



PERÚ

Ministerio
del Ambiente



INSPECCIÓN GEODINÁMICA EN CARMEN DE LA FRONTERA

C.P. Sapalache y Caseríos Pulun, Salalá y Huar Huar (Provincia de Huancabamba – Región Ancash)

Informe Técnico N°020-2022/IGP CIENCIAS DE LA TIERRA SÓLIDA



Lima – Perú
Junio, 2022

Instituto Geofísico del Perú

Presidente Ejecutivo: Hernando Tavera

Director Científico: Edmundo Norabuena

Informe Técnico

Inspección Geodinámica en Carmen de La Frontera
(Provincia Huancabamba - Región Piura)

Autores

Roberth Carrillo
Segundo Ortiz
Juan Carlos Gómez

Este informe ha sido producido por el Instituto Geofísico del Perú
Calle Badajoz 169 Mayorazgo
Teléfono: 51-1-3172300

INSPECCIÓN GEODINÁMICA EN CARMEN DE LA FRONTERA
CP. Sapalache y Caseríos Pulun, Salalá y Huar Huar
(Provincia de Huancabamba - Región Piura)

Lima – Perú
Junio, 2022

RESUMEN

En el distrito de Carmen de La Frontera y alrededores, se originan eventos geodinámicos del tipo movimientos en masa (deslizamientos y flujos), así como inundaciones pluviales debido a la interacción entre los factores condicionantes o características físicas del territorio (geomorfología, pendientes y cobertura vegetal) y desencadenantes (precipitaciones pluviales), principalmente durante los meses de diciembre a abril cuando se registran las precipitaciones de mayor intensidad.

El CP. Sapalache, capital del distrito de Carmen de La Frontera y los caseríos Pulun, Salalá y Huar Huar se ubican en el extremo sur del límite distrital donde se ha identificado la presencia de zonas susceptibles a inundaciones pluviales y flujos de detritos que podrían afectar aproximadamente 23 has de zonas pobladas asentadas sobre terrenos llanos y laderas: En este sentido es necesario implementar un sistema de drenaje pluvial que evacúe las aguas pluviales a un colector principal y evitar la afectación de las viviendas, así como la remoción de materiales de ladera.

CONTENIDO

RESUMEN

1.- INTRODUCCIÓN

1.1.- Ubicación

1.2.- Clima

1.3.- Base topográfica

2.- METODOLOGÍA

2.1.- Recopilación de información

3.- GEOMORFOLOGÍA

4.- GEOLOGÍA

5.- GEODINÁMICA

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

1.- INTRODUCCIÓN

La Municipalidad del Distrito de Carmen de La Frontera (MDECF), solicitó apoyo técnico al Instituto Geofísico del Perú (IGP), para realizar la inspección geodinámica en las inmediaciones del CP. Sapalache y los caseríos Pulun, Salalá y Huar Huar. Para cumplir con lo solicitado, se realizó una inspección de campo de manera conjunta con representantes de la Oficina de Defensa Civil de la MDECF, llegándose a identificar y delimitar zonas susceptibles a inundaciones pluviales, flujos de detritos y deslizamientos ante la ocurrencia de precipitaciones intensas en el área de estudio. Asimismo, se procedió a recomendar los estudios técnicos específicos requeridos para determinar el nivel de peligro, así como la identificación de medidas de prevención y reducción del riesgo presente en la zona de estudio.

1.1.- Ubicación

El área de estudio comprende los caseríos Salalá, Pulun y Huar Huar, así como el C.P. Sapalache, lugares situados en el distrito de Carmen de La Frontera, departamento de Piura (Figura 1).

El acceso al área de estudio, desde la ciudad de Piura, se realiza en dirección hacia el oriente, a través de una vía asfaltada de buen estado de conservación, hasta el distrito de Canchaque, que comprende un recorrido de aproximadamente 146 km. A continuación, se recorren 69 km mediante vía afirmada en regular estado de conservación hasta llegar Huancabamba y finalmente, se continúa 21.4 km hacia el noreste por vía afirmada hasta el C.P. Sapalache (lugar desde donde se desplaza a los caseríos Pulun, Salalá y Huar Huar

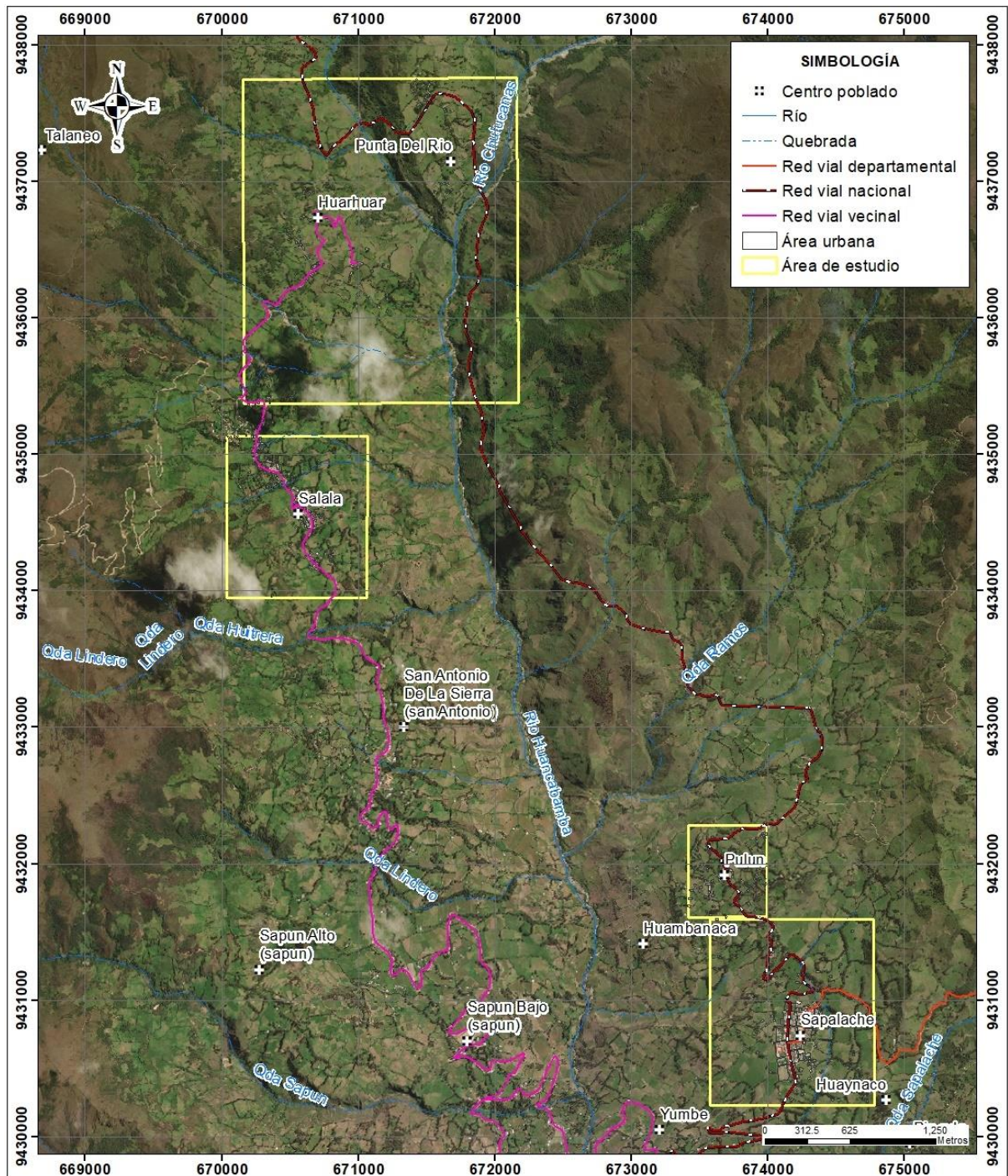


Figura 1.- Ubicación del área de estudio (Polígonos amarillos)

1.2.- Clima

Para determinar las condiciones climáticas del área de estudio, se han tomado los datos referenciales de la web del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) pertenecientes a la estación meteorológica Salalá (Latitud: 5°6'41.5" S, Longitud: 79°27'48.56" W, cota 2974 m.s.n.m.). Según la información registrada en esta estación, las temperaturas en el distrito de Carmen de La Frontera (caserío Salalá) fluctúan entre 7° y 18 °C; mientras que, las precipitaciones en el área de estudio se presentan en el periodo de diciembre a mayo. Durante este último mes, se ha alcanzado valores de 18.8 mm/día (Figura 2). De acuerdo al registro histórico, el máximo de precipitación se presentó el día 14 de octubre de 2013 con valores de 57.6 mm/día.

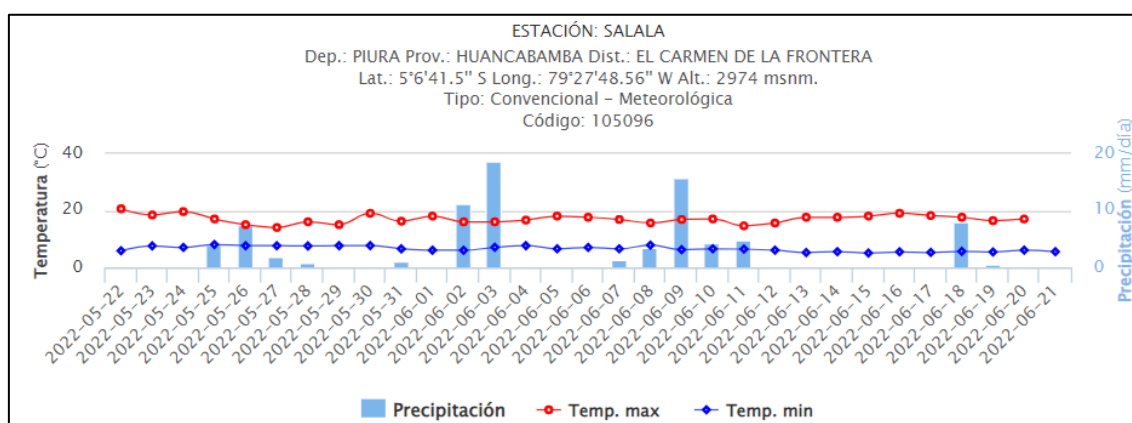


Figura 2: La estación meteorológica Salalá registra información de temperatura y precipitaciones de forma continua. (SENAMHI, 2022)

1.3.- Base topográfica

La base topográfica se obtuvo a partir de una imagen satelital del tipo radar denominada ALOS PALSAR (resolución altimétrica de 12.5 m) que fue procesada con los sistemas de información geográfica y así, generar curvas de nivel con resolución espacial de 10 m.

2.- METODOLOGÍA

La inspección geodinámica en el área de estudio se desarrolló en tres fases, que se describen a continuación:

Fase 1: Trabajos de gabinete para realizar la recopilación información de estudios geológicos y geodinámicos existentes para el área de estudio. Así como, el análisis de la información y elaboración de mapas preliminares del área de estudio para el cartografiado de campo.

Fase 2: Trabajo en campo para la identificación, delimitación y caracterización de los eventos geodinámicos ocurridos en el área de estudio, así como la identificación de áreas susceptibles a eventos geodinámicos.

Fase 3: Trabajos de gabinete para realizar el análisis e interpretación de la información recopilada en campo y elaboración de informe respectivo.

2.1.- Recopilación de la información

La información más relevante para el presente estudio fue extraída de la siguiente fuente:

- **Alfaro et al. (2014):** Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). Estimación de umbrales de precipitaciones extremas para la emisión de avisos meteorológicos.

El estudio detalla el cálculo de umbrales de precipitación usando datos de la red de estaciones meteorológicas del SENAMHI para el periodo 1964 – 2014, además, se describen los datos de la estación meteorológica Salalá que se ubica a 130 m al suroeste de la zona

urbana del caserío Salalá. Los valores de umbrales de lluvia descritos en ese documento son mostrados en la Tabla 1.

Tabla 1: Umbrales de precipitación para la estación Salalá (periodo 1964 – 2014)

UMBRALES DE PRECIPITACIÓN	CARACTERIZACIÓN DE LLUVIAS	UMBRALES CALCULADOS (ESTACIÓN SALALÁ)
RR/día > 99p	Extremadamente lluvioso	RR > 30.2 mm
95p < RR/día ≤ 99p	Muy lluvioso	18.1 mm < RR ≤ 30.2 mm
90p < RR/día ≤ 95p	Lluvioso	12.5 mm < RR ≤ 18.1 mm
75p < RR/día ≤ 90p	Moderadamente lluvioso	6.2 mm < RR ≤ 12.5 mm

3.- GEOMORFOLOGÍA

La geomorfología estudia las diferentes formas del relieve de la superficie terrestre (geoformas) y los procesos que las generan. A continuación, se describen las unidades geomorfológicas identificadas:

3.1.- Centro Poblado Sapalache

Las principales unidades geomorfológicas identificadas en el CP. Sapalache en base a sus características físicas y los procesos que las han originado son las siguientes:

Llanura aluvial: Consiste en una extensión de terreno moderadamente plana que ha sido generada por la acumulación de materiales de origen aluvial provenientes desde las laderas, sobre esta unidad geomorfológica se emplaza el área urbana del CP. Sapalache (Figura 3).



Figura 3.- Llanura aluvial donde se asienta el área urbana del CP. Sapalache

Loma: Unidad geomorfológica constituida por superficies elevadas de forma alargada con pendiente inferior a los 20° de inclinación. Esta unidad se ubica a 513 m al sureste de la zona urbana del CP. Sapalache (Figura 4).



Figura 4.- Loma (debajo de línea amarilla) ubicada hacia el extremo sureste del CP. Sapalache donde se han reconocido elevaciones

Ladera: Unidad geomorfológica constituida por superficies elevadas que conforman terrenos inclinados de montañas, presentan pendientes superiores a los 20° de inclinación. Esta unidad se ubica a 553 m al oeste de la zona urbana del CP. Sapalache (Figura 5).

Finalmente, en la Figura 6 se presenta el mapa de geomorfología del CP. Sapalache, elaborado con la información recolectada en campo.



Figura 5.- Laderas de montaña hacia el extremo occidental del CP. Sapalache

3.2.- Caserío Pulun

Las principales unidades geomorfológicas identificadas en el caserío Pulun en base a sus características físicas y los procesos que las han originado son las siguientes:

Llanura aluvial: Consiste en una extensión de terreno moderadamente plana que ha sido generada por la acumulación de materiales de origen aluvial provenientes desde las laderas, constituye la geoforma de menor elevación en el caserío de Pulun, siendo necesario implementar drenaje pluvial para la evacuación de las escorrentías superficiales durante la ocurrencia de lluvias intensas, sobre esta unidad se asienta el área urbana del caserío (Figura 7).

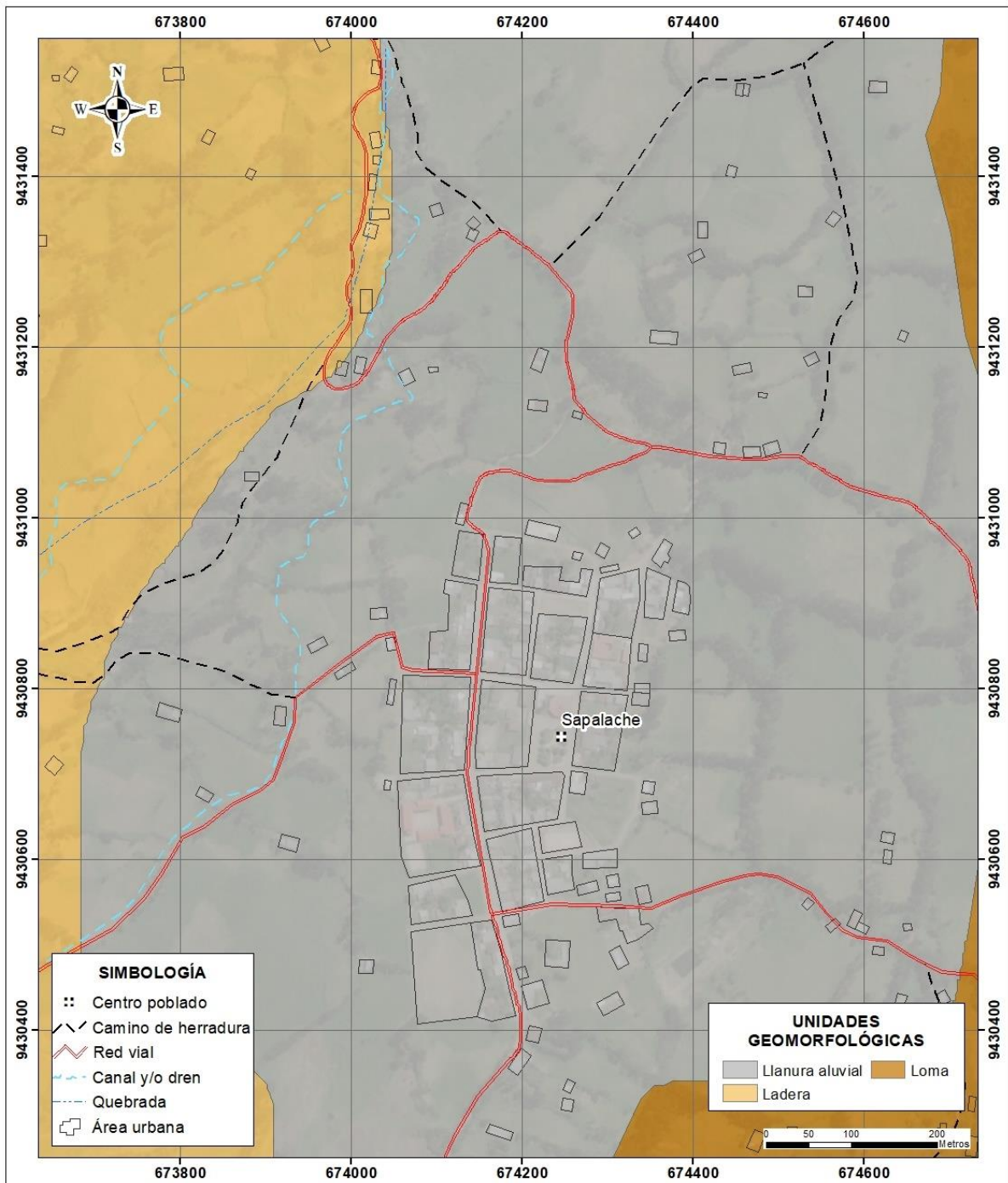


Figura 6.- Mapa geomorfológico del CP. Sapalache, donde la población se asienta principalmente sobre la unidad llanura aluvial.



Figura 7.- Llanura aluvial sobre la que se asienta el área urbana del caserío Pulun

Loma: Unidad geomorfológica constituida por superficies elevadas de forma alargada. Esta unidad se ubica hacia el extremo norte y oeste del caserío Pulun, presenta inclinaciones inferiores a los 20°, generando que las aguas de escorrentía superficial drenen hacia la zona urbana (Figura 8).



Figura 8.- Loma ubicada en la parte posterior de capilla del caserío Pulun, se aprecia desnivel topográfico superior a los 3 m.

Posterior a los trabajos de campo, se realizó el mapa de geomorfología del CP. Pulun, (Figura 9).

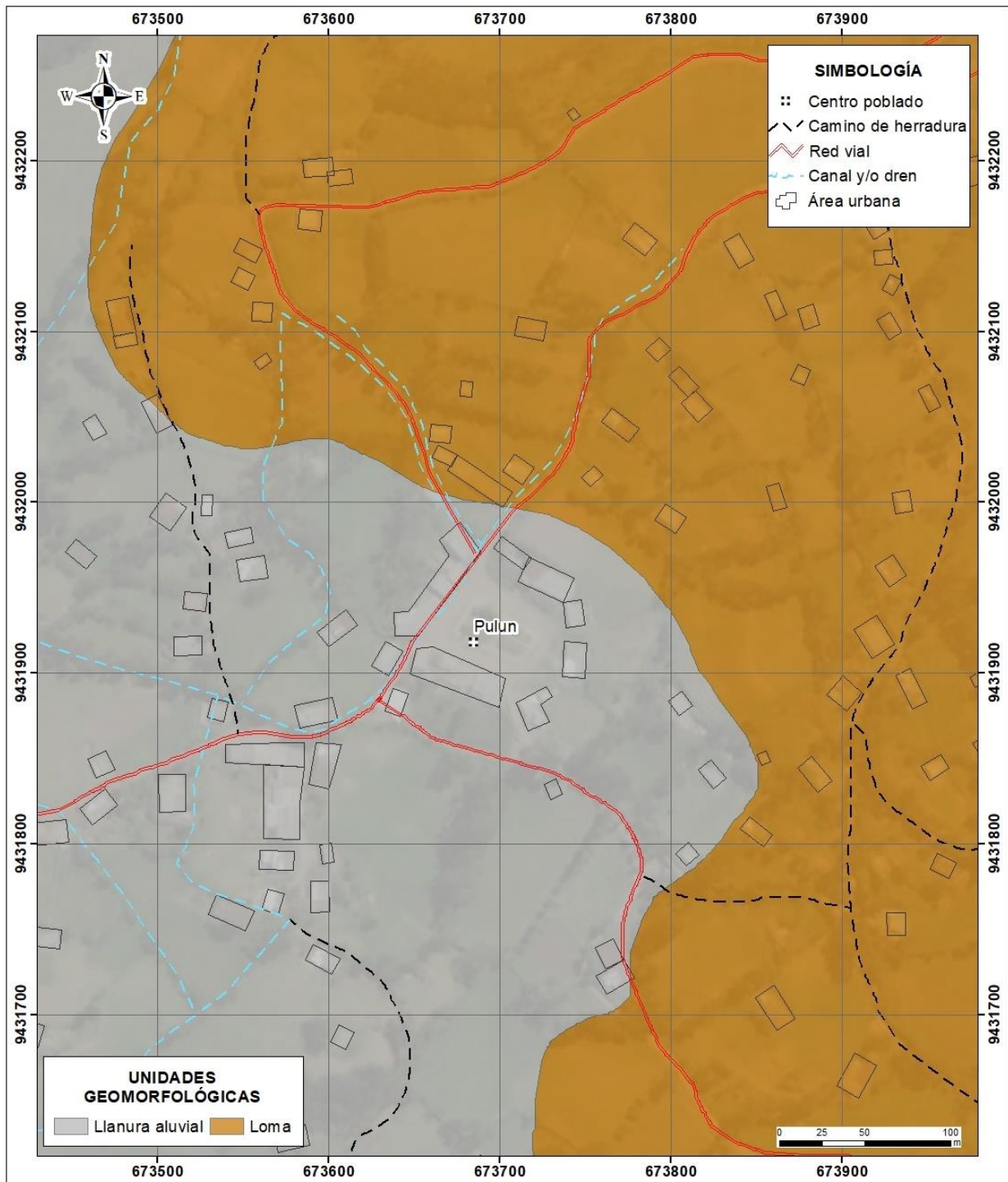


Figura 9.- Mapa geomorfológico del caserío Pulun, donde destaca que la mayor parte de la población se asienta sobre la unidad llanura aluvial.

3.3.- Caserío Salalá

Las principales unidades geomorfológicas identificadas en el Caserío Salalá en base a sus características físicas y los procesos que las han originado, se describen a continuación:

Ladera: Unidad geomorfológica constituida por superficies elevadas que conforman terrenos inclinados de montañas, presentan pendiente superior a los 20° de inclinación. Sobre esta unidad geomorfológica se asienta el área urbana del caserío Salalá (Figura 10).



Figura 10.- Caserío Salalá asentado sobre ladera de montaña

Cauce aluvial

Esta unidad geomorfológica comprende el cauce de las quebradas, específicamente el canal excavado por el flujo de agua a través de las laderas, esta unidad geomorfológica ha sido identificada a 83 m al norte de la zona urbana del caserío Salalá, en la quebrada del mismo nombre, se caracteriza por presentar agua de escorrentía de manera constante a lo largo del año (Figura 11).



Figura 11.- Cauce de la quebrada Salalá que conforma la unidad geomorfológica cauce aluvial

Las unidades geomorfológicas delimitadas en el caserío Salalá se muestran en la Figura 12:

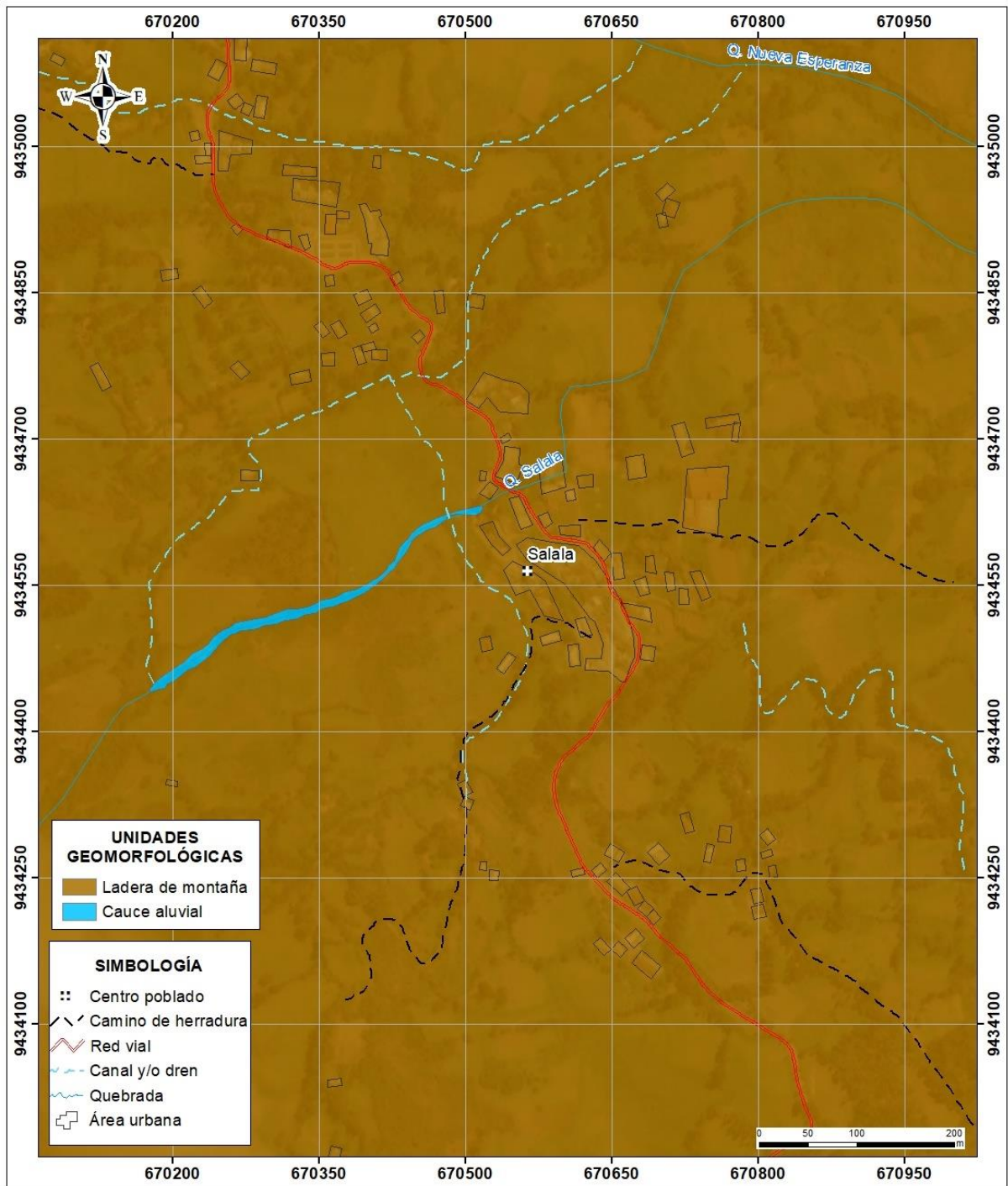


Figura 12.- Mapa geomorfológico del caserío Salalá, donde se destaca que la mayor parte de la población se asienta sobre laderas de montañas y contiguas a quebradas.

3.4.- Caserío Huar Huar

Las principales unidades geomorfológicas identificadas en el Caserío Huar Huar, en base a sus características físicas y los procesos que las han originado, se describen a continuación:

Cárcavas: Unidad constituida por surcos formados durante la ocurrencia de precipitaciones pluviales y flujos de agua se desplaza sobre zonas de ladera. Están conformados por suelos con matriz limo – arcillosa, generándose los procesos erosivos que dan lugar a dicha geoforma. Esta unidad ha sido identificada al sur de la IE N° 11473, contigua al camino que conduce a la parte baja de la ladera (quebrada Huar Huar Bajo). Es usado como canal de regadío con anchos variables de 0.50 – 2.00 m y profundidades de 0.20 m a 2.00 m, así como longitudes entre 250 y 300 m (Figura 13).



Figura 13.- Cárcava situada contigua a camino que conduce a sector Huar Huar Bajo

Cauce aluvial: Comprende el cauce de las quebradas, específicamente el canal excavado por el flujo de agua a través de las laderas. Está presente en las inmediaciones del área urbana del caserío Huar Huar, entre ellos la quebrada denominada Huar Huar Bajo (Figura 14).



Figura 14.- Quebrada ubicada en la parte baja del caserío Huar Huar, las líneas punteadas en color amarillo muestran la parte central de la quebrada.

Lecho fluvial: Comprende el cauce de los ríos Chulucanas y Huancabamba (Figura 15).



Figura 15.- Lecho fluvial del río Chulucanas en la parte baja del caserío Huar Huar

Loma: Constituida por superficies elevadas de forma alargada. Esta unidad se ubica hacia el extremo norte de la zona urbana de Huar Huar con inclinaciones menores a 20° y por ello, las las aguas de escorrentía superficial drenen hacia la zona urbana (Figura 16).

Ladera de montaña: Constituida por superficies elevadas que conforman terrenos inclinados de montañas, presentan pendiente superior

a los 20° de inclinación. Sobre esta unidad geomorfológica se asienta el área urbana del caserío Huar Huar (Figura 17).

Las unidades geomorfológicas reconocidas en el caserío Huar Huar se muestran en la Figura 18:



Figura 16.- Relieves ondulados (lomas) en los alrededores de Huar Huar



Figura 17.- Ladera de montaña sobre la cual se asienta el área urbana de Huar Huar

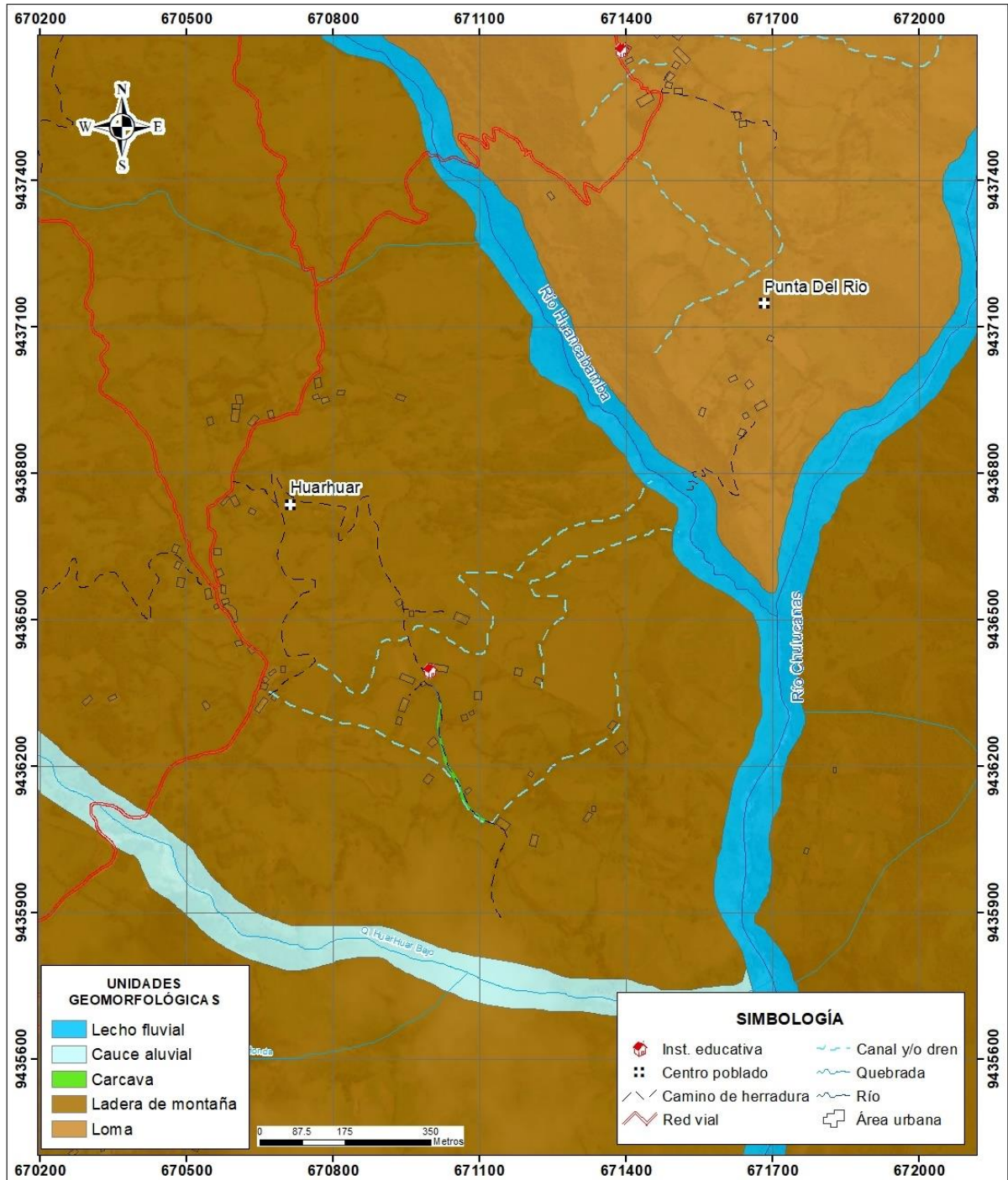


Figura 18.- Mapa geomorfológico del caserío Huar Huar, donde se destaca que la mayor parte de la población se asienta sobre laderas de montañas y contiguo a quebradas.

4.- GEOLOGÍA

El análisis de la geología regional ha sido desarrollado, en base a información geológica regional del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET, 2017) a escala 100,000 (Cuadrángulo Geológico de Huancabamba – hoja 11e); mientras que, para la geología local se ha desarrollado mediante el reconocimiento in situ, cuyas unidades geológicas se describen a continuación:

4.1.- Centro poblado Sapalache

Las principales unidades geológicas identificadas en dicho caserío se describen a continuación:

Volcánico Llama (Ti-vii) Consiste en brechas piroclásticas de naturaleza andesítica.

Depósitos aluviales (Qr-al): Consiste en materiales heterogéneos de origen aluvial, tales como clastos de roca, gravas, arenas y limos.

Las unidades geológicas antes descritas han sido cartografiadas en campo y representadas en el mapa geológico de la Figura 19.

4.2.- Caserío Pulun

La unidad geológica identificada en dicho caserío se describe a continuación:

Volcánico Llama (Ti-vii) Consiste en brechas piroclásticas de naturaleza andesítica, sobre esta unidad se asienta el área urbana del caserío Pulun y se encuentran cubiertos por materiales aluviales (Figura 20).

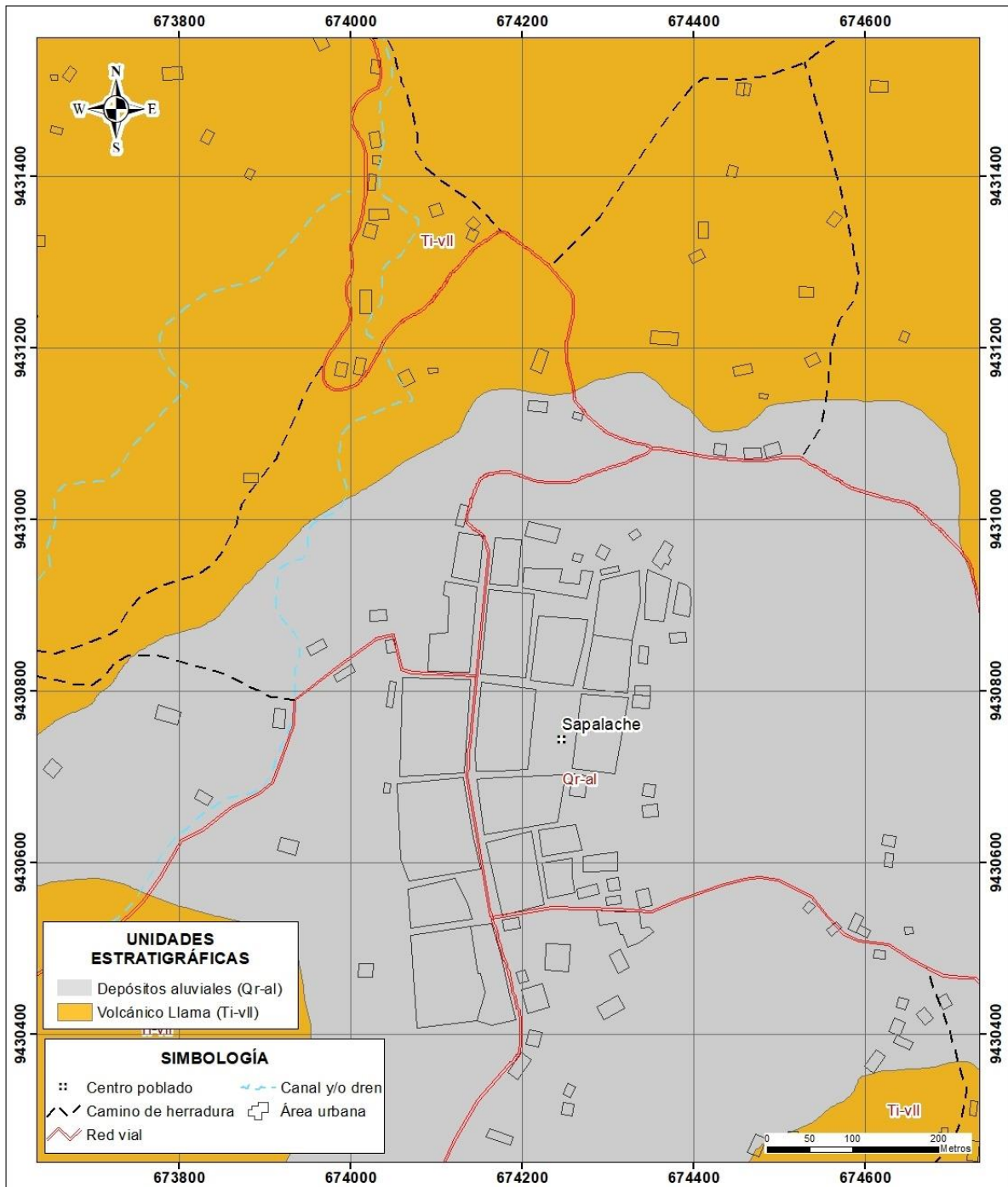


Figura 19.- Mapa geológico del centro poblado Sapalache

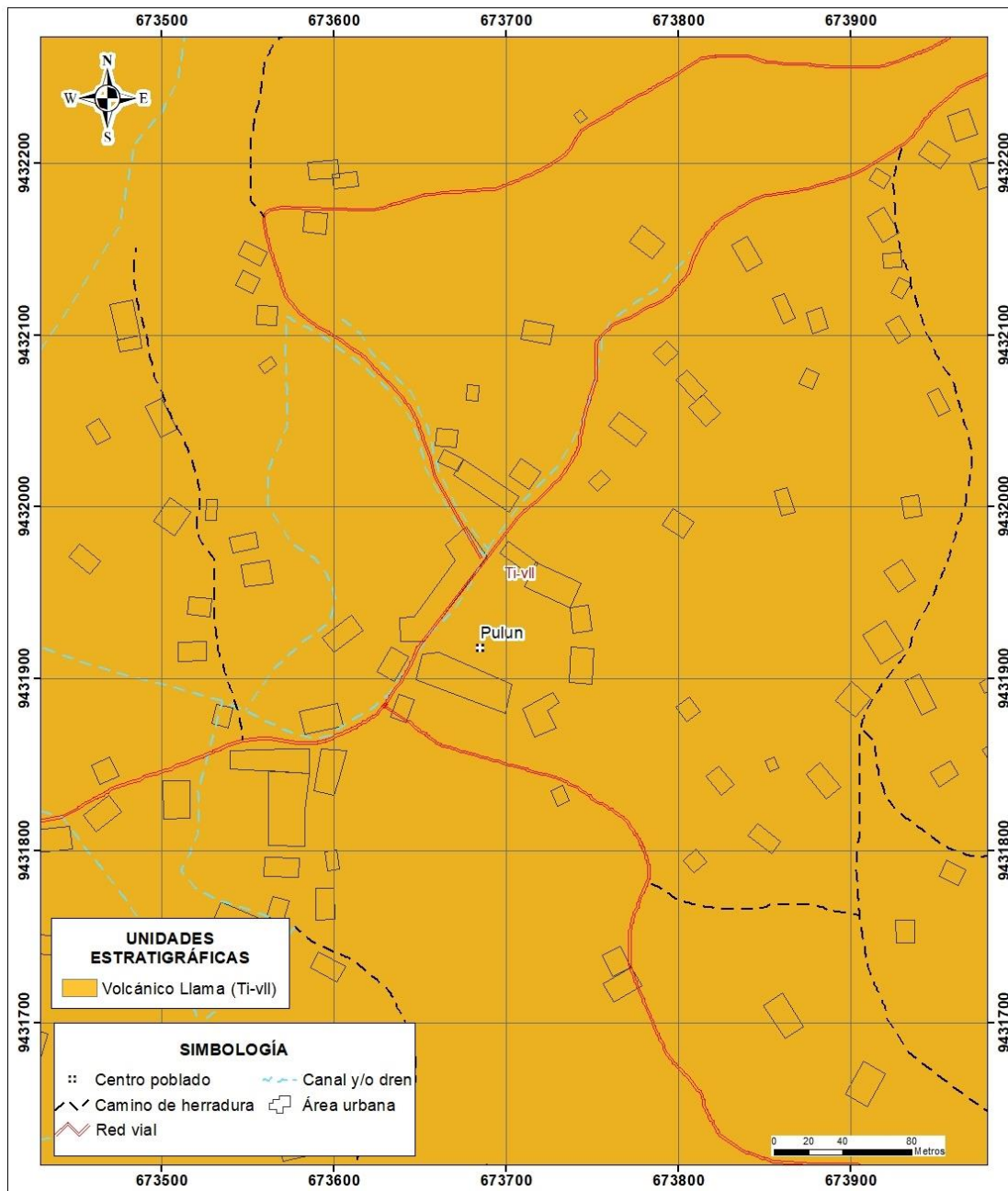


Figura 20.- Mapa geológico del caserío Pulun

4.3.- Caserío Salalá

Las principales unidades geológicas identificadas en el caserío Salalá se describen a continuación (Figura 21):

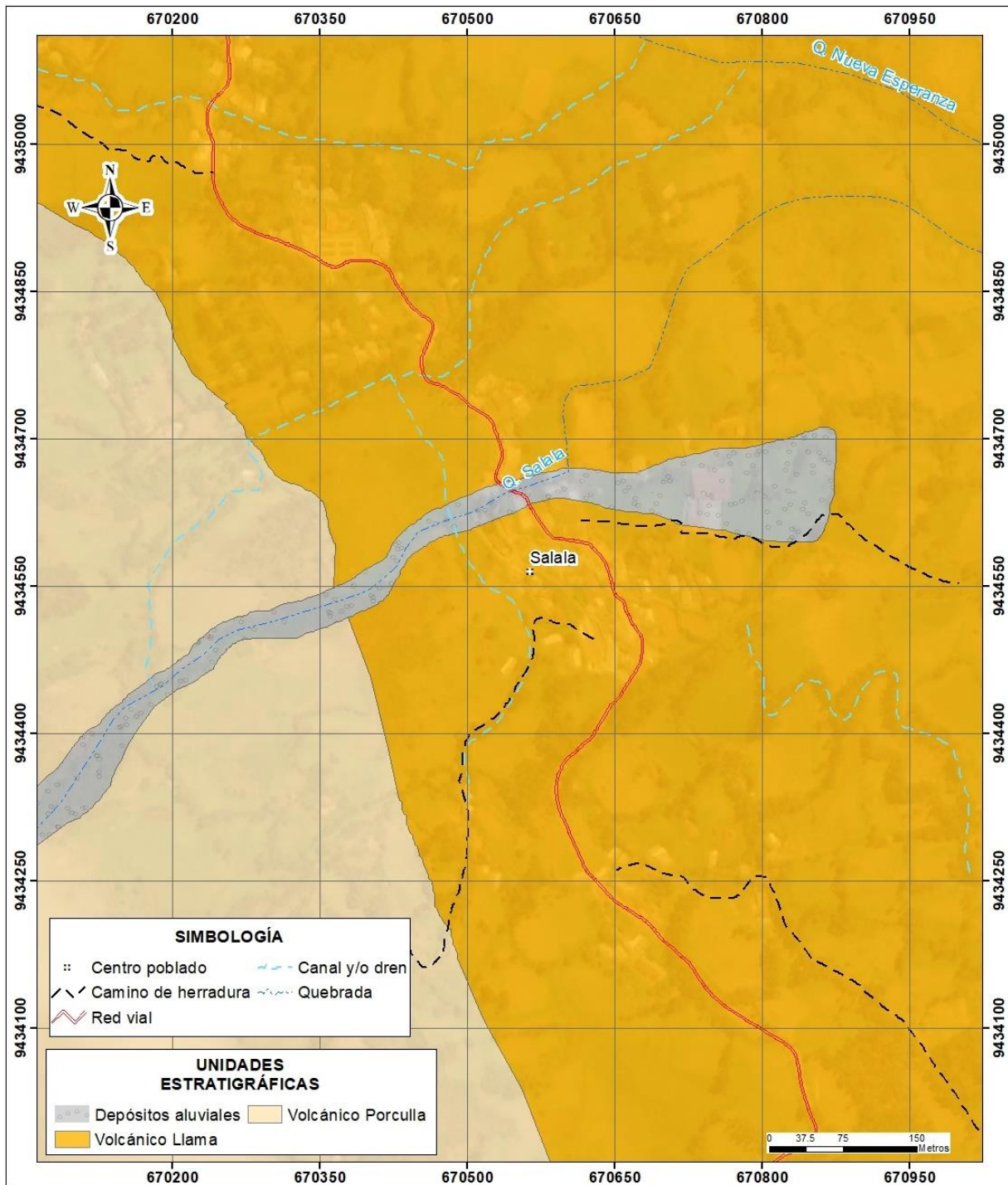


Figura 21.- Mapa geológico del caserío Salalá

Volcánico Llama (Ti-vii) Consiste en brechas piroclásticas de naturaleza andesítica, sobre esta unidad se asienta el área urbana del caserío Salalá.

Volcánico Porculla (Tim-vp) Consiste en tobas andesíticas con intercalaciones de brechas piroclásticas de naturaleza andesítica, afloran hacia el extremo occidental del área urbana del caserío Salalá.

Depósitos aluviales (Qr-al) Consiste en materiales recientes que han sido meteorizados y transportados por el flujo de agua a través del cauce de quebradas, han sido reconocidos en las inmediaciones del cauce de la quebrada Salalá.

4.3.- Caserío Huar Huar

Las principales unidades geológicas identificadas en el caserío Huar Huar se describen a continuación:

Volcánico Llama (Ti-vII) Consiste en brechas piroclásticas de naturaleza andesítica, esta unidad constituye el basamento rocoso del área urbana del caserío Huar Huar.

Volcánico Porculla (Tim-vp) Consiste en tobas andesíticas con intercalaciones de brechas piroclásticas de naturaleza andesítica que se ubican hacia los extremos occidental y oriental de la zona urbana del caserío Huar Huar.

Depósitos fluviales (Qr-fl) Consiste en materiales recientes que han sido meteorizados y transportados a través del cauce de los ríos, generalmente están conformados por bloques de roca, gravas y arena. Esta unidad geológica ha sido identificada en los cauces de los ríos Huancabamba y Chulucanas.

Depósitos coluviales (Qr-fl) Consiste en materiales recientes que han sido meteorizados y depositados sobre las laderas o cauce de quebradas,

están conformados por clastos de roca, arenas, limos y arcillas. Sobre esta unidad geomorfológica se ubica el área urbana del caserío Huar Huar.

A continuación, en la Figura 22 se presenta el mapa geológico del caserío Huar Huar:

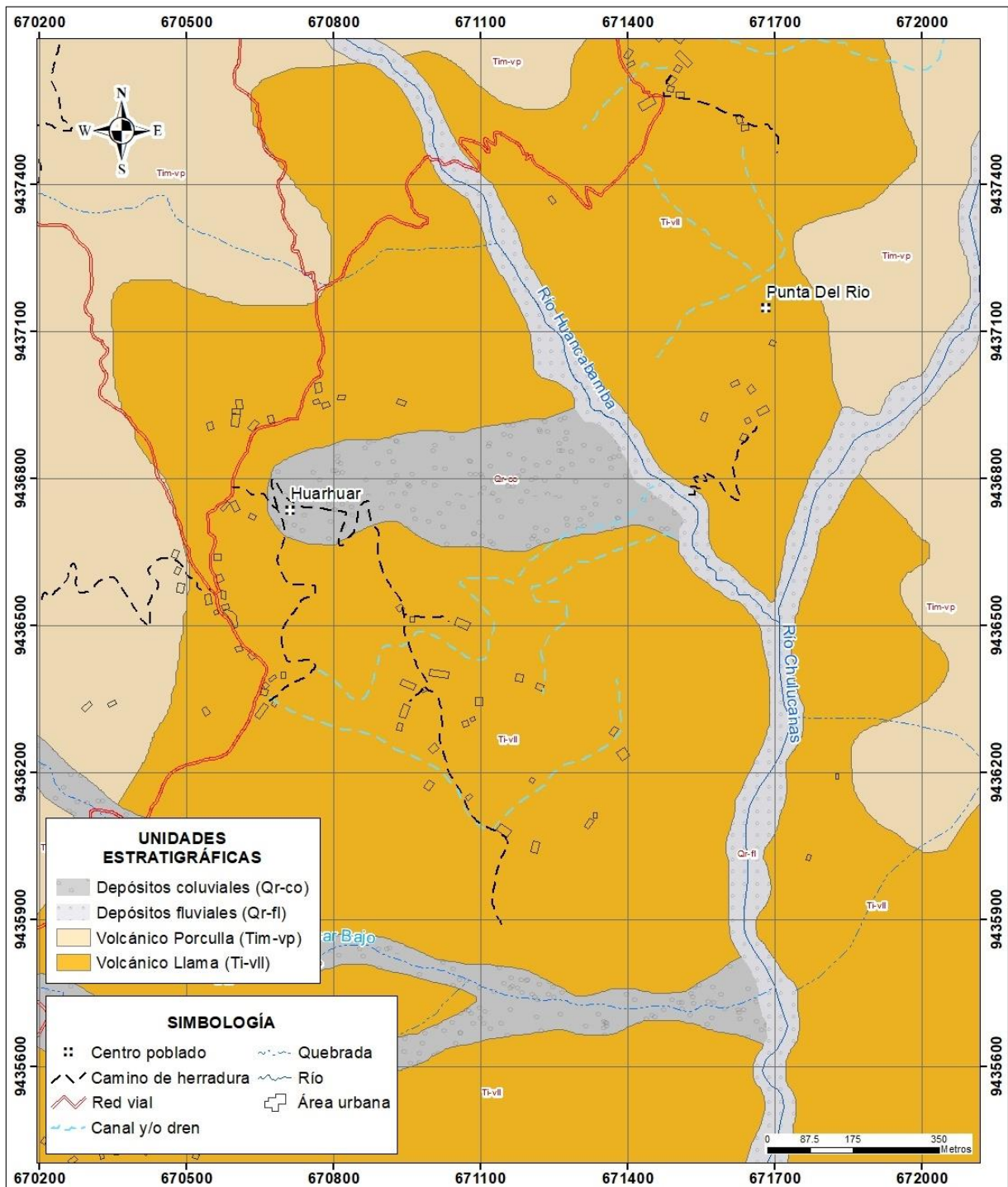


Figura 22.- Mapa geológico del caserío Huar Huar

5.- GEODINÁMICA

La Geodinámica estudia los fenómenos geológicos que provocan modificaciones en la superficie terrestre producto de la interacción de procesos geológicos (internos y externos) que originan cambios físicos, químicos y/o morfológicos que alteran y modifican el relieve actual. Durante la inspección de campo se recorrieron el poblado Sapalache, así como los caseríos Pulun, Salalá y Huar Huar, siendo los eventos geodinámicos identificados los siguientes:

5.1.- Centro Poblado Sapalache

Los eventos geodinámicos identificados en este caserío son:

Inundaciones pluviales: Evento que resulta de la acumulación de aguas provenientes de las precipitaciones pluviales en las partes bajas o de menor pendiente (depresiones). En general, se presentan cuando el terreno se ha saturado y el agua de lluvia excedente comienza a acumularse, pudiendo permanecer horas o días. Las zonas susceptibles a este tipo de eventos han sido identificado y delimitado con ayuda de los pobladores y provienen de las laderas ubicadas en el extremo norte hacia la zona urbana, afectando la vía de acceso Sapalache - Pulun y casa de rondas (Figuras 23 y 24).



Figura 23.- Áreas afectadas por inundación pluvial, las escorrentías superficiales durante los periodos de lluvias intensas recorren desde la parte superior (imagen de izquierda) hasta la zona urbana al CP. Sapalache (imagen de la derecha)



Figura 24.- Inundación pluvial en la vía de ingreso principal desde Pulun al CP. Sapalache que afecta la casa de rondas del poblado en épocas de ocurrencia de lluvias intensas, además, se evidenció como medida de prevención la instalación de geobolsas en el portón de ingreso

Finalmente, las zonas susceptibles y afectadas por inundaciones pluviales se cartografiaron y generó un mapa geodinámico de este poblado (Figura 25).

5.2.- Caserío Pulun

Los eventos geodinámicos identificados en el caserío Pulun son:

Inundación pluvial: Ante la ocurrencia de las precipitaciones pluviales intensas durante los meses de diciembre – abril, principalmente durante los eventos hidrometeorológicos extremos (evento El Niño y Niño Costero) se producen aguas de escorrentía que se acumulan en zonas de baja pendiente, generando inundaciones de origen pluvial. Se ha identificado que, las aguas de escorrentía provienen de los extremos noroeste y noreste del caserío Pulun, afectando la casa de rondas y parte posterior de la capilla que se encuentran en terrenos inclinados y debido a la deficiencia de drenaje pluvial.

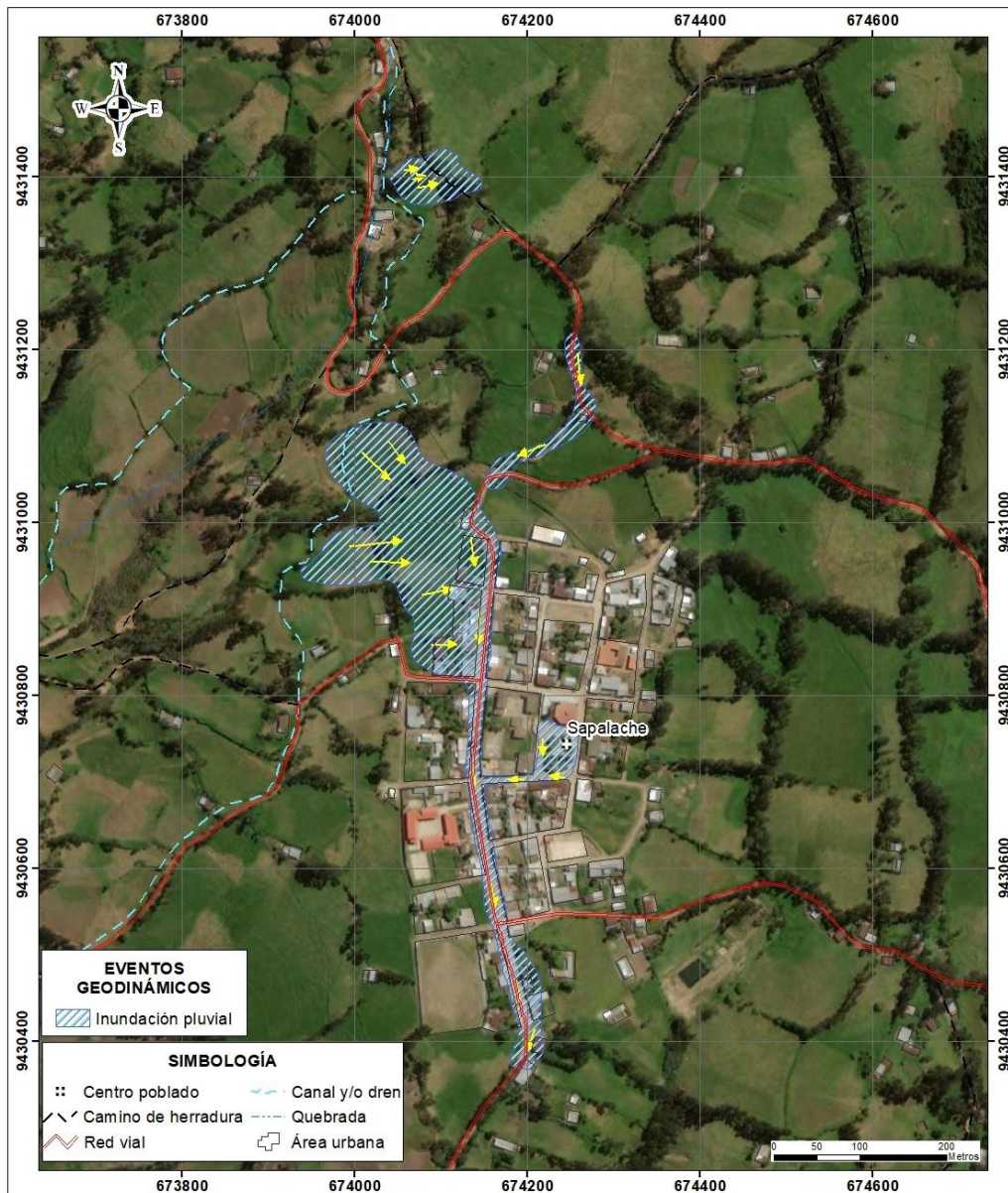


Figura 25.- Áreas susceptibles a la ocurrencia de inundaciones pluviales durante la ocurrencia de lluvias intensas

Cabe señalar que, en la parte posterior de la capilla se encuentra un muro de concreto, debajo de una ladera, a través del cual ingresa agua hacia la iglesia, además, se ha reconocido que los ambientes internos no cuentan con canaletas en los techos para derivar el agua hacia el perímetro externo, generando que se acumule agua dentro de la infraestructura (Figura 26).

Respecto a la casa de rondas campesinas, se ha identificado que se ubica sobre una depresión y contigua a una vía de acceso con inclinación hacia

la plaza del caserío, generando que las aguas de escorrentía ingresen hacia dicho predio, además, los techos no tienen canaletas, contribuyendo a la generación de inundaciones pluviales (Figura 27).



Figura 26.- Muro de concreto ubicado detrás de capilla del caserío Pulun mostrando áreas de acumulación de agua

Finalmente, las zonas susceptibles y afectadas por inundaciones pluviales se cartografiaron y generó un mapa geodinámico de este poblado (Figura 28).



Figura 27.- Escorrentías superficiales generadas en épocas de precipitación que se desplazan por efecto de la inclinación del terreno con dirección a la plaza del caserío Pulun, entre la infraestructura afectada se reconoció la casa de rondas debido a que se encuentra en zona de depresión y el techo no cuenta con canaletas de drenaje

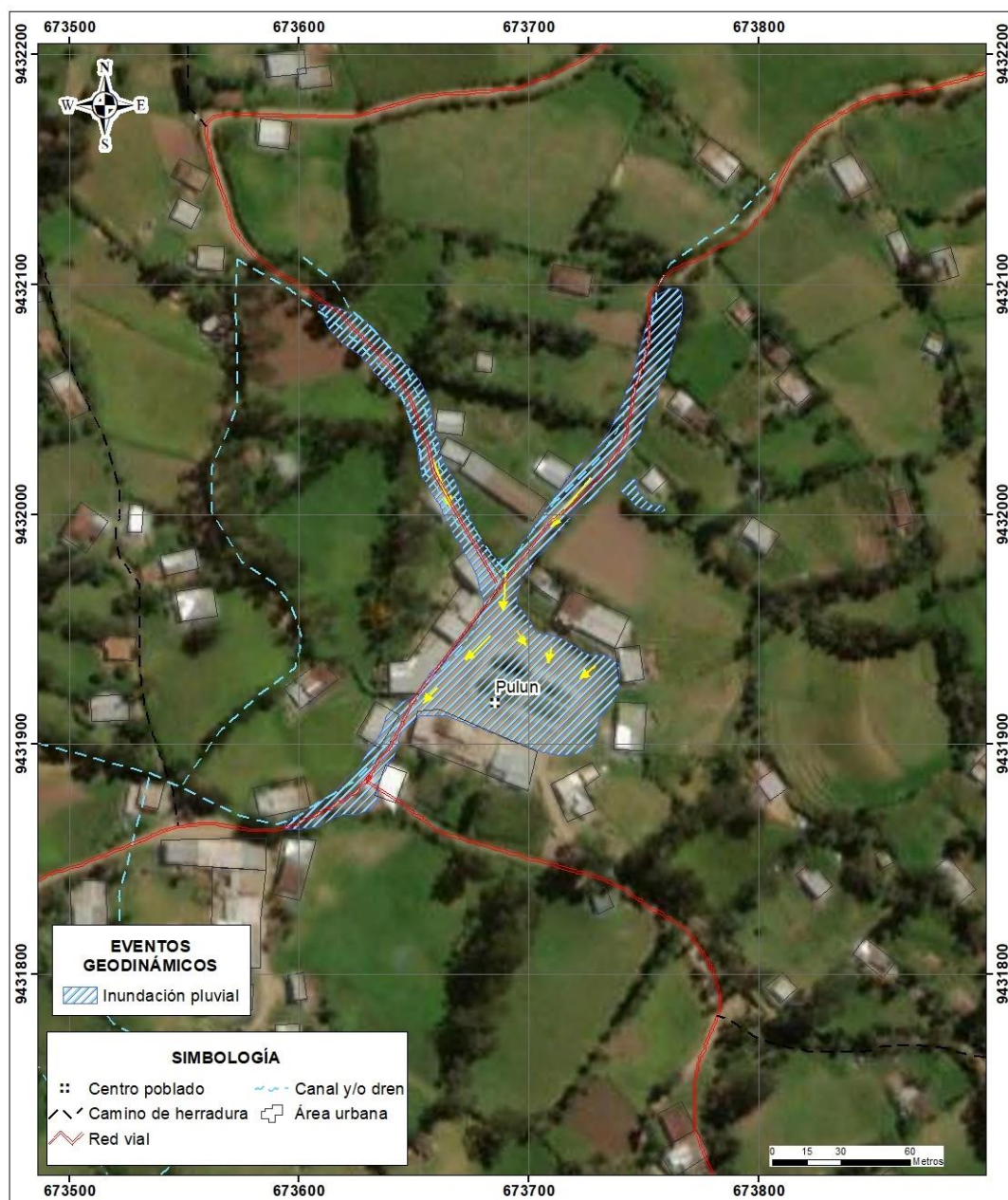


Figura 28.- Áreas susceptibles a la ocurrencia de inundaciones pluviales en el caserío Pulun que fueron reconocidas con apoyo de los pobladores tomando como referencia las lluvias del año 2017 (evento Niño Costero)

5.3.- Caserío Salalá

Los eventos geodinámicos identificados en ese sector son:

Flujo de detritos: Es un flujo muy rápido a extremadamente rápido de detritos saturados, no plásticos que transcurre principalmente confinado a lo largo de un canal o cauce de pendiente pronunciada, en su trayecto incorporan gran cantidad de materiales saturados en el cauce de

quebradas y finalmente son depositados en abanicos o zonas de baja pendiente.

Se ha identificado que, hacia el extremo occidental de la zona urbana del caserío Salalá se ubica una quebrada que se activa durante el periodo de lluvias (diciembre – abril), de acuerdo con testimonio de los pobladores, el 3 de marzo del 2022 se generó un flujo de detritos que afectó 3 viviendas y el colegio Señor de Los Milagros (Figuras 29, 30 y 31).



Figura 29.- Quebrada Salalá ubicada en el extremo occidental de la zona urbana del caserío en mención.

5.4.- Caserío Huar Huar

Los eventos geodinámicos identificados en ese sector son:

Reptación de suelos: Consiste en movimientos muy lentos a extremadamente lentos del suelo subsuperficial sin una superficie de falla definida. Generalmente, el movimiento es de unos pocos centímetros al año y afecta a grandes áreas de terreno, su génesis se atribuye a la presencia de las precipitaciones pluviales que originan la infiltración del

agua al subsuelo y por ende procesos de humedecimiento y secado en suelos, usualmente, muy blandos o alterados.



Figura 30.- La imagen superior muestra la dirección del flujo aguas abajo que afecta 3 viviendas y la institución educativa Señor de Los Milagros (imagen inferior)

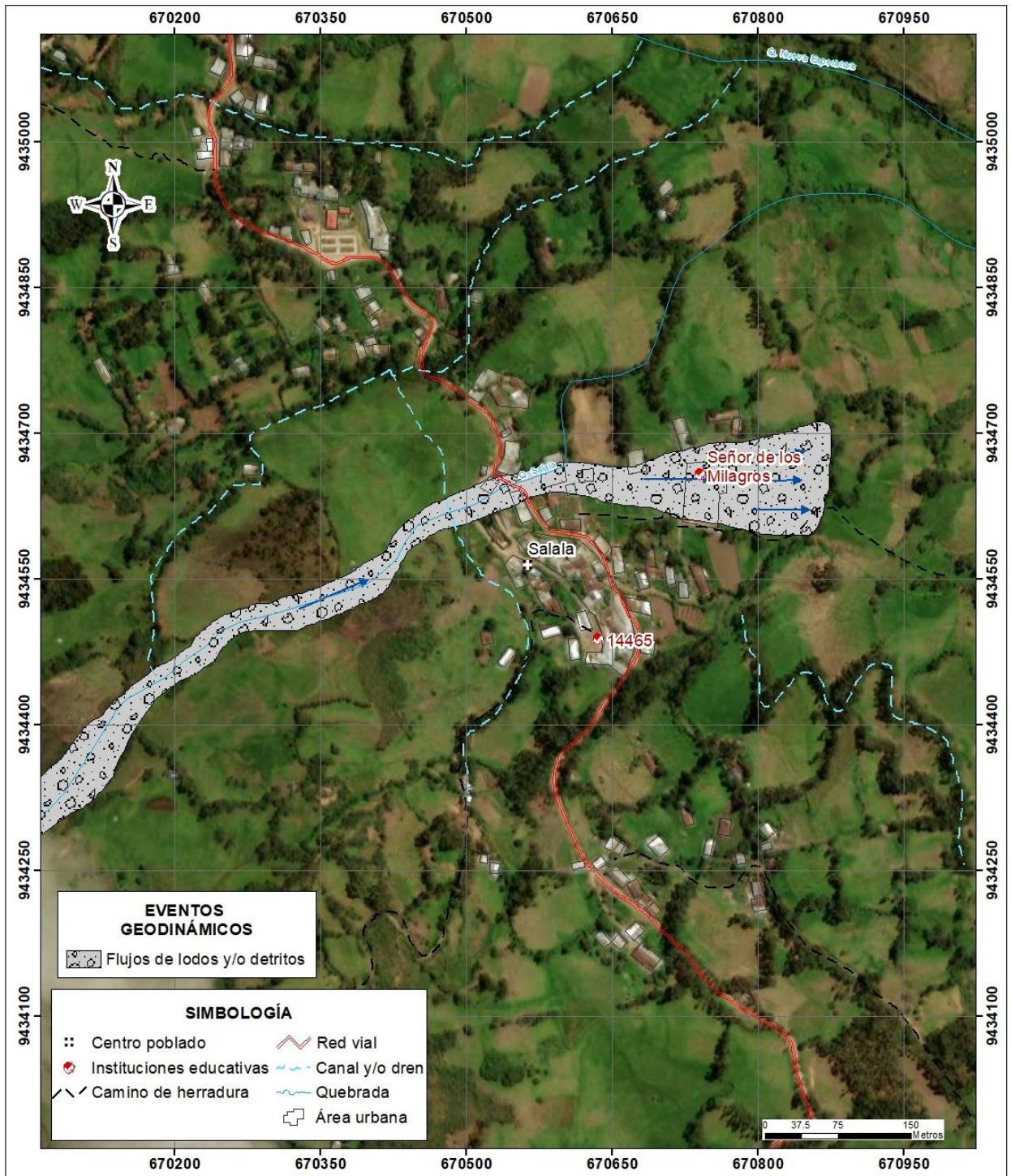


Figura 31.- Flujo de detritos generado en la quebrada Salalá el 03-03-2022 que afectó tres viviendas y la institución educativa Señor de Los Milagros

Generalmente, estos fenómenos han sido reconocidos en los alrededores de bofedales u oconales donde se producen cambios de volumen por variación de la temperatura, originando la reptación. Además, presentan un relieve ondulado del terreno, con evidencias de concentración de humedad, troncos de los árboles inclinados, desplazamiento de cercas, inclinación de postes, agrietamiento de edificaciones, entre otros (PMA, 2007).

Estas zonas han sido reconocidas sobre una ladera cubierta por materiales limo – arcillosos con pendiente aproximada de 20° de inclinación que se ubica a 400 m al noroeste de la IE N° 14473. Es visible por la presencia de agua superficial a través de canales de derivación a gravedad que no cuentan con revestimiento (Figura 32).



Figura 32.- Ladera susceptible a reptación de suelos debido a la saturación de los suelos durante la ocurrencia de precipitaciones intensas

Deslizamiento: Es un movimiento, ladera abajo, de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla, o de una delgada zona en donde ocurre una gran deformación cortante (PMA, 2007).

En las inmediaciones del caserío Huar Huar se han reconocido zonas susceptibles a deslizamientos sobre laderas de pendiente superior a los 20° de inclinación que se encuentran saturadas y cubiertas por suelos limo – arcillosos y contiguos a zonas agrícolas, como evidencia de dichos deslizamientos se ha identificado la presencia de grietas y asentamientos de los suelos, así como la remoción de los materiales pendiente abajo. Los deslizamientos reconocidos se ubican a 270 m al norte y a 330 m al sureste de la IE N° 14473 que afectan aproximadamente 9 Has de terrenos agrícolas (Figuras 33 y 34).



Figura 33.- Escarpe principal de deslizamiento de suelos que cubre un área de 0.8 Has y se ubica en terrenos adyacentes a actividades agrícolas situadas a 330 m al sureste de la institución educativa 14473

Caída de suelos o derrumbe: Son aquellos eventos geodinámicos que se presentan tanto en terrenos rocosos muy fracturados como en suelos, originando “zonas de arranque”, desde irregulares, hasta circulares, de dimensiones variables, desde pocos metros a decenas de metros; algunos son de gran dimensión que constituyen depósitos de materiales inconsolidados, en la parte baja de una ladera. Este tipo de eventos han sido reconocidos a 500 m al sur de la IE N° 14473 y en las inmediaciones de la quebrada Huar Huar Bajo (Figura 35).



Figura 34.- Asentamientos diferenciales de los suelos con desniveles de 0.50 m que han sido identificados sobre laderas situadas a 900 m al norte de la institución educativa 14473, entre los efectos reconoció una vivienda precaria con grietas en su estructura



Figura 35.- Caída de suelos o derrumbes sobre laderas ubicadas alrededor de caserío Huar Huar, la figura muestra evento a 500 m al sureste de la institución educativa N°14473

Finalmente, las zonas susceptibles y afectadas deslizamientos, caída de suelos o derrumbes y reptación de suelos se cartografiaron y generó un mapa geodinámico de este caserío (Figura 36).

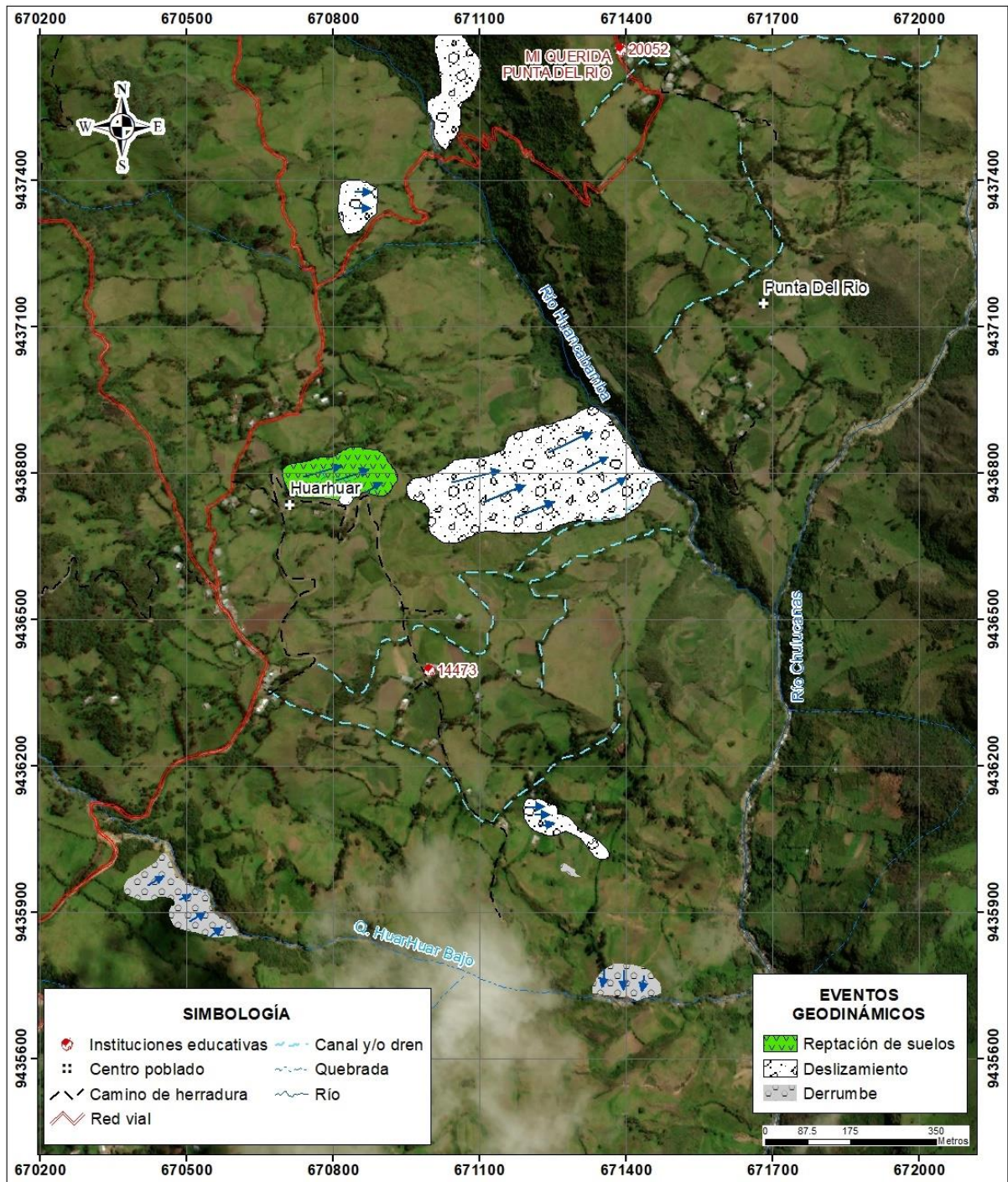


Figura 36.- Eventos geodinámicos reconocidos en el caserío Huar Huar

CONCLUSIONES

- El centro poblado de Sapalache y el caserío Pulun, se asientan sobre geoformas llanas o planas (planicies o terrazas aluviales) con presencia de ligeras ondulaciones hacia los alrededores, generando que las escorrentías superficiales se desplacen hacia zona de baja pendiente (depressiones) susceptibles a inundaciones pluviales.
- Los caseríos Salalá y Huar Huar se asientan sobre laderas de montaña que presentan pendiente superior a los 20° de inclinación y se encuentran interceptadas por quebradas constituyen zonas susceptibles a movimientos en masa (flujos y deslizamientos, respectivamente) durante la ocurrencia de precipitaciones intensas.
- El substrato rocoso de los lugares en estudio principalmente corresponde a rocas volcánicas del tipo brechas y piroclastos del volcánico Llama que presentan algunos afloramientos en la zona de estudio; sin embargo, mayormente han sido cubiertas por materiales Cuaternarios de origen aluvial, fluvial y coluvial.
- Durante la inspección de campo en el centro poblado Sapalache, se han identificado zonas susceptibles a inundaciones pluviales que podrían afectar zonas urbanas en una extensión de 5 Has aproximadamente.
- En el caserío Pulun se han reconocido zonas de escorrentía superficial que podría generar inundaciones pluviales en zonas de baja pendiente debido a la ausencia de un sistema de drenaje pluvial; entre las zonas afectadas se ha reconocido la casa rondas y la capilla del caserío por encontrarse en la parte baja de terrenos con

inclinación y la inexistencia de canaletas de drenaje en los techos de estas estructuras.

- Los canales de irrigación ubicados en el caserío Pulun presentan tramos en estado crítico y están colmatados con materiales de escombros acarreados durante la época de precipitaciones pluviales intensas, generando desborde del agua en las inmediaciones de las vías de acceso.
- El caserío de Salalá se encuentra expuesto a flujos de detritos debido a la activación de la quebrada del mismo nombre que se sitúa hacia el extremo occidental del área urbana, como evidencia de este fenómeno, se ha registrado el flujo ocurrido en el mes de marzo del presente año que afectó tres viviendas y la institución educativa Señor de Los Milagros.
- La ladera donde se asienta el caserío Huar Huar se encuentra afectada por movimientos en masa del tipo deslizamientos, derrumbes o caída de suelos y reptación de suelos debido a la presencia del agua en épocas de precipitaciones intensas y el desarrollo de actividades agrícolas que en conjunto generan la saturación del suelo e inestabilidad.

RECOMENDACIONES

Se recomiendan las siguientes acciones:

- En el poblado Sapalache es importante implementar un sistema de drenaje pluvial integral para derivar las aguas pluviales provenientes de la vía Pulun - Sapalache y evitar la afectación de la vía de acceso, así como a las viviendas.
- Realizar la limpieza y descolmatación de canales, drenes y alcantarillas empleadas en el caserío Sapalache para la evacuación de aguas pluviales.
- En el caserío Pulun se debe implementar un sistema de drenaje pluvial integral para evitar la generación de inundaciones pluviales en el área urbana, considerando canales de derivación en la parte posterior de la capilla (encima de muro de contención) y casa de rondas, así como la implementación de canaletas en los techos de la casa de rondas y capilla del caserío.
- Es necesario evaluar el dimensionamiento del canal de irrigación ubicado en las inmediaciones del caserío Pulun debido a que en época de precipitaciones supera su capacidad de volumen y se desborda en algunos tramos, asimismo, se sugiere evitar la colmatación de este.
- En la quebrada Salalá se deben implementar sistemas de retención en su cauce para fragmentar los flujos de detritos y retener los bloques de roca y clastos heterogéneos en la parte media de la microcuenca, estructuras que deben ubicarse en función a un diseño hidráulico de detalle.

- En las laderas del caserío Huar Huar afectadas por deslizamientos, caída de suelos y reptación de suelos implementar canales de coronación para evacuar las aguas pluviales y disminuir la infiltración del agua hacia el subsuelo.
- Emplear sistemas de riego tecnificado en laderas inestables que se vienen desarrollando actividades agrícolas en el caserío Huar Huar.
- Las viviendas en proceso de construcción, deben implementar sobrecimientos y el nivel de piso terminado con cota superior a las vías de acceso, para evitar inundaciones.

BIBLIOGRAFÍA

Alfaro et al. (2014). Estimación de umbrales de precipitaciones extremas para la emisión de avisos meteorológicos, Boletín Técnico SENAMHI, pp135.

Proyecto Multinacional Andino (PMA): Geociencias para las Comunidades Andinas. 2007. Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional, No. 4, 432 p.

