Informe Técnico Nº A6684

PELIGRO POR DESLIZAMIENTO EN LOS CASERÍOS SAN PEDRILLO, SAN PABLO Y MESARRUME

REGIÓN CAJAMARCA, PROVINCIA DE CUTERVO, DISTRITO DE CHOROS, PARAJE DE SAN PEDRILLO, SAN PABLO Y MESARRUME

POR:

SEGUNDO NÚÑEZ JUÁREZ
LUIS ALBINEZ BACA

JUNIO 2015

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

CONTENIDO

1. INTRODUCCION 1
2. TRABAJOS ANTERIORES 1
3. ASPECTOS GENERALES 2
4. GEOLOGÍA 3
5. PELIGROS GEOLOGICOS 4
5.1 DESLIZAMIENTO 10
5.2 PROCESOS DE EROSIONES EN CÁRCAVAS. 27
6. CONDICIONES ACTUALES DEL SECTOR DEL CASERÍO DE MESARRUME 30
7. CONDICIONES ACTUALES DEL SECTOR DEL CASERÍO DE SAN PABLO 32
6.1 Medidas correctivas para el sector de San Pablo 33
8. EVALUACIÓN DE LOS LUGARES PROPUESTOS PARA LA REUBICACIÓN 33
7.1 SECTOR DE QUINTABAMBA 33
7.2 SECTOR EL MORERO - VARGAS 35
7. 3 MEDIDAS A CONSIDERAR EN LOS TERRENOS DE REUBICACIÓN 37
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 38
BIBLIOGRAFÍA 41

PELIGRO POR DESLIZAMIENTO EN LOS CASERÍOS SAN PEDRILLO, SAN PABLO Y MESARRUME
(Distrito Choros, Provincia Cutervo, Región Cajamarca)

1. INTRODUCCION

Mediante oficio N° 091-2015-MDCH/A, de fecha 06 de abril del 2015, el alcalde de la Municipalidad Distrital de Choros (provincia Cutervo, Región Cajamarca), se dirige a la Presidencia del Consejo Directivo del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico - Ingemmet, solicitando se realice una evaluación de una reptación de suelos que afectó los sectores de San Pablo, San Pedrillo y Mesarrume.

El Director Geología Ambiental y Riesgo Geológico de INGEMMET (DGAR) designó al Ing. Segundo Núñez Juárez y al Practicante Luis Albinez Baca, para que realicen la inspección técnica respectiva en dichos lugares afectados por peligros geológicos.

Los trabajos de campo, previas coordinaciones, se realizaron días 14, 17 y 18 de mayo del 2015, se contó con la presencia de representantes de la Municipalidad de Choros, moradores de los respectivos caseríos comprometidos y de CENEPRED.

El presente informe se pone en consideración de las autoridades de la municipalidad Distrital de Choros, Indeci y Cenepred; dicho documento está basado en las observaciones de campo realizadas durante la inspección, interpretación de fotos aéreas e imágenes satelitales disponibles, relatos orales y versiones de los hechos sucedidos dados por los pobladores de la zona, así como de la información disponible de trabajos geológicos y geodinámicos realizados anteriormente en el área de estudio.

2. TRABAJOS ANTERIORES

Existen trabajos geológicos a escala regional, que involucra las áreas mencionadas, los que se mencionan a continuación:

a) Boletín N° 62 Serie A: Geología del Cuadrángulo de Jaén (1 Sanchez, *et al*. 1996), donde se menciona que en la zona en estudio se encuentran afloramientos de rocas sedimentarias de la Formación Chulec conformadas por margas con calizas, limolitas.
b) Boletín N° 44 Serie C: Riesgos Geológicos en la Región Cajamarca (Zavala *et. al*. 2011), donde se tiene elaborado un mapa susceptibilidad regional a movimientos, indicando que la zona evaluada se encuentra en área de susceptibilidad alta.

Asimismo para la evaluación se contó con reportes puntuales:

c) Informe de situación N°486-25/03/2015/COEN-INDECI/18:20 Horas (Reporte N°1), Deslizamiento en el Dist. Choros, Prov. Cutervo – Cajamarca, ocurrido el 24 de marzo del 2015, donde se mencionan principalmente los daños materiales que ha ocasionado el evento.

3. ASPECTOS GENERALES

Políticamente el área de estudio se encuentra en distrito de Choros, Provincia Cutervo, Región Cajamarca (figura 1). Los sectores se encuentran en las siguientes coordenadas UTM (WGS-84):

- San Pedrillo 9339725 N, 748120 E;
- San Pablo 9339350 N, 748120 E;
- Mesarrume 9341980 N, 747600 E;

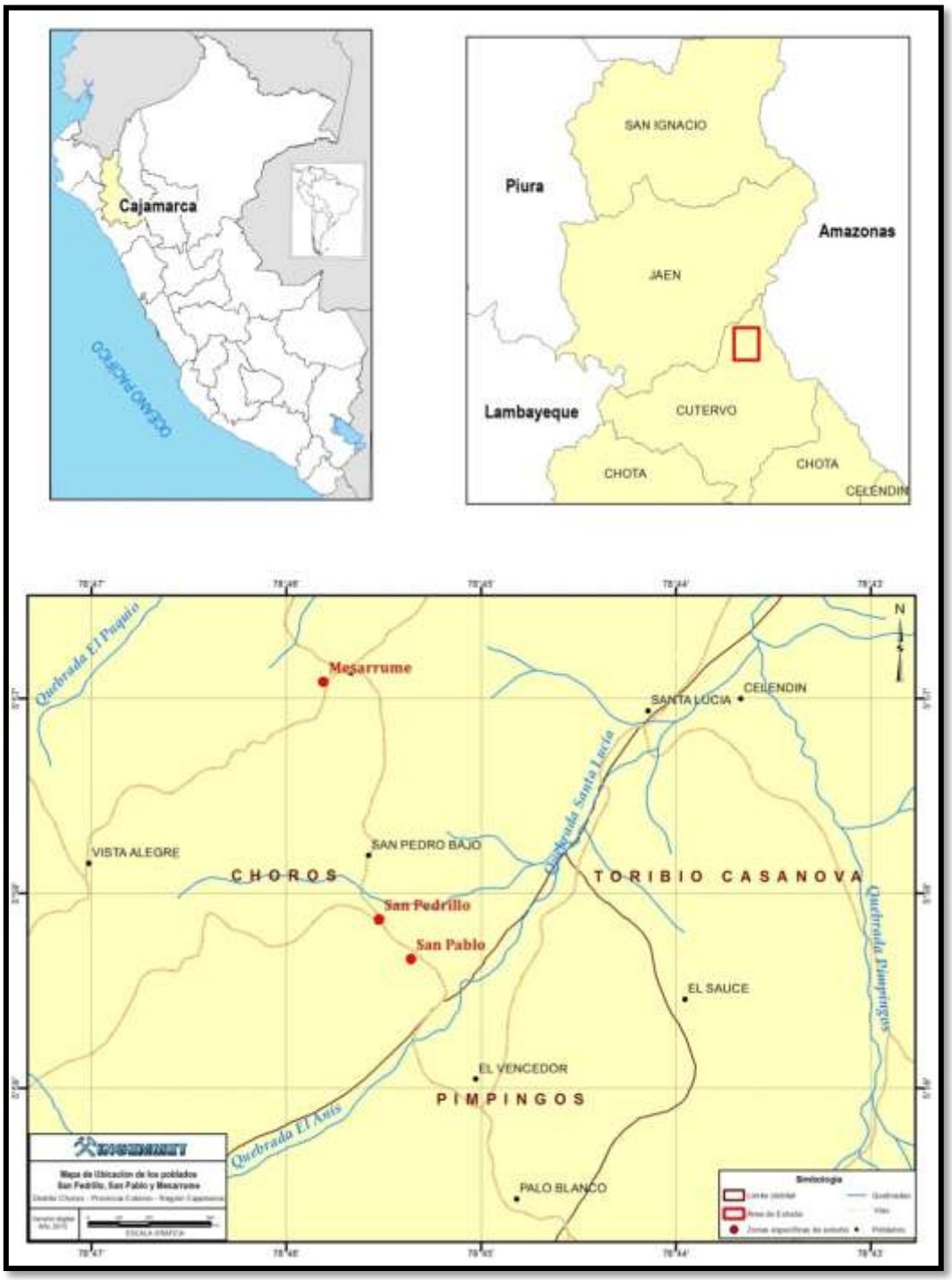

Figura 1

Para llegar al área de estudio desde Lima, por vía aérea hasta Chiclayo. Para luego tomar la vía asfaltada Chiclayo-Olmos-Bagua Grande, hasta llegar a la altura del puente Chamaya II (en un recorrido de 275 km); donde se accede a una trocha afirmada que conduce hasta la localidad de Choros, en un recorrido de 15 km. Se prosigue por esta ruta a Mesarrume por una trocha sin afirmar por un trayecto de 15 km. (Desde Puente Chamaya II hasta Mesarrume el recorrido en camioneta duró aproximadamente 1h 40', por estar en malas condiciones la trocha).

Para llegar al sector de San Pedrillo y San Pablo, por estar la trocha interrumpida en varios tramos y en pésimas condiciones, se prosigue por un camino de herradura por espacio de 1h 30', llegando primero a lo que fue el caserío de San Pedrillo y después a San Pablo.

4. GEOLOGÍA

Según los estudios de geología regional realizados por INGEMMET (Sanchez, et al 1996), en el área de trabajo afloran rocas de naturaleza sedimentaria (figura 2), que comprenden edades geológicas del (Cretáceo y Pleistoceno); así como depósitos recientes, los cuales se describen a continuación:

Substrato rocoso del Cretáceo: Representado por el Grupo Goyllarisquisga (Ki-g), Formación Chulec (Ki-ch), Grupo Pulluicana (Ks-pu) y Tamborapa (NQ-t), las cuales se describen brevemente a continuación.

- *Grupo Goyllarisquisga (Ki-g).* Consiste de en secuencias de estratos macizos de areniscas cuarzosas bien clasificadas de grano medio a grueso, algunas capas de conglomerados con guijarros de cuarzo. Presentan una coloración gris clara a blanca ligeramente amarillenta, por la meteorización toman colores amarillentos y rojizos.
  Hacia el techo de la secuencia se presentan en forma subordinada, algunos horizontes de limolitas, lodolitas y arcillas pizarrosas abigarradas, de colores gris verdosos con contenido de plantas fósiles mal conservadas.

- *Formación Chulec (Ki-ch)*. Litológicamente está conformada por margas gris verdosas y calizas grises. Meteorizan a colores cremas. Presentan también limoarcillitas.
  Sobre esta unidad geológica se encuentran los poblados de Mesarrume, San Pedrillo y San Pablo.

Fotos 1 y 2. Izquierda Se muestra la secuencia de margas. La derecha secuencias de calizas. Estos afloramientos se encuentran aflorando en el área de reubicación Morero-Vargas.

- *Grupo Pulluicana (Ks-pu)*. Litológicamente está conformada por calizas gris claras en estratos medios, por la meteorización adquieren tonalidades cremas, gris crema a pardo gris. Se intercalan con algunas margas y limoarcillitas gris a gris verdosas y cremas.
  En general es una unidad geológica resistente a la erosión, formando escarpas pronunciadas resultantes de los cortes abruptos en los valles.

- *Formación Tamborapa (NQ-t)*. Esta unidad se encuentra conformada por conglomerados poco consolidados, los fragmentos de roca que la componen son de formas redondeadas a subredondeadas, heterométricos y de composición heterogénea. Ocasionalmente se encuentran lentes delgados de arena gravosa y limoarenosa.

Depósitos recientes. Son los depósitos que se han formado recientemente, entre ellos tenemos:

- *Depósitos coluvio-deluviales (Q-cd).* Están representados por los depósitos generados por el deslizamiento del sector de San Pedrillo-San Pablo.
  Este se caracteriza por estar conformado por bloques, gravas, en matriz arcillo-limosa. La distribución del material es caótica.

- *Depósitos* aluviales (Q-al): Estos se encuentran ubicados en ambas márgenes de la quebrada Santa Lucia, se caracterizan por estar conformados por gravas, escasamente bloques en matriz arcillo-limosa.

5. PELIGROS GEOLOGICOS

Los peligros geológicos identificados en el área de estudio, están asociados principalmente a movimientos en masa (deslizamientos y avalanchas de rocas) y erosiones de ladera (figuras 3 y 4).

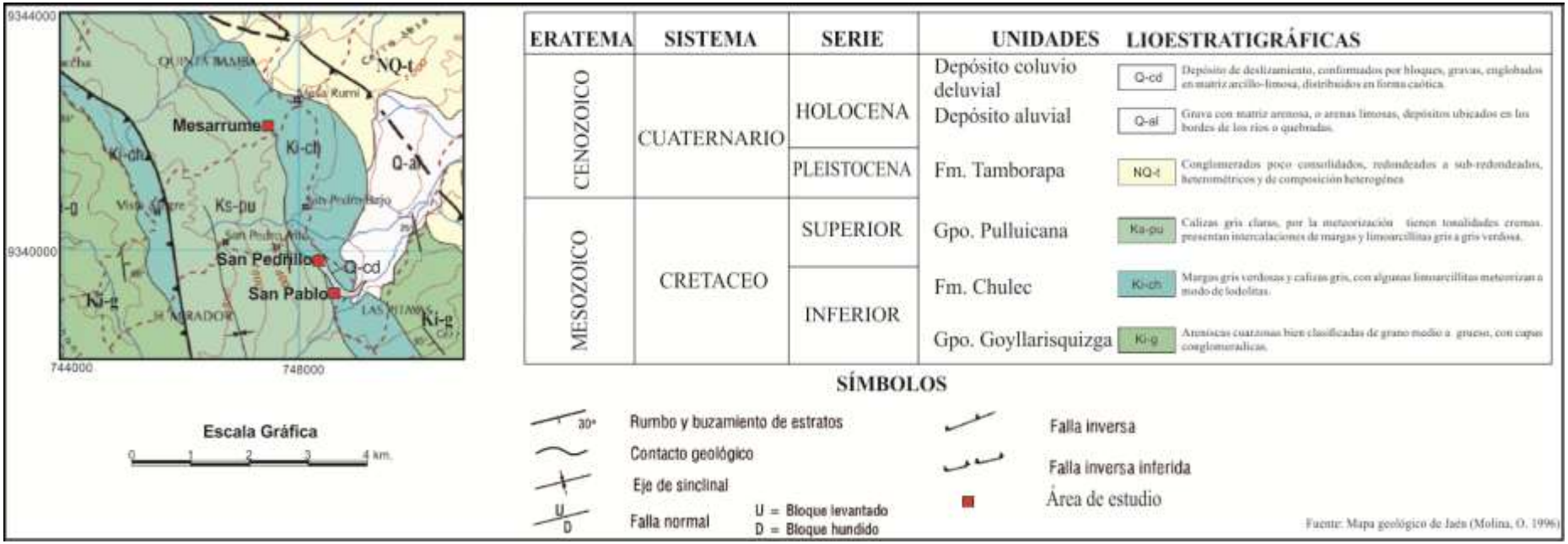

Figura 2. Mapa Geológico del área de estudio

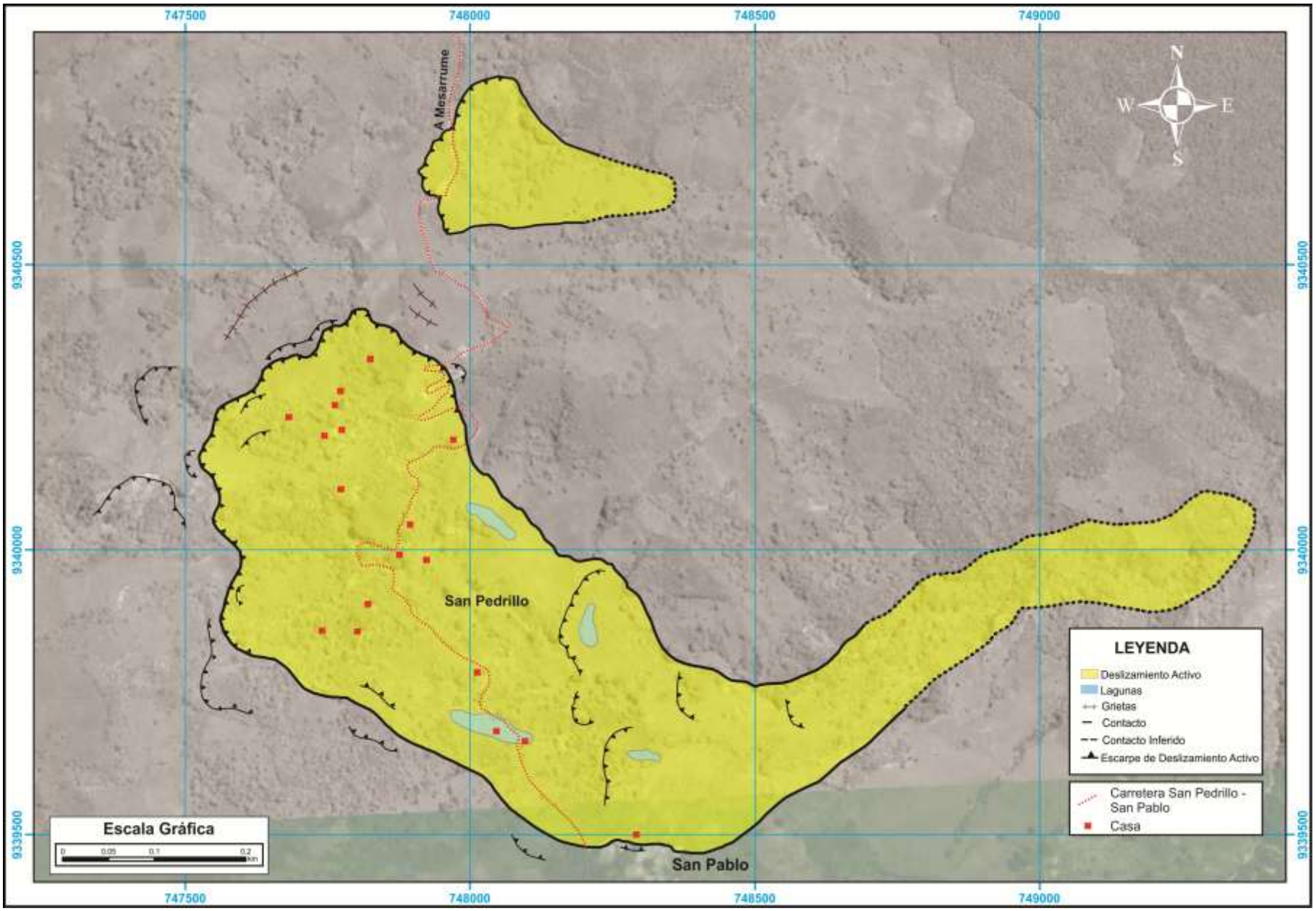

Figura 3. Representación esquemática del deslizamiento del San Pedrillo-San Pablo.

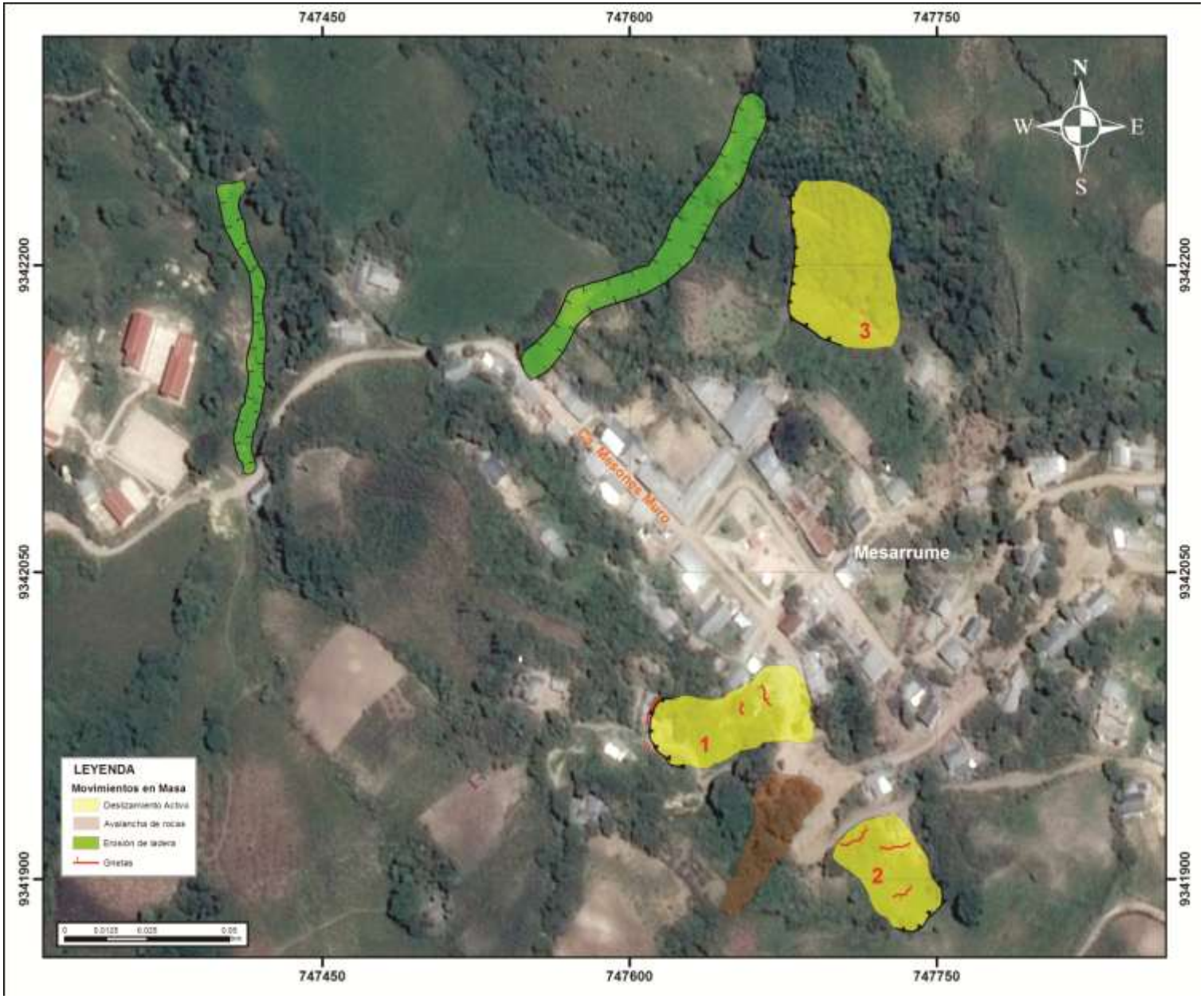

Figura 4. Representación esquemática de los procesos de movimiento en masa del sector de Mesarrume.

5.1 MOVIMIENTOS EN MASA

El término movimientos en masa incluye todos aquellos movimientos ladera abajo de una masa de roca, de detritos o de tierras por efectos de la gravedad (Cruden, 1991 en PMA: GCA, 2007).

Los movimientos en masa representan procesos geológicos superficiales, que involucran la remoción de masas rocosas con características inestables, depósitos inconsolidados de diferente origen, competencia y grado de cohesión, o la combinación de ambos, por efecto de la gravedad (Medina, 2014).

En el área de estudio, los movimientos es masa, están estrechamente ligados a factores detonantes como lluvias de gran intensidad o gran duración asociadas a eventos excepcionales. Los factores condicionantes o intrínsecos que favorecen la ocurrencia de movimientos en masa son la litología (calidad de la roca y permeabilidad), morfología y pendiente del terreno.

Las áreas de San Pedrillo, San Pablo y Mesarrume, según el mapa de movimientos en masa regional para la región Cajamarca (Zavala et al., 2011), se ubican en un área de susceptibilidad alta a estos procesos (figura 5). En el análisis de la susceptibilidad a movimientos en masa realizado por este autor se tomó en consideración la litología, geomorfología, pendientes, hidrogeológica y cobertura vegetal como factores condicionantes.

Por las observaciones de campo, las rocas (margas) se consideran de mala calidad, pues permiten la retención de agua, por lo cual se llega a un punto de saturación. Permite la filtración de agua por medio del fracturamiento en las rocas, lo cual acelera dichos procesos, desencadenando en este tipo de procesos geológicos.

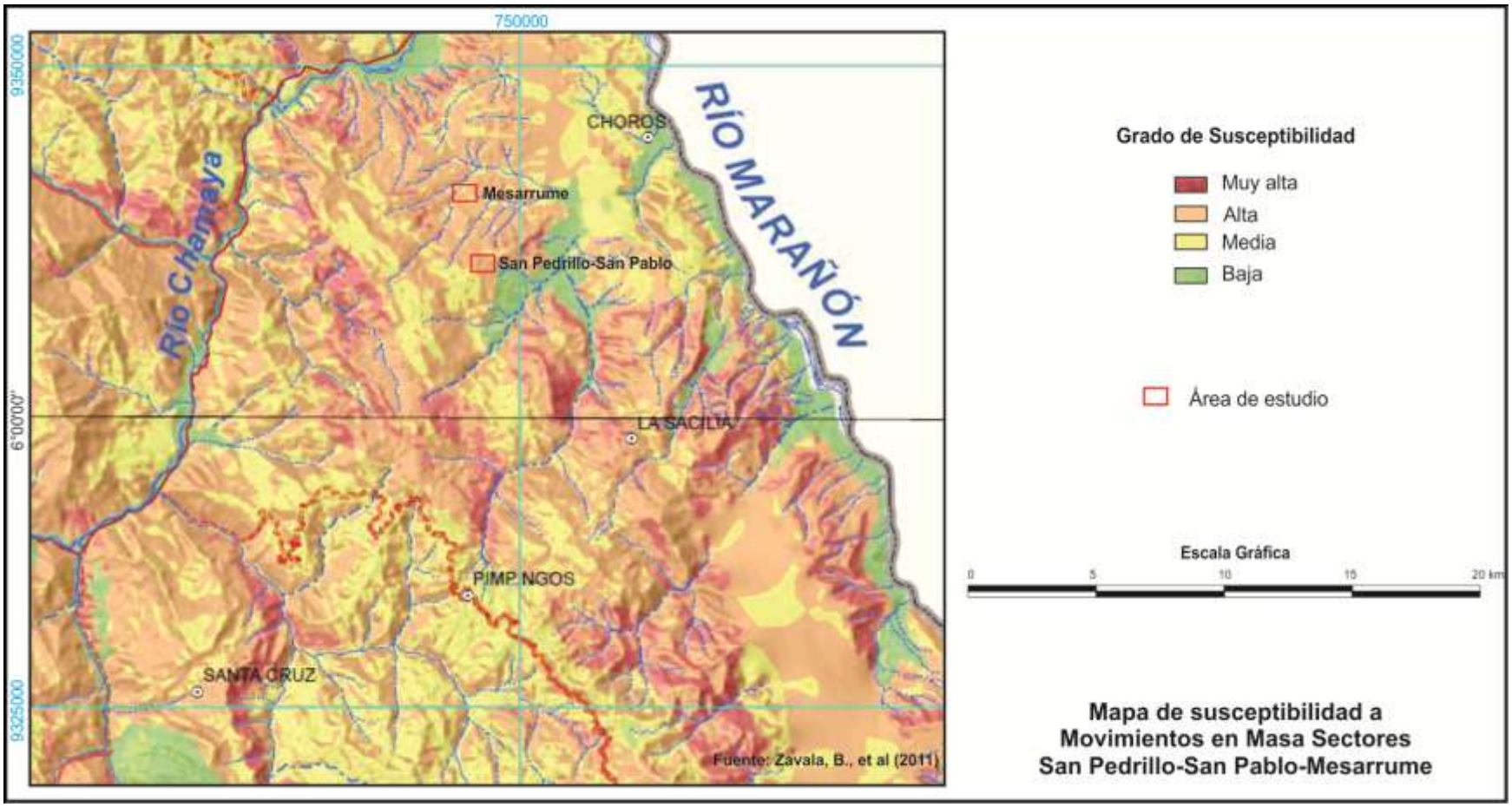

Figura 5.Extracto del mapa de susceptibilidad regional a movimientos en masa en Cajamarca (Tomado de Zavala et. al., 2011)

5.1 DESLIZAMIENTO

Es un movimiento ladera abajo, de una masa de suelo o roca, desplazándose a lo largo de una superficie. Según la clasificación de Varnes (1978), se puede clasificar a los deslizamientos, según la forma de la superficie de la escarpa por la cual se desplaza el material, en dos tipos: traslacionales y rotacionales. En rocas competentes las tasas de movimiento son con frecuencia bajas (lentos), excepto en presencia de materiales altamente frágiles como las arcillas (PMA: GCA, 2007) donde son más rápidos o violentos. En la figura 6, se representa las partes principales de un deslizamiento.

Los deslizamientos rotacionales se caracterizan porque la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla curva y cóncava. Muestran una morfología distintiva caracterizada por un escarpe principal pronunciado y una contrapendiente de la superficie de la cabeza del deslizamiento basculada hacia el escarpe principal. La deformación interna de la masa desplazada es usualmente muy poca. Debido a que el mecanismo rotacional es auto-estabilizante, y este ocurre en rocas poco competentes su tasa de movimiento es con frecuencia baja.

Para el caso de San Pedrillo-San Pablo y Mesarrume, los deslizamientos formados son tipo rotacional, porque la masa deslizada se ha desplazado sobre una superficie curva y cóncava, como podemos esquematizar en las figuras 6 y 7.

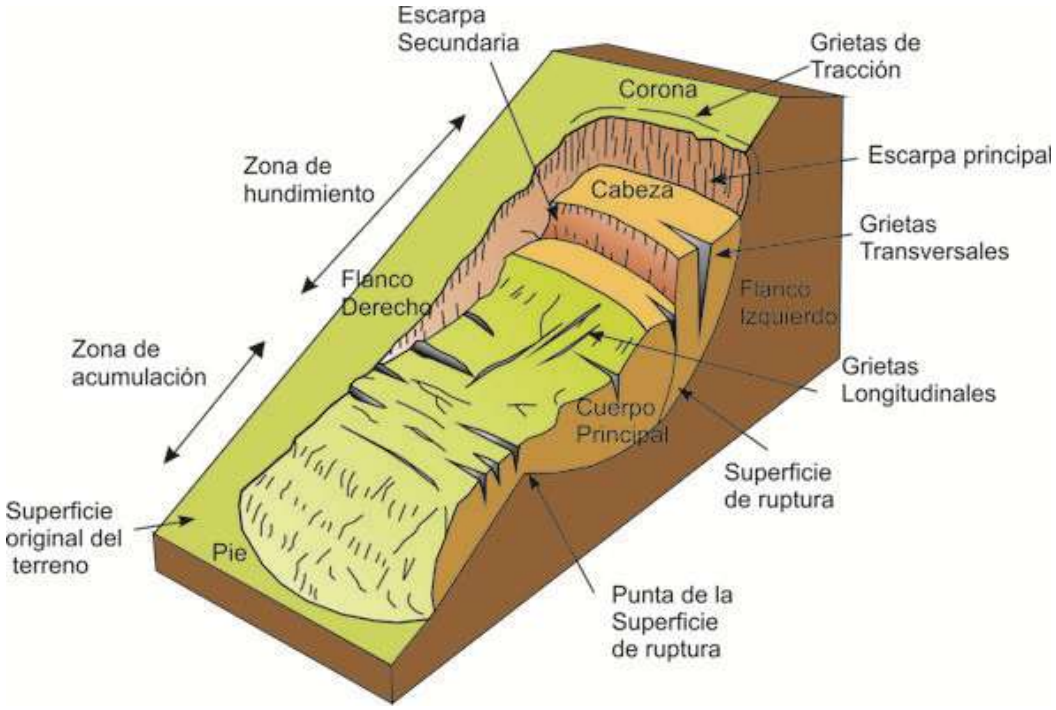

Figura 6. Esquema de un deslizamiento rotacional

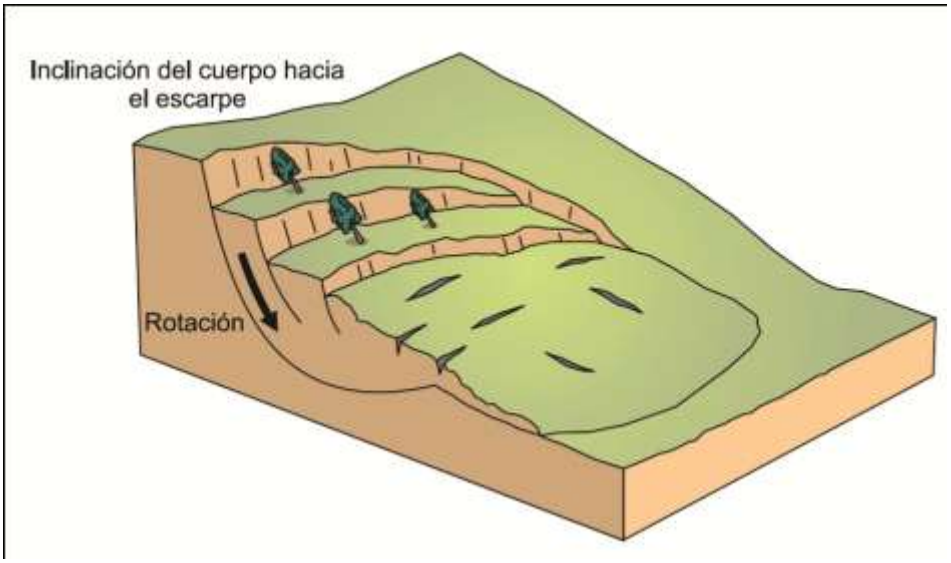

Figura 7. Se muestra la inclinación del cuerpo del deslizamiento y la forma cóncava que tiene la masa inestable (PMA: GCA, 2007).

a) *Deslizamiento San Pedrillo-San Pablo (figura3)*:

Evento que ocurrió el 24 de marzo del 2015, a las 19:00 horas (Informe de Emergencia N°486 – INDECI)

Este deslizamiento se desarrolló entre los caseríos de San Pablo y San Pedrillo, comprendiendo una superficie entre las cotas 1300 a 800 m s.n.m. (fotos 2 y 3).

El sentido del desplazamiento de la masa, de la escarpa principal hacia el caserío de San Pablo es de norte a sur y del San Pablo, hacia el pie es noroeste a sureste.

Foto 2. Se aprecia la escarpa principal y la magnitud del proceso que afectó a la población de San Pedrillo que estuvo asentaba en este lugar. Vista sureste hacia el noroeste hacia la escarpa principal.

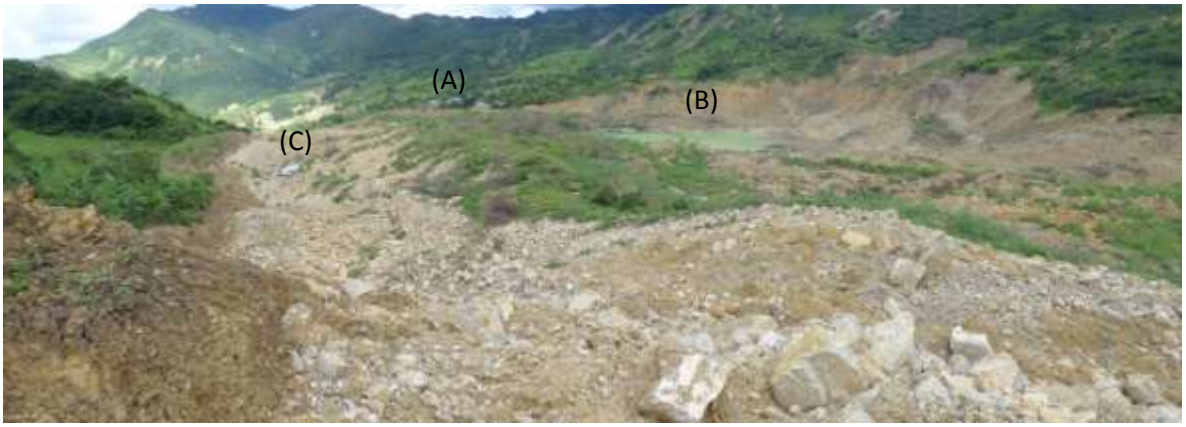

Foto 3. Al fondo se aprecia la población de San Pablo (A), formación de una laguna (B) donde supuestamente se encontraban ubicadas viviendas, se aprecia también el resto del techo de una vivienda (C) que se encontraba a unos 200 m aguas arriba. Vista hacia el sur del deslizamiento.

Este deslizamiento destruyó completamente al caserío de San Pedrillo y parte de San Pablo, como también totalmente la vía de acceso.

- Características del deslizamiento.
  Se trata de un deslizamiento tipo rotacional, con una corona principal de longitud de 700 m con salto de 150 m, de forma semicircular e irregular (foto 4). También se tienen escarpas secundarias de formas semicirculares (foto 5).

  El volumen de la masa deslizada se estima en 44’075,990 m^3, afectando un área de 629,657 m^2.

Foto 4. Vista hacia la cabeza del deslizamiento donde se muestra su escarpe principal; los círculos rojos marcan personas, lo que muestra la magnitud y dimensiones considerables del deslizamiento. Vista hacia el noroeste.

Foto 5. Se muestra una escarpa secundaria, con una longitud de 200 m y un salto vertical de hasta 80 m. Vista hacia el sur del deslizamiento.

Por la presencia de agrietamientos del terreno y escarpas, ubicadas hacia atrás de la escarpa principal (corona) y bordes laterales, se afirma que el movimiento del deslizamiento es de forma retrogresiva. Es decir el deslizamiento va a seguir avanzando hacia atrás, como también hacia los lados. Ver fotos 6 y 7.

Foto 6. Se aprecia escarpas que se están formando atrás de la escarpa principal. Que indica su inestabilidad. Vista hacia el noroeste.

Foto 7. Lado derecho del deslizamiento, se aprecia la escarpa principal y por detrás de ella se está formando otra escarpa. Vista hacia el suroeste del deslizamiento.

Por versiones de los moradores de San Pedrillo y San Pablo, el desplazamiento principal de la masa deslizada duró aproximadamente tres días, es muy probable que haya sido con una velocidad moderada a lenta, debido a la pendiente del terreno, inferior a 20°.

En la parte superior y media del cuerpo del deslizamiento se aprecian bloques de margas con calizas, predominando los primeros, de formas subangulosas con diámetros de hasta 3 m (fotos 8 y 9).
Asimismo en el cuerpo del deslizamiento se observó escarpas secundarias, destacando la que se encuentra cerca al poblado de San Pablo, con una longitud

de hasta 200 m y con salto de 80 m, la corona es de forma semicircular (ver foto 5).

Fotos 8 y 9. En ambas imágenes se aprecia bloques de marga, que tienen formas angulosas. La primera vista es de la parte superior y la segunda de la parte media del deslizamiento.

La distancia de la corona principal del deslizamiento hacia en poblado de San Pablo es de 1 130 m.

Producto del desplazamiento desigual e irregular de la masa entre la parte central y laterales, en el cuerpo del deslizamiento se aprecian lomeríos y pequeñas depresiones con formación de lagunas que son producto de las filtraciones de agua (fotos 10, 11 y 12).

Foto 10. Se muestra la formación de lomeríos, formados por el desplazamiento de la masa del deslizamiento y las lagunas que se encuentran en las zonas de cubetas.

Foto 11. Se muestra la laguna de mayor dimensión, formada después del desplazamiento de la masa. Vista tomada en dirección noreste.

Foto 12. Laguna, donde supuestamente se encontraban algunas viviendas de San Pedrillo. Vista hacia el este del deslizamiento.

En la superficie de algunos bloques removidos por el deslizamiento, se apreció estrías de fricción, formadas por efecto del rozamiento entre las rocas durante el desplazamiento de la masa (foto 13).

Foto 13. Se muestra el bloque de roca, en su superficie se ha formado estrías.

En el flanco izquierdo del deslizamiento, hacia la parte superior y media, en la masa desplazada, se observó una superficie color negro y húmedo, en forma de franja, se trata de un suelo arcilloso, no se pudo apreciar la roca madre que ha ocasionado este tipo de suelo (foto 14).

Foto 14. Franjas de color oscuro, ubicadas en el lado izquierdo superior del deslizamiento.

Causas del deslizamiento

Las causas para la ocurrencia de estos procesos, se relacionan con la litología del substrato, pendiente del terreno y presencia de agua en los materiales (rocas y suelos). La deforestación ha favorecido el proceso.

De acuerdo a las características del movimiento, se puede decir que las causas son:

- Presencia de agua subterránea, al momento del desplazamiento de la masa afloro en la escarpa y en el depósito (foto 15).
- Rocas de mala calidad, conformadas por margas y limoarcillitas. Inestables, saturadas con agua.
- Rocas fracturadas que permite la infiltración de agua al subsuelo y su retención.
- Pendiente del terreno menor de 20° (foto 16).
- Deforestación de la zona, que permite la infiltración de agua al subsuelo (foto 16).

El factor detonante fueron las precipitaciones pluviales que se han dado en el año 2015.

Foto 15. Puntos de afloramiento de agua, señalados con círculos rojos.

Foto 16. Se aprecia la pendiente del terreno y la intensa deforestación de la zona.

b) <u>Deslizamientos en el sector de Mesarrume (figura 4)</u>

Los deslizamientos que han afectado al poblado de Mesarrume se iniciaron el 28 de marzo del 2015 (versiones de los pobladores).

Estos deslizamientos, se encuentran comprendidos entre las cotas 1 320 a 1 290 ms.n.m. A continuación se describen dos deslizamientos principales:

- <u>Características del deslizamiento 1</u>.

  En este deslizamiento (ver figura 4) el desplazamiento de la masa es en sentido suroeste al noreste, con dirección hacia la zona poblada de Mesarrume.

  Se trata de un deslizamiento tipo rotacional, con una corona de longitud de 35 m con salto de 8 m, de forma semicircular elongada (fotos 17 y 18), con un plano visible de ruptura plano con pendiente de 70° que se torna cóncavo en profundidad.

  Se estima de un volumen de masa deslizada de 10,270 m^3, que afectó un área de 2,570 m^2.

Foto 17. Se aprecia la corona del deslizamiento de Mesarrume. Su depósito se dirige hacia el poblado de Mesarrume. Vista en dirección suroeste al noreste.

Foto 18. Vista hacia el oeste de la zona afectada por deslizamiento. Con líneas rojas se muestran las escarpas del deslizamiento

La distancia de la corona al pie del deslizamiento en de 70 m. El ancho máximo del cuerpo es de 30 m.

El deslizamiento mostraba el día 14 de mayo del 2015, su escarpa principal presentaba un salto de 05 m. Con las lluvias que se presentaron el día siguiente (15 de mayo), el deslizamiento se desplazó, se apreció que la altura de escarpa principal se incrementó en 3 m y el día 16 poseía ya 8 m. (fotos 19 y 20)., Se pudo observar también que en la escarpa principal, una vivienda ha quedado parcialmente colgando. En la parte superior del deslizamiento se aprecian arboles inclinados, producto del desplazamiento retrogresivo de la masa, dejando además viviendas inhabitables (fotos 19, 20, 21 y 22).

Fotos 19 y 20. Escarpa principal del deslizamiento, la izquierda tomada el 14 de mayo 2015, la derecha tomada el 17 de marzo del 2015. Se aprecia en avance de la escarpa.

Foto 21. Vista de la escarpa principal tomada el 14 mayo 2015.

Foto 22. Escarpa principal tomada el 17 mayo 2015. Se aprecia en detalle el socavamiento mayor hacia la vivienda, y árboles caídos, lo que evidencia el movimiento del terreno.

En la superficie de la escarpa principal, se puede apreciar nítidamente estrías de fricción (foto 23) con inclinación de 70° y con dirección SO-NE, estas estructuras son producto de la fricción entre la masa que se estaba deslizando y la "superficie estable". Su disposición e inclinación evidencian un deslizamiento de tipo rotacional.

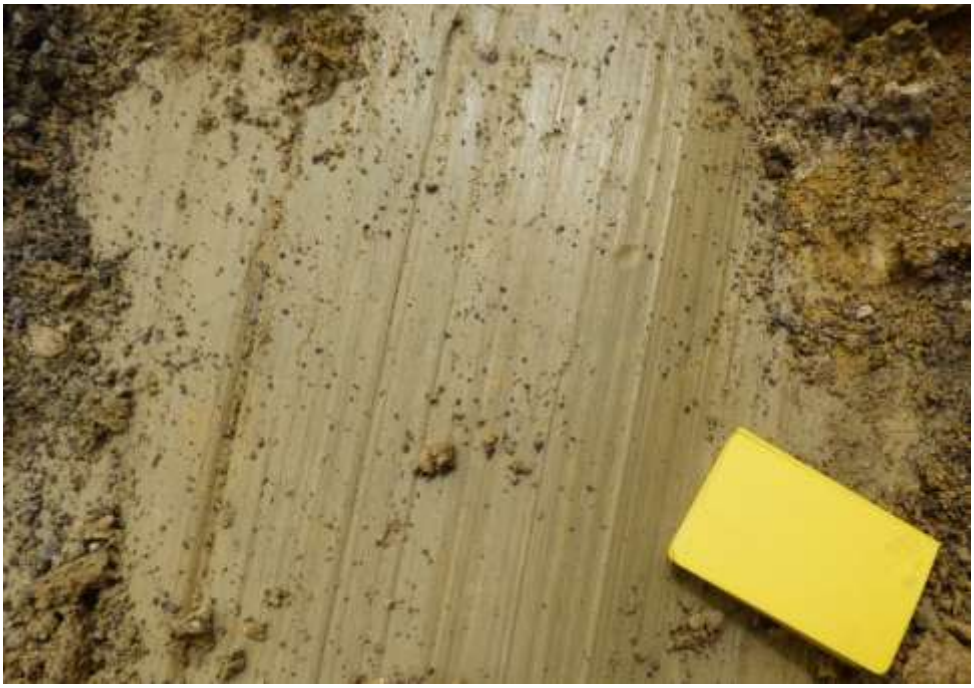

Foto 23. Se muestran las estrías formadas en la escarpa principal del deslizamiento.

En las estrías formadas por el movimiento del 16 de mayo, tienen un sentido curvilíneo, siguen la dirección del movimiento del terreno, en forma rotacional (foto 24)

Foto 24. Se aprecian las estrías formadas en la escarpa principal, siguiendo la dirección del desplazamiento de la masa deslizada.

En la parte posterior de la escarpa principal se apreció agrietamientos del terreno, ello indica que el avance del deslizamiento va continuar en forma retrogresiva, es decir hacia atrás.

En el cuerpo del deslizamiento, se aprecian agrietamientos en el terreno, que muestra su inestabilidad (foto 25).

El cuerpo del deslizamiento está conformado mayormente por material fino, como arcillas, limos y escasos bloques.

Foto 25. En la masa del cuerpo deslizado, está compuesta mayormente por material fino como limos, con escasos bloques de margas.

El movimiento que se originó el día 15 de mayo, afectó viviendas que se encontraban cerca del pie del deslizamiento (fotos 26 y 27).

De seguir el movimiento del terreno, afectaría las viviendas que se encuentran en las inmediaciones del pie del deslizamiento.

Fotos 26 y 27. Vista lateral de sur a norte del deslizamiento de Mesarrume. La primera tomada en 16 de mayo y la segunda tomada el 14 de mayo, se muestra la situación de las viviendas (1, 2, 3, y 4) y la casa (5) destruida completamente, ocasionado por el deslizamiento que se produjo el 15 de mayo.

Causas del deslizamiento

De acuerdo a las características del movimiento, las causas son:

- Por el reboce del tanque de agua, se humedece el terreno. la estructura se encuentra ubicada fuera del cuerpo del deslizamiento (foto 28) a 30 m en dirección al NO de la escarpa principal.
- Rocas de mala calidad, conformadas por margas y limoarcillitas. Inestables, saturadas con agua. Las fracturadas permiten la infiltración de agua al subsuelo y por su naturaleza permite la retención del agua.
- Pendiente del terreno menor a 20°.
- Deforestación de la zona, que permite la infiltración de agua al subsuelo.

El factor detonante son las precipitaciones que se presentaron en el mes de abril del 2015.

Foto 28. Tanque de agua ubicado en la parte superior del deslizamiento.

- Características del deslizamiento 2.

En este deslizamiento (ver figura 4) el desplazamiento de la masa es en sentido sureste al noroeste, hacia la zona poblada de Mesarrume (foto 29).

Se trata de un deslizamiento tipo rotacional, con una corona de longitud de 30 m y salto de 1 m, de disposición semicircular e irregular (foto 29), el plano inclinado de la superficie de la escarpa es plana con pendiente de 70° con tendencia a cóncavo en profundidad. Al parecer el movimiento que se presenta es es muy lento.

La masa deslizada se estima de un volumen de 920 m^3, el área afectada es 1,835 m^2.

Foto 29. Vista de la escapa principal hacia el poblado de Mesarrume.

Este deslizamiento afectó una vivienda, pero de seguir en movimiento afectaría más viviendas que se encuentran en la parte inferior del pie del deslizamiento (fotos 30 y 31).

Foto 31. Casa afectada por el deslizamiento, ubicada en el cuerpo del deslizamiento.

Foto 32. Vista en dirección noroeste, hacia el poblado de Mesarrume. Se aprecia las viviendas que se encuentran por debajo del pie del deslizamiento.

Causas del deslizamiento son:

- Rocas de mala calidad, conformadas por margas y limoarcillitas. Inestables, saturadas con agua.
- Rocas fracturadas que permite la infiltración de agua al subsuelo.
- Pendiente del terreno menor a 15°.
- Deforestación de la zona, que permite la infiltración de agua al subsuelo.

El factor detonante son las precipitaciones que se presentaron en el mes de abril del 2015.

Se identificó otro deslizamiento (3), ubicado por debajo del poblado de Mesarrume (foto 33), es de tipo rotacional, de seguir el movimiento con avance retrogresivo, es muy probable que afecte a viviendas ubicadas en la parte superior.

Foto 33 Vista del poblado de Mesarrume, delimitado con línea roja se aprecia la cabeza del deslizamiento, formado por debajo del poblado. El avance retrogresivo de este deslizamiento comprometería las viviendas inmediatas a la escarpa principal.

5.2 PROCESOS DE EROSIONES EN CÁRCAVAS.

Las cárcavas pueden definirse como zanjas o zanjas o conjuntos de canales que se desarrollan sobre capas de materiales no consolidados de la superficie terrestre. Pueden medir desde aproximadamente 30 centímetros hasta varias decenas de metros de anchura. Al principio son surcos ramificados que progresivamente van creciendo en tres dimensiones: vertical, longitudinal y lateralmente, hasta convertirse en torrentes (Santiago, J. 2007). Ver figura 8.

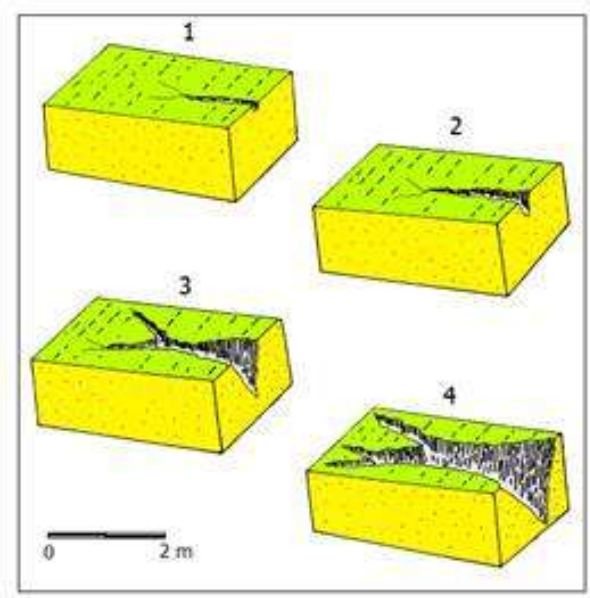

Figura 8. Forma como se manifiesta la erosión en cárcavas (Santiago, J. 2007)

Se identificaron dos lugares con procesos de erosiones en cárcavas, uno por la calle Mesones Muro y otro cerca del centro educativo de Mesarrume. El primero tiene una profundidad vertical de 4 m. y amplitudes de hasta 11 m (foto 34), de avance retrogresivo, está generando derrumbes en los lados laterales. El segundo proceso tiene una profundidad de 8 m con amplitudes hasta de 15 m (foto 35). De seguir los procesos afectarían la trocha de acceso y viviendas aledañas.

Foto 34. Proceso de erosión en cárcavas, en el lado lateral derecho se observa derrumbes, lo cual está incrementando su ensanche. Vista cercana a las viviendas de la Calle Mesones Muro.

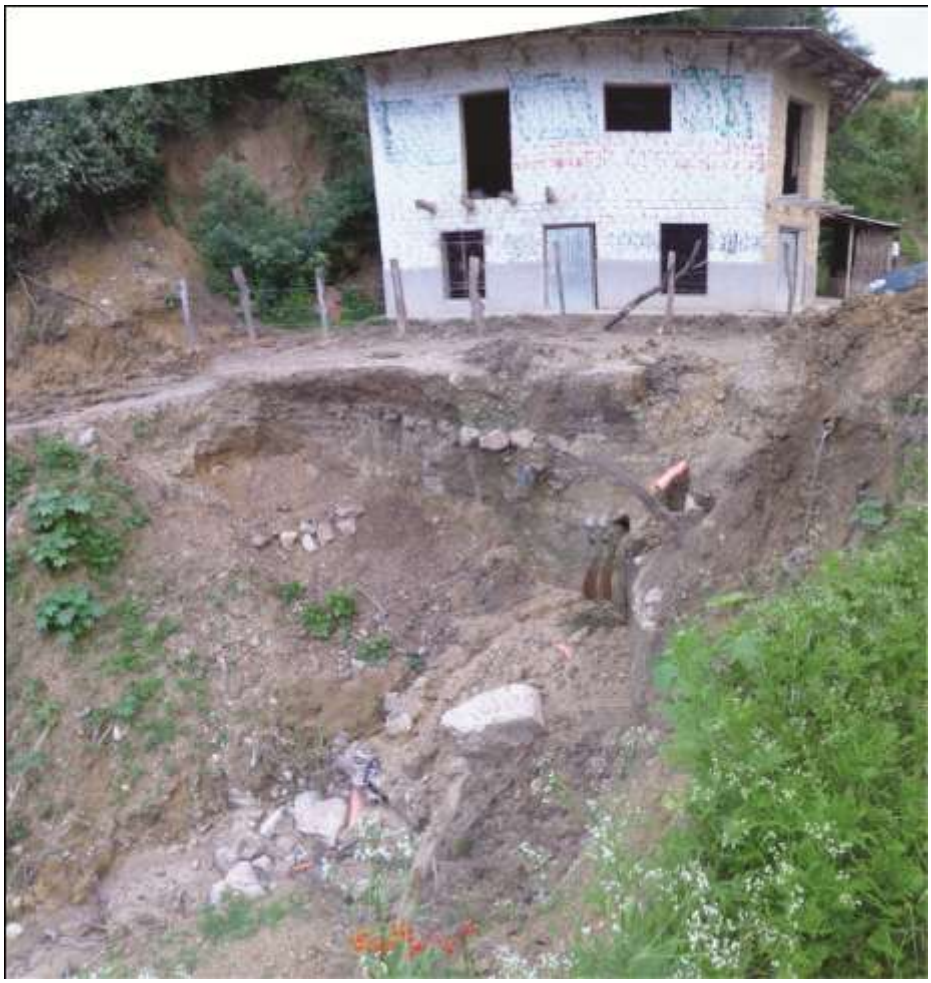

Foto 35. Otro sector con erosión en cárcava, de seguir el proceso, va afectar a vivienda. Vista cercana al centro educativo de Mesones Muro.

Causas:

- Filtraciones provenientes de agua de tuberías de agua.
- Material inconsolidado (relleno).
- Pendiente del terreno.
- Intensa deforestación de la zona que permite la erosión.
- Paso de los vehículos motorizados (camiones, camionetas), que de una manera u otra ejercen un peso al transportarse.

Factor detonante las precipitaciones pluviales.

Según manifiestan los pobladores, en las viviendas zonas aledañas a estos procesos, se están presentando agrietamientos en las paredes en forma muy tenue (fotos 36 y 37). Puede ser que las viviendas se han asentado, como también es muy probable que se esté formando un nuevo deslizamiento, se tiene que hacer un constante monitoreo del área.

Fotos 36 y 37. Agrietamientos en las paredes de viviendas, de la calle Mesones Muro.

La parte afectada del poblado debe ser reubicado, en forma paulatina, especialmente las zonas que se encuentran bajo influencia de los deslizamientos ocurridos recientemente.

6. CONDICIONES ACTUALES DEL SECTOR DEL CASERÍO DE MESARRUME

En este caserío se han presentado recientemente tres procesos de deslizamientos y la reactivación de dos eventos de erosiones de ladera.

Por las condiciones de litología (rocas de mala calidad), pendiente del terreno, terreno saturado de agua, es muy probable que los peligros identificados sigan en actividad, cuando se presentan lluvias intensas. Esta zona se considera como zona crítica por movimiento en masa. Así mismo la pérdida de agua paulatina durante el período de estiaje hará que se produzca una disminución de la presión de poros y por la tanto se generen agrietamientos o asentamientos discontinuos de menores proporciones.

Los deslizamientos también se podrían reactivar o ser detonados por un evento o actividad sísmica.

En la figura 9, se muestra esquemáticamente, la zona de posible influencia de los deslizamientos que se han presentado recientemente y de los procesos de erosiones de ladera.

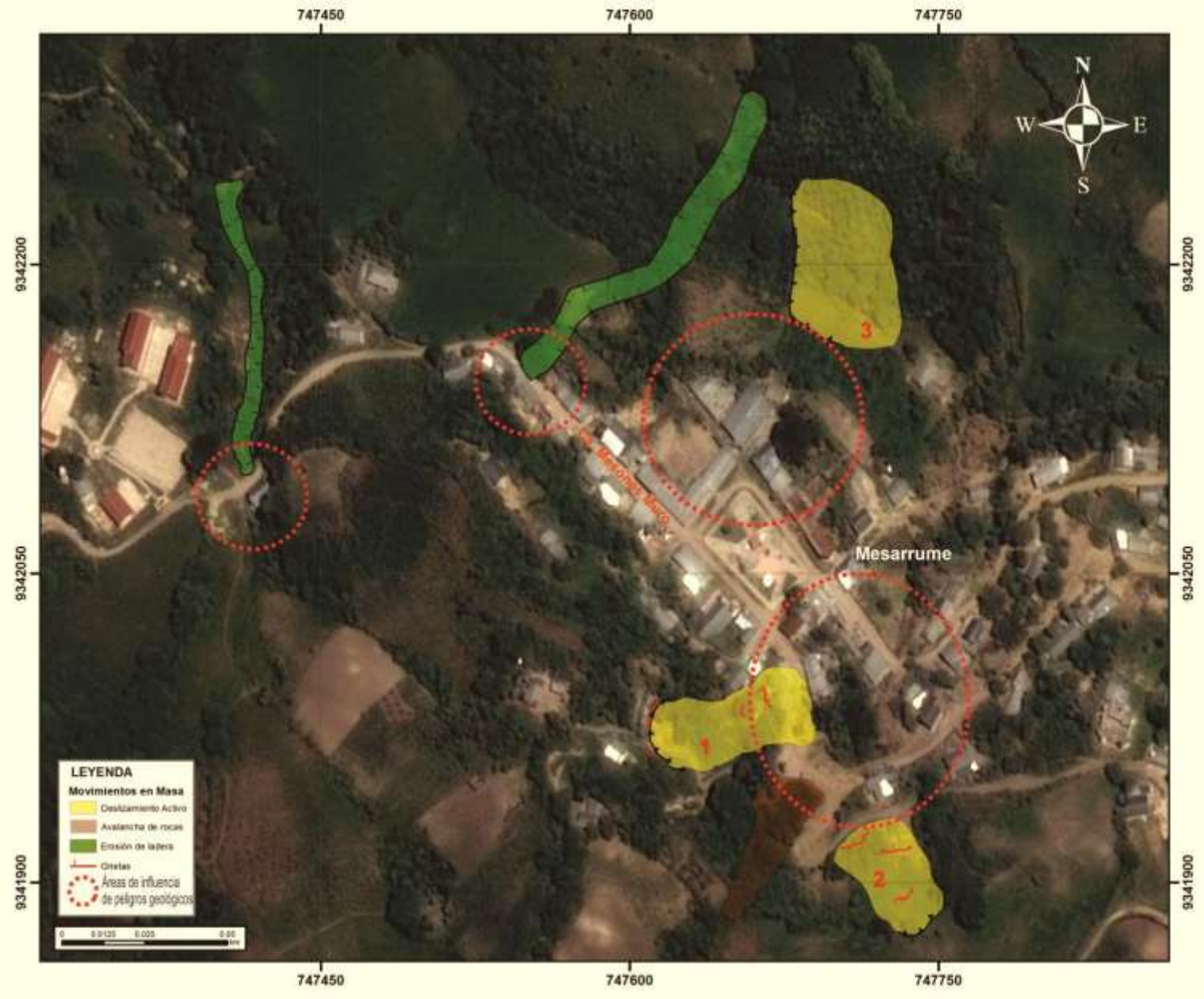
747450
747600
747750
9342200
9342050
9341900
N
W
E
S
Mesarrume
1
2
3
LEYENDA
Movimientos en Masa
Deslizamiento Activo
Avalancha de rocas
Erosión de ladera
Grietas
Áreas de influencia de peligros geológicos

Figura 9

7. CONDICIONES ACTUALES DEL SECTOR DEL CASERÍO DE SAN PABLO.

Este caserío se encuentra ubicado en la parte inferior de un deslizamiento antiguo (foto 38), proveniente de la ladera norte de los cerros Mesarrume.

Foto 38. Vista del deslizamiento antiguo, donde se encuentra asentado el caserío de San Pablo.

En la escarpa del deslizamiento antiguo se apreció, cicatrices de nuevos deslizamientos y derrumbes de menores dimensiones, que no han llegado a afectar a poblado de San Pablo.

Se podrían generar avalanchas de detritos (a manera de flujos en las laderas) , provenientes de la cicatriz antigua del deslizamiento, estos eventos sí afectarían al poblado de San Pablo.

Por otro lado, el deslizamiento reciente, al desplazarse por las inmediaciones del terreno de San Pablo, generó inestabilidad, como consecuencia de ello, se formaron agrietamientos en el terreno, lo cual afectó levemente a viviendas ubicadas en el borde.

La escarpa del deslizamiento reciente, en la zona de San Pablo, tiene una altura promedio de 10 m (foto 39).

Foto 39. Altura de la escarpa del deslizamiento reciente en el sector de San Pablo.

Por los agrietamientos del terreno que se encuentran en el borde del terreno, por fines preventivos, las viviendas ubicadas en este sector, deben ser reubicadas.

6.1 Medidas correctivas para el sector de San Pablo

- El cuerpo del deslizamiento, debe ser reforestado, con la finalidad de no permitir la infiltración de agua al subsuelo.
- Evitar la tala de árboles.
- Hacer un sistema de drenaje pluvial, en la urbana de San Pablo, para evitar la saturación del suelo durante el período de lluvias estacionales.
- Canalizar los afloramientos de agua, para evitar la infiltración de agua al subsuelo.
- Para las zonas inestabilizadas, se debe hacer una constante observación.
- De presentarse agrietamientos en la ladera superior, el área urbana debe ser evacuada.

8. EVALUACIÓN DE LOS LUGARES PROPUESTOS PARA LA REUBICACIÓN

7.1 SECTOR DE QUINTABAMBA

Este sector se encuentra entra las siguientes coordenadas aproximadamente:

- 746710 E, 9342070 N
- 746640 E, 9342140 N

La cual ocupa un área de 8,000 m^2, a una cota de 1360 m.s.n.m.

Esta área se encuentra a 1 km. de Mesarrume, en dirección oeste, se accede a través de la vía Mesarrume- San Isidro-El Tumí.

El área geomorfológicamente, se encuentra sobre un terreno de pendiente baja (menor a 5°), es parte de una montaña sedimentaria (foto 40 y figura 10), donde actualmente no se ha identificado procesos de movimiento en masa que le puedan afectar.

Figura 10. Se muestra el área de reubicación, dentro de una montaña sedimentaria

Foto 40. Se muestra parte del área de reubicación. Vista en dirección. Vista de NO-SE.

Por lo observado en una calicata, el suelo tiene un espesor aproximado de 50 cm, es de tipo arcilloso color oscuro y ligeramente húmedo (foto 41).

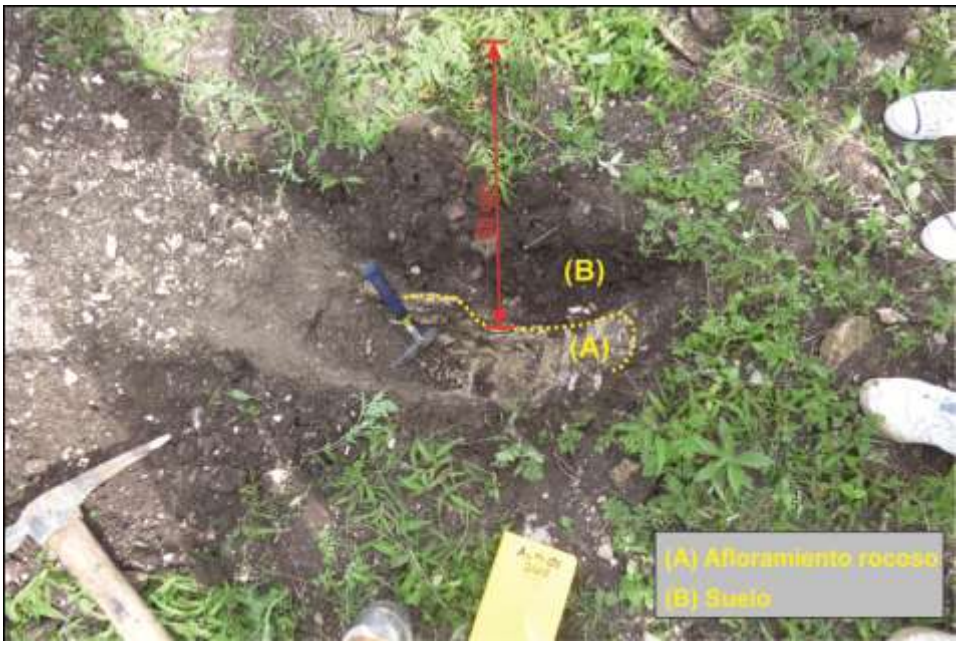

Foto 41. Calicata, se muestra el espesor del suelo, al fondo se aprecia el substrato rocoso de marga (9341159 N, 748208 E).

A lo largo de la superficie del suelo se aprecian fragmentos de roca, con tamaños predominantes de grava (margas), de formas angulosas y subangulosas.

7.2 SECTOR EL MORERO - VARGAS

Este sector se encuentra entra las siguientes coordenadas aproximadamente:

- 748208 E, 9341159 N
- 748078 E, 9341220 N

Ocupa un área de 10,000 m^2, a una cota de 1300 m.s.n.m.

Esta área se encuentra a 1 km hacia el sur de Mesarrume, se accede a través de la vía Mesarrume- San Pedrillo.

Geomorfológicamente el área, se encuentra en parte de una montaña sedimentaria (figura 11), en un sector plano (fotos 42 y 43), en el área actualmente no se ha identificado procesos de movimiento en masa que le puedan afectar.

Foto 42. Vista tomada hacia el noroeste de la zona de reubicación

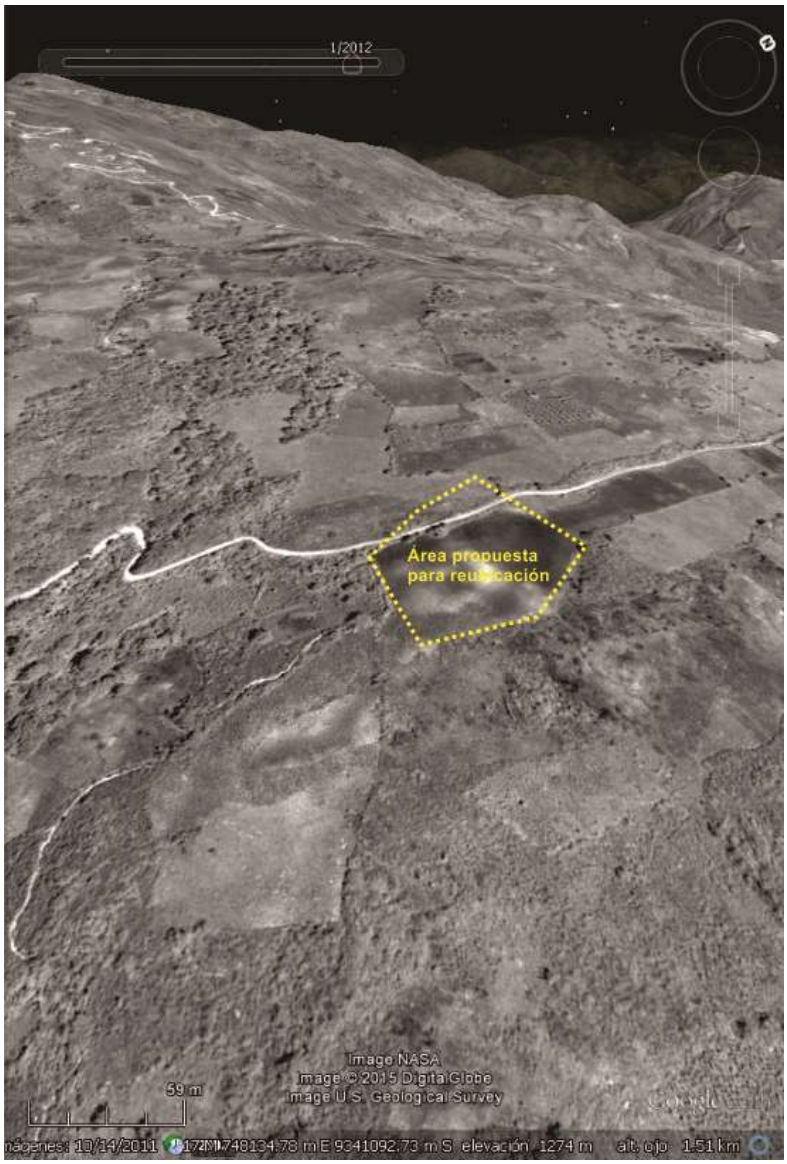

Figura 11. Se muestra otra zona de posible reubicación

Foto 43. Vista hacia el oeste de la zona de reubicación.

Se apreció un afloramiento de margas (foto 44), presentan un rumbo S62°W y Buz. 26°SE. En la superficie del terreno se aprecian bloques sueltos de margas.

Foto 44. Afloramiento de margas en el sector denominado como Vargas.

En el sector de Morero, el suelo es tipo arcilloso, con tonalidades oscuras y ligeramente húmedas.

7. 3 MEDIDAS A CONSIDERAR EN LOS TERRENOS DE REUBICACIÓN

a) En el terreno se debe construir drenajes pluviales para evitar la infiltración de agua al subsuelo, hay que tener en cuenta que las rocas que conforman al terreno son de mala calidad, similares a donde se presentaron los deslizamientos del presente año.
b) El futuro drenaje de aguas servidas debe hacerse antes que sea habitado, con la finalidad de evitar la infiltración de agua al subsuelo.
c) Realizar un estudio de suelos, para determinar los tipos de edificaciones que se van a realizar y la profundidad de cimentación.
d) Reforestar las zonas aledañas al área de reubicación, con la finalidad de no romper la estabilidad del terreno.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

a) Para el sector de San Pedrillo-San Pablo.

- El 24 de marzo del 2015, entre los caseríos de San Pedrillo y San Pablo, se generó un deslizamiento-flujo que destruyó 25 viviendas (INDECI, 2015) y vías de acceso. Desapareciendo completamente las viviendas de San Pedrillo y parte de San Pablo. Las manifestaciones del proceso se dieron repentinamente. Esta zona se le considera como **zona crítica y de Peligro Inminente**.

- El deslizamiento de San Pedrillo-San Pablo, tiene una corona principal con longitud de 700 m y salto de 150 m, presenta escarpas secundarias con longitudes de hasta 200 m y saltos de 80 m, la masa deslizada se estima de un volumen de 44'075,990 m^3. En el cuerpo del deslizamiento se han formado en forma discontinua lomeríos, como también lagunas. El deslizamiento al ingresar a la quebrada Santa María, termina y su avance se torna en forma de flujo.

- Al paso de la masa principal del deslizamiento de San Pedrillo-San Pablo, desestabilizó parte del terreno donde está asentado el poblado de San Pablo, por ello se deben reubicar las viviendas ubicadas en el borde del talud.

- En la escarpa antigua del deslizamiento de San Pablo, se ha identificado derrumbes antiguos y recientes que no han llegado afectar al poblado. Para evitar que se sigan avanzando estos procesos o se reactiven, es necesario reforestar la zona y realizar un sistema de drenaje pluvial.

- En caso de presentarse agrietamientos en el terreno de los cerros Mesarrume, es necesario que la población de San Pablo sea reubicada.

- Las causas que originaron el deslizamiento de San Pedrillo-San Pablo son:
  1. Roca de mala calidad que permite la infiltración y retención del agua, lo cual satura al terreno.
  2. Pendiente menor de 20°, lo cual permite el desplazamiento de masa inestable de forma moderada a lenta.
  3. Presencia de agua subterránea que afloró en la escarpa principal del deslizamiento.
  4. Intensa deforestación de la zona, lo cual ha permitido a lo largo de los años la infiltración de agua al subsuelo.

  El factor detonante fueron las precipitaciones pluviales del mes de abril.

- Las áreas donde se han producido los deslizamientos de San Pedrillo y Mesarrume no son aptos para vivienda, estos sectores se deben destinar para forestación, previo tratamiento del terreno (banquetas y drenaje respectivo).

- Los deslizamientos antiguos identificados y los recientes ocurridos en el área, indican que la zona es geodinámicamente activa, es susceptible a estos procesos de movimientos en masa.

b) Para el sector de Mesarrume

- El 28 de marzo del 2015, en el caserío de Mesarrume, se presentaron dos deslizamientos, que afectaron viviendas y postes de tendido eléctrico. De seguir los movimientos va a seguir afectando lo que se encuentra por debajo de su pie (viviendas y vías de acceso).

- El 15 de mayo, se presentaron lluvias, haciendo reactivar nuevamente el deslizamiento (1), por este hecho, la escarpa principal incrementó su altura en 3 m, en el pie del deslizamiento el desplazamiento del material afectó las viviendas circundantes. De seguir el avance del deslizamiento, afectaría a nuevas viviendas, es por ello que deben ser reubicadas. Por las manifestaciones del proceso esta zona se le considera como **zona crítica y con Peligro Inminente**.

- El deslizamiento (1), tiene una escarpa principal de 40 m, con un salto de 8 m, la longitud de la escarpa al pie del deslizamiento es de 70 m, la masa deslizada se estima de un volumen de 10,270 m^3, el área afectada es 2,570 m^2. Es necesario monitorear este deslizamiento mientras dure el proceso de reasentamiento.

- Se apreció otro deslizamiento (2), tiene una escarpa de 30 m, con salto de 1 m, la masa deslizada se estima de un volumen de 920 m^3. Este evento afectó una vivienda, de seguir el movimiento, afectaría las viviendas y camino de acceso que se encuentran cuesta abajo. De igual manera es necesario monitorear el deslizamiento mientras dure el proceso de reasentamiento de la población.

- En Mesarrume, se identificó dos procesos de erosiones de ladera, de seguir su avance afectarían viviendas y vía de acceso. Es necesario que estas áreas sean reforestadas para evitar el avance retrogresivo.

- Por debajo del Poblado de Mesarrume se identificó otro deslizamiento (3) de avance retrogresivo, de seguir su avance afectaría viviendas ubicadas en la parte superior. Para atenuar su avance retrogresivo se tiene que reforestar.

- Por fines preventivos se deben reubicar:
  1) Las viviendas que se encuentran frente a los pies y bordes de los deslizamientos.
  2) Las viviendas que se encuentran en el borde de la terraza de San Pablo.
  3) Para el poblado Mesarrume, deberían ser reubicados las viviendas que se encuentran bajo la influencia de los deslizamientos y procesos de erosiones de ladera.

- El cuerpo o zona del deslizamiento no es apto para vivienda, este sector se debe destinar para forestación, previo tratamiento del terreno (banquetas y drenaje respectivo). Por lo tanto las viviendas que se encontraban en este lugar deben ser reasentadas en las zonas de reubicación.

- En las zonas de reubicación no se han identificado movimientos en masa; se deben tener en cuenta las consideraciones del ítem 7.3, estas áreas también pueden ser usadas como zonas de expansión urbana.

BIBLIOGRAFÍA

Cruden, D.M., (1991). ***A Simple definition of Landslide.*** En: Bulletin of International Association of engineering Geology, V.43, p 27-29

INDECI (2015). **REPORTE DE SITUACIÓN N°486-25/03/2015/COEN-INDEC/18:20 Horas (Reporte N°1), DESLIZAMIENTO EN EL DIST. CHOROS, PROV. CUTERVO – CAJAMARCA**. Centro de Operaciones de Emergencia Nacional. 3 Págs.

Sanchez, A. Dávila, D. De La Cruz, N. (1996). Geología del Cuadrángulo de Jaén. INGEMMET. Serie A: Carta Geológica Nacional. Boletín N° 62. Págs. 112 http://www.ingemmet.gob.pe/AplicacionesWeb/Productos/productos/index.html

Zavala, B., Rosado, M. (2011). ***Riesgo Geológico en la Región Cajamarca***. INGEMMET. Dirección de Geología Ambiental. Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica. Boletín N° 42. 394 Págs. http://www.ingemmet.gob.pe/AplicacionesWeb/Productos/productos/index.html

Medina, L. (2014). "***Peligros Geológicos en la Comunidad Campesina Jarahuaña***". Distrito Patambuco, Provincia Sandia, Región Puno. INGEMMET. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico. Informe Técnico N°A6660. 33p.

PMA: GCA. Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas. (2007). ***Movimientos en masa en la región Andina: Una Guía para la evaluación de Amenazas***. Publicación geológica multinacional N° 4, 404 p., Canadá.

Santiago, J (2007). ***La Erosión en cárcavas en la ciudad de Bolívar***. http://www.monografias.com/trabajos62/erosion-carcavas-bolivar/erosion-carcavas-bolivar2.shtml#ixzz3c6Xd6zTe.

Varnes, D.J. (1978) - ***Slope movement types and processes***. En: Schuster, R.L.& Krizek, R.J., eds., Landslides, analysis, and control. Washington, DC: National Research Council, Transportation Research Special Report 176, p. 11-33.