



PERÚ

Ministerio
del Ambiente



INSPECCIÓN GEODINÁMICA DE LA QUEBRADA PUSMALCA

Distrito de Canchaque y Provincia de Huancabamba

(Región Piura)

Informe Técnico N°004-2021/IGP CIENCIAS DE LA TIERRA SÓLIDA



Lima – Perú
Abril, 2021

Instituto Geofísico del Perú

Presidente Ejecutivo: Hernando Tavera

Director Científico: Edmundo Norabuena

Informe Técnico

Inspección Geodinámica de la quebrada Pusmalca
Distrito de Canchaque y Provincia de Huancabamba
(Región Piura)

Autores

Roberth Carrillo Elizalde
Segundo Ortiz Yovera
Juan Carlos Gómez Avalos

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

INSPECCIÓN GEODINÁMICA DE LA QUEBRADA PUSMALCA
Distrito de Canchaque y Provincia de Huancabamba
(Región Piura)

Lima – Perú
Abril, 2021

RESUMEN

Debido a su ubicación geográfica, condiciones físicas de los suelos, interacción suelos - lluvias y a las actividades inducidas por el hombre, el distrito de Canchaque se caracteriza por su alta susceptibilidad a la ocurrencia de eventos geodinámicos, los mismos que se han incrementado después de la construcción de la vía Canchaque – Huancabamba.

El 17 de marzo del año 2021, se produce un nuevo flujo de detritos en la quebrada Pusmalca recorriendo una distancia de aproximadamente 32 km y afectando algunos caseríos asentados en ambos márgenes de dicha quebrada. Asimismo, produjo el colapso del puente Santa Rosa y otro ubicado en el acceso a Chirigua, dejando incomunicados a varios poblados.

El flujo de detritos ocurrió después de producirse una precipitación de 21.9 mm produciendo en el área acciones de deforestación y el incremento de los procesos erosivos en los Depósitos de Materiales Excedentes (Botaderos) ubicados en las inmediaciones de la Quebrada Pusmalca, lo cual permitió que el flujo de detritos tenga mayor concentración de sólidos.

CONTENIDO

RESUMEN

1.- INTRODUCCIÓN

1.1.-Objetivo

1.2.- Ubicación

1.3.- Hidrografía

1.4.- Clima

2.- ANTECEDENTES

3.- CARACTERIZACIÓN GEODINÁMICA

3.1.- Deslizamientos

3.2.- Flujo de detritos

3.3.- Áreas susceptibles a flujos de detritos

4.- INSPECCIÓN TECNICA EN BOTADEROS

4.1.- DME-111

4.2.- DME-105

4.3.- DME-09

4.4.- DME-04

4.5.- DME-01

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

1.- INTRODUCCIÓN

La municipalidad provincial de Canchaque, a través del oficio N° 107-2021-MDC-A, solicitó apoyo técnico al Instituto Geofísico del Perú (IGP), para realizar una inspección técnica - científica en las inmediaciones de la quebrada Pusmalca debido a que el día 17 de marzo del presente año, se generaron flujos de detritos como producto del incremento de lluvias en la parte alta de la subcuenca hidrográfica del mismo nombre. Estas lluvias llegaron a saturar el terreno hasta lograr su inestabilidad y el colapso parcial de un depósito de materiales excedentes - DME (botadero) en el sector Cruz Blanca, así como la remoción de los materiales erosionados en la ladera de los cerros de la quebrada Pusmalca cortados por la vía Canchaque - Huancabamba. Geográficamente, la quebrada Pusmalca se encuentra ubicada en las coordenadas UTM Zona 17 S: 657873 E y 9408600, frente al caserío Agua Blanca (Figura 1).

Los materiales removidos fueron transportados aguas abajo poniendo en riesgo a la población y a la infraestructura existente en el área de estudio. Según el Centro de Operaciones de Emergencia Nacional (COEN), los caseríos afectados fueron Potreros, Chorro Blanco, Potreros, Pampas de las Minas, Santa Rosa y Hualtacal. En estos caseríos se contabilizaron 15 damnificados, 60 afectados, 15 viviendas destruidas, 60 viviendas afectadas, 4 puentes peatonales y 1 puente vehicular destruidos; además de 330 Has de cultivos perdidos, 800 Has de cultivos afectados y el 70% del sistema de agua potable averiado

Para realizar la inspección técnica y evaluación de los procesos geodinámicos ocurridos, profesionales del Instituto Geofísico del Perú (IGP) realizaron trabajos de campo durante los días 25 al 27 de marzo del presente año, en coordinación con representantes de la municipalidad

distrital de Canchaque y del centro de operaciones de emergencia del gobierno regional de Piura.

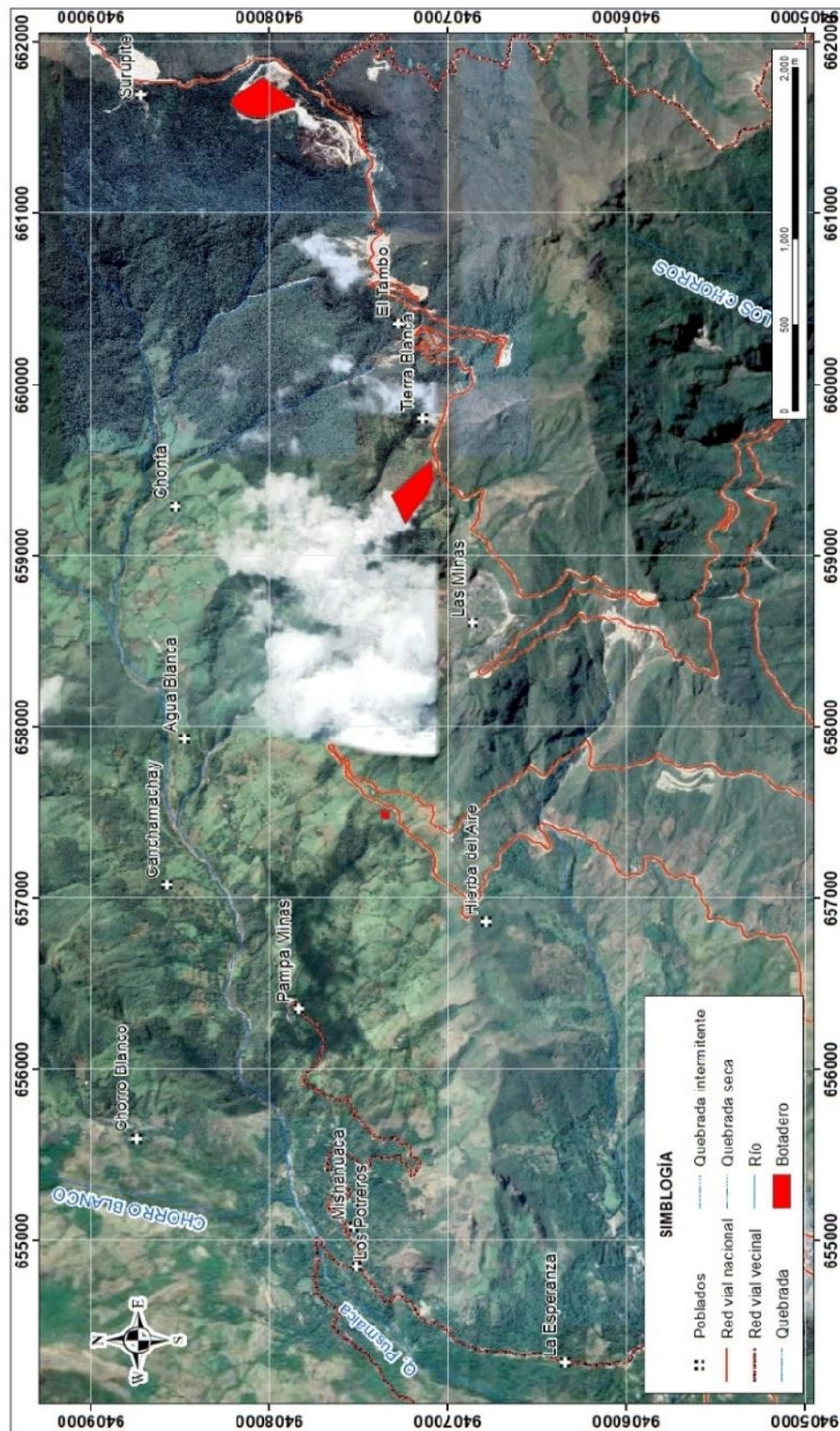


Figura 1: Ubicación de la quebrada Pusmalca y caseríos adyacentes

1.1.- Objetivo

El objetivo del presente informe es analizar y evaluar el origen y los procesos que siguieron al flujo de detritos ocurrido en el distrito de Canchaque el día 17 de marzo del presente año, y en base a ello recomendar los estudios técnicos requeridos para determinar la características del peligro, así como la identificación de medidas de prevención y reducción del riesgo en los caseríos aledaños a la quebrada Pusmalca.

1.2.- Ubicación

El área de estudio comprende toda la quebrada Pusmalca (Figura 1), desde sus nacientes hasta la parte baja, en razón que los flujos que se originan en su cabecera discurren aguas abajo a través de su cauce. Históricamente, estos flujos han representado ser un peligro para los caseríos que se asientan en ambas márgenes de la quebrada: Cruz Blanca, Pampasmina, Chorro Blanco, Potreros, Pusmalca, Santa Rosa, La Afiladera, Huabal y Hualtacal.

1.3.- Hidrografía

El principal sistema hidrográfico del área de estudio lo constituye la quebrada Pusmalca con un recorrido de aproximadamente 32 km, desde sus nacientes en el caserío de Surupite hasta su desembocadura en el río Piura, a la altura del poblado Serrán (distrito de Salitral). La quebrada Pusmalca conforma una subcuenca de 15,495 Has de superficie, que en los últimos años, han soportado el incremento de procesos erosivos, especialmente después de la construcción de la vía Canchaque – Huancabamba. Esta vía facilitó la presencia de taludes que hoy día, son erosionados y sus materiales transportados aguas abajo de la subcuenca (Figura 2).

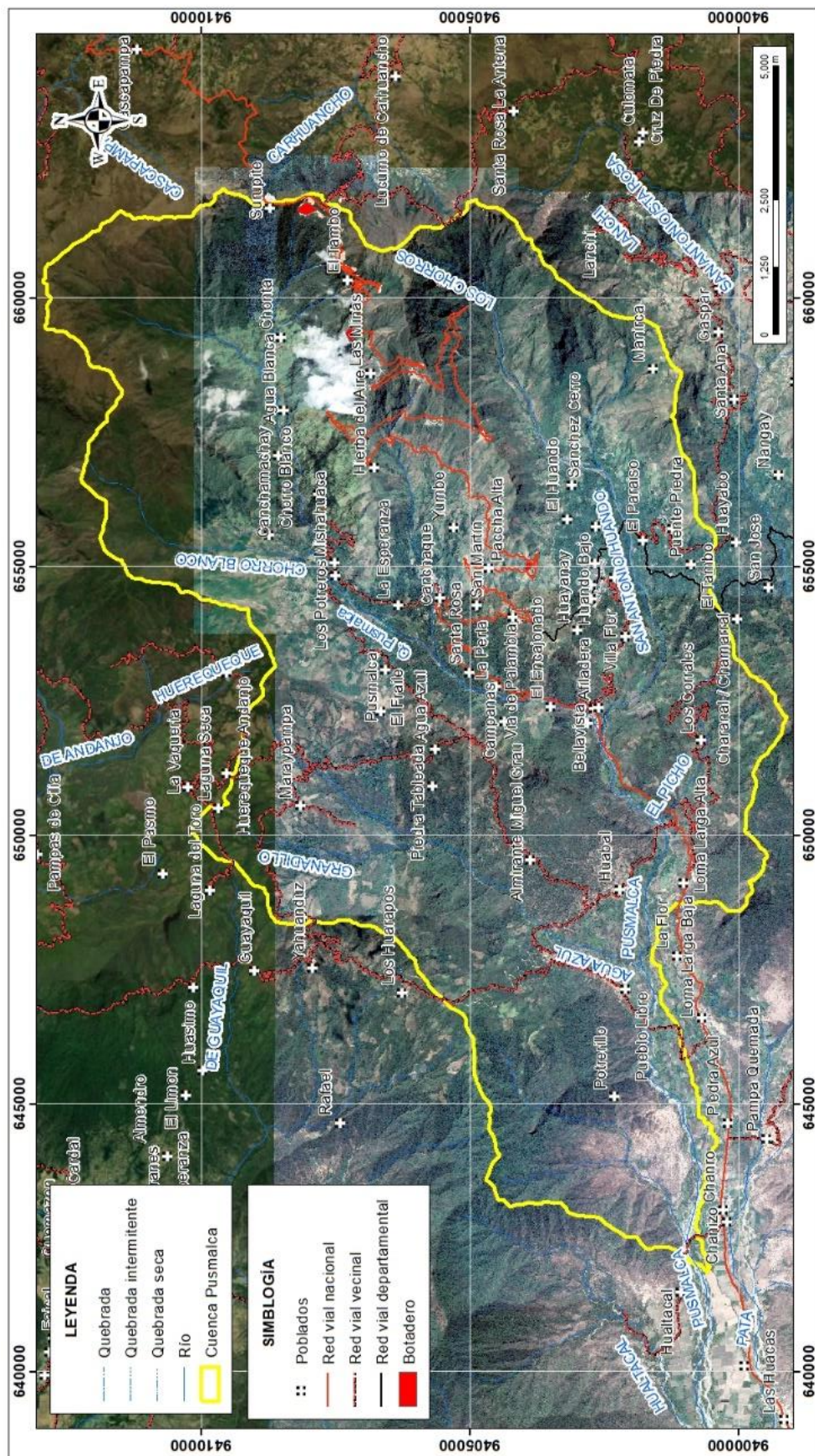


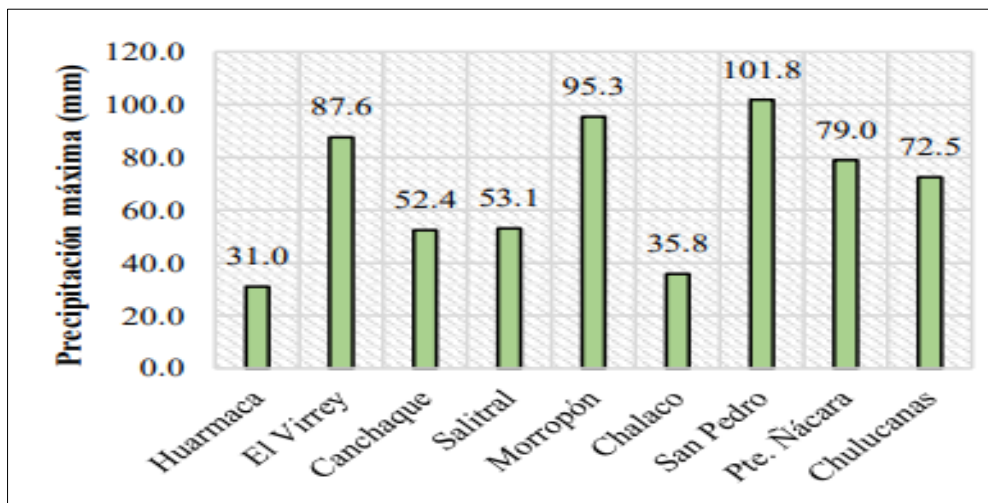
Figura 2: Hidrografía del área de estudio. Pusmalca

1.4.- Clima

En el área de estudio, durante los meses de marzo a setiembre, la temperatura máxima promedio del aire fluctúa entre 27.8°C y 29.3°C y las lluvias suelen presentarse entre los meses de diciembre y abril de cada año, siendo más intensas en los meses de febrero y marzo. De acuerdo con los datos de la estación San Miguel del Faique en Canchaque, en promedio se registran lluvias totales anuales entre 406.8 mm y 1548.8 mm, con valores máximos mensuales de 703.1 mm (Hob Consultores, 2017).

Recientemente, en el año 2017 se habría registrado los mayores niveles de precipitación en el área de estudio. Por ejemplo, según la estación San Miguel del Faique, en Canchaque se habría registrado valores de 52.4 mm e intensidades de 26.2 mm/h, principalmente el día 2 de marzo (Tabla 1).

Tabla 1: Máximas precipitaciones registradas en estaciones de la Cuenca Piura, entre ellas San Miguel del Faique (Canchaque) con valores de 52.4



Fuente: Neyra et al, (2019)

Para el mes de marzo, SENAMHI (estación Huancabamba) indicó que en el área de Canchaque la precipitación alcanzó los 21.9 mm, umbral muy lluvioso para la temporada y que sería la causante de los flujos de detritos.

2.- ANTECEDENTES

Para la realización del presente informe, se procedió con la recopilación de información contenida en diversos informes técnicos sobre las características físicas y eventos geodinámicos ocurridos en la subcuenca Pusmalca, siendo los principales los siguientes:

Alfaro et al. (2014): Estimación de umbrales de precipitaciones extremas para la emisión de avisos meteorológicos. En este informe se detalla el cálculo de umbrales de precipitación usando datos de la red de estaciones meteorológicas del SENAMHI para el periodo 1964 – 2014. Los datos considerados en dicho informe corresponden a los obtenidos de la estación meteorológica Huancabamba y los umbrales de lluvia indicados son los mostrados en la Tabla 2.

Tabla 2: Umbrales de precipitación para la estación Huancabamba (periodo 1964 – 2014)

UMBRALES DE PRECIPITACIÓN	CARACTERIZACIÓN DE LLUVIAS	UMBRALES CALCULADOS (ESTACIÓN SORITOR)
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 (2021): Reporte complementario deslizamiento en el distrito de Canchaque. Documento tecnico N°1524-21/3/2021/COEN-INDECI/19:00 HORAS: En el reporte se indica que el 17 de marzo a las 11:30 horas se produjo un deslizamiento en el depósito de materiales excedentes ubicado en el sector Agua Blanca (DME-111), vía Canchaque Huancabamba, que originó el represamiento de la quebrada Pusmalca, causando daños en viviendas (15 viviendas destruidas y 60 afectadas), puentes (4), áreas de

cultivo (330 Has de cultivo perdido y 800 afectadas), canales de riego, sistemas de agua potable y vías de acceso.

Hob Consultores (2017): Estudio de factibilidad y definitivo del Proyecto: Rehabilitación y mejoramiento de la Carretera EMP.PE-1NJ (Dv. Huancabamba): En este informe se 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.

Neyra y Olivares (2014): Análisis hidrometeorológico de la cuenca del río Piura durante el Niño Costero 2017. Los autores describen un modelo hidrometeorológico para permitir estimar los caudales que recibe la estación Ejidos y otras de la región que influyen en la cuenca Piura. Los datos de precipitaciones máximas para la estación Canchaque (ubicada en San Miguel del Faique) durante el año 2017 fueron de 52.4 mm de lluvia el día 02 de marzo del año 2017 e intensidad de 23.2 mm/h. El 17 de marzo de 2021, esta estación se encontraba inoperativa; sin embargo, el día 22 de marzo, ya en operación, registró valores de precipitación de 21.9 mm que al ser comparados con los umbrales de la estación Huancabamba, son calificados como muy lluviosos.

Vílchez, et al, (2013): Estudio de riesgo geológico en la región Piura. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica. En dicho estudio se indica que en las inmediaciones de la vía Canchaque – Huancabamba, ocurren eventos geodinámicos del tipo flujos y derrumbes ocasionados por la ocurrencia de intensas precipitaciones.

3.- CARACTERIZACIÓN GEODINÁMICA

La geodinámica comprende todos aquellos eventos que se desarrollan como producto de la interacción de los procesos dinámicos de origen interno o externo y los suelos, los cuales originan cambios físicos, químicos y/o morfológicos que modifican el relieve actual. En el área de estudio, y según el inventario de peligros geológicos publicado por INGEMMET (2013), históricamente se han producido deslizamientos, caída de rocas, flujos y erosión de laderas (Figura 3).

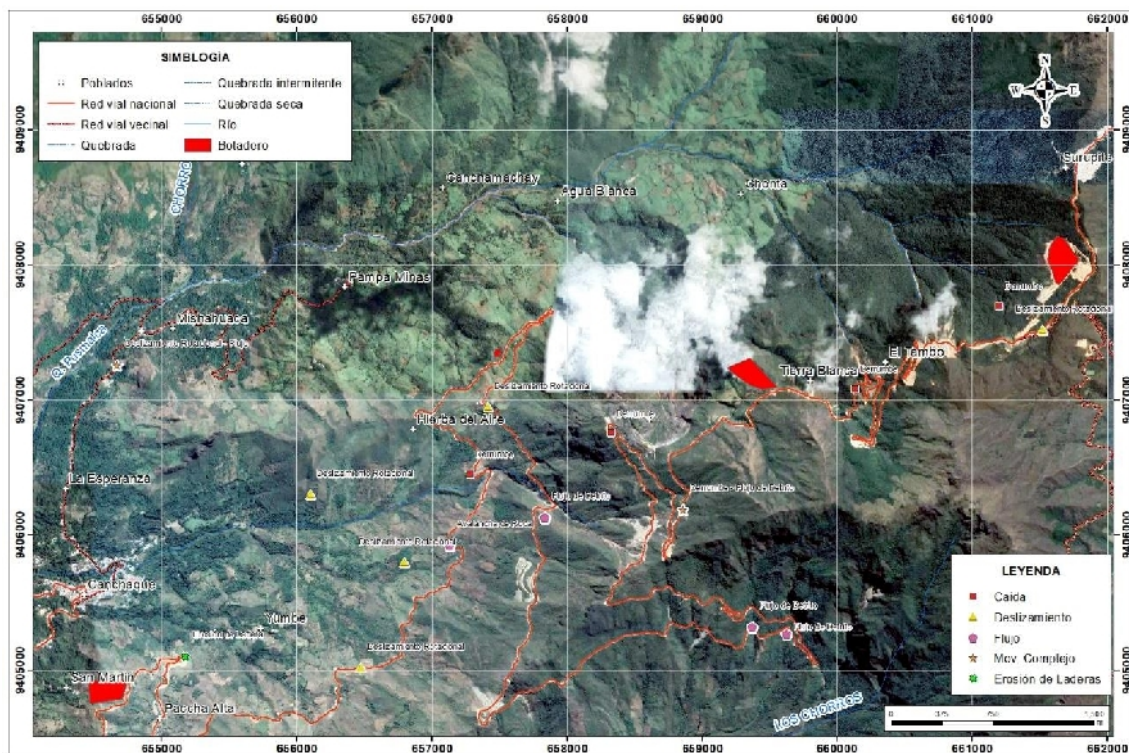


Figura 3: Inventario geodinámico en las inmediaciones de la quebrada Pusmalca
Fuente: INGEMMET (2013).

Durante el trabajo de campo realizado por el IGP, se evidencio que históricamente en la cabecera de la quebrada Pusmalca, a 1.2 km al sur del caserío Surupite (contiguo al botadero DME-111), se habrían producido derrumbes y deslizamientos, así como en sectores de la subcuenca Pusmalca que afectaron a la vía Canchaque – Huancabamba. Asimismo, se ha

identificado el origen y los procesos seguidos al flujo de detritos ocurrido el día 17 de marzo del presente año, además de la presencia de otras zonas con peligro a generar nuevos eventos geodinámicos.

3.1.- Deslizamientos

Los deslizamientos son movimientos ladera abajo de una masa de suelos o rocas que se desplaza predominantemente a lo largo de una superficie de falla o en otra en donde ocurre una gran deformación cortante. Estos deslizamientos tienen como elementos detonadores a los sismos, lluvias extremas, saturación de suelos y la gravedad.

Durante el trabajo de campo realizado en la parte alta de la subcuenca Pusmalca, se identificó la ocurrencia de deslizamientos antiguos y derrumbes, así como como la presencia de taludes inestables en la vía Canchaque – Huancabamba. El más importante corresponde al colapso parcial de un botadero (depósito de materiales excedentes – DME 111) sobre un área de aproximadamente 50,000 m². Este deslizamiento es un evento de origen antrópico y cuyos materiales fueron movilizados pendiente abajo hasta los tributarios de la quebrada Pusmalca (Figuras 4 y 5).

De acuerdo a las características físicas del botadero, este se encuentra asentado sobre una ladera de montañas conformada por depósitos aluviales que presentan pendientes del orden de 35° (Figura 06). Según versión de los pobladores, antes de la construcción de la vía Canchaque – Huancabamba, la zona presentaba suelos completamente saturados.



Figura 4: Botadero DME-111 colapsado en vía Canchaque – Huancabamba. Sus materiales, aparentemente se han desplazado hacia la quebrada Pusmalca



Figura 5: Materiales deslizados pendiente abajo desde zona de arranque. Los materiales están inconsolidados y con presencia de agua



Figura 6: Botadero colapsado debido a la presencia de suelos saturados por la ocurrencia de precipitaciones pluviales

Asimismo, en la carretera Canchaque – Huancabamba (parte superior del botadero), así como en el cuerpo del botadero (Figuras 7, 8 y 9), se identificó como evidencias del deslizamiento y colapso del botadero, la presencia de grietas de hasta 1.20 m de profundidad y anchos variables entre 0.20 y 0.60 m



Figura 7: Grietas de 0.20 m de ancho y profundidades de 1.20 m, así como asentamientos diferenciales en la vía Canchaque – Huancabamba



Figura 8: Grietas en los suelos que conforman parte del botadero (DME111) y que indican el posible desarrollo de un nuevo deslizamiento



Figura 9: Las estructuras del DME 111 con presencia de grietas y remoción de sus componentes por efectos de la gravedad. Asimismo, se observa el desplazamiento de materiales pendiente abajo

3.2 Flujo de detritos

El flujo de detritos es un flujo muy rápido a extremadamente rápido de detritos saturados, no plásticos que transcurren principalmente confinados a lo largo de un canal o cauce de pendiente pronunciada. Estos flujos se inician con la ocurrencia de uno o varios deslizamientos superficiales en la cabecera de las cuencas y laderas de fuerte pendiente debido a la inestabilidad de los depósitos sedimentarios que las conforman y que son luego transportados pendiente abajo a través del cauce de quebradas. En su trayecto incorporan grandes cantidades de materiales detríticos saturados en el cauce de quebradas y dependiendo del volumen desprendido durante su evolución, los flujos de detritos pueden recibir el nombre de aluviones. Finalmente, los flujos son depositados en las partes bajas formando abanicos aluvionales.

Este tipo de flujos ocurrieron el 17 de marzo del presente año en la quebrada Pusmalca activados por la ocurrencia de precipitaciones pluviales, que saturaron los suelos para producir escorrentías que transportaron todos los materiales sueltos (suelos, bloques y fragmentos de roca) presentes en la parte alta de la subcuenca Pusmalca y los generados por el colapso del botadero construido para depositar los materiales excedentes del corte de taludes de la vía Canchaque – Huancabamba. Este flujo de detritos se propagó por el cauce de la quebrada Pusmalca afectando a los caseríos Cruz Blanca, Pampasminas, Chorro Blanco, Potreros, Pusmalca, Santa Rosa, La Afiladera, Hualtacal y Huabal. El flujo de detritos al recibir la mayor contribución de material del botadero, presento una mayor concentración de sólidos como bloques de roca de 5 m de diámetro y materiales inconsolidados que permitieron que el flujo alcance alturas entre 3 y 5 m.

Entre los efectos secundarios del flujo de detritos están el colapso del puente Santa Rosa que dejó incomunicados a los sectores Pusmalca, Agua Azul y Laguna del toro. Asimismo, el puente ubicado en el sector Chirigua

que dejó aisladas a las viviendas asentadas en el margen derecho de la quebrada, así como la afectación de zonas agrícolas, postes de tendido eléctrico, entre otros (Figuras 10 y 11).



Figura 10: Quebrada Pusmalca en las inmediaciones del sector Lagunillas del Chorro Blanco. Aquí los flujos alcanzaron alturas superiores a los 5 m en el cauce produciendo el colapso del puente Santa Rosa



Figura 11: Vivienda colapsada en el margen derecho de la quebrada Pusmalca. Obsérvese el tipo de materiales transportados por el flujo

Asimismo, se ha reconocido el recorrido del flujo de detritos por debajo de la quebrada Pusmalca y las evidencias de su paso son descritos a continuación:

- En el puente que comunica el caserío Canchaque con el sector Agua Azul, se ha identificado evidencias en los márgenes de la cuenca que el flujo alcanzó alturas de 2.20 m, medidos desde el cauce del río (Figura 12)



Figura 12: En el puente que comunica Canchaque con el sector Agua Azul, el flujo alcanzó alturas de 2.20 m

- El puente que une el caserío de Canchaque con el Sector Chirigua fue afectado por el impacto de grandes bloques de roca arrastrados por el flujo dejando incomunicados a dichos sectores (Figura 13)
- El flujo de detritos erosionó el talud de ambas márgenes de la quebrada Pusmalca. Esta erosión pone en riesgo a las viviendas asentadas en la margen derecha de la quebrada ante la ocurrencia de un nuevo flujo de detritos (Figura 14).



Figura 13: El puente que une Canchaque con el Sector Chirigua fue afectado por la presencia de grandes bloques de roca dejando incomunicado a dicho sector



Figura 14: Erosión en el talud de ambas márgenes de la quebrada Pusmalca. Las viviendas asentadas en la margen derecha de la quebrada se encuentran en riesgo

- La erosión generada por el flujo en la margen izquierda de la quebrada Pusmalca podría afectar la vía principal Canchaque – Huancabamba (Figura 15)

- En el puente ubicado en las inmediaciones del sector Huabal, la altura del flujo disminuye hasta 1.20 m. con respecto al cauce de la quebrada (Figura 16).



Figura 15: En la margen izquierda de la quebrada Pusmalca, la erosión generada por el flujo podría afectar la vía principal hacia Canchaque – Huancabamba



Figura 16: En las inmediaciones del sector Huabal la altura del flujo disminuye hasta 1.20 m. con respecto al cauce de la quebrada

3.2.-Áreas susceptibles a flujo de detritos

De acuerdo al trabajo de campo y los datos recolectados, se ha procedido a identificar y delimitar las zonas susceptibles a flujos de detritos; es decir, aquellas áreas con predisposición a la ocurrencia de un evento geodinámico debido a las condiciones físicas del territorio y a la recurrencia de lluvias y sismos.

La principal área susceptible a flujos de detritos se encuentra en la quebrada Limón, en la vía Canchaque – Huancabamba y a 550 m al suroeste del sector Hierba del Aire, a la altura del puente denominado Fierro. La quebrada Limón presenta una pendiente abrupta (superior a los 35°) y la presencia de clastos de rocas con diámetros menores a 0.20 m en el cauce y laderas contiguas. Estos materiales conforman un abanico de detritos que podrían movilizarse y generar un importante flujo de detritos debido al incremento de las lluvias en la zona (Figura 17).



Figura 17: Quebrada Limón y ubicación del puente Fierro en las inmediaciones de la vía Canchaque – Huancabamba. Zona susceptible a la ocurrencia de flujos de detritos

Asimismo, aguas abajo de la quebrada Limón se tiene fragmentos de rocas inestables sobre la ladera y borde de la carretera, que de deslizarse podrían colmar el canal (Figuras 18 y 19).



Figura 18: Materiales inestables en el cauce de la quebrada Limón



Figura 19: Materiales inestables ubicados en la parte alta del puente Fierro

Finalmente, en la Figura 20 se muestra el recorrido del flujo de detritos ocurrido el 17 de marzo a través de la Quebrada Pumalca, así como la ubicación de las zonas susceptibles a la generación de nuevos flujos de detritos.

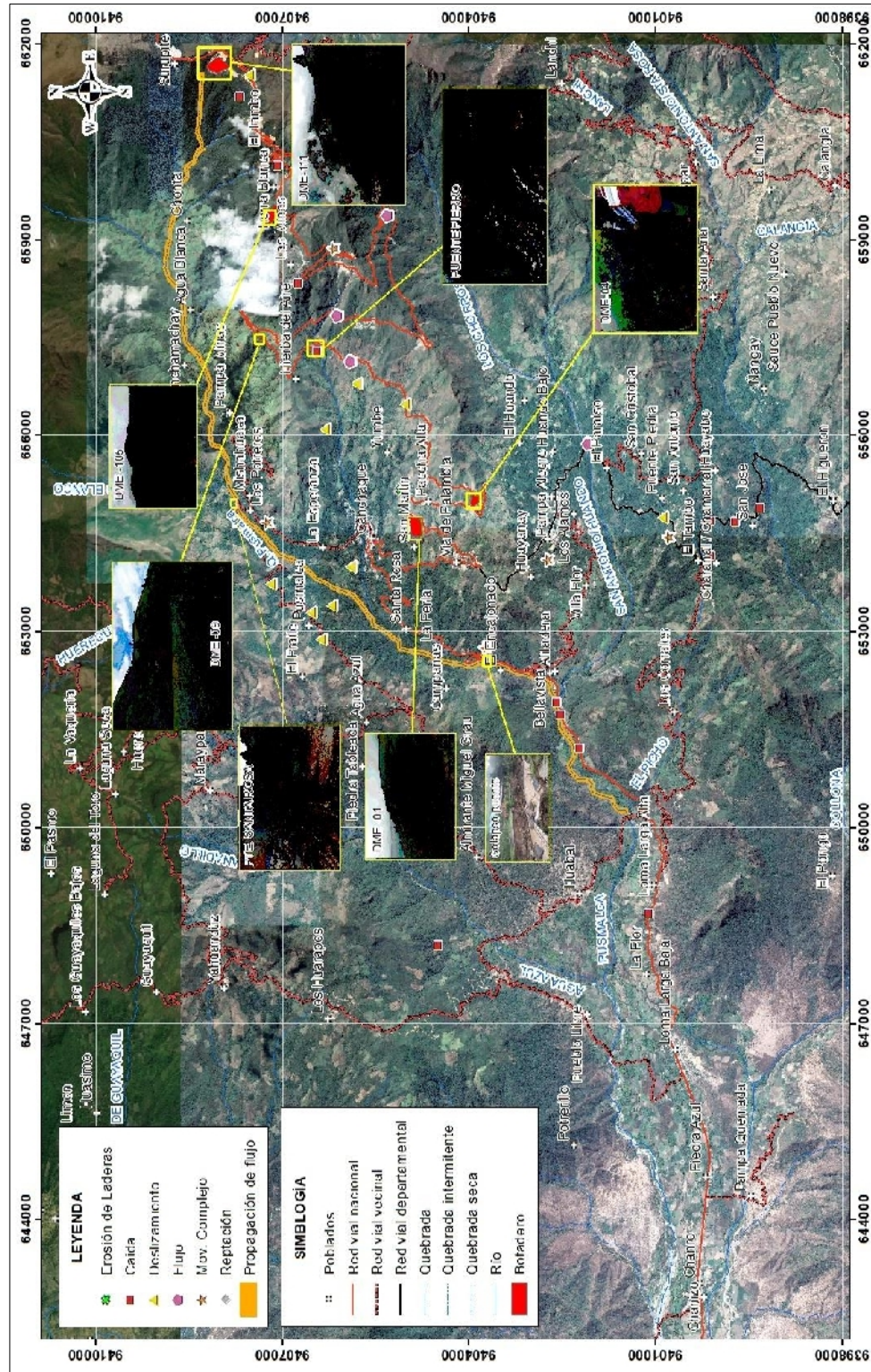


Figura 20: Recorrido del flujo de detritos generado el 17 de marzo de 2021 y ubicación de zonas susceptibles a nuevos flujos de detritos

4.- INSPECCIÓN TÉCNICA EN BOTADEROS

Como parte de los trabajos de campo, se ha realizado la inspección técnica de los DME (Depósitos de Materiales Excedentes) ubicados en la vía Canchaque – Huancabamba, a fin de identificar los efectos generados por las lluvias en su estructura física.

4.1.- DME-111

Se conoce con este código al botadero ubicado en las inmediaciones del sector Suripite y cuya estructura a colapsado de manera parcial debido al incremento de lluvias durante el mes de marzo (umbrales Muy lluviosos). La saturación de los materiales vertidos al botadero incrementó su peso para luego deslizarse aguas abajo. Las evidencias en campo son las grietas en la carretera Canchaque – Huancabamba y en los alrededores del botadero (Figuras 21 y 22).



Figura 21: Grietas ubicadas al costado del DME-111



Figura 22: Grietas sobre terraplén conexo al DME-111

4.2.- DME-105

Se conoce con este código al botadero ubicado en las inmediaciones del sector Tierra Blanca. En esta área se ha identificado presencia de agua en el terraplén y grietas en la carretera Canchaque – Huancabamba (Figuras 23, 24 y 25).



Figura 23: Grietas en la vía Canchaque – Huancabamba, parte superior del DME-105



Figura 24: Grietas en terraplén del DME-105



Figura 25: Flujo de detritos que afectó el DME-05

4.3.- DME-09

Se conoce con este código al botadero ubicado al norte del sector Hierba del Aire, y en la cual no se ha evidenciado la presencia de indicadores de inestabilidades del terreno (Figura 26).



Figura 26: Materiales heterogéneos dispuestos sobre el DME – 09, que no muestra procesos de inestabilidad.

4.4.- DME-04

Se conoce con este código al botadero ubicado en la parte alta del caserío de Palambla. En el área del botadero se ha observado la presencia de grietas en la cancha de fútbol ubicada en su parte superior y la acumulación de agua de escorrentía; mientras que, en los taludes se ha observado el desarrollo de derrumbes e infiltraciones de agua (Figuras 27 y 28).



Figura 27: Grietas en la parte superior del DME-04



Figura 28: Derrumbes en taludes próximos al DME-04, a consecuencia de la saturación de agua en los materiales que conforman el talud.

4.5.- DME - 01

Se conoce con este código al botadero ubicado en la parte baja del sector Paccha Alta. En el área de este botadero se ha identificado la presencia de pequeñas grietas en los taludes y un derrumbe en el borde distal (Figuras 29 y 30).



Figura 29: Derrumbe identificado en las inmediaciones del DME-01



Figura 30: Grietas contiguas a zona de botadero DME-01

CONCLUSIONES

- El principal rasgo hidrográfico del área de estudio lo conforma la quebrada Pusmalca, que con un curso en dirección predominante noreste – suroeste, es parte de la subcuenca del mismo nombre. A la ocurrencia de lluvias, esta quebrada colecta las aguas desde sus nacientes y recorre los caseríos Cruz Blanca, Pampasminas, Chorro Blanco, Potreros, Pusmalca, Santa Rosa, La Afiladera, Huabal y Hualtaca; hasta su desembocadura al río Piura.
- Las precipitaciones ocurridas en el mes de marzo del 2021 en el distrito de Canchaque, habrían alcanzado umbrales “Muy Lluviosos” (21.9 mm el día 22 de marzo) de acuerdo con los datos recolectados en la estación Canchaque (SENAMHI). Sin embargo, históricamente, en el año 2017 en esta misma zona, las precipitaciones máximas en 24 horas alcanzaron 52.4 mm y con este umbral extremadamente lluvioso no se generaron flujos de gran magnitud. Lo anterior permite inferir que probablemente la generación de flujos de detritos en la Quebrada Pusmalca esté relacionada con la presencia de los DME. Esto explicaría que los flujos tengan materiales sólidos como bloques de rocas.
- Entre los eventos geodinámicos ocurridos el día 17 de marzo, se tiene a los flujos de detritos que discurrieron por la quebrada Pusmalca, la deforestación e incremento de la erosión en la cuenca por la construcción de la vía Canchaque – Huancabamba y el colapso del botadero DME-111.
- Los flujos de detritos alcanzaron alturas de hasta 5 m en el sector turístico Lagunillas (Chorro Blanco) con el transporte de bloques de roca con diámetros variables (3 – 5 m) que ocasionaron el colapso de

los puentes Santa Rosa y el ubicado en la vía de acceso al sector Chirigua.

- El colapso parcial del DME-111 generó un volumen considerable de materiales inestables que descendieron por la subcuenca Pusmalca a manera de flujos, tal como lo evidencian las grietas presentes en la vía Canchaque – Huancabamba y sectores contiguos al botadero.
- La inspección técnica en los DME ha permitido evidenciar la presencia de grietas en los taludes de los DME 105, 01 y 04, probablemente debido a la acumulación de aguas pluviales en el subsuelo.
- En la vía Canchaque – Huancabamba se han identificado la presencia de cinco (05) botaderos (DME) en operación que contienen materiales heterogéneos originados por el corte de los taludes en dicha vía. Estos DME incrementan el riesgo de futuros procesos geodinámicos.

RECOMENDACIONES

Concluida la visita técnica a la zona de la quebrada Pusmalca y el análisis e interpretación de la información obtenida, se procede a realizar las siguientes recomendaciones:

- Realizar la descolmatación de la quebrada Pusmalca en las inmediaciones de los caseríos asentados en ambos márgenes, tal es el caso del sector Lagunillas (Chorro Blanco) a fin de evitar inundaciones futuras por el desborde de las aguas por dicha quebrada.
- Establecer estructuras de coronación (canales) para evitar la infiltración del agua hacia los botaderos.
- Drenar las aguas retenidas en los DME 111, 105 y en la parte alta del DME-04 (cancha de fútbol) debido a que estas incrementan el peso de los materiales sobre las laderas y la saturación podría dar origen a un potencial flujo.
- Realizar la actualización del análisis de estabilidad de los taludes en los DME ubicados en la vía Canchaque – Huancabamba en base a la ejecución de estudios de suelos (geotecnia), topografía detallada y geofísica.
- Realizar el monitoreo de los DME a través de puntos de control que permitan evidenciar posibles desplazamientos en los mismos.
- Evitar la formación y arrojamiento de materiales erosionados hacia las quebradas u otras fuentes de agua a fin de evitar la generación de flujos de aguas abajo.

- En la quebrada Limón se debe evaluar la implementación de estructuras de retención (presas abiertas, entre otros) que permitan contener los fragmentos de rocas hacia la quebrada.

- Realizar un plan de reforestación de las laderas inestables.

BIBLIOGRAFÍA

- CENEPRED (2019). Informe de evaluación de riesgo por inundación pluvial en el sector 01 del distrito de Canchaque, provincia de Huancabamba, departamento de Piura.
- 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.
- Neyra D. & Olivares A. (2019) - Análisis hidrometeorológico de la cuenca del río Piura durante El Niño Costero 2017. p34,187.
- Vílchez, M., Luque, G. & Rosado, M. (2013) - Estudio de riesgo geológico en la región Piura. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 52, 250 p., 9 mapas.