



PERÚ

Ministerio
del Ambiente



INSPECCIÓN GEODINÁMICA EN LA QUEBRADA LIMÓN DEL DISTRITO DE CANCHAQUE (Provincia de Huancabamba – Región Piura)

Informe Técnico N°005-2023/IGP CIENCIAS DE LA TIERRA SÓLIDA



Lima – Perú
Abril, 2023

Instituto Geofísico del Perú

Presidente Ejecutivo: Hernando Tavera

Director Científico: Edmundo Norabuena

Informe Técnico

Inspección Geodinámica en la quebrada Limón del distrito de Canchaque
(Provincia de 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 LA QUEBRADA LIMÓN DEL DISTRITO DE CANCHAQUE

(Provincia de Huancabamba - Región de Piura)

Lima – Perú
Abril, 2023

RESUMEN

En el distrito de Canchaque y alrededores se originan eventos geodinámicos del tipo movimientos en masa (caída de suelos o derrumbes, deslizamientos y flujos), debido a la interacción entre los factores condicionantes o características físicas del territorio (geomorfología, pendientes y cobertura vegetal) y los factores desencadenantes precipitaciones pluviales, principalmente durante los meses de diciembre a abril cuando se registran las precipitaciones de mayor intensidad, así como, actividades inducidas por acción humana, como por ejemplo los trabajos realizados durante la construcción de la vía Canchaque – Huancabamba.

En el distrito de Canchaque, específicamente en la quebrada Limón, debido al incremento de lluvias y del caudal del río Limón ocurridos durante el mes de marzo del presente año, se produjo la saturación de los materiales de cobertura (suelos limo – arenosos), así como rocas fracturadas y meteorizadas dispuestas sobre los taludes de pendiente abrupta, ejecutados durante la construcción de la vía Canchaque – Huancabamba.

El 15 de marzo del presente año, ocurrió un deslizamiento en las nacientes de la quebrada Limón, específicamente en el sector denominado La Mina (km 104 de la vía Canchaque – Huancabamba). Estos materiales fueron dispuestos en el cauce de dicha quebrada, generándose aguas abajo un flujo de detritos que recorrió aproximadamente 6 Kms. En su trayecto afectó 5 tramos de la vía (comprenden los km 88 y 126 de la vía), ocasionó el colapso de 2 puentes peatonales (La Chununa) y 2 carrozables (puente Fierro y Puente Santa Rosa), además, generó la colmatación parcial del lugar turístico Los Peroles y los Barrios La Villa y La Esperanza

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

5.1.- Canchaque

5.2.- Inspección de depósitos DME

5.3.- Sector Chirigua

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

1.- INTRODUCCIÓN

El Gobierno Regional de Piura (GRP), solicitó apoyo técnico al Instituto Geofísico del Perú (IGP) para realizar la inspección geodinámica en las inmediaciones de la quebrada Limón, distrito de Canchaque con el fin de generar instrumentos técnicos que permitan gestionar la implementación de medidas de prevención y reducción del riesgo.

Para cumplir con lo solicitado por el GRP, se realizó una inspección de campo de manera conjunta con representantes de la Oficina de Defensa Civil de la municipalidad distrital de Canchaque y del Centro de Operaciones de emergencia del Gobierno Regional de Piura, llegándose a identificar y delimitar la ocurrencia de un deslizamiento en el sector Las Minas (km 104 de la vía Canchaque – Huancabamba) y un flujo de detritos en la quebrada El Limón, 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 la quebrada Limón, desde sus nacientes hasta la parte baja, debido a que los flujos se originan en la cabecera de la subcuenca y discurren aguas abajo a través del cauce de esta, afectando en la parte media el lugar turístico los peroles de Mishahuaca y en la parte baja a los Barrios La Villa y La Esperanza (Figura 1).

El acceso al área de estudio, desde la ciudad de Piura, se realiza en dirección hacia el este, a través de una vía asphaltada de buen estado de

conservación, hasta Canchaque, recorrido que comprende aproximadamente 146 km.

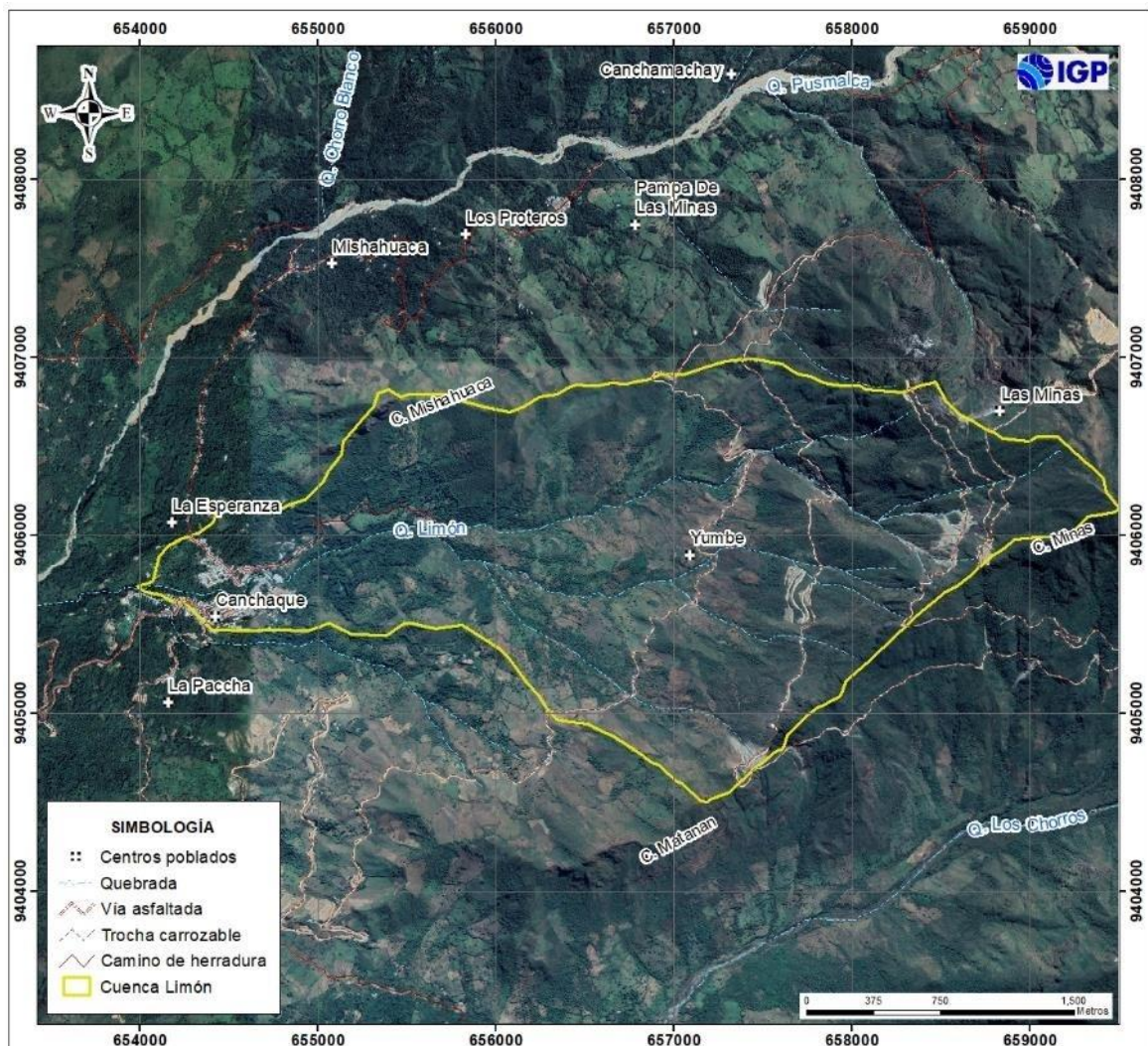


Figura 1.- Ubicación de la subcuenca hidrográfica de la quebrada Limón (Polígono amarillo) que comprende la ciudad de Canchaque

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 Canchaque (Latitud: 5°24'1.97" S, Longitud: 79°36'18.71" W, cota 1270 m.s.n.m.) que se localiza en San Miguel del Faique,

aproximadamente a 2.6 km al sur de Canchaque. Según la información registrada en esta estación las temperaturas durante el mes de abril fluctúan entre 16° y 25 °C, mientras que, las precipitaciones durante el mes de marzo del 2023 alcanzaron valores de hasta 108.5 mm/día (13-03-2023), (Figura 2).

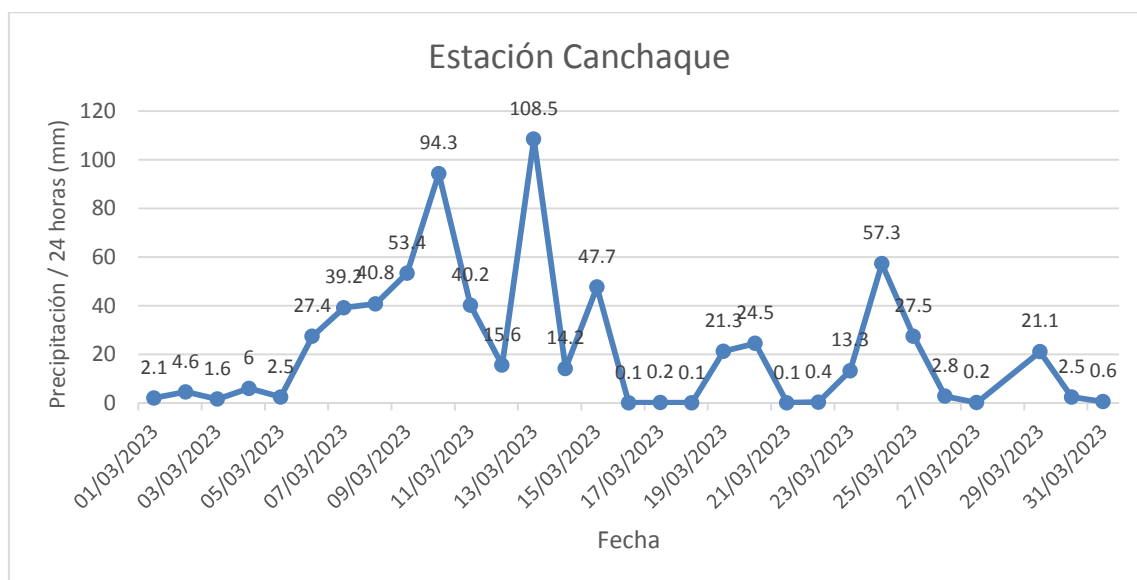


Figura 2.- La estación meteorológica Canchaque registra información de precipitaciones de forma continua durante el mes de marzo. (SENAMHI, 2023)

Finalmente, se menciona que el día, 15 de marzo del año 2023, la Estación Meteorológica Canchaque registra precipitaciones de 47.7 mm/día, fecha en que ocurrió el flujo de detritos en la quebrada Limón.

1.3.- Base topográfica

La base topográfica referencial se obtuvo mediante el procesamiento de una imagen satelital del tipo radar denominada ALOS PALSAR (resolución altimétrica de 12.5 m) haciendo uso de 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.

2.1.- Recopilación de información

La información más relevante para el presente estudio fue extraída de las siguientes fuentes:

- 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.

Detalla el cálculo de umbrales de precipitación de la red de estaciones meteorológicas del SENAMHI, en base a datos de precipitación diaria con control de calidad básico, considerando el periodo base 1964 – 2014. Asimismo, en dicho documento se describen los datos de la estación meteorológica Huancabamba,

ubicada a 14 km al noreste del sector Las Minas, donde los umbrales de lluvia descritos en la nota técnica son los adjuntos en la Tabla 1.

Tabla 1: Umbrales de precipitación para la estación Huancabamba (periodo 1964 – 2014) ubicada en la cota 1959 m.s.n.m

UMBRALES DE PRECIPITACIÓN	CARACTERIZACIÓN DE LLUVIAS	UMBRALES CALCULADOS (ESTACIÓN HUANCABAMBA)
RR/día > 99p	Extremadamente lluvioso	RR > 29.6 mm
95p < RR/día ≤ 99p	Muy lluvioso	16.1 mm < RR ≤ 29.6 mm
90p < RR/día ≤ 95p	Lluvioso	10.7 mm < RR ≤ 16.1 mm
75p < RR/día ≤ 90p	Moderadamente lluvioso	5.1 mm < RR ≤ 10.7 mm

Fuente: Alfaro et al (2014)

- COEN, (2023) - Reporte complementario huaico en el distrito de Canchaque. CENTRO DE OPERACIONES DE EMERGENCIA NACIONAL. REPORTE COMPLEMENTARIO N°2813-16/3/2023/COEN-INDECI/15:10 HORAS

Este reporte indica que, el 15 de marzo a las 23:15 horas se produjeron lluvias intensas que generaron la activación de la quebrada Limón y ocurrencia de un flujo de detritos (huaico). Entre las consecuencias, fueron reportados 6 personas heridas, 2 desaparecidos, 8 viviendas destruidas y 1 puente afectado.

- COEN, (2023) - Reporte preliminar huaico en el distrito de Canchaque - Piura. CENTRO DE OPERACIONES DE EMERGENCIA NACIONAL. REPORTE PRELIMINAR N°936-5/4/2023/COEN-INDECI/19:10 HORAS

Este reporte indica que, el 5 de abril a las 15:00 horas se produjeron lluvias intensas que generaron la reactivación de la quebrada Limón y ocurrencia de un flujo de detritos (huaico).

Entre las consecuencias, fueron reportados 1 persona herida (operario de maquinaria realizando acciones de limpieza en quebrada) y 200 m de camino rural. Los efectos fueron menores, respecto al evento del 15 de marzo 2023, debido a que el cauce de la quebrada Limón ha sido socavado (2 a 3 m de profundidad).

- Hob Consultores, (2017). Estudio de factibilidad y definitivo del Proyecto: Rehabilitación y mejoramiento de la Carretera EMP.PE-1NJ (Dv. Huancabamba), Buenos Aires – Salitral- Dv. Canchaque – EMP.PE-3N – Huancabamba, Tramo: 71+600 – Huancabamba. P86, 131.

Este informe indica que las precipitaciones totales anuales en promedio alcanzan valores entre 406.8 mm y 1548.8 mm, así como valores máximos absolutos mensuales de 703.1 mm en marzo en el área de estudio.

- Carrillo et al. (2011), Instituto Geofísico del Perú (IGP). Informe Técnico N° 004-2021/IGP Ciencias de la Tierra Sólida: Inspección geodinámica de la quebrada Pusmalca.

El informe describe el flujo de detritos ocurrido el 17 de marzo del año 2021 en la quebrada Pusmalca producto del colapso de un depósito de materiales excedentes construido durante la construcción de la vía Canchaque – Huancabamba, en el km 111 de la mencionada vía, sobre la cabecera de la subcuenca Pusmalca.

Los materiales resultantes del colapso del DME-111 fueron depositados sobre la quebrada Pusmalca y ante la ocurrencia de lluvias intensas fueron removidas aguas abajo, dando lugar a un flujo de detritos que recorrió una distancia de aproximadamente 32 km y afectó los caseríos Potreros, Chorro Blanco, Potreros, Pampas

de las Minas, Santa Rosa y Hualtaca. Además, se registraron 15 personas damnificadas, 60 afectados, 15 viviendas destruidas, 60 viviendas afectadas, 4 puentes peatonales y 1 puente vehicular destruido; además la pérdida de 330 Has de cultivos, 800 Has de cultivos afectados y el 70% del sistema de agua potable averiado.

Asimismo, en este informe se reconocieron zonas susceptibles a la ocurrencia de fenómenos naturales, entre los que se identificó la activación de la quebrada Limón, debido a la presencia de materiales sueltos en su cauce y zonas aledañas que probablemente fueron generados durante el corte de taludes durante la construcción de la vía Canchaque-Huancabamba.

- Neyra y Olivares (2014) – Análisis hidrometeorológico de la cuenca del río Piura durante el Niño Costero 2017

La presente investigación describe un modelo hidrometeorológico que permitió estimar los caudales que recibe la estación Ejidos de las estaciones que influyen en la cuenca Piura. Entre ellas, se presentan los datos de precipitaciones máximas de la estación Canchaque (ubicada en San Miguel del Faique) durante el año 2017, valores que alcanzaron 52,4 mm de lluvia el día 02 de marzo del año 2017 e intensidad de 23.2 mm/h.

- Vilchez, et al. (2013) - Estudio de riesgo geológico en la región Piura. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 52, 250 p., 9 mapas.

Dicho estudio describe que en las inmediaciones de la vía Canchaque - Huancabamba ocurrieron eventos geodinámicos del tipo flujos y derrumbes, debido a la ocurrencia de intensas precipitaciones.

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:

Las principales unidades geomorfológicas identificadas en las inmediaciones de Canchaque en base a sus características físicas y los procesos que las han originado son las siguientes:

Cauce aluvial: Esta unidad geomorfológica comprende el cauce de las quebradas, específicamente el canal excavado por el flujo de agua, esta unidad geomorfológica ha sido identificada en las inmediaciones de las quebradas Limón y Pusmalca, que discurren en sentido predominante Este –Oeste y constituyen afluentes secundarios del río Piura.

Se debe considerar que la quebrada Limón forma parte de una subcuenca que abarca 705 Has, sus nacientes se ubican en el cerro Las Minas, discurre aproximadamente 6 kms pendiente abajo, desde el sector Las Minas, continúa por el puente denominado Fierro, la zona denominada los peroles turísticos de Mishahuaca y sigue su cauce en las inmediaciones del sector denominado Barrio La Villa (Figura 3).



Figura 3.- Cauce aluvial (línea discontinua amarilla) de la quebrada Limón en las inmediaciones del sector La Villa en la ciudad de Canchaque

Vertiente con depósito de deslizamiento: Corresponde a la acumulación de materiales de ladera originados por procesos de movimientos en masa, prehistóricos, antiguos y recientes, que pueden ser del tipo deslizamientos, avalancha de rocas y/o movimientos complejos. Generalmente su composición litológica es homogénea; con materiales inconsolidados a ligeramente consolidados, son depósitos de corto a mediano recorrido relacionados a las laderas superiores de los valles. Su morfología es usualmente convexa y su disposición semicircular a elongada en relación con la zona de arranque o despegue del movimiento en masa (Ingemmet, 2019).

Esta unidad geomorfológica ha sido identificada en las nacientes de la subcuenca Limón, específicamente en el sector Las Minas, su origen se relaciona con la construcción de la vía Canchaque – Huancabamba, según manifestaciones de los pobladores, durante el corte de los taludes se generó la inestabilidad de los materiales que los conforman y con el incremento de las lluvias se generó un deslizamiento (Figura 4).



Figura 4.- Geoforma vertiente con depósitos de deslizamiento (debajo de línea amarilla) reconocida en el sector Las Minas donde se han generado deslizamientos recientes y la acumulación de materiales sueltos

Loma: Unidad geomorfológica constituida por superficies elevadas de forma alargada con pendiente superior a los 15° de inclinación. Esta unidad se ubica en el margen derecho de la quebrada Limón, específicamente en el sector La Villa (camino a los peroles de Mishahuaca), donde algunas viviendas se asientan (Figura 5).



Figura 5.- Loma (polígono amarillo) sobre la cual se asienta algunas viviendas del sector La Villa

Ladera: Unidad geomorfológica también denominada ladera de montaña. Corresponde a terrenos inclinados con pendiente abrupta (superior a los 25° de inclinación), sobre la cual se asienta la ciudad de Canchaque (Figura 6).



Figura 6.- Vista de unidad geomorfológica ladera sobre la cual se asienta la ciudad de Canchaque

Montaña: Unidad geomorfológica constituida por grandes superficies elevadas (agrupación o cadenas de cerros) que presentan pendiente superior a los 30° de inclinación y han sido reconocidas en el extremo oriental de la ciudad de Canchaque (Figura 7).

Posterior a los trabajos de campo, se elaboró el mapa de la geomorfología de la subcuenca Limón que se muestra en la Figura 8.



Figura 7.- Unidad geomorfológica montaña sobre la que se ubica la vía Canchaque - Huancabamba

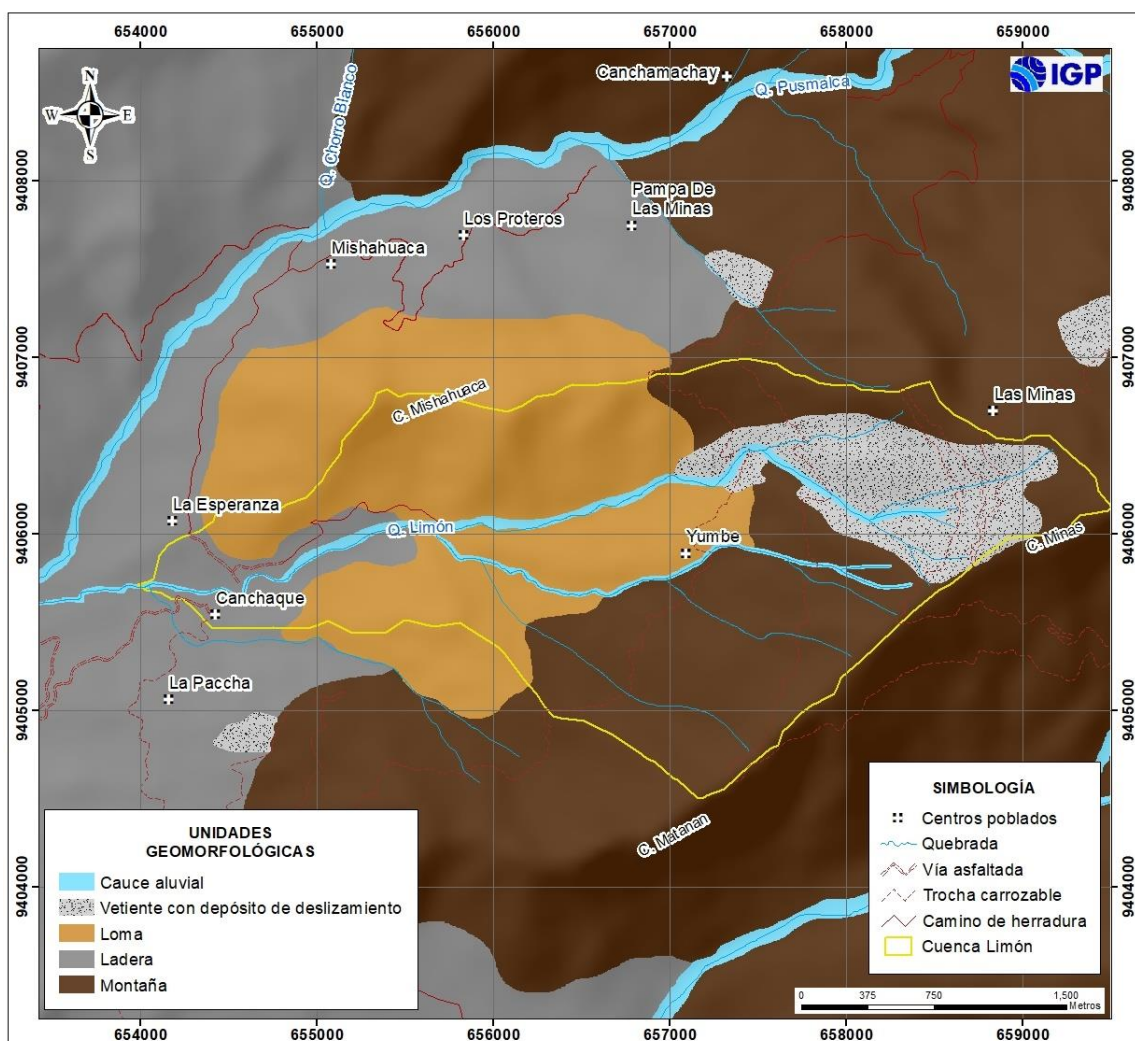


Figura 8.- Mapa geomorfológico de la subcuenca Limón (polígono amarillo)

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 Morropón – hoja 11d); mientras que, para la geología local se ha desarrollado mediante el reconocimiento in situ, cuyas unidades geológicas se describen a continuación:

Grupo Salas (Oi-s): Consiste en rocas filitas, pizarras y esquistos del Ordovícico Medio que superficialmente se encuentran fracturadas y meteorizadas, constituyen el substrato rocoso del área de estudio y afloran en la parte media de la subcuenca hidrográfica de la quebrada Limón. Sobre esta unidad geológica se asienta la ciudad de Canchaque.

Grupo Goyllarizquisga (Ki-g): Conformado por cuarcitas de grano medio a fino con presencia de conglomerado, esta unidad geológica aflora en el extremo noroeste del área de estudio.

Volcánico Llama (P-II): Consiste principalmente en brechas piroclásticas andesíticas que afloran en las nacientes de la subcuenca hidrográfica de la quebrada Limón.

Intrusivos Pambarumbe (KP-pam-tn/di): Consisten en rocas tonalitas y dioritas que afloran en la parte alta de la subcuenca hidrográfica de la quebrada Limón, inmediaciones del poblado Las Minas.

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 en las nacientes de la quebrada Limón, inmediaciones del sector Las Minas, donde los

materiales han resultado de deslizamientos ocasionados por el corte de taludes e incremento de las precipitaciones pluviales.

Depósito Coluvio - aluvial (Qr-coal): Corresponde a materiales sueltos o inconsolidados que han resultado de la meteorización de las rocas preexistentes y que luego han sido transportados aguas abajo a través del cauce de las quebradas. Consisten en materiales heterogéneos conformados por bloques de roca, arenas y arcillas que se encuentran dispuestos principalmente en la quebrada Limón, así como en quebradas contiguas, tales como Pusmalca.

Las unidades geológicas antes descritas han sido cartografiadas en campo y representadas en el mapa geológico de la Figura 9.

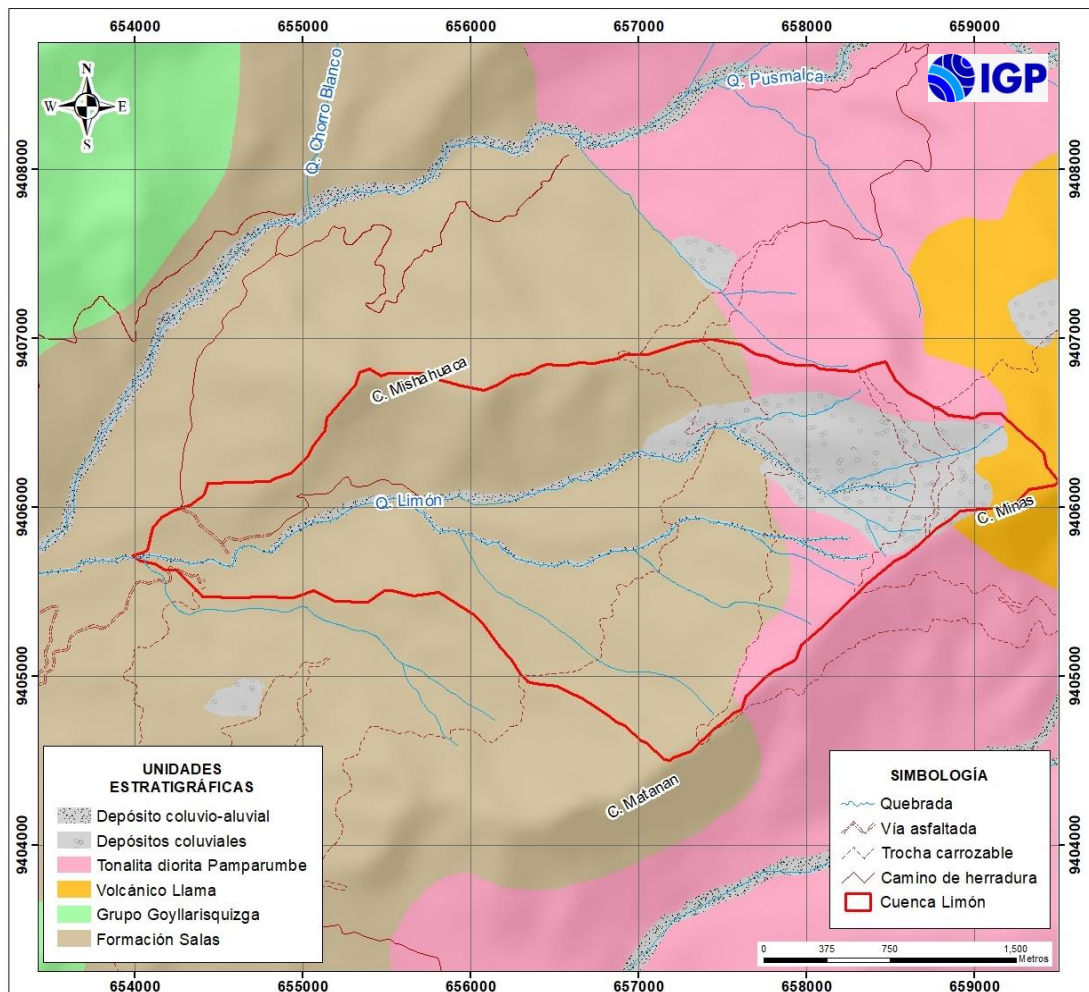


Figura 9.- Mapa geológico de la subcuenca Limón (polígono rojo)

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 recorrió la quebrada Limón y alrededores, siendo los eventos geodinámicos identificados los siguientes:

5.1.- Canchaque

Los eventos geodinámicos identificados en la ciudad de Canchaque son:

Deslizamientos: 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.

Este tipo de evento geodinámico se ha identificado en las nacientes de la subcuenca Limón, específicamente en el sector Las Minas, donde se han observado laderas escarpadas (pendiente superior a los 40° de inclinación), suelos de cobertura del tipo limos de origen aluvial y producto del incremento de las precipitaciones en la localidad de Canchaque, además, ha influido el corte de los taludes durante la construcción de la vía Canchaque – Huancabamba.

Se estima que, el área de influencia de los materiales deslizados cubre aproximadamente 100 Has, desde la zona de arranque (Las Minas) hasta el Puente Fierro. Entre la infraestructura afectada, se ha reconocido el colapso de cinco tramos de plataforma de la vía Canchaque

Huancabamba, específicamente situados en el km 104+500, km 103+300, Km 102+100, Km 93 y finalmente en el Puente Fierro (aproximadamente Km 88+700) que totalizan una longitud de 880 (Figura 10).



Figura 10.- Deslizamiento ocurrido en las nacientes de la subcuenca Limón, la imagen de la izquierda muestra la zona de arranque, mientras que, la imagen de la derecha evidencia la afectación de la plataforma de la vía Canchaque – Huancabamba. Fuente: Pobladores de Canchaque

Flujo de detritos o huaico: 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.

Cabe mencionar que, los flujos de detritos se inician con la ocurrencia de uno o varios deslizamientos superficiales de detritos en la cabecera de una cuenca, por inestabilidad de los sedimentos que se encuentran dispuestos en el cauce de quebradas que presentan fuerte pendiente, en su trayecto incorporan gran cantidad de materiales saturados en el cauce de quebradas y finalmente son depositados en la parte baja de las quebradas a manera de abanicos.

Este tipo de evento geodinámico se ha originado producto de la remoción de los materiales deslizados en el sector Las Minas sobre la cabecera de la subcuenca Limón, luego, ante el incremento de las precipitaciones pluviales y del caudal de la quebrada, se movilizan pendiente abajo, recorriendo aproximadamente 6 km de distancia, en su trayecto incorporó los depósitos coluviales, materiales heterogéneos que se encontraban colmatando la quebrada Limón y aguas abajo afectaron el puente Fierro, el sector Peroles turísticos de Mishahuaca (colapsaron los baños, puente colgante y el lugar fue colmatado por los materiales transportados por el flujo), coliseo deportivo Canchaque, puente de la quebrada Limón, viviendas del sector La Villa, el puente carrozable Santa Rosa y puente peatonal la Chununa (Figuras 11, 12, 13, 14, 15 y 16).



Figura 11.- Vista del Puente Fierro (Km 88+700 de la vía Canchaque – Huancabamba), la imagen superior fue presentada por IGP en el año 2021 donde se indicó susceptibilidad a la ocurrencia de flujos de detritos y la imagen inferior pertenece al año 2023 donde se visualiza el colapso del puente por ocurrencia de flujo



Figura 12.- Quebrada Limón aguas abajo del sector los peroles de Mishahuaca donde los materiales transportados por el flujo han dañado servicios higiénicos del lugar turístico y han depositado materiales en el margen derecho del cauce



Figura 13.- Materiales transportados por flujos que han sido depositados en la vía de ingreso al lugar turístico peroles de Mishahuaca, se evidencia servicios higiénicos destruidos en el margen derecho de quebrada



Figura 14.- En el sector turístico los peroles de Mishahuaca, posterior a la ocurrencia del flujo de detritos del día 15 de marzo 2023, se evidencian materiales aluvionales (clastos de roca, limos y arcillas) colmatando dicho lugar



Figura 15.- Coliseo deportivo Canchaque ubicado en el margen derecho de la quebrada Limón, que ha sido afectado parcialmente (colapso de paredes) por el ingreso de los materiales aluvionales transportados el flujo



Figura 16.- Vista de puente peatonal provisional instalado ante el colapso del puente de la quebrada Limón en las inmediaciones del barrio La Villa

Es importante tener en cuenta que el flujo de detritos generó la socavación del cauce de la quebrada Limón con profundidades de aproximadamente 2 a 3 m, además, en zonas contiguas al margen derecho de su cauce, específicamente en el Jr. Esperanza, los flujos alcanzaron alturas de 0.70 a 2,50 m en la frontera de las viviendas; mientras que, en el margen izquierdo alcanzó alturas de 5 a 6 m sobre la fachada de una vivienda y el hotel Titanic, debido a que, el flujo impactó sobre rocas dispuestas en un meandro (curva pronunciada en el cauce de una quebrada o río) del cauce de la quebrada (Figuras 17 y 18).



Figura 17.- Evidencia de la altura que alcanzó el flujo en las inmediaciones del margen derecho de la quebrada Limón, la imagen superior muestra alturas de 0.70 m, mientras que la imagen inferior muestra que el flujo alcanzó alturas de 2.50 m en el barrio La Villa.



Figura 18.- Afectación de hotel Titanic (edificación de color blanco) y vivienda con evidencias de afectación severa por el paso del flujo, hasta el tercer piso, debido al impacto del huaico en un meandro situado en el margen izquierdo de la quebrada Limón (inmediaciones del puente Limón colapsado)

Entre los materiales transportados por los flujos se identificaron bloques de roca de aproximadamente 5 a 6 m de diámetro sobre el cauce de la quebrada Limón (Figura 19).



Figura 19.- Bloques de roca de diámetro aproximado de 5 a 6 m que han sido transportados y depositados por el flujo de detritos en el cauce de la quebrada Limón

Finalmente, se reconocieron como zonas susceptibles a la ocurrencia de flujo de detritos las quebradas Pusmalca y Chorros. Cabe recordar que, durante el año 2021 se generó el colapso del depósito de materiales excedentes del Km 111 (DME 111) y los materiales fueron movilizados pendiente abajo por la quebrada Pusmalca, generándose un flujo de detritos, sin embargo, el DME colapsó parcialmente, siendo probable que vuelva a reactivarse el deslizamiento y flujo ante el incremento de las precipitaciones en la actualidad.

Caída de suelos o derrumbes: Son aquellos eventos geodinámicos que se presentan tanto en terrenos rocosos muy fracturados, así como en depósitos inconsolidados, originando “zonas de arranque”, desde irregulares, hasta circulares de dimensiones variables, desde pocos metros a decenas de metros. Este tipo de evento geodinámico ha sido identificado en la vía Canchaque – Huancabamba, específicamente a 3.1 km al este de la ciudad de Canchaque (Figura 20).

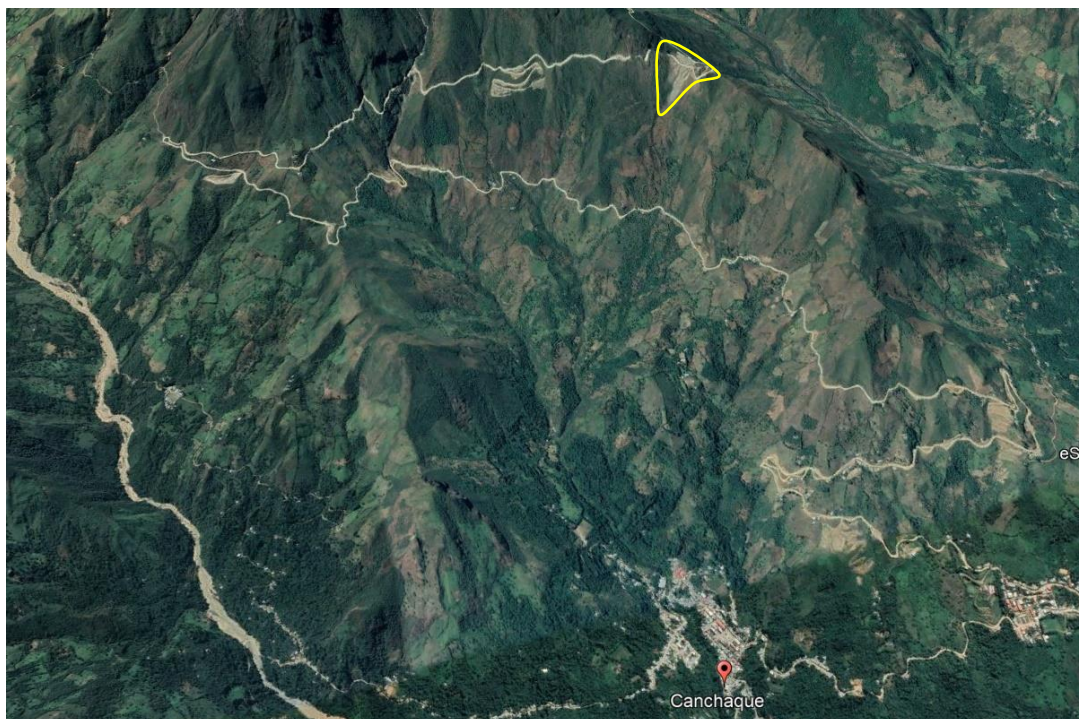


Figura 20.- Caída de suelos o derrumbe (polígono amarillo) identificado a 3.1 km al este de la ciudad de Canchaque

En la Figura 21 se muestran los principales eventos geodinámicos identificados en la subcuenca de la quebrada Limón:

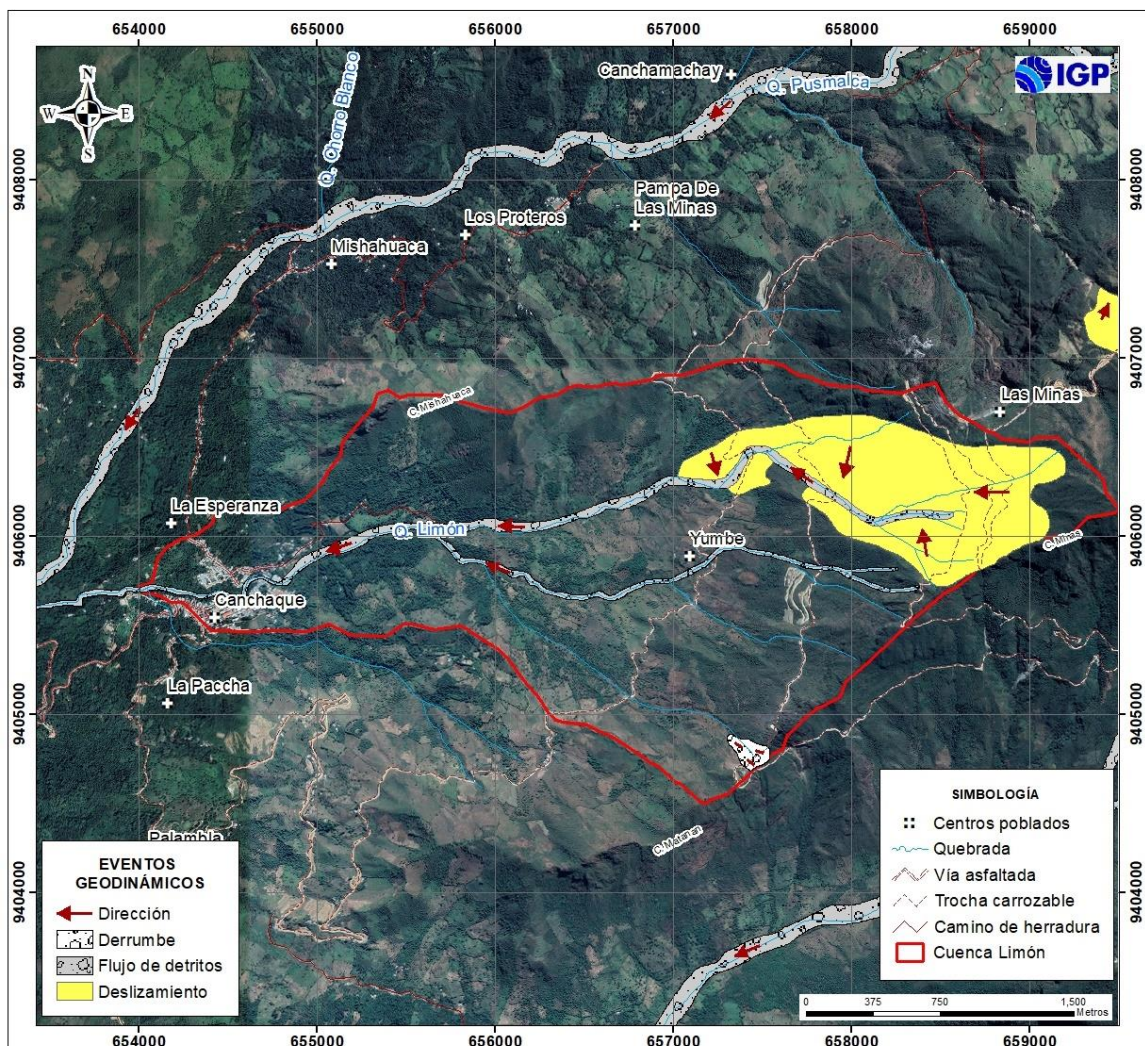


Figura 21.- Mapa geodinámico de la subcuenca Limón

5.2.- Inspección de depósitos DME

Durante la inspección de campo se recorrieron los DME 01 y DME 04 con la finalidad de reconocer evidencias de asentamientos o de erosión, a continuación se describe el estado actual de los mismos:

DME-01: Corresponde al botadero ubicado a 400 m al Este del poblado La Paccha, en esta estructura se ha visualizado grietas en las plataformas de los taludes de aproximadamente 18 m de longitud, que presentan dirección este – oeste, profundidad de 0.20 a 0.50 m, así como ancho de 0.40 m. Además, se han reconocido cárcavas en el suelo que evidencian el fenómeno de erosión de suelos debido al ingreso de escorrentías de agua provenientes de la vía Canchaque – Huancabamba (Figuras 22 y 23).



Figura 22.- Erosión de suelos debido al flujo de escorrentía superficial que proviene de la vía Canchaque – Huancabamba e ingresa a DME 01.

Finalmente, las zonas afectadas por los eventos de erosión de suelos y sus manifestaciones (grietas) fueron cartografiadas y se generó un mapa geodinámico (Figura 24).



Figura 23.- Grieta en el suelo que conforma el DME 01 de aproximadamente 18 m de longitud, ancho máximo de 0.40 m y profundidad de 0.50 m

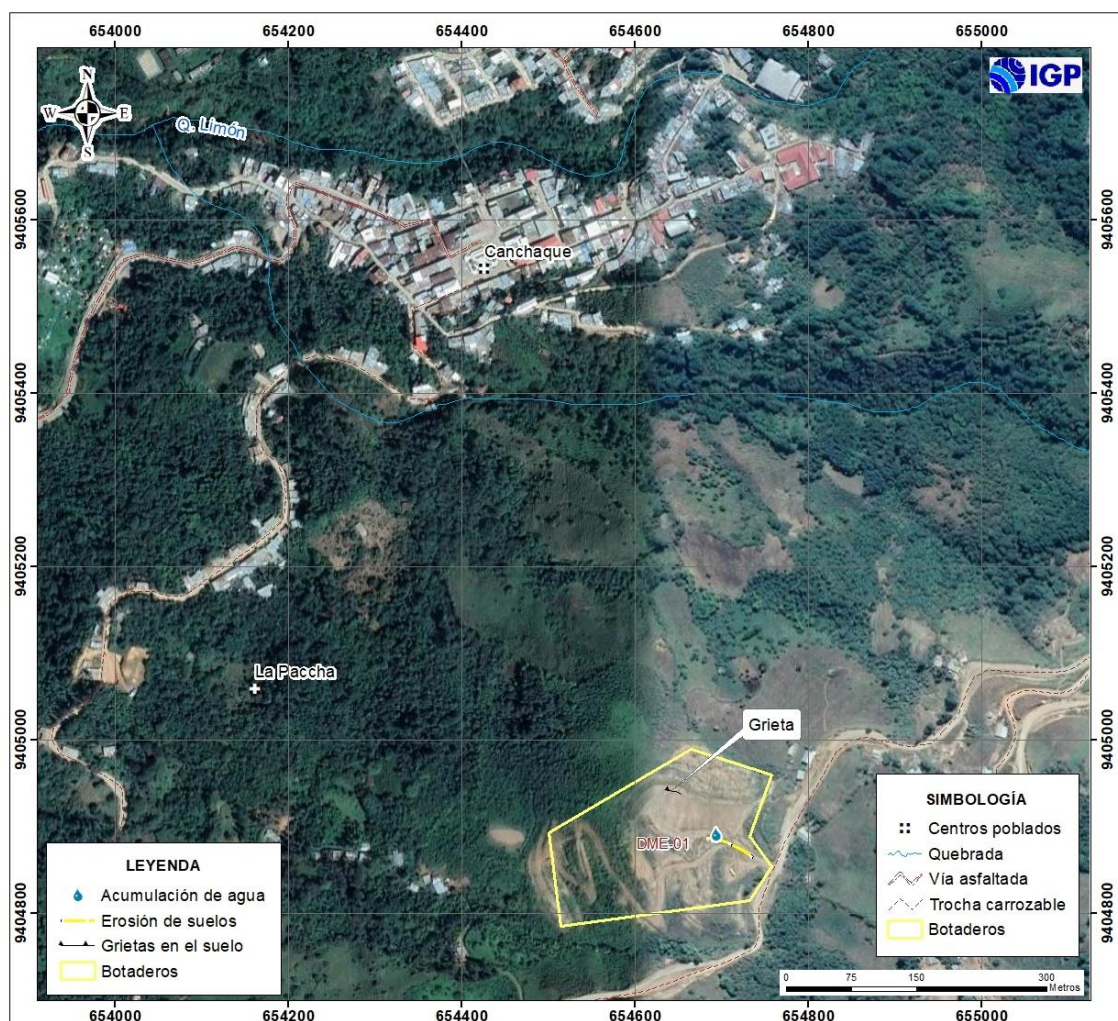


Figura 24.- Eventos geodinámicos de erosión de suelos identificado en las inmediaciones del DEM 01 como evidencias se han reconocido grietas y cárcavas en el suelo

DME-04: Corresponde al botadero ubicado a 950 m al oriente del poblado Palambra, sobre una ladera. En esta estructura se ha visualizado acumulación de agua y un derrumbe o caída de suelo superficial cuya zona de arranque tiene una longitud aproximada de 25 m (Figuras 25 y 26).



Figura 25.- Zona de arranque de fenómeno caída de suelos o derrumbe (debajo de línea amarilla) identificado en las inmediaciones del DME 04



Figura 26.- Acumulación de agua en la plataforma de los taludes del DME 04 que podría generar la saturación de los materiales que lo conforman y su posterior inestabilidad.

Finalmente, las zonas afectadas por el evento derrumbe o caída de suelos fue cartografiado y se generó un mapa geodinámico que se presenta en la Figura 27.



Figura 27.- Derrumbe o caída de suelos identificado en la plataforma del DEM 04

5.3.- Sector Chirigua

Durante la inspección de campo se reconoció en el margen izquierdo de la quebrada Pusalca el fenómeno erosión fluvial producto del incremento del caudal de sus aguas durante la ocurrencia de precipitaciones pluviales, de acuerdo con testimonio de los pobladores, se generó el día 12 de marzo del presente año, como efecto generó el colapso de un tramo de la plataforma de la carretera Piura – Canchaque (Figuras 28 y 29).



Figura 28.- Colapso de un tramo de la plataforma de la vía Piura – Canchaque debido a la ocurrencia del fenómeno erosión fluvial ante el incremento del caudal del río

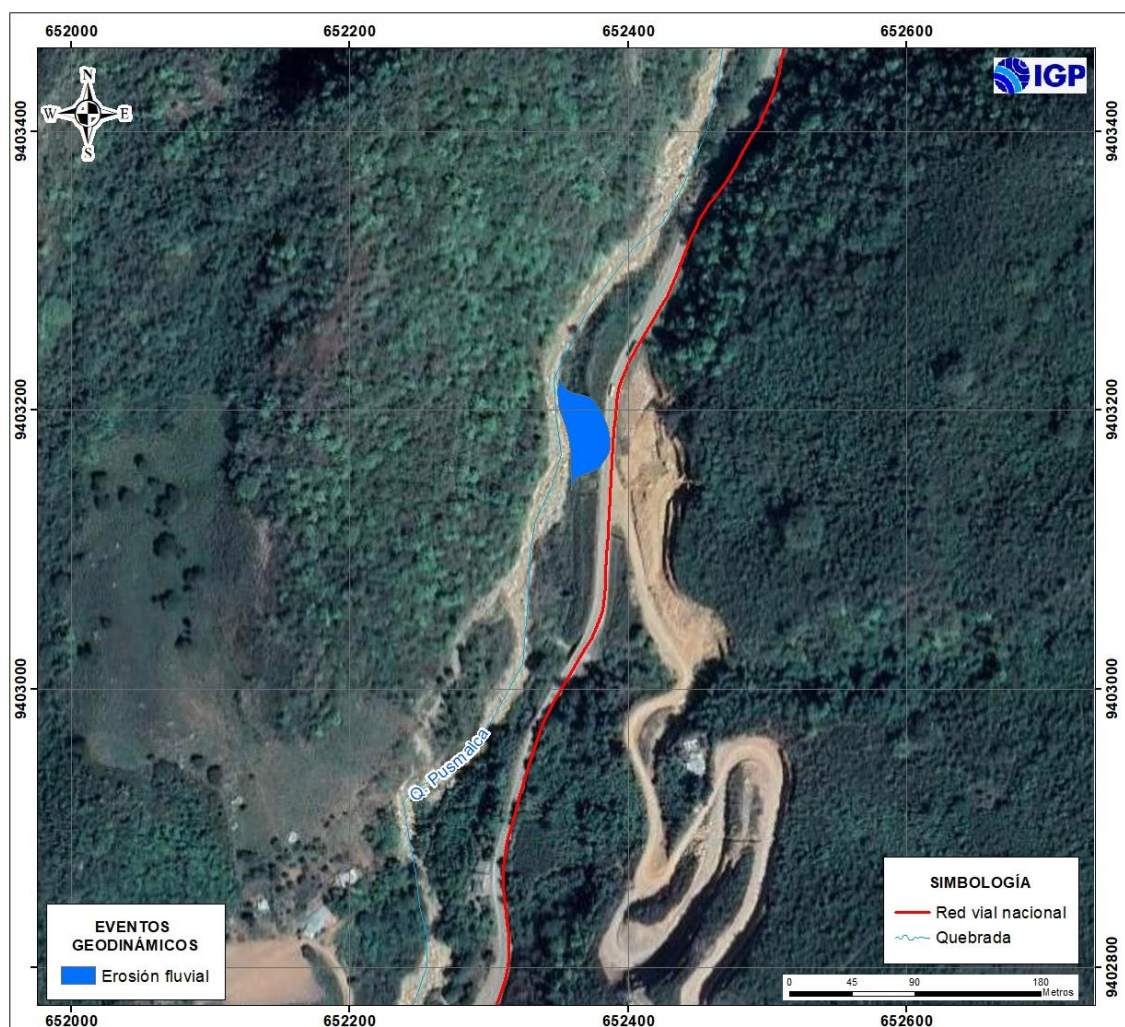


Figura 29.- Erosión fluvial en el margen izquierdo de la quebrada Pusalca

CONCLUSIONES

- La subcuenca Limón comprende la localidad de Canchaque; y está principalmente conformada por la unidad geomorfológica cauce aluvial de la quebrada Limón. Aquí, las viviendas se asientan sobre la unidad ladera. La parte media de la cuenca está representada por lomas, en la parte alta se localizan montañas y vertiente de depósitos de deslizamientos. En esta área de estudio, se tiene el predominio de relieves con pendientes inclinados a elevados con un ángulo mayor a 15° de inclinación.
- El substrato rocoso de la subcuenca Limón está conformado por el Grupo Salas que consiste en filitas, pizarras y esquistos que superficialmente se encuentran fracturadas y meteorizadas sobre taludes escarpados; además, se han identificado depósitos Cuaternarios de origen coluvial dispuestos sobre la ladera susceptibles a la ocurrencia de movimientos en masa y coluvio – aluvial sobre el cauce de la quebrada Limón.
- Durante la inspección de campo en la subcuenca Canchaque, se ha reconocido el fenómeno deslizamiento en el sector Las Minas sobre laderas de pendiente abrupta conformadas por rocas intrusivas inestables y cubiertas por suelos heterogéneos como cobertura, ante la ocurrencia de precipitaciones pluviales intensas e influenciados por el corte de los taludes durante la construcción de la vía Canchaque – Huancabamba. Los materiales removidos han generado el colapso de tramos (comprende desde el Km 88 al 126) de la vía antes descrita y tienen un área de influencia aproximada de 100 Has.
- Producto de la ocurrencia de precipitaciones intensas e incremento del caudal del agua de la quebrada Limón, se generó un flujo de detritos, evento que recorrió aproximadamente 6 kilómetros y afectó el puente

Fierro, el sector peroles turísticos de Mishahuaca, Coliseo deportivo Canchaque, puente de la quebrada Limón y viviendas situadas en los barrios La Villa principalmente.

- La continuidad de las precipitaciones intensas en los próximos días podría reactivar la quebrada Limón, generando flujos de detritos o lodos, debido a la disposición de depósitos coluviales en la parte alta de la subcuenca Limón y coluvio – aluviales en los cauces aluviales, como evidencia se cita el flujo ocurrido el día 5 de abril del presente año.
- Los flujos de detritos alcanzaron tirantes o alturas de hasta 6 m en el barrio La Villa y transportaron bloques de roca de diámetros variables (3 – 6 m) que ocasionaron el colapso de los puentes Fierro, Limón, La Chununa y Santa Rosa.
- La quebrada Pusmalca presenta susceptibilidad alta ante probable ocurrencia de flujos de detritos, lo que podría generar el colapso del resto del DME 111 existente, por el incremento de las precipitaciones pluviales.
- Los depósitos de materiales excedentes DME 1 y DME 4 presentan grietas en la plataforma de los taludes y acumulación de agua, así como, derrumbes superficiales en la segunda estructura.
- Un tramo de aproximadamente 10 m de plataforma de la vía Canchaque – Piura situada en el sector Chirigua ha sido afectado debido a procesos de erosión fluvial.

RECOMENDACIONES

Se recomiendan las siguientes acciones:

- Remover los materiales sueltos (depósitos coluviales) que han sido generados por el deslizamiento en el kilómetro 104+500 de la carretera Canchaque - Huancabamba para evitar su desplazamiento hacia la quebrada Limón.
- Establecer canales de coronación u otra infraestructura de drenaje en la parte alta de los taludes inestables en el km 104+500 de la carretera Canchaque - Huancabamba para evitar la saturación de los materiales que conforman las laderas y reducir las potenciales reactivaciones de movimientos en masa en esta zona.
- Descolmatación de la quebrada Limón principalmente en las inmediaciones del sector Barrio La Villa para evitar inundaciones futuras por desbordes de las aguas.
- Establecer la faja marginal de las quebradas Pusmalca, Limón y Chorros para evitar el asentamiento de viviendas e infraestructura en el área de su influencia durante la ocurrencia de precipitaciones intensas.
- Implementar un sistema de alerta temprana contra flujos de detritos en la quebrada Limón, a fin de generar avisos con anticipación que permitan evacuar a la población cercana al cauce de la quebrada.
- Reubicar el coliseo deportivo Canchaque, debido a que se sitúa en el margen derecho de la quebrada Limón y parte de su infraestructura ha sido dañada.

- Establecer estructuras de coronación (canales) en la parte alta de los DME 1 y DME 4 para evitar la infiltración del agua hacia los botaderos.
- Drenar las aguas retenidas en los DME 1 y DME 4 debido a que los materiales que los conforman podrían saturarse, incrementar su peso y generar deslizamientos o colapsos.
- Establecer un sistema de monitoreo de los DME a través de puntos de control que permitan evidenciar posibles desplazamientos de las estructuras.
- Realizar un monitoreo geotécnico y análisis de estabilidad en los botaderos situados en la vía Canchaque – Huancabamba, a fin de identificar estructuras con estabilidad precaria.
- Evitar la generación y arrojo de materiales erosionados hacia las quebradas u otras fuentes de agua, a fin de evitar la generación de flujos que puedan afectar a pobladores e infraestructura asentados aguas abajo.
- Evitar la deforestación en laderas a fin de evitar que ocurra la inestabilidad de los materiales que conforman estas.

BIBLIOGRAFÍA

- Alfaro et al. (2014). Estimación de umbrales de precipitaciones extremas para la emisión de avisos meteorológicos, Boletín Técnico SENAMHI, pp135.
- Carrillo et al. 2011, Instituto Geofísico del Perú (IGP). Informe técnico N° 004-2021/IGP Ciencias de la Tierra Sólida: Inspección geodinámica de la quebrada Pusalca
- Hob Consultores, (2017). Estudio de factibilidad y definitiva del Proyecto: Rehabilitación y mejoramiento de la Carretera EMP.PE-1NJ (Dv. Huancabamba), Buenos Aires – Salitral- Dv. Canchaque – EMP.PE-3N – Huancabamba, Tramo:71+600 – Huancabamba. P86, 131.
- Ingemmet (2019). Deslizamiento traslacional de Kuquipata – distrito Vilcabamba – región Cusco
- Neyra D. & Olivares A. (2019) - Análisis hidrometeorológico de la cuenca del río Piura durante El Niño Costero 2017. p34,187.
- Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas. 2007. Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional, No. 4, 432 p.,1 CD-ROM. Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas, PMA: GCA, 2007. Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas, 432 p.



