

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A6942

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL SECTOR DE RONDAYACU

Región Junín
Provincia Jauja
Distrito Monobamba



SEPTIEMBRE
2019

INDICE

| | |
|--|----|
| RESUMEN | 2 |
| 1. INTRODUCCIÓN | 3 |
| 2. ANTECEDENTES | 3 |
| 3. ASPECTOS GENERALES | 3 |
| 3.1. Ubicación y accesibilidad | 3 |
| 3.2. Objetivos | 6 |
| 3.3. Clima | 6 |
| 4. CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS | 7 |
| 4.1. Unidad 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 Planicie Inundable | 7 |
| 4.3.1. Terraza aluvial | 7 |
| 5. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS | 8 |
| 5.1. Grupo Mitu | 8 |
| 5.2. Monzogranito-Sienogranito San Ramón | 8 |
| 5.3. Formación Chambara | 8 |
| 5.4. Formación Aramachay | 8 |
| 5.5. Depósitos aluviales | 8 |
| 6. PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA | 9 |
| 6.1. Conceptos teóricos | 9 |
| 6.1.1. Deslizamiento de rotacional | 10 |
| 6.1.2. Flujos de detritos | 11 |
| 6.2. Peligros geológicos del centro poblado Rondayacu | 11 |
| 6.3. Factores condicionantes | 21 |
| 6.4. Factores desencadenantes | 22 |
| 6.5. Medidas correctivas | 22 |
| CONCLUSIONES | 23 |
| RECOMENDACIONES | 23 |
| REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA | 24 |

EVALUACIÓN TÉCNICA DE PELIGROS GEOLÓGICOS DEL SECTOR RONDAYACU

(DISTRITO DE MONOBAMBA, PROVINCIA JAUJA, DEPARTAMENTO JUNÍN)

RESUMEN

Se evaluaron los sectores comprendidos en las quebradas Pucayacu y Palillo del centro poblado Rundayacu, perteneciente al distrito de Monobamba, provincia de Jauja, departamento de Junín, con presencia de movimientos en masa que podrían afectar áreas urbanas y zonas agrícolas.

La geomorfología de la zona evaluada, presenta montañas de rocas intrusivas y sedimentarias, con vertientes o piedemonte 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.

De acuerdo a la geología de la zona presentan rocas sedimentarias erosionadas y fracturadas por procesos tectónicos como: el Grupo Mitu conformado por conglomerados, areniscas y limoarcillitas, intercaladas con vulcanitas y piroclastitas; la Formación Chambara constituida por dolomías y calizas intraclásticas laminares, limolitas calcáreas, dolomicritas, calizas chérticas y micríticas; la Formación Aramachay constituida por calizas arcillosas con intercalación de pelitas; y también rocas intrusivas como monzogranito – sienogranito San Ramón.

Se evaluó un flujo de detritos en el canal de la quebrada Pucayacu, además de dos deslizamientos, uno en la cabecera de la quebrada Chincayacu y otro en medio de la quebrada Pucayacu, que afectaron zonas agrícolas. Por las direcciones que presentan estos deslizamientos, podrían obstruir los canales de sus respectivas quebradas generando un flujo de detritos en la quebrada Pucayacu, pudiendo dañar dos viviendas cercanas al canal, la vía de acceso y a zonas agrícolas.

También se evaluó la cabecera de la quebrada Palillo afectada por un movimiento complejo tipo deslizamiento-flujo que se canalizó en la quebrada dañando la vía de acceso, además se evaluó un flujo de detritos en la parte baja de la misma quebrada, dejando sus materiales acumulados en la plaza del centro poblado de Rundayacu y afectó a las viviendas ubicadas junto al canal.

Las causas principales que condicionan a la generación de estos eventos son los suelos saturados, roca altamente meteorizada y muy fracturada, con pendientes altas en laderas que influyen a la estabilidad y la 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, para los cuerpos de los deslizamientos se deben realizar drenajes (zanjas impermeabilizadas) para evitar la infiltración de agua al subsuelo y drenarlas, forestar, evitar las malas técnicas de regadío (gravedad o inundación), generar estudios de fajas marginales en las quebradas para realizar protección de lecho y reponer el badén colapsado.

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 el día 07 de mayo del 2019, para ello se realizaron 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, este documento 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 *et al.*, (2006), identificó una lista de fenómenos por movimientos en masa, estando presente el sector de Rundayacu del distrito de Monobamba, donde se pudo observar deslizamientos en las zonas de evaluación.

La Municipalidad Distrital de Monobamba, solicitó con oficio N°0075 DA-MDM-2019 al Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, la evaluación técnica de peligros geológicos, en atención a la solicitud, el Director de Geología Ambiental y de Riesgos Geológicos, designó a los ingenieros Segundo Núñez y David Prudencio quienes previa coordinación correspondiente procedieron a realizar la evaluación.

Para efectuar los trabajos de campo se tuvo como guía a 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

Los sectores evaluados en las quebradas Pucayacu y Palillo ubicado al noroeste de Monobamba, perteneciente al centro poblado Rundayacu, distrito Monobamba, provincia Jauja, departamento Junín. Las altitudes de estos sectores se encuentran entre 1544 m s.n.m. y 1891 m s.n.m. (figura 1), estas localidades podemos ubicarlas en las siguientes coordenadas UTM, WGS 1984, zona 18S:

Tabla 1: Coordenadas de ubicación del sector quebrada Pucayacu.

| Coordenada UTM | Este | Norte |
|-------------------|--------|---------|
| Quebrada Pucayacu | 462800 | 8748300 |
| | 463700 | 8748300 |
| | 463700 | 8747300 |
| | 462800 | 8747300 |

Tabla 2: Coordenadas de ubicación del sector quebrada Palillo.

| Coordenada UTM | Este | Norte |
|------------------|--------|---------|
| Quebrada Palillo | 462600 | 8746600 |
| | 463600 | 8746600 |
| | 463600 | 8745600 |
| | 462600 | 8745600 |

La ruta de acceso para llegar a los sectores fue:

Tabla 3: Detalle de las rutas de acceso para llegar al centro poblado.

| Ruta | Tipo de Vía | km | Tiempo |
|---------------------|-------------|-----|------------|
| Lima-San Ramón | Asfaltada | 301 | 7:30 horas |
| San Ramón-Monobamba | Trocha | 34 | 1:00 horas |
| Monobamba-Rundayacu | Trocha | 6 | 30 minutos |

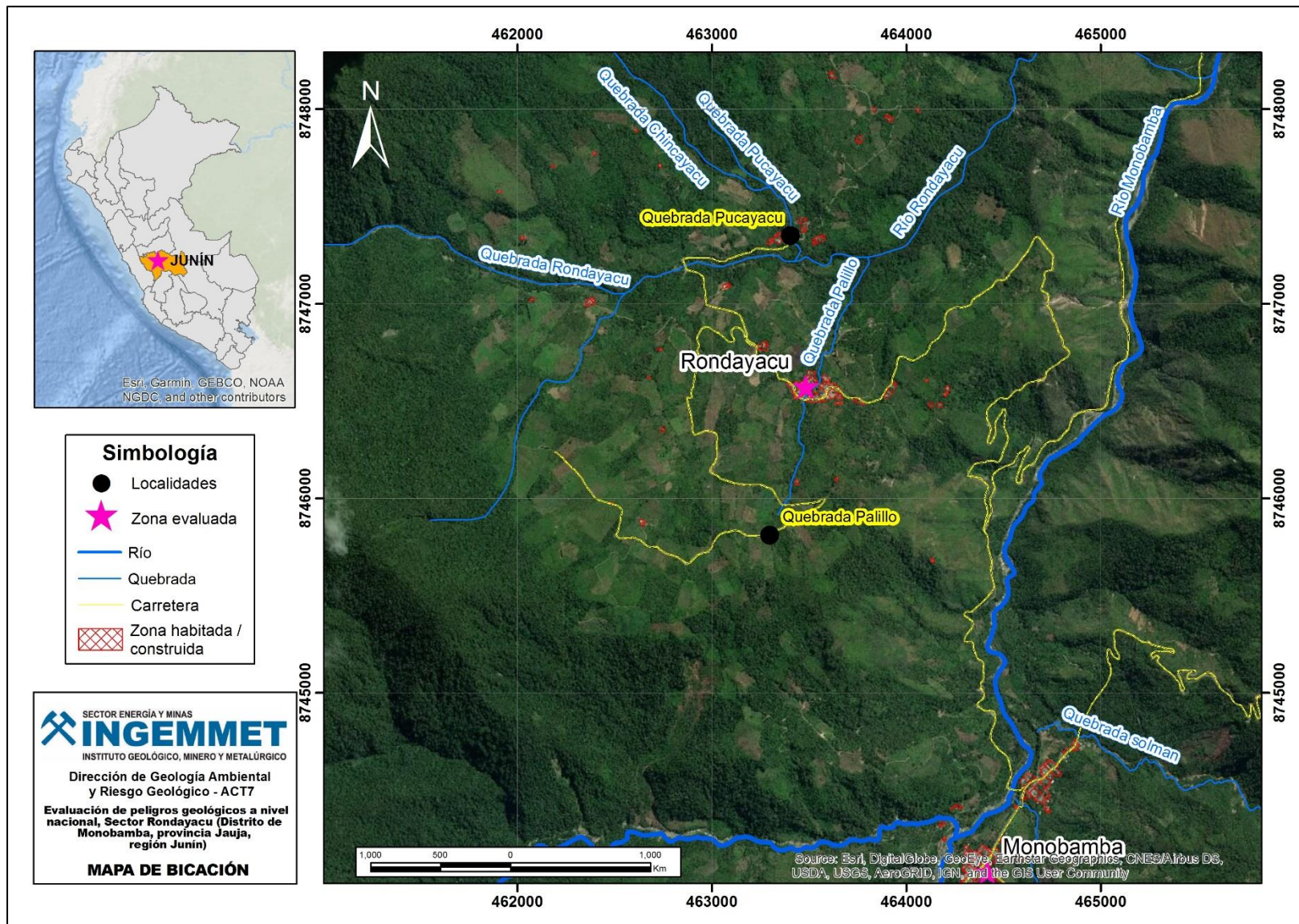


Figura 1: Ubicación del centro poblado Rondayacu y Monobamba y la zona de evaluación.

Para acceder a estos centros poblados, desde Lima debimos seguir la ruta Lima – Matucana - La Oroya - San Ramón - Monobamba – Rundayacu (ver figura 2).

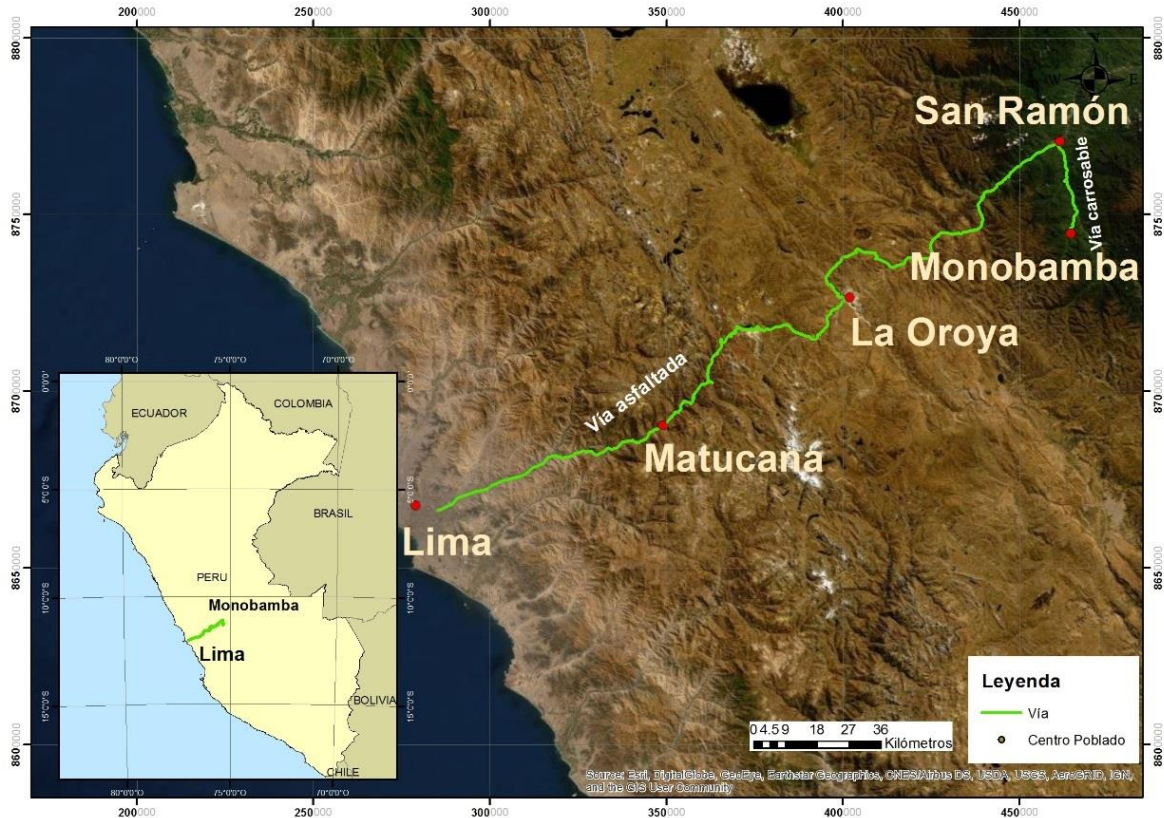


Figura 2: Muestra del tramo tomado por vía asfaltada Lima – San Ramon y de ahí por carretera afirmada para llegar a la zona de evaluación del centro poblado de Rundayacu.

3.2. Objetivos

- Identificar y evaluar las zonas con peligro geológico que afecten o afectaron a zonas urbanas del centro poblado de Rundayacu.
- Recomendar medidas de prevención, reducción y mitigación ante los peligros geológicos evaluados en el sector de Rundayacu.

3.3. Clima

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

4. CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS

La morfología del área evaluada es resultado de la degradación litológica presente, con el paso del tiempo estos agentes generan meteorización del terreno en particular sobre la litología, en el caso las rocas del Grupo Mitu, Formación Chambara, Formación Aramachay y los materiales residuales Cuaternarios de la zona.

Se tienen las siguientes unidades geomorfológicas en la zona.

4.1. Unidad de Montaña

4.1.1. Montaña de roca sedimentaria

Presentan laderas con pendiente moderadas a fuertes, son rocas sedimentarias afectadas por procesos tectónicos y erosivos (Vílchez *et al.*, 2013). constituidas por rocas sedimentarias de las formaciones del sector. Se aprecia hacia el noroeste de Rundayacu y en el mismo centro poblado con pendientes entre 10° hasta 25°.

4.1.2. Montaña en rocas intrusivas

Son laderas y crestas de topografía moderada a abrupta. Los cuerpos intrusivos se disponen como stocks y batolitos, de formas irregulares alargadas, controladas por fallas (Vílchez *et al.*, 2013). Se encuentran muy meteorizadas, originando suelos arenosos y arcillosos, con procesos de erosión en laderas. Se aprecia en la zona de estudio constituida por rocas del Batolito San Ramón, ubicado hacia el este junto al poblado y al noreste en las crestas de la montaña con pendientes de 30° hasta 45°.

4.2. Unidad de Piedemonte

4.2.1. Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial

Son acumulaciones de materiales del Cuaternario en zonas bajas, en laderas de quebradas; originados por procesos de movimientos en masa como deslizamientos, derrumbes, avalanchas y/o movimientos complejos. Teniendo una composición litológica homogénea, con disposición semicircular a elongada como la forma de deposición de los movimientos en masa y en las partes más altas con relación a la zona de arranque o despegue del movimiento en masa (Vílchez *et al.*, 2013).

4.3. Unidad de Planicie Inundable

4.3.1. Terraza aluvial

Son acumulaciones de materiales antiguos dispuestos en niveles, generados por sedimentación fluvial, son terrenos con pendientes bajas, se encuentran a mayor altura que el río, dispuestos a los costados de la llanura de inundación o del lecho principal de un río, representan niveles antiguos de sedimentación fluvial, los cuales han sido disectados por las corrientes pluviales y fluviales como consecuencia de la profundización del valle (Vílchez *et al.*, 2013), estas unidades se aprecian mejor en el río Monobamba presentando pendientes menores a 2°.

5. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS

Tomando como referencia la carta geológica del cuadrángulo La Merced Hoja (23-m) realizada por Monge *et al.* (1996), en los sectores evaluados afloran las siguientes formaciones.

5.1. Grupo Mitu

Esta formación se puede observar en el centro poblado de Rundayacu como también en la quebrada Pucayacu, presenta pendientes de hasta 35° y está constituido por conglomerados, areniscas y limoarcillitas de colores grises y rojos, intercalados con vulcanitas y piroclastitas de color verde violáceo; también observamos que en zonas de laderas junto a quebradas tributarias, se presenta sin orden alguno, con clastos y gravas angulosas a sub angulosas de diferentes tamaños, siendo producto de masas movidas antiguas y recientes de esta misma formación.

5.2. Monzogranito-Sienogranito San Ramón

Está constituido por granitos de biotita y hornblenda, conformado por 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 (Captevilla *et al.*, 1976). Se observa en ambas márgenes del río Tulumayo luego de los depósitos aluviales, igualmente en la parte baja del río Monobamba y al este de Rundayacu.

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 alejada del centro poblado de Rundayacu, hacia el oeste.

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 como eje sinclinal al oeste del centro poblado de Rundayacu luego de la formación Chambara.

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, arenas, limos y arcillas 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 de los ríos Monobamba y Rundayacu.

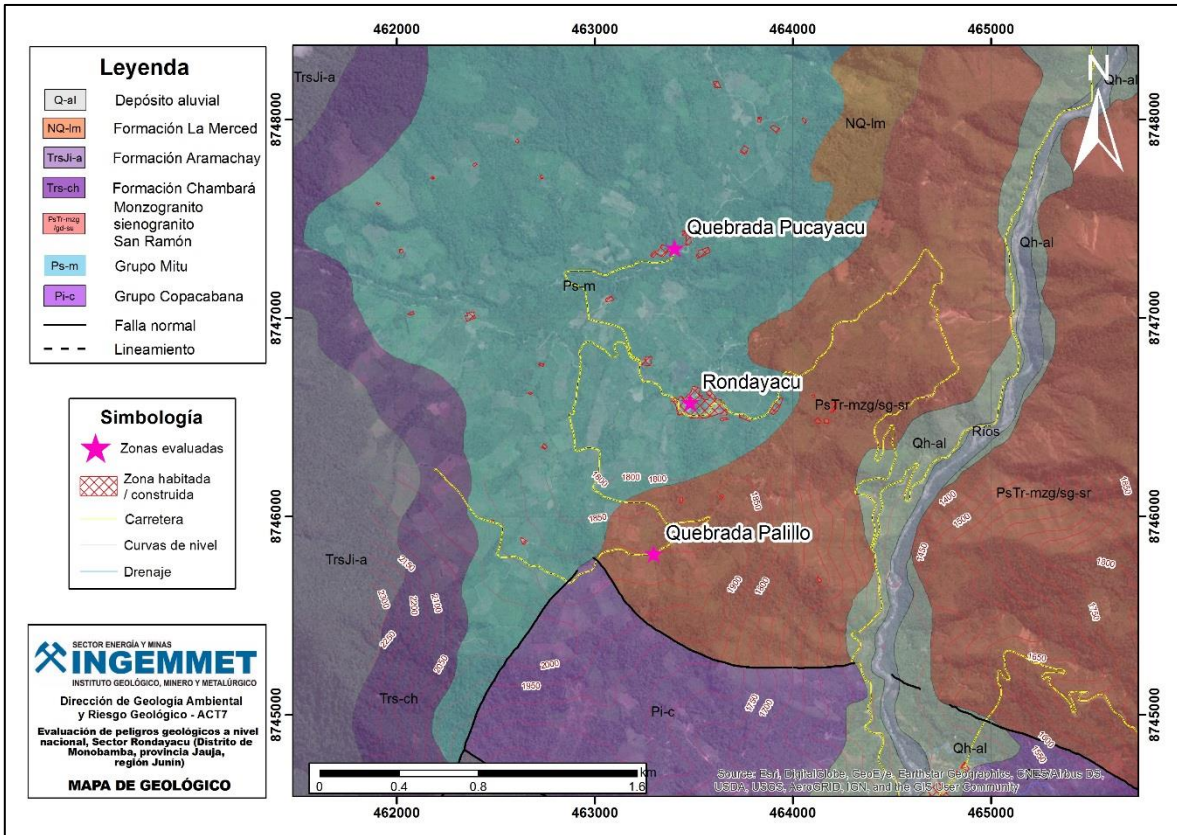


Figura 3: Se observa las unidades geológicas del sector evaluado.

6. PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA

6.1. Conceptos teóricos

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

Los movimientos en masa que explicamos incluyen todos aquellos movimientos ladera abajo de una masa de roca, suelo (detritos o tierra); se clasifica primero 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 Multinacional Andino se presenta en la siguiente tabla (tabla 4):

Tabla 4: 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 |
| | Solifluxión, gelifluxión (en permafrost) |
| Deformaciones profundas gravitacionales | |

Describimos a continuación los eventos ocurridos en la zona de evaluación que afectaron al centro poblado Rundayacu.

6.1.1. Deslizamiento rotacional

Es un movimiento de ladera abajo de una masa desprendida del sustrato o 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).

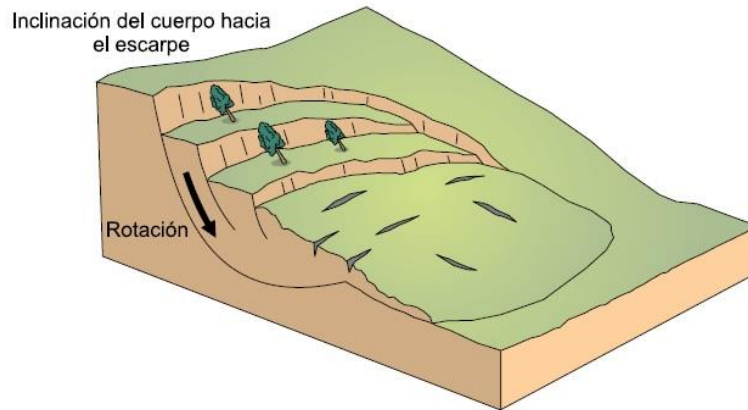


Figura 4: Esquema de un deslizamiento rotacional mostrando los rasgos morfológicos característicos, realizado por PMA (2007).

6.1.2. Flujos de detritos

Estos movimientos se comportan de forma semejante a los fluidos, puede alcanzar velocidades entre rápidas a extremadamente rápida si su saturación es mayor, transcurre normalmente confinado a lo largo del cauce de un canal, arrastrando 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, finalmente concluyendo su trayectoria en abanicos de detritos, (PMA, 2007).

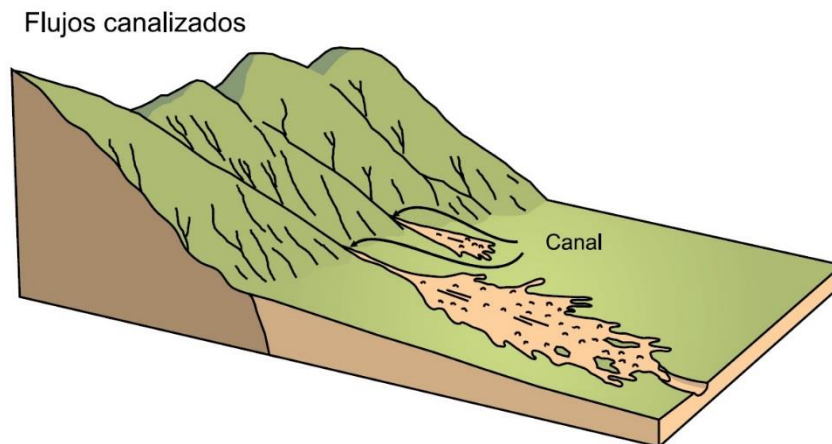


Figura 5: Esquema de un flujo canalizado mostrando los rasgos morfológicos característicos realizado por PMA (2007).

6.2. Peligros geológicos del centro poblado Rondayacu

Se presenta dos sectores de evaluación, estos se encuentran dentro de deslizamientos muy antiguos de gran tamaño, generados por la tectónica que afectó a las rocas sedimentarias de la zona, evidenciado por el eje sinclinal ubicado en la Formación Chambara, donde el Grupo Mitu fue el más susceptible, ya que en su cuerpo se aprecian estos deslizamientos antiguos, a causa de estos movimientos la quebrada Rondayacu adquiere la forma que presenta hoy en día

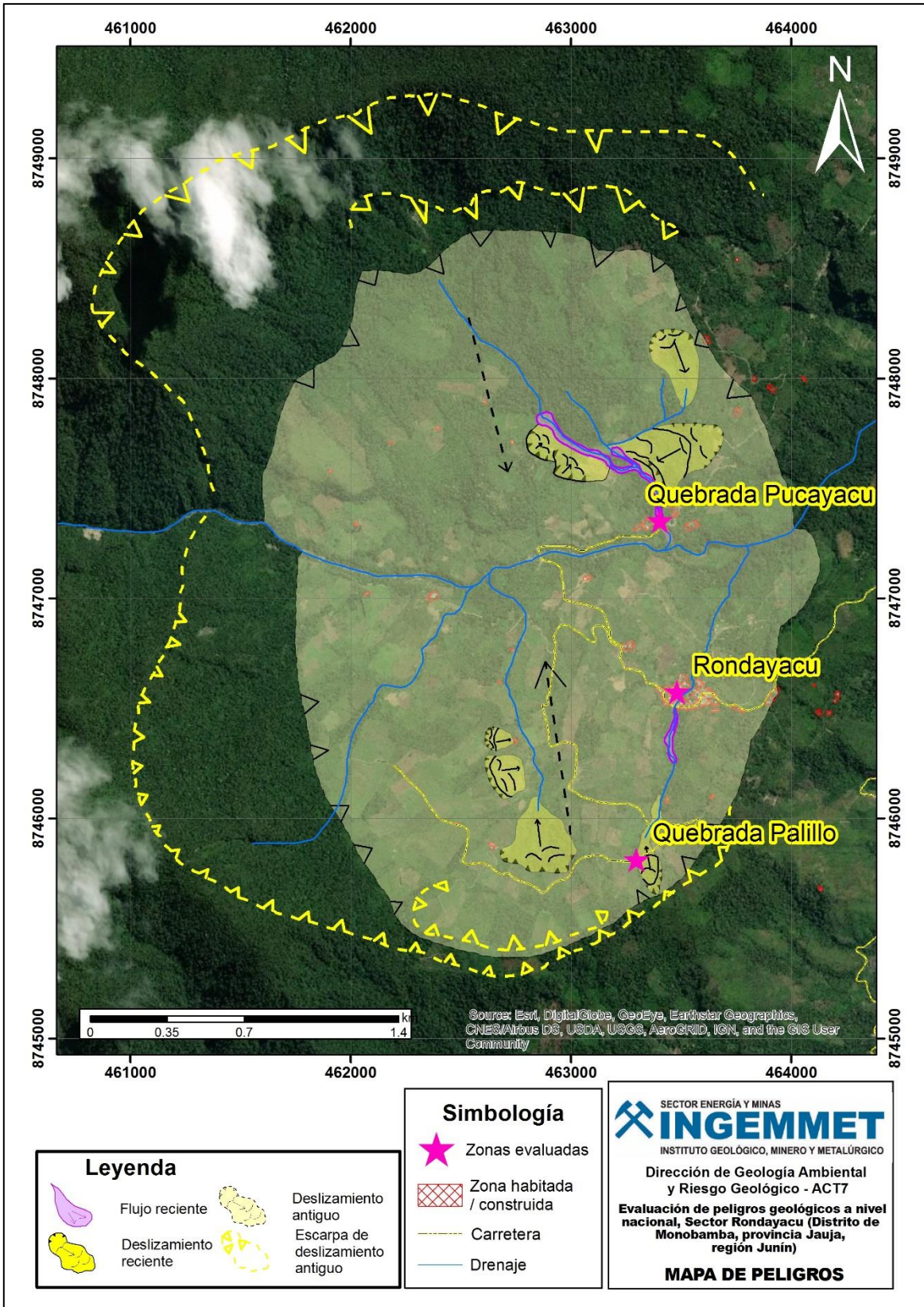


Figura 6: Muestra la cartografía general de peligros geológicos evaluados.

- a) Quebrada Pucayacu: Presenta un flujo de detritos, con recorrido que va desde la quebrada Chincayacu hasta la quebrada Pucayacu. También se evaluó dos eventos por deslizamiento rotacional reactivados, ubicados en la margen izquierda de la quebrada Pucayacu y el otro en la cabecera de la quebrada Cachiyacu, presentando factores similares, que afectan áreas de cultivo.

El flujo ocurrió en enero del presente año se generó por la acumulación de materiales que obstruyeron el cauce, producto de deslizamientos, caídas y asentamientos, como también por la socavación del canal aguas abajo de su transcurso.

Arrastró materiales deslizados por más de 900 m de la quebrada Pucayacu como observamos en las orillas del canal (figura 8), logrando profundizar 5 m aproximados en la intersección con la vía (figura 9), recorriendo hasta el río Rundayacu, debido al ancho del canal del río no generó nuevos flujos, dejándola intransitable hasta el día que se realizó la evaluación.



Figura 7: muestra el canal de la quebrada Pucayacu que presenta fuerte erosión superficial, deslizamientos y caídas del talud generadas por socavamiento.

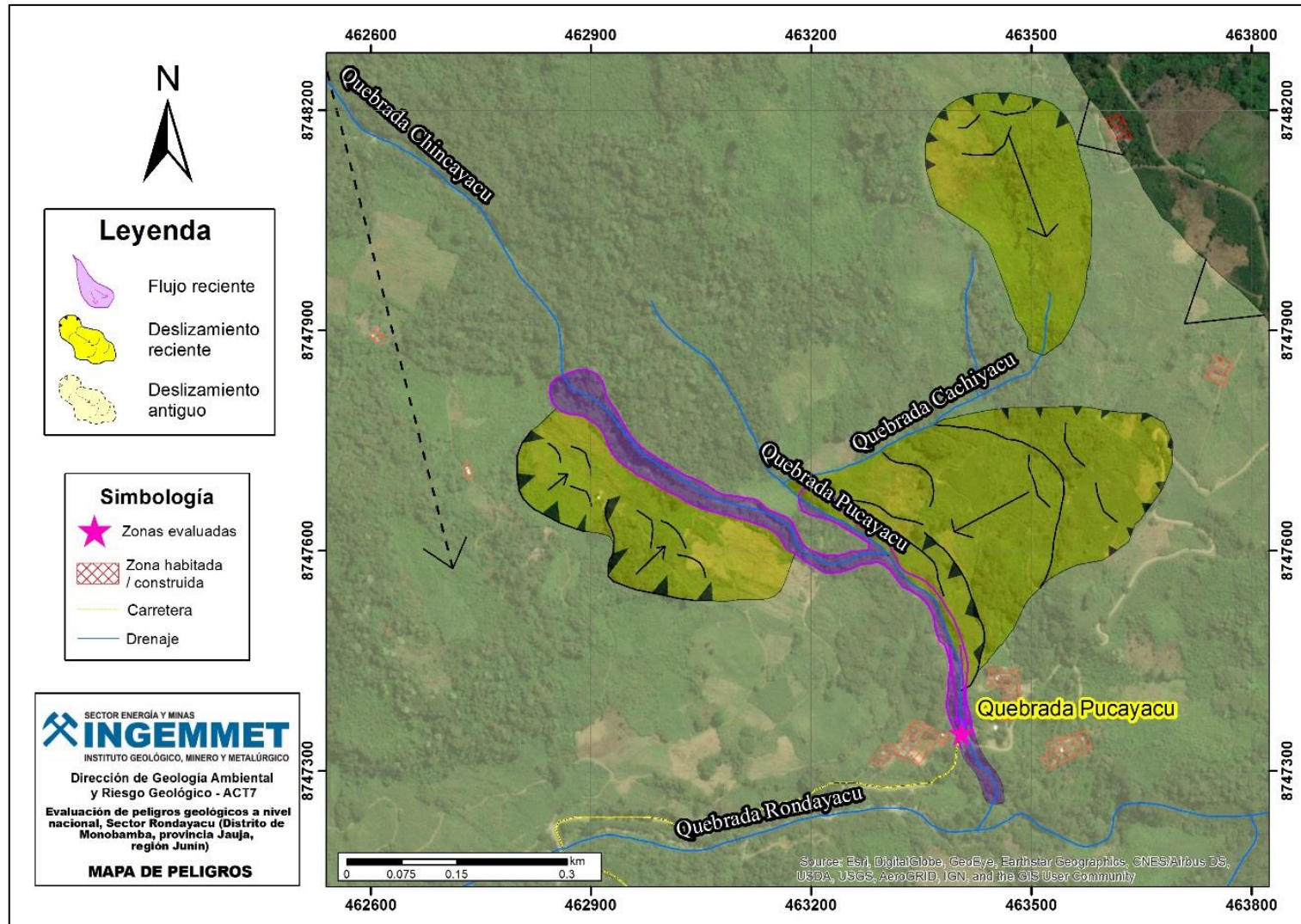


Figura 8: Se muestra la cartografía de peligros geológicos, del área de la quebrada Pucayacu, centro poblado de Rondayacu.



Figura 9: Muestra la quebrada Pucayacu, presenta la profundización de la quebrada por el flujo de detritos en la intersección con la vía que quedó intransitable.

Las reactivaciones de deslizamientos evaluadas se dieron en época de avenidas, generados por presentar suelos poco competentes, además de estar saturados por los métodos de riego y las precipitaciones pluviales, generando al suelo mayor peso y tensiones, que contribuyen a la inestabilidad de las laderas. El deslizamiento que se encuentra en la cabecera de la quebrada Cachiyacu está cubierta por abundante vegetación, presenta grietas tensionales de 20 cm de apertura (figura 10), profundidades visibles de hasta 30 cm, con un área aproximada de 45000 m² y una distancia de la corona al pie del deslizamiento mayor a 200 m, con surgencias de agua en el cuerpo del deslizamiento.

El deslizamiento que se encuentra en la quebrada Pucayacu presenta escarpa principal de 1.5 m con un área aproximada de 114000 m², también una distancia de la corona al pie del deslizamiento mayor a 350 m y un ancho de 300 m; también se observa una escarpa secundaria con salto de 2 m de altura (figura 11), con una distancia de la corona al pie de 30 m, este cuerpo presenta grietas y está junto al canal de la quebrada.



Figura 10: grieta tensional del deslizamiento en la cabecera de la quebrada Cachiyacu que presenta aberturas de hasta 20 cm y profundidades visibles de hasta 30 cm.



Figura 11: Margen izquierda de la quebrada Pucayacu, se aprecia escarpa secundaria con 2 m de salto y con grieta tensional.

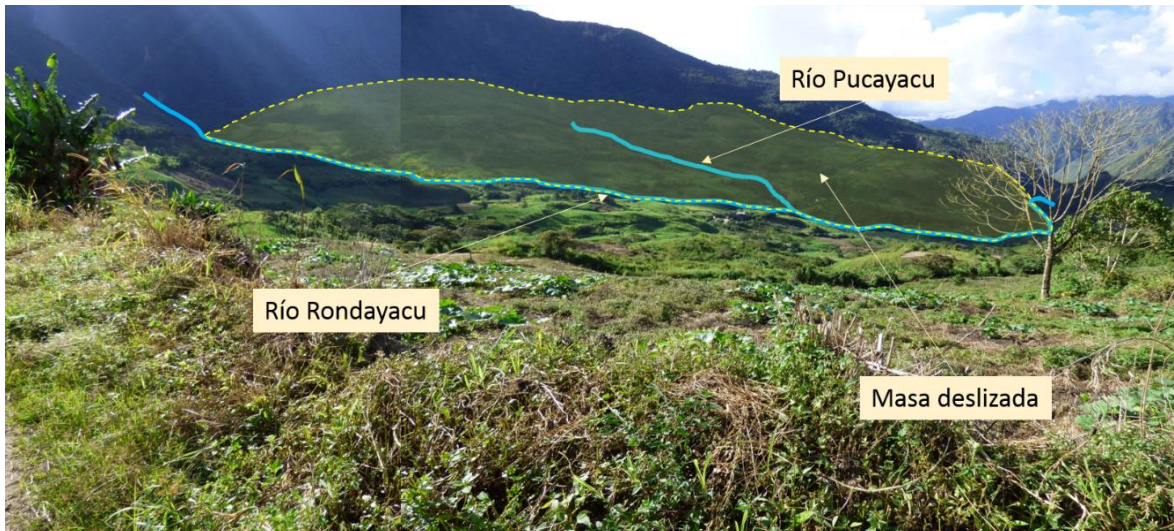


Figura 12: Cuerpo del deslizamiento muy antiguo que abarca todos los deslizamientos y flujo de la quebrada Puçayacu.

- b) Quebrada Palillo: Se observa deslizamientos rotacionales reactivados en la quebrada Palillo y en la quebrada Conchapata, está ubicada en la margen derecha de la quebrada Rundayacu, que afectan áreas de cultivo y la vía de acceso al sector también se evaluó un flujo de detritos ubicado en la quebrada Palillo, que afectó al centro poblado de Rundayacu.

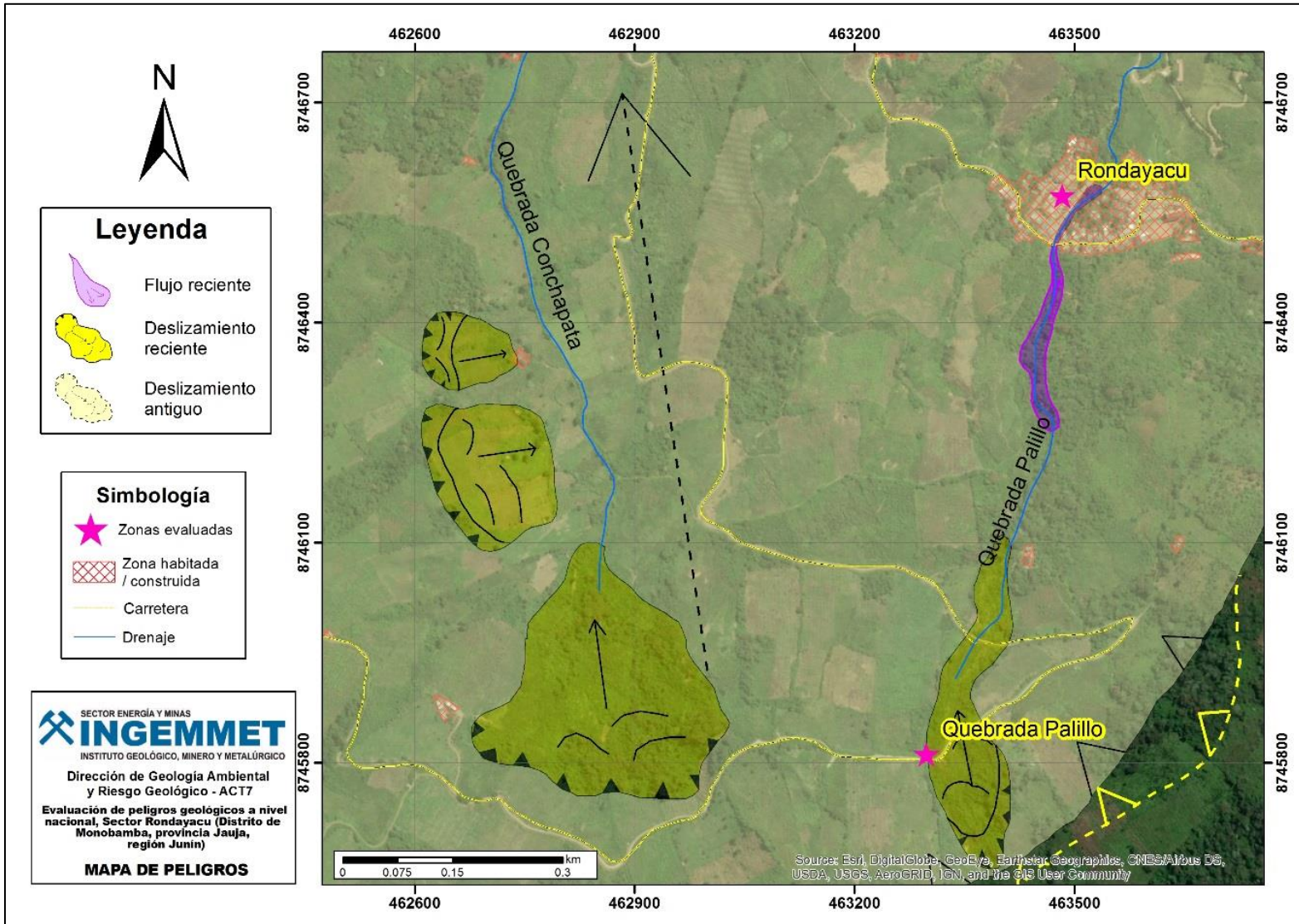


Figura 13: se muestra el área con peligros geológicos en las quebradas Palillo y Conchapata del centro poblado de Rondayacu.

Las reactivaciones de deslizamientos evaluadas se dieron en época de avenidas, generados por presentar suelos poco competentes, además de estar saturados por los métodos de riego y las precipitaciones pluviales, generando al suelo mayor peso volumétrico y tensiones; y de manera más trascendente, la reducción de la resistencia al esfuerzo cortante de los suelos (por efecto de la presión de poros), considerado como uno de los factores que más contribuyen a la inestabilidad de las laderas.

En el deslizamiento tipo flujo de la quebrada Palillo se observó la ocurrencia de un salto principal de 1 m aproximadamente, se presenta muy saturada con agrietamientos pequeños cerca de la cabecera del deslizamiento, tiene un área de casi 30 000 m², luego se canaliza en la quebrada Palillo, afectando dos tramos de la vía, una de 100 m en la parte alta y en la parte baja unos 50 m aproximadamente.



Figura 14: Se muestra en la quebrada Palillo, la cabecera del deslizamiento tipo flujo con la escarpa principal y algunas escarpas secundarias.

El deslizamiento en la cabecera de la quebrada Conchapata, presenta grietas con 30 cm de apertura y profundidades visibles de 40 cm en promedio, la grieta mayor aproximadamente es de 40 m de largo, el deslizamiento tiene un ancho de 300 m y la medida desde la grieta mayor hasta el pie del deslizamiento de 350 m, con un área aproximada de 70 000 m² del cuerpo deslizado. También presenta ojos de agua en el cuerpo saturando al material movido, este deslizamiento tienen un pequeño movimiento por lo que es poco apreciable, pero generaron daños en las áreas agrícolas.



Figura 15: A) se muestra en la quebrada Conchapata la grieta tensional del deslizamiento con escala de medida. B) Presencia de grietas de 20 cm de ancho. C) Se aprecia los árboles inclinados indicando movimiento del suelo. D) Se aprecia erosión superficial en el cuerpo del deslizamiento.

El flujo de la quebrada Palillo, que se generó a comienzos de año, fue a causa de la obstrucción del canal, por estar profundizado y muy angosto, llegó al centro poblado luego de intersectar con el badén de la vía, haciendo colapsar su vertedero por la erosión del suelo (figura 16). Las viviendas que están cerca al canal también fueron afectadas por los flujos que rebalsaron y entraron hasta la plaza principal.

El flujo de detritos en la quebrada Palillo, tiene 3 m de ancho con una altura de 2.5 m de promedio dentro del canal existen bloques de hasta 1 m de diámetro con formas redondeadas, los cuales obstruyeron el canal, el canal está compuesto por rocas intrusivas y areniscas de hasta 5 cm de diámetro con matriz arenosa y limosa.



Figura 16: Se ve la quebrada Palillo a la altura del centro poblado Rundayacu, se aprecia al vertedero del badén colapsado a causa del flujo de detritos, que se dio en época de lluvias.



Figura 17: Se aprecia las dimensiones del canal de la quebrada Palillo con clastos de hasta 1 m de diámetro.

6.3. Factores condicionantes

Los factores de la zona que condicionan estos movimientos son:

- a) los suelos presentes son de mala calidad por la falta de compactación, al ser la masa de un deslizamiento antiguo, también por ser rocas sedimentarias, además las que se presenta son rocas muy débiles por su composición, como las del grupo Mitu, sumado a que están fracturadas y meteorizadas las rocas de las formaciones aledañas.
- b) Las zonas evaluadas se encuentran morfológicamente en una montaña de roca sedimentaria con procesos erosivos y de movimientos en masa, esto con relación al aumento de la pendiente.
- c) En los deslizamientos evaluados se observa surgencias de agua en los cuerpos de los deslizamientos, que saturando el suelo y generan mayor presión interna, esto aumenta la posibilidad de generar un deslizamiento.
- d) La falta de cobertura vegetal es un factor condicionante de deslizamientos, por el aumento de infiltración en el suelo, ya que estas zonas quitaron los árboles para generar zonas de cultivo.

6.4. Factores desencadenantes

Los factores desencadenantes en la zona de estudios fueron las precipitaciones pluviales, ya que todos los eventos se dieron a comienzos de año en época de avenidas, por lo que se considera como el factor desencadenante.

6.5. Medidas correctivas

Estas medidas ayudaran a disminuir la incidencia de los factores, haciéndolo menos susceptible a la generación de movimientos en masa, para esto necesitamos mejorar los parámetros que condicionan al peligro.

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. Realizar forestación fuera (en el contorno) y dentro de los deslizamientos, los árboles deben ser de la zona prioritariamente que tengan raíces abundantes, largas y delgadas.
5. Cambiar el método de riego utilizado por otro que no implique saturar el suelo, podría ser el método por goteo y realizar plantaciones arbóreas dentro de las áreas agrícolas.
6. Ensanchar el canal y hacer una protección del lecho en las dos quebradas evitando el socavamiento del canal, dándole mantenimiento periódico al menos para épocas de avenidas, también con los nuevos estudios reponer el badén que colapso.

CONCLUSIONES

- a) Los factores de precipitación pluvial siguen una tendencia a ser más intensas, esto indica que los eventos de movimientos en masa y flujos de detritos, seguirán dándose, si es que no realizan las recomendaciones que señalamos líneas arriba.
- b) Se identificó el peligro por flujo de detritos dentro de la quebrada Pucayacu con deslizamientos reactivados en los márgenes del canal generados por la mala calidad del suelo y las prácticas agrícolas en la zona.
- c) Se identificó el peligro por deslizamientos en laderas de las quebradas Pucayacu y Chincayacu que afectan áreas agrícolas.
- d) Se identificó el peligro por flujo de detritos en la quebrada Palillo que afectó al badén de la vía dejando su vertedero inservible y a las viviendas cercanas al canal fueron inundadas por los flujos al pasar por la zona poblada.
- e) Se identificó el peligro del movimiento complejo tipo deslizamiento-flujo que se encuentra en la cabecera de la quebrada Palillo afectando la vía de acceso y en los deslizamientos reactivados en la quebrada Conchapata que afectan zonas agrícolas.

RECOMENDACIONES

- a) Tener en consideración las medidas correctivas realizadas en el documento para el centro poblado de Rondayacu, con la finalidad de reducir o mitigar los peligros que generan estos eventos.
- b) Si es posible generar una cultura ecológica y de prevención, para ello mantener la mayor cantidad de sectores forestados y encontrar algún equilibrio con la agricultura.
- c) Para la quebrada Palillo realizar un plan de contingencia ante flujos, en caso se desencadene nuevamente este evento, de tal manera que los pobladores tengan conocimiento de las zonas seguras y rutas de evacuación; además de instalar un sistema de alerta temprana (SAT) que avise a los pobladores momentos antes de que los flujos lleguen al centro poblado y puedan refugiarse a tiempo en zonas seguras.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

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.

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

Verstappen, H. T., & Van Zuidam, R. A. (1991). The ITC system of geomorphologic survey: a basis for the evaluation of natural resources and hazards (2nd ed., p. 89). Enschede: ITC.