geología, tiene entre sus funciones, generar y proporcionar información con celeridad y transparencia, como también asistencia técnica a centros poblados del país en temas de peligros geológicos.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR) mediante el proyecto Actividad 07-Evaluación de Peligros Geológicos a Nivel Nacional, se encarga de realizar estudios de peligros geológicos, para brindar asistencia técnica a entes públicos, con la finalidad de dar las recomendaciones respectivas para la prevención y mitigación del peligro geológico en beneficio de la población.

Los trabajos de campo se realizaron los días 05 y 06 de mayo del 2019, para ello se efectuaron coordinaciones previas con autoridades de la municipalidad distrital de Monobamba; durante la inspección se contó con la presencia de representantes de la municipalidad y autoridades locales.

El presente informe se pone en consideración de la Municipalidad distrital de Monobamba, el cual contiene las conclusiones y recomendaciones pertinentes que busca reducir los efectos de la activación de los eventos identificados.

2. ANTECEDENTES

En el "Estudio de Riesgos Geológicos del Perú, Franja N° 4", realizado por Fidel (2006), identificó en el distrito de Monobamba una serie de fenómenos por movimientos en masa, como deslizamientos rotacionales y traslacionales, como también derrumbes, que se encuentran cercanos a las zonas evaluadas.

La Municipalidad Distrital de Monobamba, con Oficio N°0075 DA-MDM-2019, solicitó al Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, realizar una evaluación técnica. El Director de Geología Ambiental y de Riesgos Geológicos, designó a los Ings. Segundo Nuñez y David Prudencio para que realicen dicha evaluación geológica.

Para efectuar los trabajos de campo se tuvo como guías un personal de la municipalidad y un poblador de cada sector, que nos proporcionó información detallada de los eventos ocurridos.

3. ASPECTOS GENERALES

3.1. Ubicación y accesibilidad

El distrito de Monobamba se encuentra en la provincia de Jauja, departamento de Junín, a la margen derecha del río Monobamba. El sector de Callas se ubica hacia el sureste del centro poblado principal del distrito y Cedruyoc se ubica hacia el noreste del centro poblado principal del distrito (figura 2), estas localidades se enmarcan dentro de las siguientes coordenadas UTM, WGS 1984, zona 18S (tabla 1):

Tabla 01: Coordenadas de ubicación de los sectores evaluados.

Coordenada UTM	Este	Norte	Elevación
Monobamba	464367	8744109	1466
Callas	465380	8743186	1708
Cedruyoc	466422	8745150	1924

Ruta de acceso para llegar a los poblados fue:

Tabla 02: Detalle de las rutas de acceso para llegar a los centros poblados.

Ruta	Tipo de Vía	km	Tiempo
Lima - San Ramón	Asfaltada	301	7:30 horas
San Ramón - Monobamba	Trocha	34	1:00 horas
Monobamba - Callas	Trocha	2	10 minutos
Monobamba - Cedruyoc	Trocha	5	20 minutos

Para acceder a estos centros poblados, desde Lima, se ha seguido la ruta Lima - La Oroya - Tarma - San Ramón - Monobamba – Callas y Cedruyoc (figura 1).

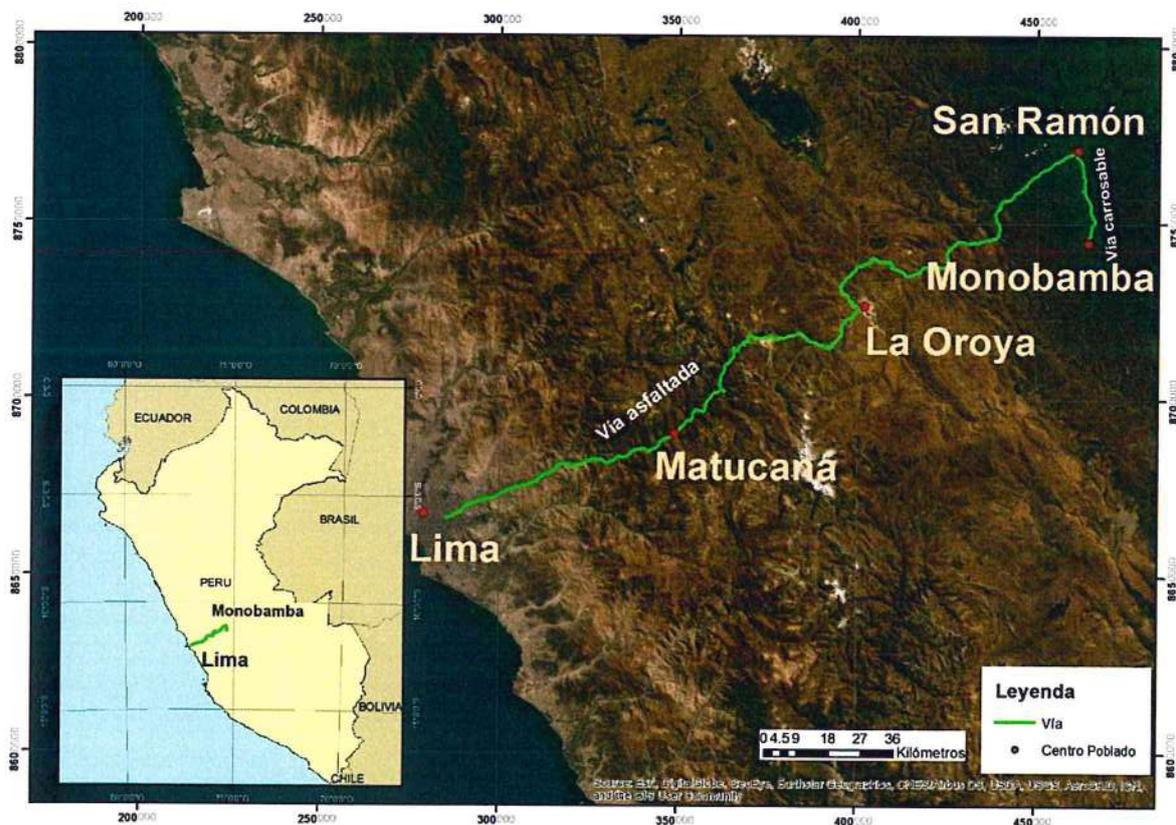


Figura 1: Muestra el tramo tomado por la vía asfaltada de Lima a San Ramón y desde ahí por carretera afirmada hasta el centro poblado de Monobamba para luego llegar a las zonas de evaluación en los sectores Cedruyoc y Callas.

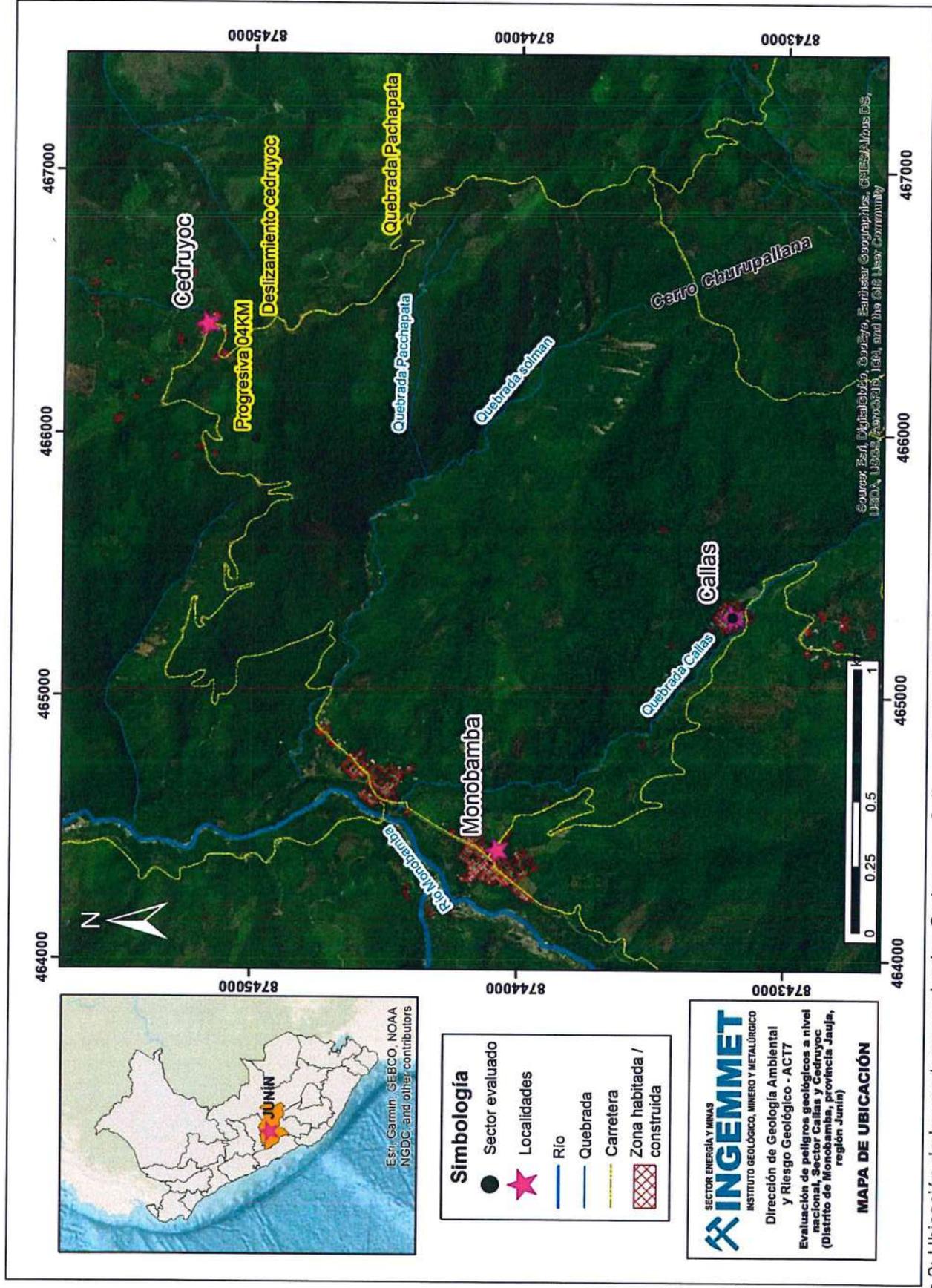


Figura 2: Ubicación de los sectores evaluados Cedruyoc y Callas, además del centro poblado principal del distrito, Monobamba.

3.2. Objetivos

- Identificar y evaluar las zonas con peligro geológico que afecten o afectaron a zonas urbanas de las localidades de Cedruyoc y Callas.
- Recomendar medidas de prevención, reducción y mitigación ante peligros geológicos evaluados en la etapa de campo.

3.3. Clima

De acuerdo al mapa climático del SENAMHI (2018), el distrito de Monobamba presenta un clima con precipitación efectiva muy lluviosa y abundante en todas las estaciones, también tiene una eficiencia térmica semicálida, con humedad del ambiente muy húmeda, por la alta concentración de vapor de agua en la atmosfera y con invierno seco, esta información está sustentada en la clasificación climática por el método de thornthwaite con información meteorológica recolectada de aproximadamente de 20 años.

4. CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS

La morfología del área evaluada es resultado de la degradación de la litología presente en la zona, con el paso del tiempo los agentes externos generan meteorización del terreno en particular sobre la litología, en este caso las rocas del Grupo Copacabana y los materiales residuales cuaternarios de la zona.

En el área de estudio se tienen las siguientes unidades geomorfológicas:

4.1. Unidades de Montaña

4.1.1. Montaña de roca sedimentaria

Son laderas con pendiente media a fuerte, labradas en rocas sedimentarias afectados por procesos tectónicos y erosivos; constituidas por calizas y cuarcitas (Vilchez *et al.*, 2013). En el área de estudio, las laderas de los cerros en la quebrada Callas presentan pendientes de entre 15° a 45°.

4.1.2. Montaña en rocas intrusivas

Son laderas y sus crestas de topografía moderada a abrupta. Los cuerpos ígneos se disponen como stocks y batolitos, de formas irregulares alargadas, controladas por fallas, presenta laderas cóncavas y convexas. Se encuentran muy meteorizadas, originan suelos arenoso arcillosos, por lo que presenta procesos de erosión de laderas y movimientos en masa (Vilchez *et al.*, 2013). Las laderas de los cerros presentan pendientes menores a 25°, constituida por rocas del Batolito San Ramón, ubicado a inmediaciones de Cedruyoc.

4.2. Unidad de Piedemonte

4.2.1. Vertiente o Piedemonte coluvio-deluvial

Son acumulaciones de materiales de ladera en zonas bajas de las quebradas, originados por procesos de movimientos en masa como deslizamientos, derrumbes, avalanchas y/o movimientos complejos. Tienen una composición homogénea, con una morfología usualmente convexa y su disposición semicircular a elongada y en las partes más altas con relación a la zona de arranque (Vilchez *et al.*, 2013). Esta unidad en el

área de estudio la encontramos en los fondos de las quebradas y en sus laderas de la zona evaluada, las pendientes varían, van entre 10 a 25°.

4.3. Unidad de Planicies Inundables

4.3.1. Terraza aluvial

Son acumulaciones de materiales antiguos dispuestos en niveles por sedimentación fluvial, con terrenos de pendientes bajas, dispuestos a los costados de la llanura de inundación o del lecho principal de un río, los cuales han sido disectados por las corrientes pluviales y fluviales como consecuencia de la profundización del valle (Vilchez *et al.*, 2013). estas unidades se caracterizan por tener una pendiente menor de 2°, se aprecian en partes bajas de la quebrada Monobamba.

5. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS.

Según la geología de los cuadrángulos de Churras, Ulcumayo, Oxapampa y la Merced de las Hojas 21-m, 22-i, 22-m, 23-m realizada por Monge *et al.*, (1996), en la zona evaluada se encuentra las siguientes unidades (figura 3).

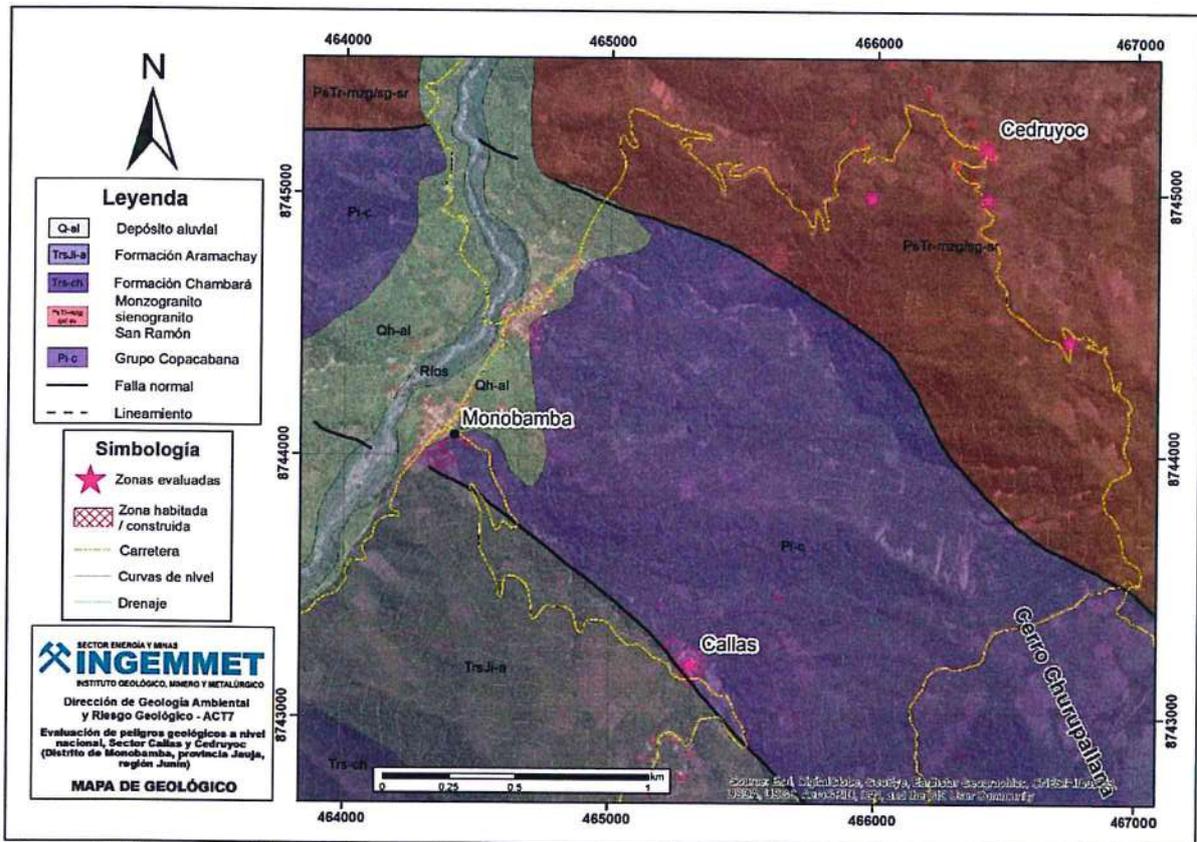


Figura 3: Mapa geológico del sector evaluado se aprecia el Centro Poblado de Callas y el Cedruyoc y los sectores evaluados.

5.1. Grupo Copacabana

Está compuesta por calizas micríticas recrystalizadas y silicificadas, intercaladas con niveles pelíticos pizarrosos y calcarenitas de colores grises parduzcas, forman muchas veces relieves cársticos, como oquedades y cavernas, esto se incrementa hacia la selva alta. También forma farallones y escarpas pronunciadas que caracteriza a la

unidad. En el área de Callas, en la margen derecha del río del mismo nombre se identificó esta unidad que presenta pendientes abruptas menores de 45°.

5.2. Monzogranito-Sienogranito San Ramon

Está constituido por granitos de biotita y hornblenda, formaron dos facies: granito rojo, que es más alcalino con un 60 % de feldespato potásico y granito gris, que está compuesto en su mayoría por plagioclasas (Captevila *et al.*, 1976). Se observa mayormente en ambas márgenes del río Tulumayo, en la parte baja del río Monobamba y también en el centro poblado de Cedruyoc.

5.3. Formación Chambara

Está constituido por dolomías y calizas intraclásticas laminares con abundante contenido de cuarzo detrítico, limolitas calcáreas, dolomicritas, calizas chérticas y micríticas grises oscuras, se observa al oeste de los centros poblados de callas y de Monobamba.

5.4. Formación Aramachay

Está constituido por calizas negras bituminosas y arcillosa con intercalación de pelitas negras con abundante contenido de materia orgánica, se observa en la ladera derecha de la quebrada Callas y al oeste del poblado de Monobamba (fotografía 1).



Fotografía 1: Corte de talud para realizar la vía carrozable, donde se parecía pelitas negras con intercalación de areniscas calcáreas.

5.5. Depósitos aluviales

Lo conforman depósitos de clastos heterogéneos unidos por una matriz arcillosa y arenosa, normalmente están compuestos por capas de grava gruesa y fina con cierta clasificación de sus elementos, con clastos redondeados a sub redondeados, pudiendo ser una terraza de inundación en avenidas extremas. Se encuentran distribuidos a los lados del río Monobamba.

5.6. Depósitos coluviales

Lo conforman clastos y grabas angulosas a sub angulosas de diferentes tamaños y unidos por una matriz limo arcillosa, son productos de deslizamientos en la quebrada. En la zona de estudio se encuentran distribuidas al pie de las laderas en valle y quebradas (fotografía 2).



Fotografía 2: Muestra la orilla del río Callas margen derecha con materiales coluviales de movimientos en masa antiguos con fragmentos angulosos de 8 a 10 cm de tamaño en matriz limo arcillosa.

6. PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA

6.1. Conceptos teóricos

Para explicar los eventos de movimientos en masa, consideramos como base la clasificación de Varnes (1978, 1996). y la terminología sobre movimientos en masa en la región andina realizado por el grupo Proyecto Multinacional Andino (PMA) (2007), ya que describen los eventos de movimientos en masa de una forma clara y estandarizada para muchos países sudamericanos.

Los movimientos en masa que explicamos incluyen todos aquellos movimientos ladera bajo de una masa de roca, suelo (detritos o tierra); se clasifica en primer lugar por el tipo de movimiento y segundo por el tipo de material; los diferentes tipos de movimientos en masa que se consideran en la bibliografía del proyecto Multi Nacional Andino (tabla 3).

Tabla 03: Tipos de movimientos en masa realizado por PMA (2007).

Tipo	Subtipo
Caídas	Caída de roca (detritos o suelo)
Volcamiento	Volcamiento de roca (bloque)
	Volcamiento flexural de roca o del macizo rocoso

Deslizamiento de roca o suelo	Deslizamiento traslacional, deslizamiento en cuña
	Deslizamiento rotacional
Propagación lateral	Propagación lateral lenta
	Propagación lateral por licuación (rápida)
Flujo	Flujo de detritos
	Crecida de detritos
	Flujo de lodo
	Flujo de tierra
	Flujo de turba
	Avalancha de detritos
	Avalancha de rocas
	Deslizamiento por flujo o deslizamiento por licuación (de arena, limo, detritos, roca fracturada)
Reptación	Reptación de suelos
	Soliflucción, geliflucción (en permafrost)
Deformaciones profundas gravitacionales	

6.2. Deslizamiento rotacional

Es deslizamiento cualquier movimiento de ladera bajo de una masa desprendida del sustrato o de suelo, que normalmente ocurre a lo largo de una superficie de falla o de una zona delgada donde ocurre una deformación cortante.

Es rotacional si el movimiento lo hace en una superficie de falla curva y cóncava, su forma se caracteriza por tener escarpe principal profundo y un contrapendiente de la superficie de la cabeza del deslizamiento hacia el escarpe principal, la deformación interna de la masa desplazada es usualmente poca, debido al mecanismo rotacional que es auto – deslizante (PMA, 2007).

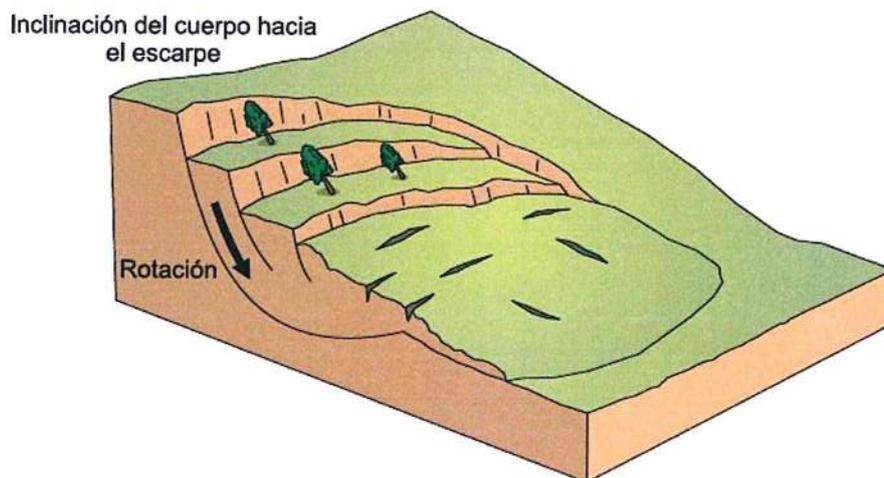


Figura 4: Esquema de un deslizamiento rotacional mostrando los rasgos morfológicos característicos, realizado por PMA (2007).

6.3. Flujo de detritos

Estos movimientos se comportan de forma semejante a los fluidos, puede alcanzar velocidades entre rápidas a extremadamente rápida si su composición de líquidos es más saturada, transcurre normalmente confinado a lo largo del cauce de un canal, arrastró más material saturado en todo su camino, en algunos casos es la consecuencia de otros movimientos, la depositación de estos materiales es en forma de albardones, canales en forma de U, trenes de bloques rocosos y grandes bloques individuales, finamente concluye su trayectoria en abanicos de detritos (PMA, 2007).

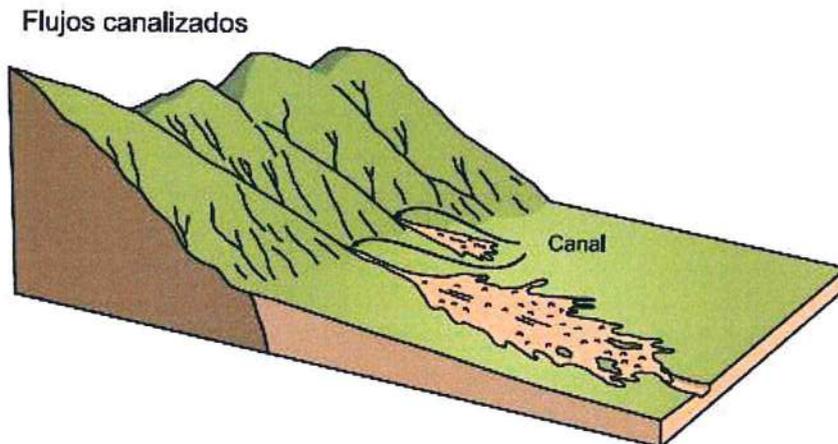


Figura 5: Esquema de un flujo canalizado mostrando los rasgos morfológicos característicos, realizado por el PMA (2007).

6.4. Peligros geológicos por movimientos en masa de los sectores Callas y Cedruyoc

Los eventos ocurridos en las zonas de evaluación, corresponden a los tipos deslizamientos y flujo de detritos (huaicos). Figura 6.

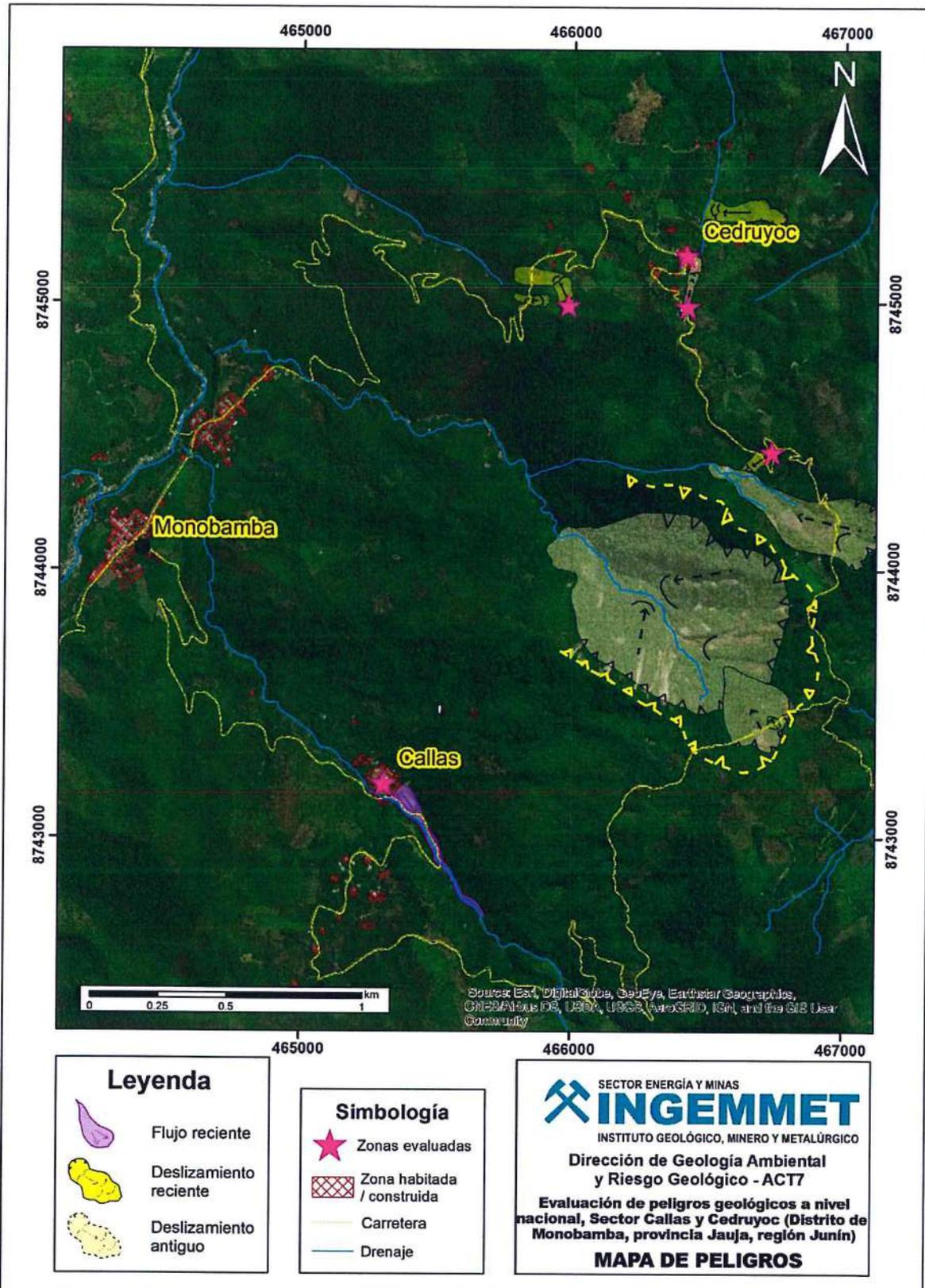


Figura 6: Se muestra el cartografiado de peligros geológicos por movimientos en masa de las zonas evaluadas.

6.5. Peligros geológicos por movimientos en masa del centro poblado Callas

Está asentado sobre depósitos provenientes de flujos de detritos (Huaicos) antiguos, por la geoforma que presenta el terreno (cono deyeectivo), es decir que la zona fue moldeada por los depósitos mencionados. Los moradores mencionan que el flujo de detritos ocurrido el año 2017 afectó cinco viviendas, las cuales quedaron inhabitables, también se observó que la cancha de fútbol se ubica sobre estos depósitos, a una altura aproximadamente de 1.5 m con respecto al poblado (figura 8). En imágenes históricas disponibles de la plataforma Google Earth (figura 7), se puede apreciar que se realizaron cambios del trazo de vía, el cual fue modificado por el paso de flujos de detritos antiguos.

Los flujos se generan por la obstrucción en el cauce del río a consecuencia de deslizamientos que llegan hasta la base de la quebrada, posteriormente este material caído se satura al punto de perder resistencia y discurre por el canal de la quebrada a manera de flujo que llega al centro poblado de Callas, donde los materiales acarreados se explayan y acumulan.

El área que ocupa el poblado de Callas, es una pequeña explanada ubicada sobre material de flujos antiguos, el último evento de flujo, llegó a explayarse hasta 50 m en el pueblo y se dividió en dos brazos, uno con dirección norte que salió del canal y avanzó unos 200 m para llegar al pueblo y dejó sus materiales acumulados sobre la cancha de fútbol y en la plaza (loza deportiva); el otro brazo se dirigió con dirección al noroeste por el canal de la quebrada, afectó tres viviendas que se encuentran aledañas al cauce del río.



Figura 7: A: Imagen donde se puede ver que para el año 2016 no existía la cancha de fútbol y la vía estaba pegada a la margen derecha de la ladera.



Figura 7: B: El año 2017 se genera un flujo de detritos que hace necesario el cambio de la vía a la margen izquierda, quedando la explanada donde construyeron la cancha de fútbol, (imágenes Google Earth).



Figura 8: en la imagen se observa el depósito que alcanza 1.5 m de altura aproximada, producto del flujo de detritos ocurrido el año 2017. Los pobladores explanaron la superficie para realizar una cancha de fútbol.

6.5.1. Factores condicionantes

Entre los factores condicionantes se tienen:

- a) El substrato rocoso, conformado por rocas sedimentarias de mala calidad, se encuentran muy fracturadas por procesos tectónicos.
- b) La Infiltración de agua, que aumenta la presión interna, generando un esfuerzo mayor en las rocas y reduce su estabilidad.
- c) La configuración geomorfológica, presenta una quebrada angosta, entallado en montaña de roca sedimentaria, en sus nacientes presenta laderas con pendientes fuertes, mayores a 25°, esto ayuda a la generación de procesos erosivos, desestabiliza las laderas y los predispone a la generación de deslizamientos y derrumbes, lo cual alimentaría al canal de la quebrada, esto contribuye a la generación de flujos o huaicos.
- d) La falta de cobertura vegetal arbórea (zona deforestada) generada por ganar áreas de cultivo, esto también condiciona a la generación de deslizamientos.

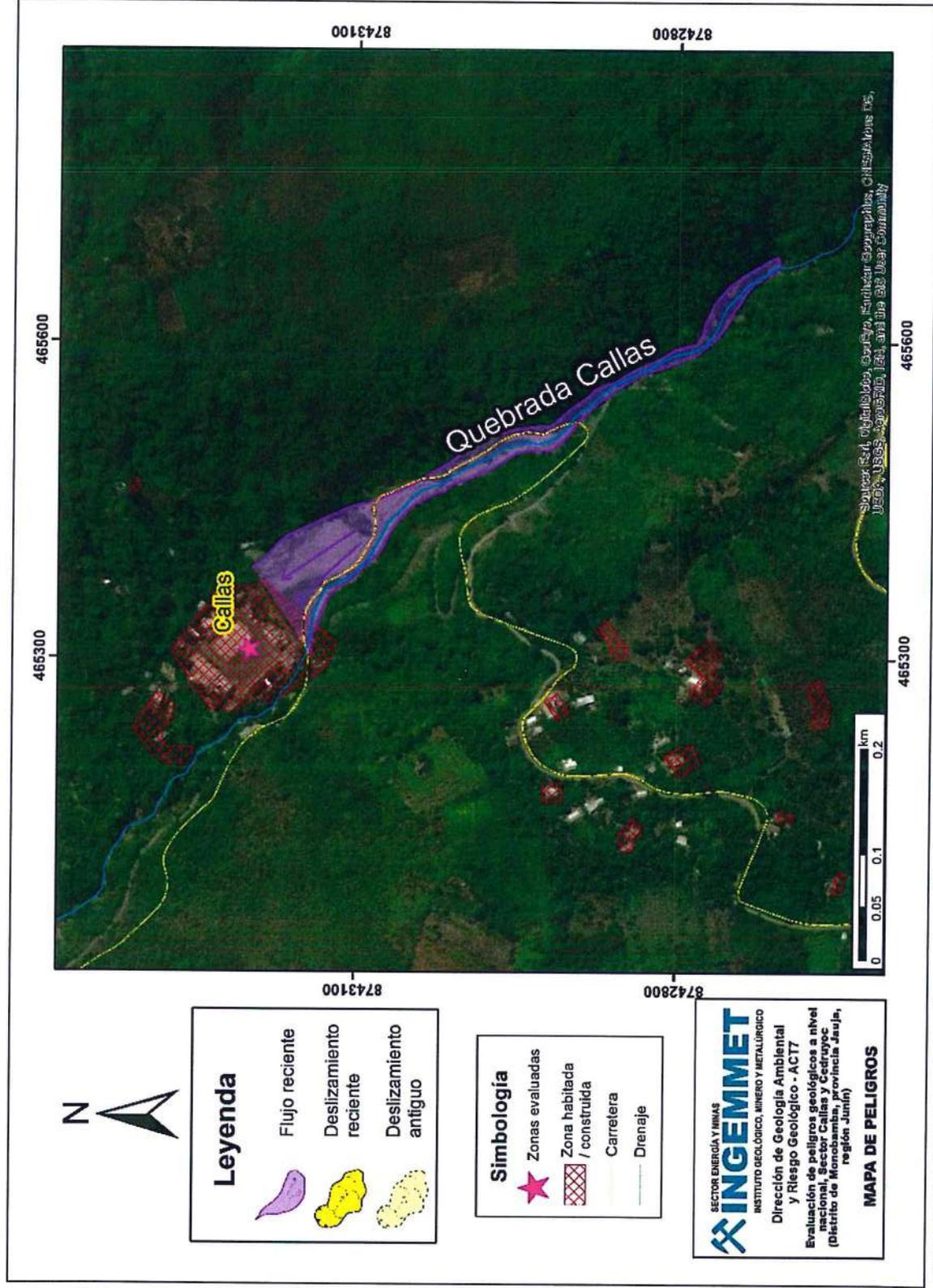


Figura 9: Se muestra la zona urbana del centro poblado de Callas y el área que fue afectada por el flujo de detritos.



Figura 10: Imagen con dirección sureste, se aprecia parte de la cancha de fútbol del centro poblado de callas, como también la forma de la quebrada muy angosta, generando mayor predisposición a represamientos.

6.5.2. Factores desencadenantes

El factor que desencadena los peligros geológicos por movimientos en masa; son las lluvias intensas, que generan la infiltración y saturación al terreno.

6.6. Peligros geológicos por movimientos en masa del centro poblado de Cedruyoc

El centro poblado de Cedruyoc se ubica al noroeste del centro poblado de Monobamba, específicamente en la cabecera de la quebrada Cedruyoc. Se identificaron tres zonas de peligros por movimientos en masa:

- a) Deslizamiento Pacchapata: Se encuentra en la ladera derecha de la quebrada del mismo nombre, es un deslizamiento que afecta la vía carrozable de Cedruyoc-Chacaybamba y zonas agrícolas; además hay deslizamientos antiguos que puede generar flujos (Huaicos) en la quebrada Solman cuyos materiales podrían llegar hasta el centro poblado Santa Rosa.
- b) Deslizamiento Cedruyoc: Se encuentra en la cabecera de la quebrada Cedruyoc al sur del centro poblado, es un deslizamiento antiguo, reactivado por la saturación del terreno, cuyo material comprometido por el evento podría dirigirse hacia el centro poblado.
- c) Deslizamiento Progresiva "km 4": Se encuentra en la progresiva km 4 de la vía Monobamba-Cedruyoc, se tiene un par de deslizamientos D1 y D2, que afectaron a zonas agrícolas y la vía, también podría afectar a dos viviendas ubicadas junto al evento.

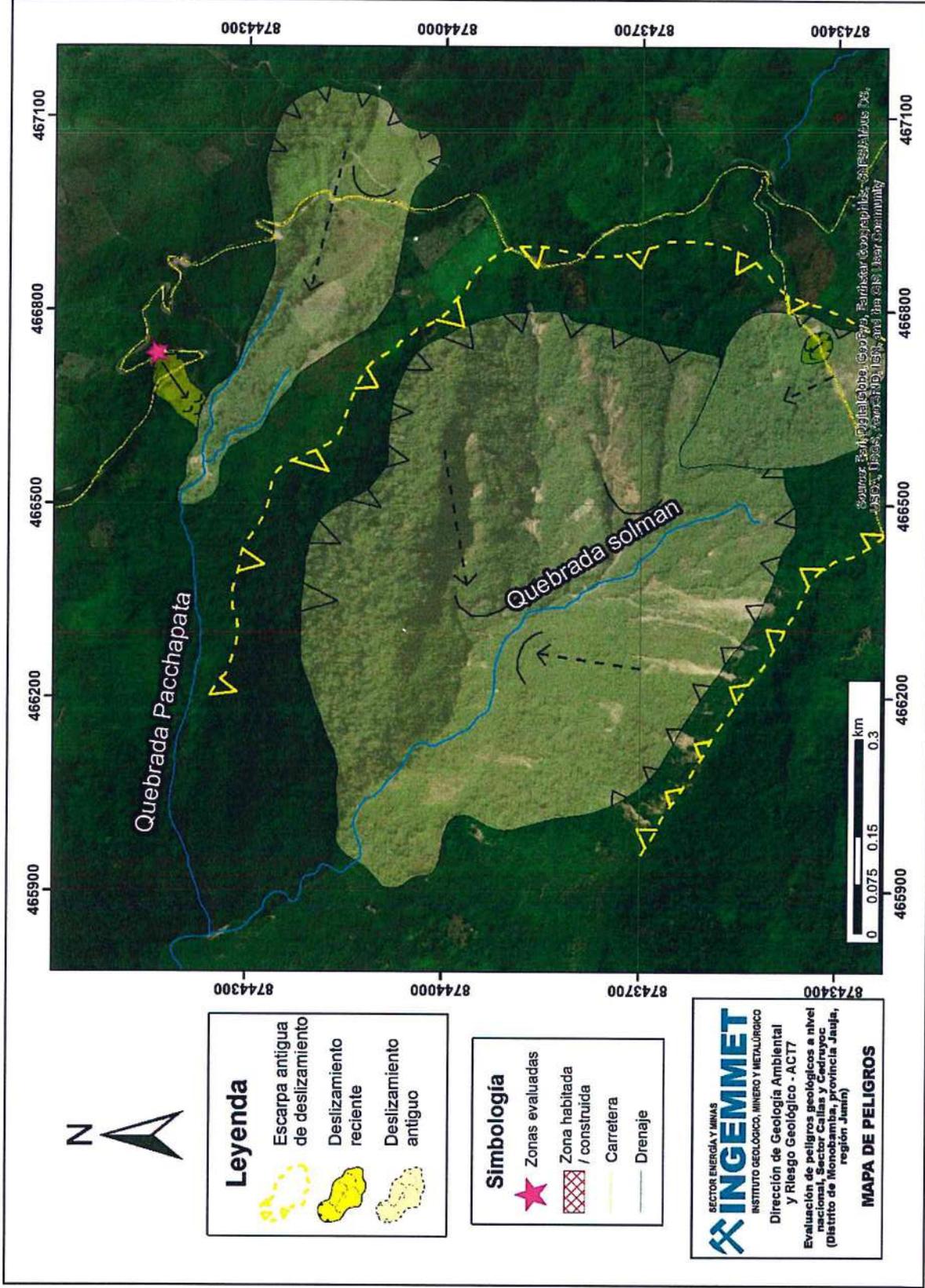


Figura 12: se aprecia las quebradas Solman y Pacchapata ubicadas al sureste del centro poblado Cedruyoc, presenta dos deslizamientos antiguos con procesos erosivos y podrían activarse; también en la quebrada Pacchapata un deslizamiento activo que afecta la vía y zonas de cultivo.

Deslizamiento Pacchapata:

Los dos deslizamientos catalogados como antiguos, de reactivarse generarían flujos de detritos, que pueden afectar las viviendas del centro poblado de Santa Rosa, ubicadas en la parte baja y a la margen izquierda de la quebrada.

La reactivación estaría condicionada por la infiltración del agua de los canales de regadío al subsuelo, ya que los canales y cunetas de la zona no cuentan con revestimiento, además de sumar la infiltración por aguas pluviales.

El deslizamiento activo, afecta la vía carrozable Cedruyoc-Chacaybamba, al momento de la evaluación seguía afectada, como también las zonas agrícolas.

El deslizamiento activo es de tipo rotacional, presenta una corona de 30 m y saltos entre 2 m a 5 m, la distancia de la corona del deslizamiento hacia el pie del deslizamiento es de 170 m, con dirección de movimiento al suroeste; se tienen surgencias de agua en el cuerpo del deslizamiento. El material deslizado está conformado por arenas y limos con algunos clastos angulosos.



Figura 13: A: Se aprecia la quebrada Solman y Pacchapata con pequeños deslizamientos reactivados y procesos de erosiones en ladera.

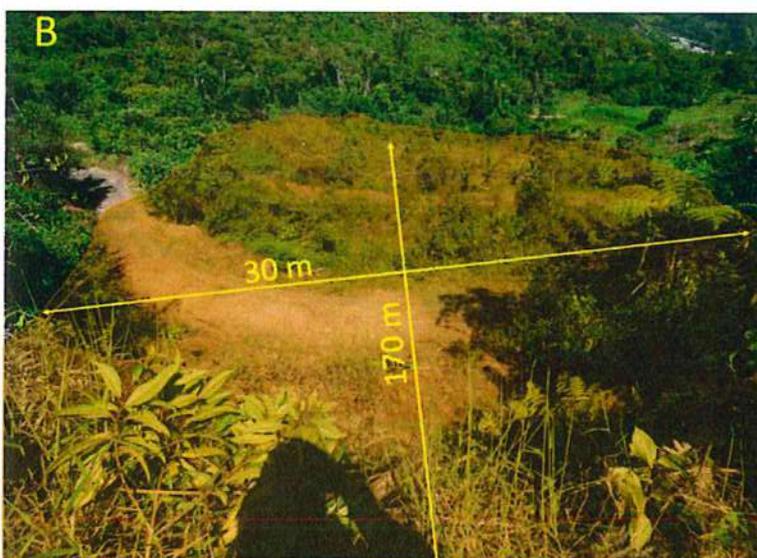


Figura 13 B: Muestra las dimensiones del deslizamiento en la quebrada Pacchapata. C: Muestra la vía afectada con desnivel de 1m. D: Se muestra una reactivación dentro del deslizamiento principal.

Deslizamiento Cedruyoc:

El deslizamiento antiguo está en proceso de reactivación y este evento puede comprometer la seguridad física del centro poblado de Cedruyoc, porque el material involucrado en el evento, se movilizaría en dirección al centro poblado.

El deslizamiento presenta un ancho de aproximadamente 40 m, con pequeñas grietas en el cuerpo, cubiertas por vegetación, el terreno presenta pendiente ligeramente inclinada (1° a 5°), está saturado y se compone por materiales de limos, arcillas, arenas y clastos sub angulosos en menor cantidad.



Figura 14: A: Deslizamiento en la cabecera del centro poblado Cedruyoc, vista con dirección al suroeste, muestra la escarpa y cabecera del deslizamiento antiguo.

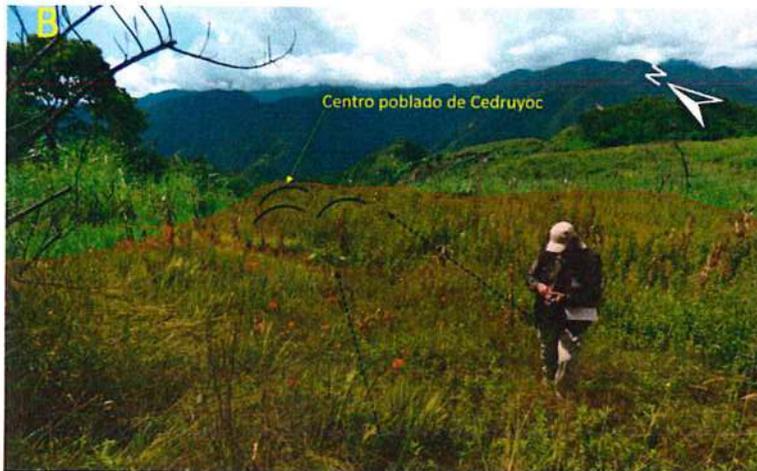


Figura 14: B: Vista con dirección noreste del mismo deslizamiento, Se aprecia el poblado de Cedruyoc ubicado en la dirección del deslizamiento.

Deslizamiento Progresiva "km 4":

Se observan dos deslizamientos rotacionales, el primero D1 es la reactivación de un deslizamiento antiguo, afectó cultivos, además se tiene dos viviendas que pueden ser afectadas por el evento por ubicarse muy cerca y en dirección del deslizamiento. El segundo evento es un deslizamiento reciente D2 y entre los dos afectaron 170 m de la vía Monobamba - Cedruyoc, al momento de la evaluación el acceso vehicular a la zona fue difícil.

El deslizamiento reactivado principal D1 presenta una distancia de la corona hacia el pie del deslizamiento de 50 m; un ancho de 35 m y saltos de 2 m aproximadamente, con aberturas de grietas de hasta 50 cm, también presenta escarpes secundarios con

anchos de 25 m y saltos de hasta 2.5 m; el deslizamiento activo D2 que se encuentra en el flanco izquierdo del evento principal, tiene 30 m de ancho con saltos de hasta 40 cm aproximadamente.



Figura 15: A: Se muestra la parte alta de la vía de acceso al centro poblado Cedruyoc, altura de la progresiva "km 4", se aprecia el cuerpo del deslizamiento reactivado principal D1 y las viviendas en color rojo ubicadas muy cerca del evento que podrían ser afectadas. B y C: se aprecia un escarpe secundario de salto 2.5 m del mismo deslizamiento.



Figura 16: Se muestra la vía de acceso al centro poblado Cedruyoc, en la progresiva "km 4", el deslizamiento activo D2, que afectó la vía y dejó un desnivel de 40 cm en la vía.

6.7. Factores Condicionantes

Entre los factores condicionantes se tienen:

- a) Los suelos presentes son de mala calidad por la falta de compactación; el substrato rocoso conformado por rocas sedimentarias que se encuentran fracturadas y meteorizadas.
- b) Las zonas evaluadas se encuentran morfológicamente en la división de montaña de roca intrusiva y montaña de roca sedimentaria, que genera mayores procesos erosivos de acuerdo aumente la pendiente, además de aumentar la predisposición a generar deslizamientos.
- c) En los deslizamientos evaluados se observa surgencias de agua en los cuerpos de los deslizamientos, que saturan los suelos y generan mayor presión interna, esto aumenta la posibilidad de generar un deslizamiento.
- d) La falta de cobertura vegetal arbórea es un factor condicionante que favorece el aumento de infiltración en el suelo.
- e) El factor antrópico como son los cortes del talud sin criterio técnico, generada por la construcción de las vías carrozables y también la mala disposición de sus drenajes, como se observó en la Quebrada Pacchapata, donde se vierten los flujos de agua hacia el cuerpo del deslizamiento.



Figura 17: En el deslizamiento reciente de la Quebrada Pacchapata, se observa el talud inferior de la vía con una tubería que drena las aguas del sector hacia el cuerpo del deslizamiento.

6.8. Factores desencadenantes

Todos los eventos de deslizamientos en el sector de Cedruyoc ocurrieron en épocas de lluvias por lo cual atribuimos a este como un factor desencadenante.

6.9. Medidas correctivas

Constituye una forma de evitar daños en la economía de los pobladores que puedan verse afectados por los peligros geológicos, evitando pérdidas de vidas humanas y daños a la infraestructura.

A partir de los factores condicionantes identificados se debe tener en cuenta intervenir en:

Disminuir la infiltración de agua superficial en todos los deslizamientos, para ello realizar zanjas de coronación impermeabilizadas, ubicadas detrás de los deslizamientos evaluados y evacuarlas hacia las quebradas más cercanas.

En el cuerpo de los deslizamientos realizar zanjas impermeabilizadas tipo espina de pescado para drenar el agua del cuerpo de los deslizamientos y no generar saturación ni sobrepeso.

En la vía carrozable mejorar sus zanjas de evacuación de aguas pluviales y destinarlas correctamente a la quebrada más cercana, esto implica impermeabilizar todas las zanjas.

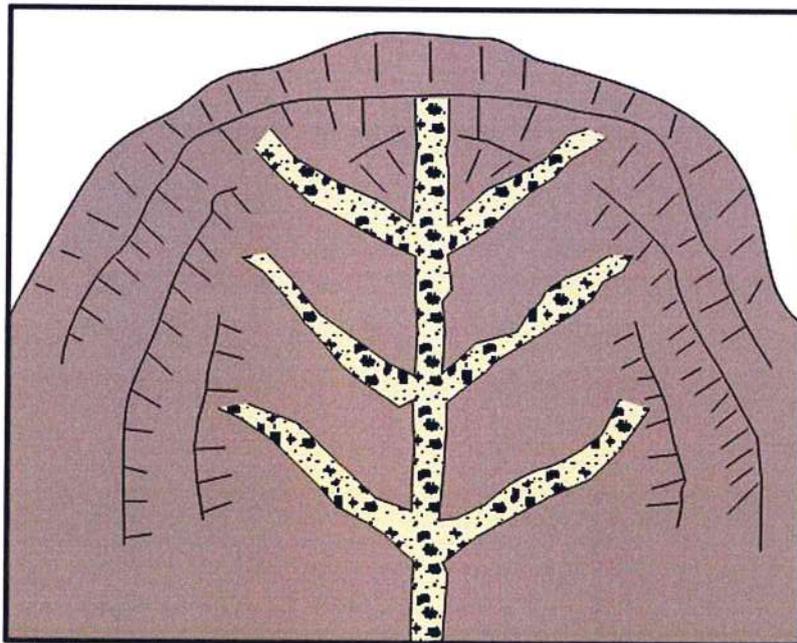


Figura 18: Drenaje tipo espina de pescado realizado por INGEMMET (2000).

En el deslizamiento Progresiva "km 4" y en la quebrada Pacchapata realizar un estudio de suelos para conocer el ángulo de reposo y el factor de seguridad, para realizar un banqueteo y estabilizar los deslizamientos.

Realizar forestación fuera (en el contorno) y dentro de los deslizamientos, los arboles deben ser de la zona prioritariamente que tengan raíces abundantes, largas y delgadas.

Para no saturar los terrenos evitar realizar actividad agrícola y en todo el sector utilizar otros métodos de riego que no implique saturar el suelo, podría ser el método por goteo.

CONCLUSIONES

- a) Las condiciones de precipitación pluvial estacionales en la zona podrían ser iguales a mayores en el futuro, más las condiciones intrínsecas de la zona, nos indican que los eventos de movimientos en masa seguirán dándose.
- b) De no tomar en consideración las medidas correctivas para mejorar la estabilidad, es probable que los movimientos en masa generen pérdidas de materiales o humanas, ante la ocurrencia de estos.
- c) El peligro por flujo de detritos (huaico) en el centro poblado Callas, es un proceso que será constante, porque por donde discurre la quebrada, en las laderas se tienen procesos movimientos en masa que se pueden desencadenarse.
- d) El sector de Pacchapata, se ha identificado dos deslizamientos antiguos, de reactivarse podría generar un represamiento en la quebrada Solman, su desembalse afectaría al centro poblado Santa Rosa. También se identificó otro deslizamiento reciente, que afecta áreas de cultivo y la vía carrozable Cedruyoc - Chacaybamba.
- e) El Deslizamiento Cedruyoc, es un evento antiguo en proceso de reactivación, las causas son:
 - Material de fácil remoción
 - El terreno esta conformado por arcillas y limos, los primeros retienen el agua, esto genera su saturación.
 - Pendiente del terreno, permite que la zona inestable que se encuentra en la superficie del terreno pierda equilibrio y desplace cuesta abajo.
 - La saturación del terreno permite, que la masa inestable, incremente su peso, lo cual lo vuelve inestable.
- f) De seguir el movimiento del deslizamiento, podría afectar al poblado de Cedruyoc.
- g) El Deslizamiento progresiva "km 4": Son dos deslizamientos rotacionales que afectan a 170 m de la vía carrozable Monobamba - Cedruyoc y zonas agrícolas, si el evento acarrearía volúmenes mayores afectaría a 2 viviendas.


.....
Ing. SEGUNDO ALFONSO NUÑEZ JUAREZ
Jefe de Proyecto. Evaluación de Peligros
Geológicos a Nivel Nacional
INGEMMET

RECOMENDACIONES

- a) Para el centro poblado de Callas, se recomienda un proceso de reubicación, porque la quebrada presenta cauce angosto, en las laderas se tiene material susceptible a ser removido, esto siempre condicionará la generación de represamientos y por ende flujos de detritos (huaicos) que afectarían al poblado.
- b) Tener en consideración las medidas correctivas realizadas en el documento para todos los eventos de movimientos en masa del centro poblado de Cedruyoc, con la finalidad de reducir los efectos de estos eventos.
- c) Si es posible generar una cultura ecológica y prevención, para ello mantener la mayor cantidad de sectores forestados. No tener construcciones de infraestructura y vivienda en zonas muy susceptibles a movimientos en masa.
- d) Para el "Deslizamiento Cedruyoc, realizar un plan de contingencia en caso se desencadene un evento, de tal manera que los pobladores tengan conocimiento de las zonas seguras y rutas de evacuación.
- e) Instalar un sistema de alerta temprana (SAT) que avise a los pobladores momento antes que el deslizamiento llegue al centro poblado y tengan tiempo para refugiarse en las zonas seguras.



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



Ing. SEGUNDO ALFONSO NUÑEZ JUAREZ
Jefe de Proyecto. Evaluación de Peligros
Geológicos a Nivel Nacional
INGEMMET

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Capdevila, R.; Mégard, F.; Paredes, J. & Vidal, C., (1977) – Le batholite de San Ramón, Cordillère du Pérou Central, Geol Rdschau, En Episodes 12 (2) June 1989.

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.

Dávila B. J., (1999). Diccionario Geológico Tercera Edición.

Delgado, F.; Chagua, J. (2012). Evaluacion Ingeniero: Geológica del deslizamiento de Chinchubamba, Distrito de Tomaykichwa, Provincia ambo, Región Huánuco. INGEMMET. Informe Técnico N°A6613, 54p.

INGEMMET. (2017). Mapa Geomorfológico del Distrito de Monobamba. Recuperado de, <http://geocatmin.ingemmet.gob.pe/geocatmin/>

Instituto Geológico Minero Y Metalúrgico, (2000)- Estudio de riesgos geológicos del Perú, franja N°1. INGEMMET, boletín serie C: geodinámica e ingeniería geológica.

Instituto Tecnológico Geominero de España, (1987). Manual de Ingeniería de Taludes recuperado de http://info.igme.es/SidPDF/067000/080/67080_0001.pdf.

Ministerio De Obras Públicas Y Transportes De España. MOPT, (2004) Guías para la elaboración de estudios del medio físico. 5ta Edición Madrid. España.

Monge, R., León, W. & Chacón, N. (1996) - Geología de los cuadrángulos de Chuchurras, Ulcumayo, Oxapampa y La Merced. Hojas 21-m, 22-I, 22-m, 23-m, 1: 100 000 INGEMMET, Boletín, Serie A: 78, 151p.

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, N° 4, 432p.

SENAMHI (1985). Mapa de clasificación climática del Perú. recuperado de <https://www.senamhi.gob.pe/?&p=mapa-climatico-del-peru>.

Vilchez, M., Luque, G. & Rosado, M. (2013) Estudio de riesgo geológico en la región Piura. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 52, 250 p., 9 mapas.

Zapata, A.; Rossel, W. & Abarca, F. (2003). Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Ambo (21-k). INGEMMET, Memoria descriptiva, 28