



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente



# INSPECCIÓN GEODINÁMICA EN LOS CASERIOS MAMAYACO Y HUALCAS

(Distrito Salitral - Provincia Morropón - Región Piura)

Informe Técnico N°031-2022/IGP CIENCIAS DE LA TIERRA SÓLIDA



Lima – Perú  
Setiembre, 2022

## **Instituto Geofísico del Perú**

Presidente Ejecutivo: Hernando Tavera

Director Científico: Edmundo Norabuena

## **Informe Técnico**

Inspección Geodinámica en los caseríos Mamayaco y Hualcas  
(Distrito Salitral, Provincia de Morropón y Departamento de 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 LOS CASERÍOS  
MAMAYACO Y HUALCAS**

**(Distrito Salitral, Provincia de Morropón y Región de Piura)**

Lima – Perú  
Setiembre, 2022

## **RESUMEN**

En la localidad de Salitral y alrededores se originan eventos geodinámicos del tipo inundaciones fluviales, 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.

Entre las zonas afectadas se tienen los caseríos Mamayaco y Hualcas que se ubican en el extremo sureste del distrito de Salitral, en ambos lugares se han identificado zonas susceptibles a inundaciones fluviales que podrían afectar a aproximadamente 14 Has de zona urbana y aproximadamente 67 Has de terrenos agrícolas (30 Has pertenecen al caserío Mamayaco y 37 al caserío Hualcas); por lo tanto, es necesario implementar medidas de prevención y reducción de riesgo para evitar efectos en la población, viviendas e infraestructura.

Asimismo, se identificaron quebradas inactivas, susceptibles a flujos de detritos que descienden desde las laderas y afectan viviendas ubicadas en el extremo suroeste y suroriental de los caseríos Hualcas y Mamayaco, respectivamente.

## **CONTENIDO**

### **RESUMEN**

- 1.- INTRODUCCIÓN**
  - 1.1.- Ubicación
  - 1.2.- Clima
  - 1.3.- Base topográfica
  
- 2.- METODOLOGÍA**
  
- 3.- GEOMORFOLOGÍA**
  
- 4.- GEOLOGÍA**
  
- 5.- GEODINÁMICA**

### **CONCLUSIONES**

### **RECOMENDACIONES**

### **BIBLIOGRAFIA**

## **1.- INTRODUCCIÓN**

La Municipalidad Distrital de Salitral (MDS), solicitó apoyo técnico al Instituto Geofísico del Perú (IGP), para realizar la inspección geodinámica en las inmediaciones de los caseríos Mamayaco y Hualcas, debido a que recurrentemente son afectados principalmente por el desborde de los ríos y quebradas aledañas.

Para cumplir con lo solicitado por la MDS, se realizó una inspección de campo de manera conjunta con representantes de Defensa Civil de dicha municipalidad y pobladores, llegándose a identificar y delimitar zonas susceptibles a inundaciones fluviales y pluviales, así como flujos de detritos 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 y elaboración de escenarios de riesgo, 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 Mamayaco y Hualcas, lugares situados en el extremo suroriental del distrito de Salitral, provincia de Morropón y departamento de Piura (Figura 1).

El acceso al área de estudio, desde la ciudad de Piura, se realiza en dirección hacia el sureste, a través de una vía asfaltada de buen estado de conservación, hasta la localidad de Serrán, que comprende un recorrido de aproximadamente 117 km. A continuación, se recorren aproximadamente 20 km hacia los caseríos de Hualcas y Mamayaco a través de vía afirmada en regular estado de conservación.

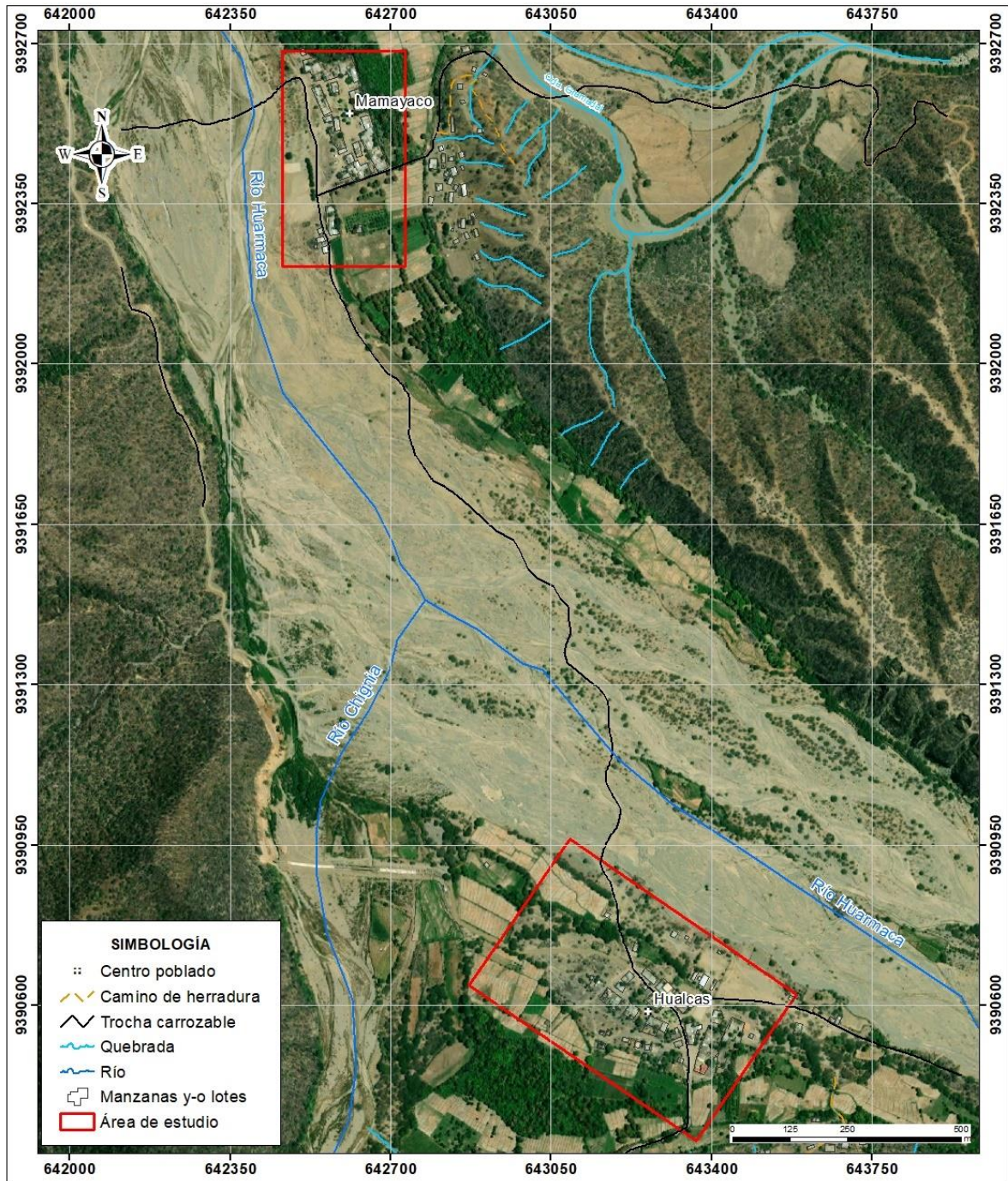


Figura 1.- Ubicación de los caseríos Mamayaco y Hualcas (polígonos de color rojo)

## 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 Malacasi (Latitud: 5°20'23.19" S, Longitud: 79°51'28.59" W, cota 153 m.s.n.m.). Según la información registrada en esta estación las temperaturas en Salitral (23 km al noroeste del caserío Mamayaco) durante el mes de agosto del presente año fluctúan entre 21° y 31 °C (Figura 2).

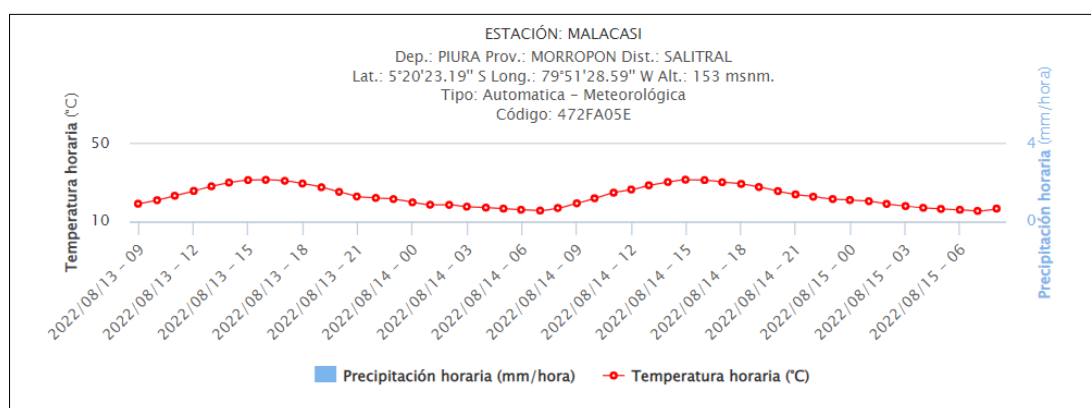


Figura 2: La estación meteorológica Malacasi registra información de temperatura de forma continua, correspondiente al mes de agosto 2022 (SENAMHI, 2022),

De acuerdo con los datos meteorológicos de dicha estación, las precipitaciones en el área de estudio se presentan entre el periodo diciembre – abril, siendo el registro histórico máximo de precipitaciones el día 25 de marzo de 2017 con valores de 143.1 mm/día.

## 1.3.- Base topográfica

La base topográfica se obtuvo mediante la elaboración de un modelo de elevación (imagen satelital del tipo radar denominada ALOS PALSAR (resolución altimétrica de 12.5 m) que fue procesada con los sistemas de información geográfica para 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.

### **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 en el área de estudio:

#### **3.1.- Caserío Mamayaco**

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

**Abanico aluvial:** Constituye una superficie inclinada (pendiente comprendida entre 10° a 15°) que tiene forma de abanico o cono, resulta de la depositación de materiales que han sido erosionados desde la cabecera de la subcuenca Gramadal y transportados pendiente abajo por flujos aluviónicos antiguos que descendieron a través de las quebradas. Esta unidad geomorfológica ha sido identificada a 630 m al sureste del caserío Mamayaco, (Figura 3).

**Cauce fluvial:** También llamado lecho fluvial, es el canal excavado por el flujo de agua de un río y los sedimentos que este transporta durante todo su desarrollo y evolución. La morfología del lecho depende del caudal, la pendiente, el tamaño de los sedimentos y de lo erosionable que sea el sustrato rocoso, es decir, es producto de un equilibrio dinámico entre la carga de sedimentos y su capacidad de transporte. Esta unidad geomorfológica se encuentra representada por el cauce del río Huarmaca que discurre con dirección predominante sureste – noroeste.



*Figura 3.- Unidad geomorfológica abanico aluvial (polígono amarillo) que se ubica a 630 m al sureste del caserío Mamayaco, (Google 2021)*

Cabe señalar que, la zona urbana del caserío Mamayaco se sitúa en el margen derecho del río Huarmaca y en épocas de lluvias intensas incrementa su caudal, generándose desborde del agua hacia la zona urbana, (Figuras 4 y 5).



*Figura 4.- Lecho fluvial del río Huarmaca y dique precario (materiales conformados) en el margen derecho como medida de protección ante inundaciones. De acuerdo a la estación hidrométrica Malacasi (ubicada a 24 km al norte del caserío Mamayaco) durante el periodo 1972 – 1992 se registró un caudal máximo de lluvias de 214 m<sup>3</sup>/s, mientras que, el caudal promedio de la imagen se estima en 2m<sup>3</sup>/s.*



*Figura 5.- Ubicación del caserío Mamayaco en el margen derecho del río Huarmaca que drena sus aguas en sentido predominante sureste – noroeste (flecha celeste).*

**Terraza Fluvio – aluvial:** Superficie llana o plana conformada por la acumulación de materiales que han sido erosionados de rocas preexistentes, transportados a través del cauce de los ríos y quebradas, y finalmente depositados en zonas de baja pendiente (generalmente contiguos al cauce del río), sobre esta unidad geomorfológica se ubica el área urbana del caserío Mamayaco, (Figura 6).

**Ladera:** Corresponde a áreas inclinadas que forman parte de a una elevación (montaña, loma o colina) y presenta pendientes superiores a los 15° de inclinación. (Figura 7).

**Loma:** Unidad geomorfológica constituida por superficies elevadas de forma alargada con pendiente inferior a los 20° de inclinación. Esta unidad se ubica aproximadamente a 300 m al este del caserío Mamayaco, (Figura 8).



*Figura 6.- Terraza fluvio - aluvial (polígono amarillo) ubicada en el margen derecho del río Huarmaca sobre la que se asienta el área urbana del caserío Mamayaco*



*Figura 7.- Ladera (polígono amarillo) ubicada en el extremo oriental del caserío Mamayaco, sobre esta unidad geomorfológica se ubican algunas viviendas*



*Figura 8.- Loma ubicada hacia el extremo oriental de la zona urbana del caserío Mamayaco*

Finalmente, las unidades geomorfológicas descritas anteriormente se presentan en la Figura 9.

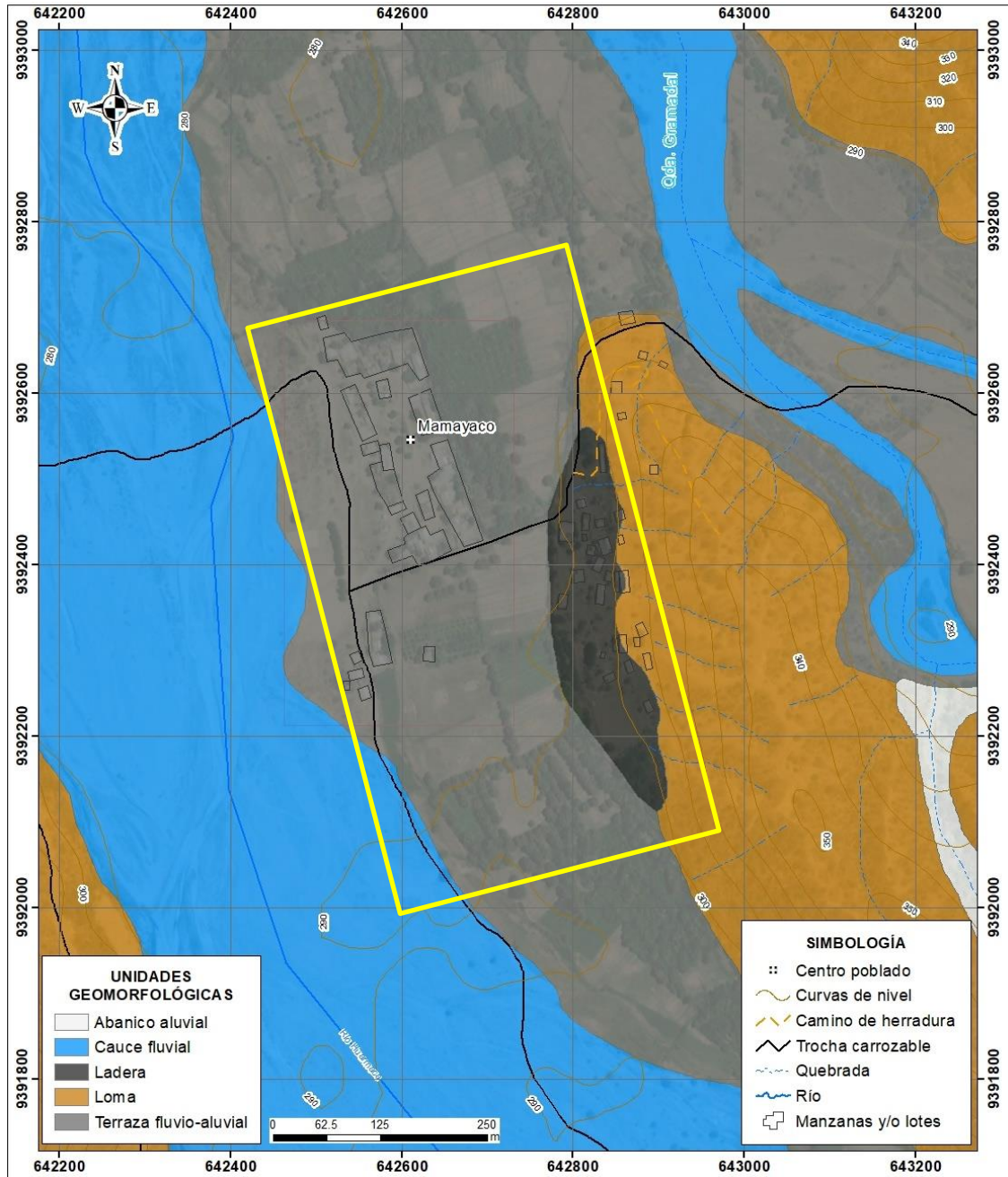


Figura 9.- Mapa geomorfológico del caserío Mamayaco (polígono amarillo), donde parte de la población se asienta sobre las unidades geomorfológicas terraza fluvio – aluvial y ladera de una loma.

### **3.2.- Caserío Hualcas**

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

**Abanico aluvial:** Constituye una superficie inclinada (pendiente aproximada de 15°) que tiene forma de abanico o cono, resulta de la depositación de materiales que han sido erosionados desde la cabecera de la subcuenca Cementerio o Hualcas y posteriormente transportados pendiente abajo por flujos aluviónicos antiguos que descendieron a través de la quebrada Cementerio que se ubica a 650 m al sur del caserío Hualcas (Figura 10).



*Figura 10.- Abanico aluvial (polígono amarillo) en las inmediaciones del caserío Hualcas Alto*

**Cauce fluvial:** Esta unidad geomorfológica se encuentra representada por el lecho fluvial del río Huarmaca que drena sus aguas en sentido sureste - noroeste, en cuyo margen izquierdo se asienta el caserío Hualcas, (Figura 11).





*Figura 11.- Cauce o lecho fluvial del río Huarmaca en cuyo margen izquierdo se ubica el caserío Hualcas, el desnivel topográfico entre el río y la zona urbana es de aproximadamente 1 – 2 m*

**Terraza Fluvio – aluvial:** Constituye una superficie llana o plana que se ubica en el margen izquierdo del río Huarmaca, presenta desnivel topográfico superior de 1 a 2 m respecto al río en mención, sobre esta unidad geomorfológica se ubica la zona urbana del caserío de Hualcas, (Figura 12).



*Figura 12: Terraza fluvio aluvial sobre la que se asienta el área urbana del caserío Hualcas*

**Loma:** Unidad geomorfológica que representa relieves con pendiente superior a los 20° de inclinación y se caracteriza por presentar base de forma alargada. Esta unidad se ubica aproximadamente a 320 m al sureste y extremo norte de la zona urbana del caserío Hualcas, (Figura 13).



*Figura 13: Lomas ubicadas hacia el extremo sur del caserío Hualcas*

Las unidades geomorfológicas descritas anteriormente se presentan en la Figura 14.

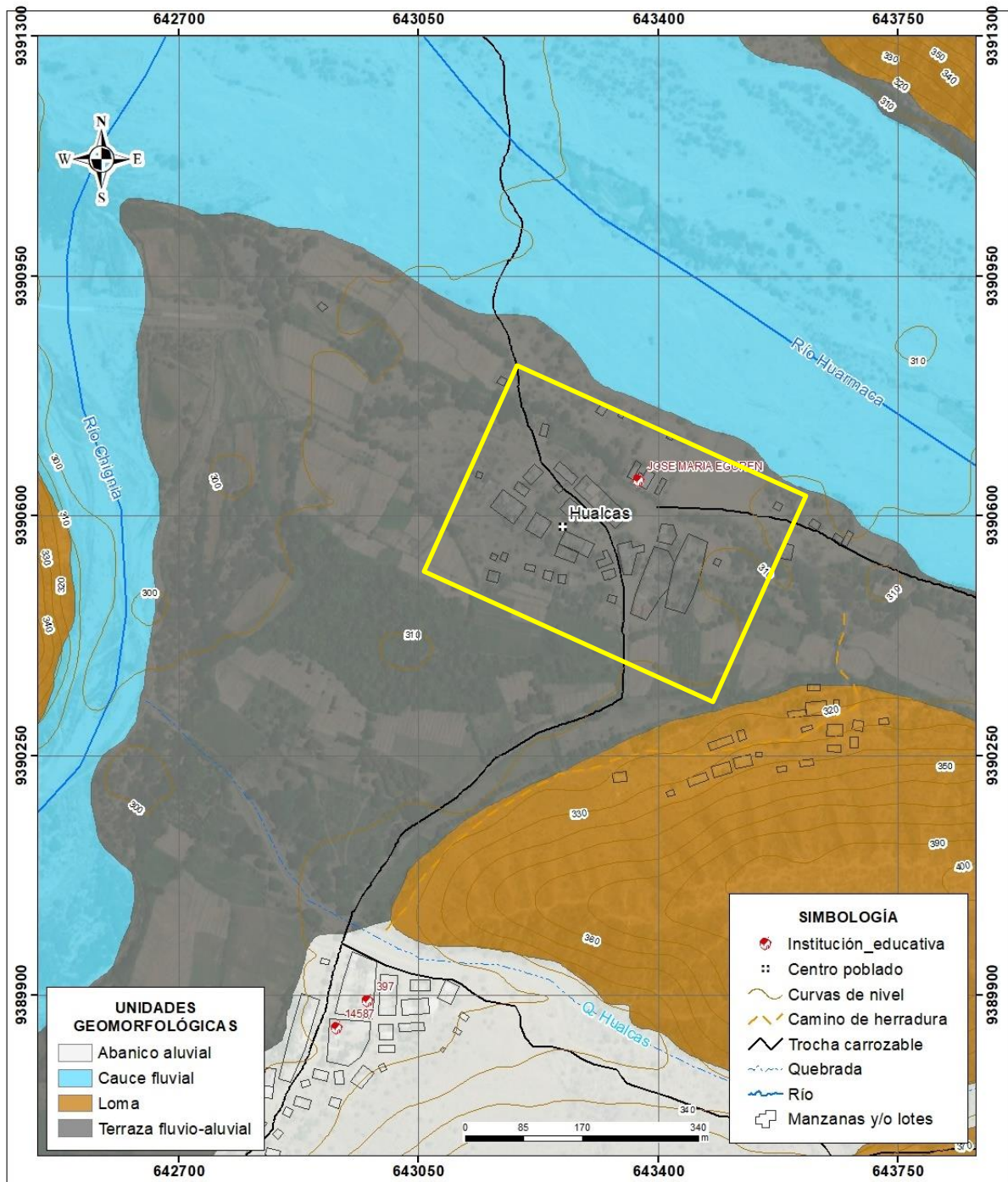


Figura 14.- Mapa geomorfológico del caserío Hualcas (polígono amarillo), donde la población se asienta principalmente sobre la unidad geomorfológica terraza fluvio – aluvial que presenta desnivel topográfico superior de 1 a 2 m respecto al cauce del río Huarmaca.

## **4.- GEOLOGÍA**

El análisis de la geología regional ha sido desarrollado en base a información geológica regional del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET, 2010) a escala 50,000 (Cuadrángulo Geológico de Morropón – hoja 10d-2); mientras que, para la geología local se ha desarrollado mediante el reconocimiento in situ, cuyas unidades geológicas se describen a continuación:

### **4.1.- Caserío Mamayaco**

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

**Formación Chignia (Fm-chi):** Unidad geológica del Albiano que consiste en rocas volcánico - sedimentarias del tipo cineritas (material volcanoclástico), calizas areniscosas y areniscas limosas con contenido calcáreo. Esta unidad geológica constituye el substrato rocoso del área de estudio.

**Depósitos aluviales (Qr-al):** Consisten en materiales heterogéneos (gravas, arenas y limos) que han sido transportados por antiguos cauces de quebradas y depositados en zonas de depresión o de baja pendiente, actualmente conforman terrazas o zonas llanas, sobre esta unidad geológica se asienta el área urbana del caserío Mamayaco.

**Depósitos fluvio - aluviales (Qr-fa):** Consisten en materiales heterogéneos (gravas, arenas y limos) que han sido transportados por antiguos cauces de quebradas y depositados en zonas de depresión o baja pendiente, actualmente conforman terrazas o zonas llanas, sobre esta unidad geológica se asienta el área urbana del caserío Mamayaco.

**Depósitos fluviales (Qr-fl):** Consisten en materiales heterogéneos que han sido transportados a través del cauce de ríos, quebradas y canales; están conformados por materiales granulares del tipo gravas, arenas y limos. Esta unidad geológica ha sido identificada a lo largo del cauce del río Huarmaca.

**Depósitos coluviales (Qr-co):** Este tipo de depósitos consisten en materiales sueltos o inconsolidados que resultan de la meteorización de las rocas preexistentes y son dispuestos sobre la parte media o pie de las laderas o superficies inclinadas. Se les conoce como depósitos de ladera, han sido reconocidos a 660 m al sureste del caserío Mamayaco.

Las unidades geológicas antes descritas han sido cartografiadas en campo y representadas en el mapa geológico de la Figura 15.

#### **4.2.- Caserío Hualcas**

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

**Grupo Goyllarisquizga (Ki-g):** Unidad geológica del Cretáceo Inferior que consiste en rocas cuarcitas con presencia de conglomerados. Esta unidad geológica constituye el substrato rocoso del área de estudio y aflora a 1 km al sureste del caserío Hualcas.

**Formación Chignia (Fm-chi):** Unidad geológica del Albiano que consiste en rocas volcánico - sedimentarias del tipo cineritas (material volcanoclástico), calizas areniscosas y areniscas limosas con contenido calcáreo. Esta unidad geológica aflora a 750 m al oeste del área de estudio.

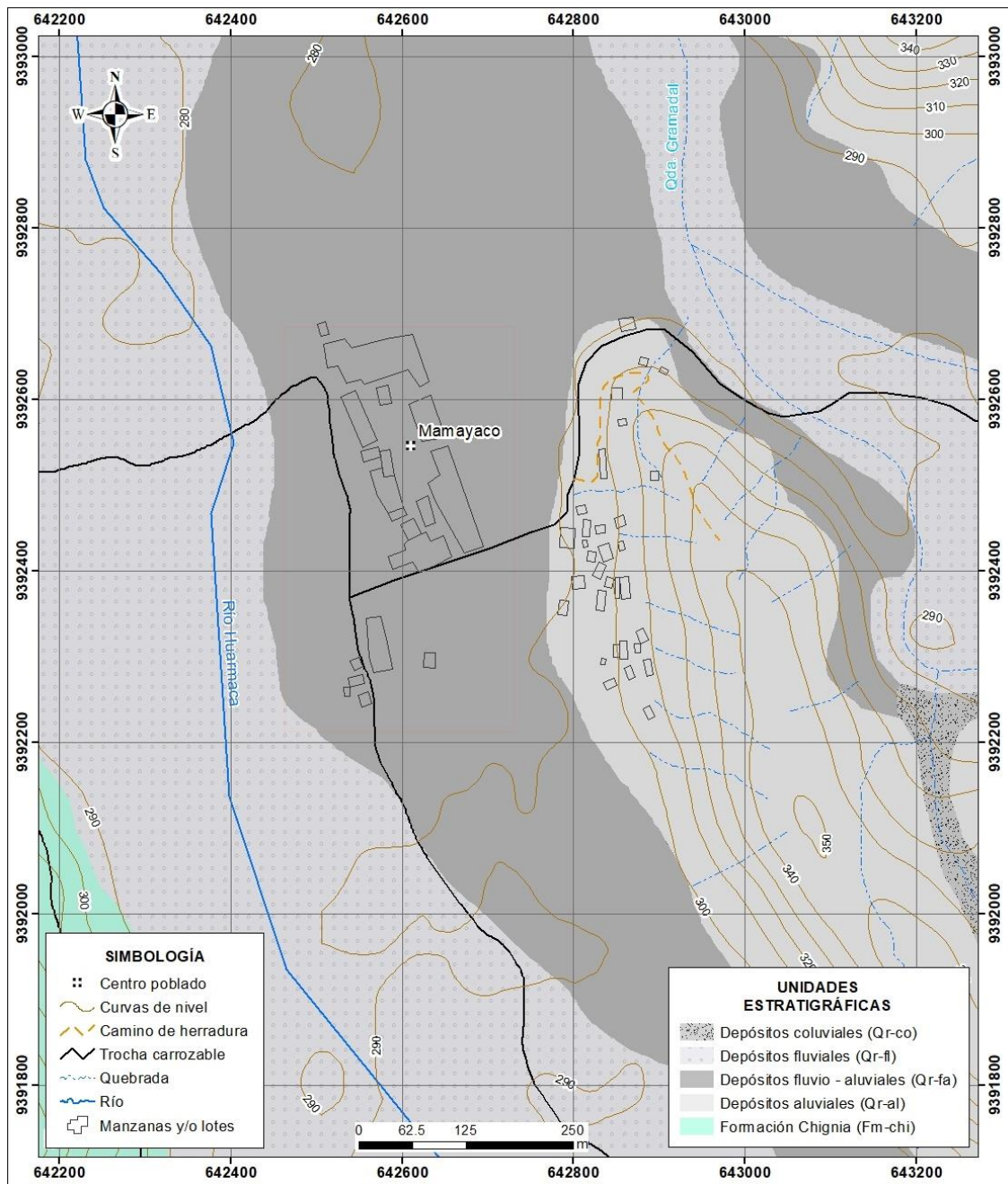


Figura 15.- Mapa geológico del caserío Mamayaco

**Depósitos aluviales (Qr-al):** Consisten en materiales heterogéneos (gravas, arenas y limos) que han sido transportados por antiguos cauces de quebradas y depositados en zonas de depresión o baja pendiente, actualmente conforman terrazas o zonas llanas, esta unidad geológica aflora a 330 m al sur de la zona urbana del caserío.

**Depósitos fluvio - aluviales (Qr-fa):** Consisten en materiales heterogéneos (bloques, clastos angulosos, gravas, arenas y limos) que han sido transportados por antiguos cauces de quebradas y depositados en zonas de depresión o baja pendiente, actualmente conforman terrazas o zonas llanas, sobre esta unidad geológica se asienta el área urbana del caserío Hualcas.

**Depósitos fluviales (Qr-fl):** Consisten en materiales heterogéneos que han sido transportados a través del cauce de ríos, quebradas y canales; están conformados por materiales granulares del tipo gravas, arenas y limos. Esta unidad geológica ha sido identificada a lo largo del cauce del río Huarmaca.

**Depósitos coluviales (Qr-co):** Materiales sueltos o inconsolidados que resultan de la meteorización de las rocas preexistentes y son dispuestos sobre la parte media o pie de las laderas o superficies inclinadas. Se les conoce como depósitos de ladera, han sido reconocidos a 650 m al sur del caserío Hualcas.

Las unidades geológicas antes descritas han sido cartografiadas en campo y representadas en el mapa geológico de la Figura 16.

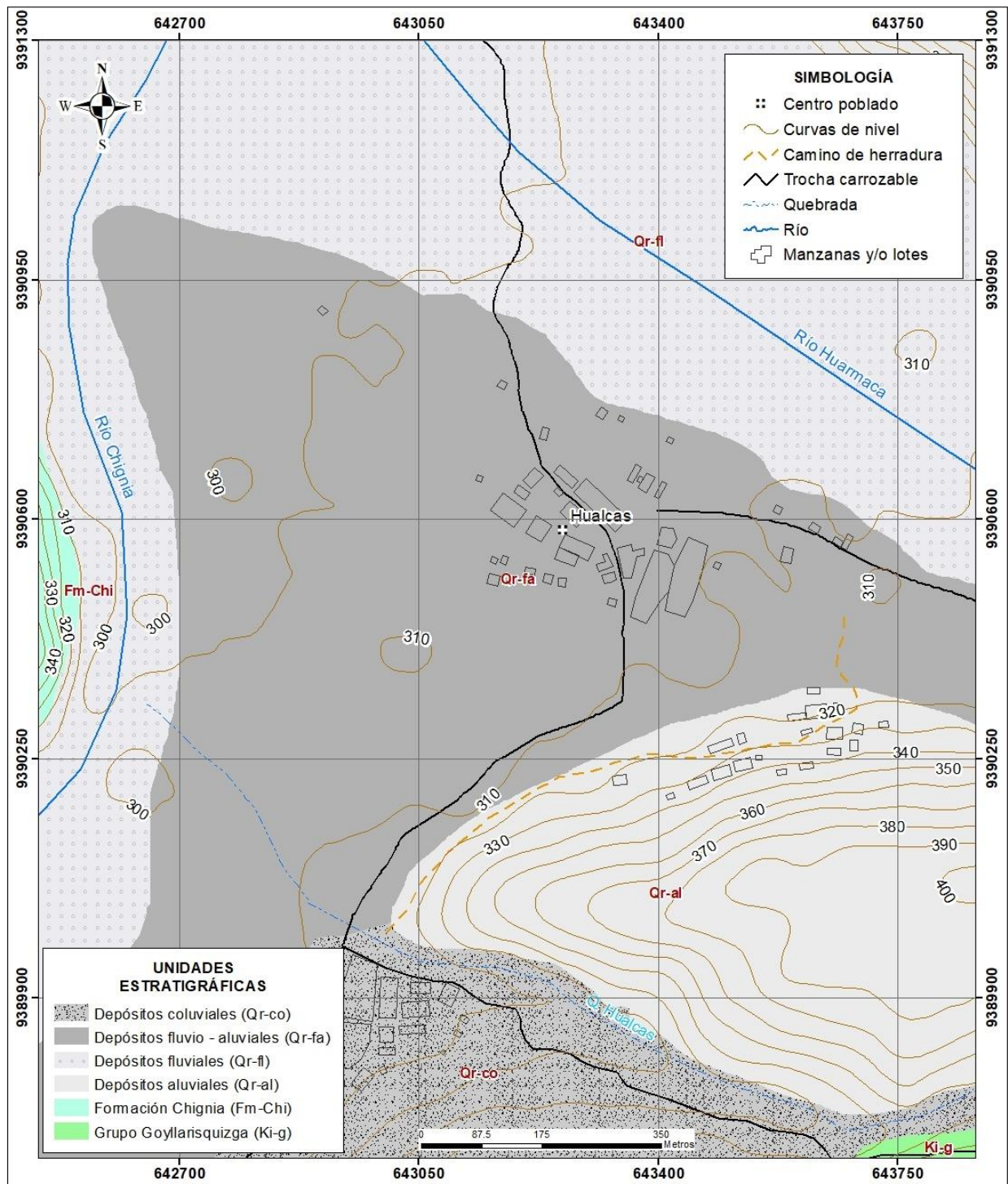


Figura 16.- Mapa geológico del caserío Hualcas



## **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 los caseríos Mamayaco y Hualcas, siendo los eventos geodinámicos identificados los siguientes:

### **5.1.- Caserío Mamayaco**

Los eventos geodinámicos identificados en este lugar son:

**Flujo de lodos:** Es un flujo canalizado muy rápido a extremadamente rápido que contiene detritos (concentraciones de partículas finas de limos y arcillas) saturados y plásticos (Índice plástico  $> 5\%$ ), cuyo contenido de agua es significativamente mayor al del material fuente. Cabe mencionar que, los flujos de lodo presentan características similares a los flujos de detritos (mayor concentración materiales heterogéneos), sin embargo, se diferencian por la presencia de la fracción arcillosa que modifica la reología del material. Estos tipos de eventos se generan por la remoción de los materiales que han sido erosionados en las partes altas de las cuencas hidrográficas y transportados pendiente abajo a través del cauce de las quebradas hasta la parte baja, donde son depositados en forma de abanicos.

Zonas susceptibles a la ocurrencia de flujos de lodo han sido identificadas en las quebradas ubicadas en el extremo oriental de la zona urbana del caserío Mamayaco, específicamente a 180 m al este de la institución educativa N° 1240, debido a los materiales aluviales (limos, arenas y gravas) que cubren la loma y son erosionados hasta mobilizarse pendiente

abajo, luego, ante la ocurrencia de las lluvias incrementaría su caudal y se originarían los flujos en los cauces de las quebradas que durante su propagación afectarían viviendas contiguas (Figura 17).



*Figura 17.- Ante la ocurrencia de lluvias intensas, las quebradas situadas en el extremo oriental de las instituciones educativas podrían activarse, generando flujos de lodos que podrían afectar viviendas ubicadas aguas abajo. En la imagen superior se muestra cauce de quebrada y la imagen inferior una vivienda contigua a su cauce*

**Inundación fluvial:** Las inundaciones fluviales se originan por el desborde del agua, desde el cauce de los ríos y quebradas debido al incremento del caudal generando daños a los elementos expuestos (viviendas, infraestructura pública y zonas de actividad económica).

En el caserío Mamayaco, este tipo de evento se genera por ocurrencia de las lluvias intensas que contribuyen con el incremento del caudal del río Huarmaca y quebrada Gramadal, para luego desbordarse hacia las zonas de menor pendiente (terrazas bajas), principalmente las afectaciones se generan por el desborde del río Huarmaca que según testimonio de los pobladores durante los meses de diciembre a abril de los años 2017, 2019 y 2021 les dejó incomunicados, afectó aproximadamente 70 viviendas, el campo deportivo, además se han reconocido 30 Has de terreno agrícola susceptible a inundarse (Figuras 18, 19, 20 y 21).



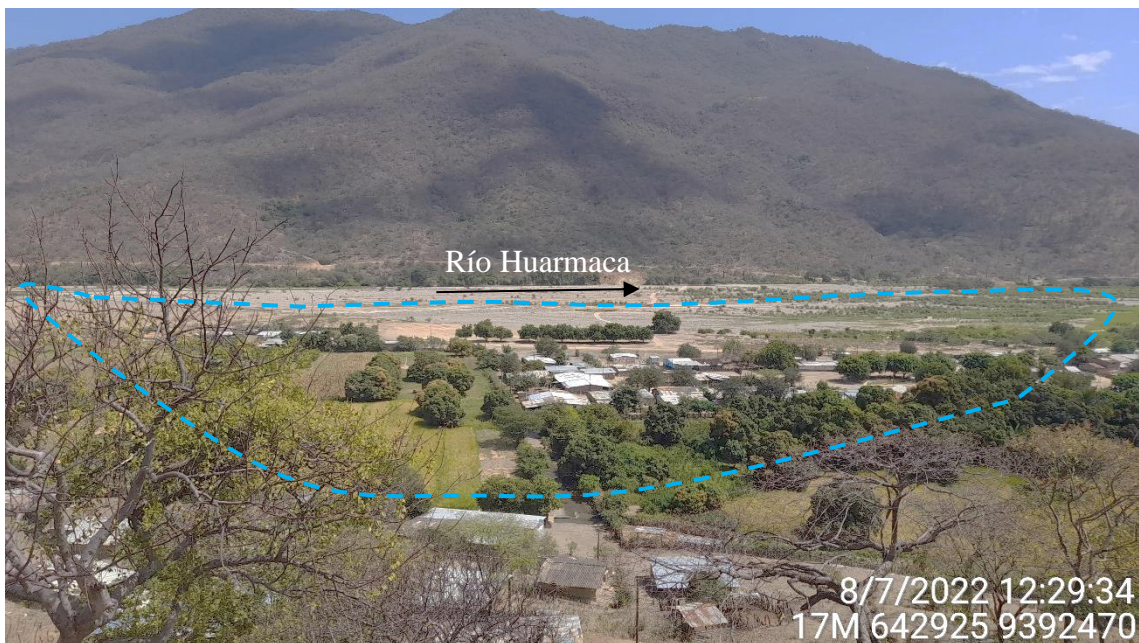
*Figura 18.- Áreas inundadas por desborde del río Huarmaca, la imagen de la izquierda corresponde al año 2019 donde se aprecia afectaciones en la cancha deportiva y la correspondiente al lado derecho pertenece al año 2021 que muestra afectaciones en viviendas, (Fuente: Noticias de la WEB)*



Figura 19.- Defensa ribereña precaria en el margen derecho del río Huarmaca que se ha conformado con la acumulación de material, sin embargo, podría colapsar y afectar las viviendas, campo deportivo y zonas agrícolas de acuerdo con los efectos ocurridos en los años 2017, 2019 y 2021



*Figura 20.- Defensa ribereña en el margen derecho del río Huarmaca que probablemente podría ser afectada ante el incremento del caudal en temporada de lluvias, generando inundaciones en el caserío Mamayaco*



*Figura 21.- Vista panorámica de las viviendas ubicadas en el margen derecho del río Huarmaca que podrían ser afectadas ante la ocurrencia de lluvias intensas por inundaciones fluviales (polígono celeste)*

**Inundación pluvial:** Evento geodinámico que resulta de la acumulación de las 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 se han identificado y delimitado con ayuda de los pobladores, fueron reconocidas en las inmediaciones del extremo oriental del caserío Mamayaco debido a la acumulación y evacuación de las aguas a través de infraestructura de riego en época de precipitaciones intensas durante los meses de diciembre – abril (Figura 22).



*Figura 22.- Zonas susceptibles a inundaciones pluviales (polígono amarillo) en las inmediaciones de las viviendas del caserío Mamayaco*

Finalmente, en la Figura 23 se muestran los eventos geodinámicos delimitados en el caserío Mamayaco.

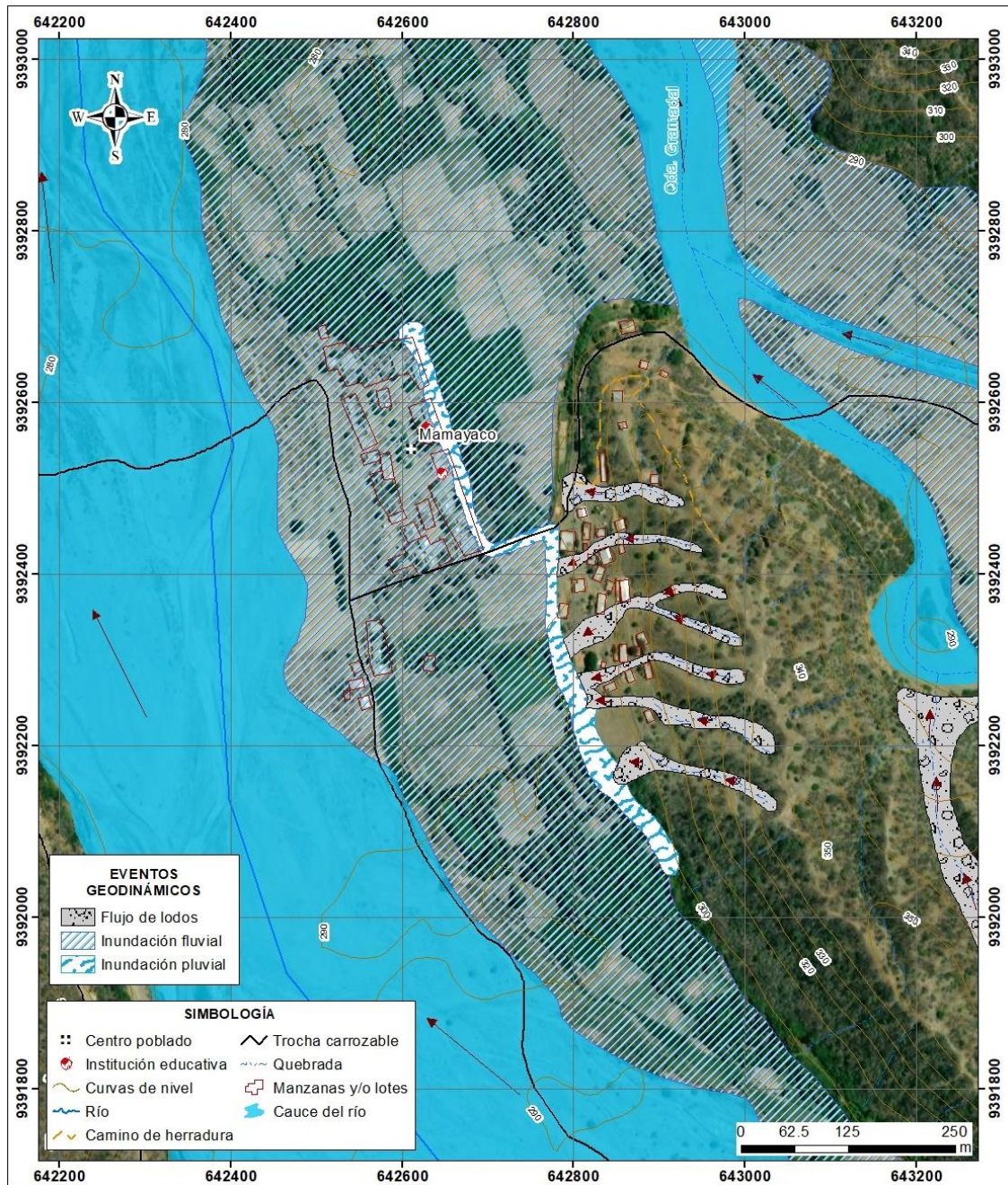


Figura 23.- Delimitación de los eventos geodinámicos identificados en el caserío Mamayaco, destacan las inundaciones fluviales cuya área máxima de inundación comprendería hasta la elevación 295 m.s.n.m.

## **5.2.- Caserío Hualcas**

Los eventos geodinámicos identificados en ese lugar son:

**Inundación fluvial:** El caserío Hualcas se ubica en el margen izquierdo del río Huarmaca, principalmente las viviendas se ubican sobre una terraza de origen fluvio – aluvial que presenta desnivel topográfico superior de 1.0 a 1.5 m respecto al cauce del río, este tipo de evento se genera por ocurrencia de las lluvias intensas (durante los meses de diciembre a abril) que contribuyen con el incremento del caudal del río Huarmaca, para luego desbordarse, afectando una bocatoma de canal de regadío, viviendas e institución educativa José María Eguren, (Figuras 24 y 25).



*Figura 24.- Canal de irrigación Hualcas ubicado en la cota 319 m.s.n.m que tiene aproximadamente 3 km de longitud y cuya bocatoma es afectada ante el incremento del caudal del río Huarmaca*

Además, se ha reconocido en el extremo sur de la institución educativa José María Eguren un canal de irrigación, estructura que colecta agua desde el río Huarmaca y durante el incremento del caudal se desborda en las inmediaciones de la zona urbana (Figura 26).





*Figura 25.- Vista del margen izquierdo del río Huarmaca, las viviendas se sitúan sobre la terraza fluvio – aluvial con desnivel topográfico superior de 1 – 2 m respecto al cauce del río*



*Figura 26.- Canal de irrigación ubicado en el extremo norte de la Institución Educativa José María Eguren que en época de máximas avenidas incrementa su caudal y se desborda en las inmediaciones de a cota 303 m.s.n.m*

**Flujo de lodos:** Zonas susceptibles a la ocurrencia de flujos de lodo han sido identificadas en las inmediaciones de la quebrada Hualcas (comúnmente denominada Cementerio). Además, la Autoridad Nacional del Agua (ANA) identificó que, 50 viviendas que se localizan en la cota

310 m.s.n.m del caserío Hualcas Alto, podrían ser afectadas por desborde del cauce de la quebrada Cementerio (Figura 27).

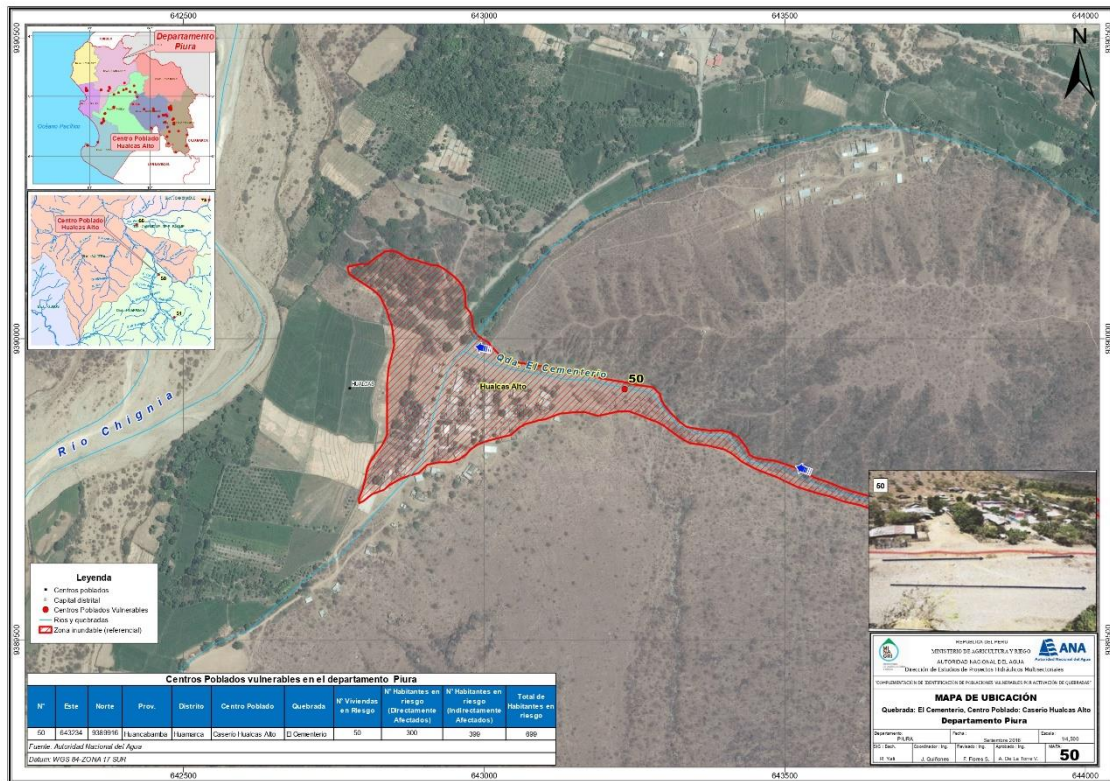


Figura 27.- Quebrada Hualcas o Cementerio que podría activarse por incremento de las precipitaciones y generar flujos de lodo y/o inundaciones en el caserío Hualcas Alto (Fuente: Senamhi, 2016)

A continuación, en la Figura 28 se muestran los eventos geodinámicos delimitados en el caserío Hualcas.

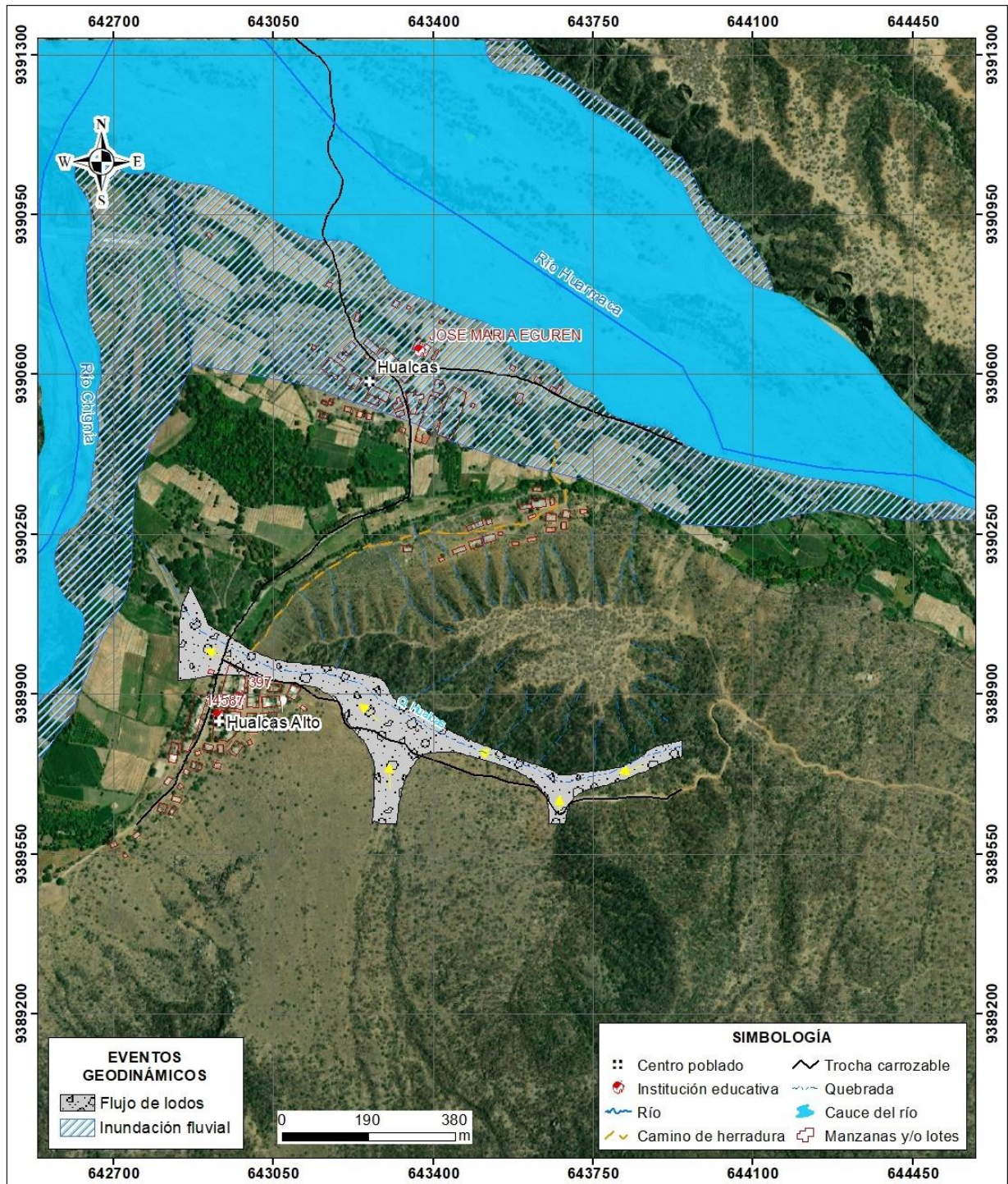


Figura 28.- Delimitación de los eventos geodinámicos identificados en el caserío Hualcas

## **CONCLUSIONES**

- Los caseríos Mamayaco y Hualcas se asientan sobre geoformas llanas o planas (terrazas de origen fluvio – aluvial), que generalmente presentan desnivel topográfico superior respecto al lecho fluvial del río Huarmaca de aproximadamente 1 a 2 m; además, se han identificado en los alrededores las unidades geomorfológicas abanico y loma.
- El substrato rocoso del caserío Hualcas corresponde a rocas cuarcitas con presencia de conglomerados y afloran a 1 km al sureste de la zona urbana; mientras que, el substrato rocoso de Mamayaco lo conforman rocas volcánico – sedimentarias del tipo cineritas, calizas y areniscas que afloran hacia el extremo suroeste de dicho lugar.
- Se han identificado zonas susceptibles a la ocurrencia de inundaciones fluviales, flujos de lodo e inundación pluvial que podrían afectar zonas pobladas en una extensión de 14 has aproximadamente.
- El principal evento geodinámico que afecta la zona urbana del caserío Mamayaco es la inundación fluvial por el desborde del río Huarmaca. Según los pobladores, durante los años 1983, 2017, 2019 y 2021; fueron afectadas viviendas, infraestructura educativa y terrenos agrícolas, siendo el año 1983 el de mayor intensidad (alturas o tirantes de agua en zona urbana de hasta 1.5 m).
- Zonas susceptibles a flujos de lodos han sido identificadas en las quebradas situadas en extremo oriental del caserío Mamayaco, que podrían activarse y afectar 20 viviendas contiguas a sus cauces.
- En el caserío Hualcas se han identificado zonas susceptibles a la ocurrencia de inundaciones fluviales, mientras que, el sector Hualcas Alto podría ser afectado por flujos de lodo ante la activación de la quebrada Hualcas o Cementerio.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomiendan las siguientes acciones:

- Descolmatar y encauzar el cauce del río Huarmaca en las inmediaciones de la zona urbana de los caseríos Hualcas y Mamayaco.
- Reforzar las defensas ribereñas existentes en las inmediaciones del caserío Mamayaco.
- Evitar el asentamiento de viviendas en áreas contiguas a las quebradas situadas en el extremo oriental del caserío Mamayaco, siendo necesario establecer el área de faja marginal.
- Realizar un estudio hidrológico de detalle y elaborar simulaciones numéricas en el cauce del río Huarmaca, considerando escenarios de peligros por inundaciones fluviales, en base a ello se definirán la delimitación de la faja marginal, medidas de prevención y reducción de riesgo.
- Implementar un sistema de drenaje pluvial en las inmediaciones de la zona urbana de los caseríos Mamayaco y Hualcas para derivar las aguas de escorrentía pluvial

## **BIBLIOGRAFÍA**

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

ANA (2016). Mapa de ubicación de poblaciones vulnerables-por-activación de la quebrada el cementerio-

