



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente



# INSPECCIÓN GEODINÁMICA DE LOS POBLADOS DE MANDORCILLO Y SONDORILLO

Huancabamba - Piura

Informe Técnico N°020-2021/IGP CIENCIAS DE LA TIERRA SÓLIDA



Lima - Perú  
Julio 2021

**Instituto Geofísico del Perú**

Presidente Ejecutivo: Hernando Tavera

Director Científico: Edmundo Norabuena

**Informe Técnico**

Inspección Geodinámica de los poblados Mandorcillo y Sondorillo  
Huancabamba - 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 LOS POBLADOS DE  
MANDORCILLO Y SONBORILLO  
Huancabamba - Piura**

Lima – Perú  
Julio, 2021

## **RESUMEN**

En el distrito de Sondorillo, las precipitaciones pluviales (diciembre a abril) originan una serie de eventos geodinámicos que podrían afectar la seguridad física de los pobladores e infraestructura.

Estos eventos geodinámicos ocurren como resultado de la interacción entre los factores condicionantes (geomorfología, geología, pendientes, tipos de suelos y cobertura vegetal) y desencadenantes (precipitaciones pluviales y en algunos casos las actividades inducidas por acción humana), los primeros constituyen las características físicas del territorio y los segundos, los elementos generadores del evento.

Entre los eventos geodinámicos identificados en el distrito de Sondorillo se tienen los flujos de detritos, reptación de suelos y zonas susceptibles a derrumbes. Asimismo, se han identificado zonas susceptibles a derrumbes en el extremo noroeste del área urbana de Sondorillo, específicamente a 212 m al noroeste, debido al corte de los taludes para la construcción de viviendas, cuyos materiales desprendidos se encuentran en la parte posterior de las viviendas.

## **CONTENIDO**

### **RESUMEN**

#### **1.- INTRODUCCIÓN**

- 1.1.- Objetivo
- 1.2.- Metodología
- 1.3.- Antecedentes

#### **2.- ASPECTOS GENERALES**

- 2.2.- Hidrografía
- 2.3.- Clima

#### **3.- CARACTERIZACIÓN GEODINÁMICA EN SONDORILLO**

- 3.1.- Zonas susceptibles a derrumbe
- 3.2.- Reptación de suelos
- 3.3.- Flujo de detritos
- 3.4.- Erosión fluvial

#### **4.- CARACTERIZACIÓN GEODINÁMICA EN MANDORCILLO**

### **CONCLUSIONES**

### **RECOMENDACIONES**

### **BIBLIOGRAFIA**

### **PLANOS**

- Plano 02: Hidrografía
- Plano 03: Geodinámica

## **1.- INTRODUCCIÓN**

La oficina de Gestión de Riesgos de Desastres de la Municipalidad del distrito de Sondorillo (MDS), a través del Oficio N° 096-2021-MDS/ALC., solicitó apoyo técnico al Instituto Geofísico del Perú (IGP), para realizar la inspección geodinámica en el distrito en mención y el poblado de Mandorcillo.

Ante ello, profesionales del IGP junto con el personal de la Oficina de Gestión del Riesgo de Desastres de la MDS, realizaron durante el mes de junio del presente año, la inspección de campo en las inmediaciones de la zona urbana de Sondorillo y Mandorcillo a fin de identificar zonas con potencial de ocurrencia de eventos geodinámicos.

### **1.1.- Objetivo**

Durante los trabajos de campo se procedió a identificar, cartografiar y caracterizar la dinámica de los eventos geodinámicos en la zona urbana de Sondorillo y Mandorcillo, y en base a ello recomendar los estudios técnicos requeridos para determinar el nivel de peligro, así como la identificación de medidas de prevención y reducción del riesgo.

### **1.2.- Metodología**

La inspección geodinámica en Sondorillo y Mandorcillo se desarrolló en tres fases y en cada una de ellas se realizaron las siguientes actividades:

**Gabinete I:** Se realizó la recopilación y análisis de la información contenida en estudios geológicos y geodinámicos existentes para el área de estudio, así como la elaboración de mapas preliminares del área de estudio para realizar el respectivo cartografiado de campo.

**Trabajo en campo:** Consistió en la identificación, delimitación y caracterización de los eventos geodinámicos ocurridos en el área de estudio, así como evidencias (fisuras y/o grietas en estructuras, agrietamientos en el terreno, asentamientos, remoción de materiales, entre otros) que indiquen el desarrollo de nuevos procesos geodinámicos.

**Gabinete II:** Comprendió el análisis e interpretación de la información recopilada en campo y elaboración del respectivo informe técnico-científico.

### **1.3.- Antecedentes**

Se ha realizado la recopilación de información contenida en informes técnicos existentes para área de estudio a fin de identificar las características físicas y el desarrollo de anteriores eventos geodinámicos ocurridos en Sondorillo y Mandorcillo. La información disponible para área de estudio se resume a continuación:

**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 en base a datos de precipitación diaria con control de calidad básico para el periodo 1964 – 2014 (red de estaciones meteorológicas del SENAMHI). En dicho documento se considera los datos de la estación meteorológica de Huancabamba ubicada a 11 km al norte de Sondorillo. Los umbrales de lluvia descritos en la nota técnica se muestran en el Cuadro 1.

*Cuadro 1: Umbrales de precipitación para la estación Huancabamba  
(Periodo 1964 – 2014)*

<b>UMBRALES DE PRECIPITACIÓN</b>	<b>CARACTERIZACIÓN DE LLUVIAS</b>	<b>UMBRALES CALCULADOS (ESTACIÓN AYABACA)</b>
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: SENAMHI, 2014*

**Reporte complementario N° 1172 - 08/05/2019 / COEN - INDECI  
/ 16:00 HORAS (Reporte N° 02)**

En el reporte se indica que en el distrito de Sondorillo, el 23 de abril del año 2019 ocurrieron precipitaciones pluviales que produjeron un huaico e inundaciones que afectaron a 18 viviendas en los barrios Jibaja Che, Ramón Castilla, Alto de La Paloma y La Villa. Según los datos de la estación meteorológica Sondorillo, durante el mes de abril del año 2019, la precipitación máxima alcanzó los 15.3 mm/día y aparentemente la quebrada activada fue Sondorillo.



## 5.- ASPECTOS GENERALES

La zona de estudio comprende el área urbana del distrito de Sondorillo ubicada en las coordenadas UTM: 674083 E, 9409615 N y cota promedio de 1875 (Figura 1 y Plano 01), siendo sus límites los siguientes:

- Norte: Con el distrito de Huabcabamba
- Este: Con el distrito de Sondor
- Sur: Con el distrito Huarmaca
- Oeste: Con el distrito de Canchaque y San Miguel del Faique

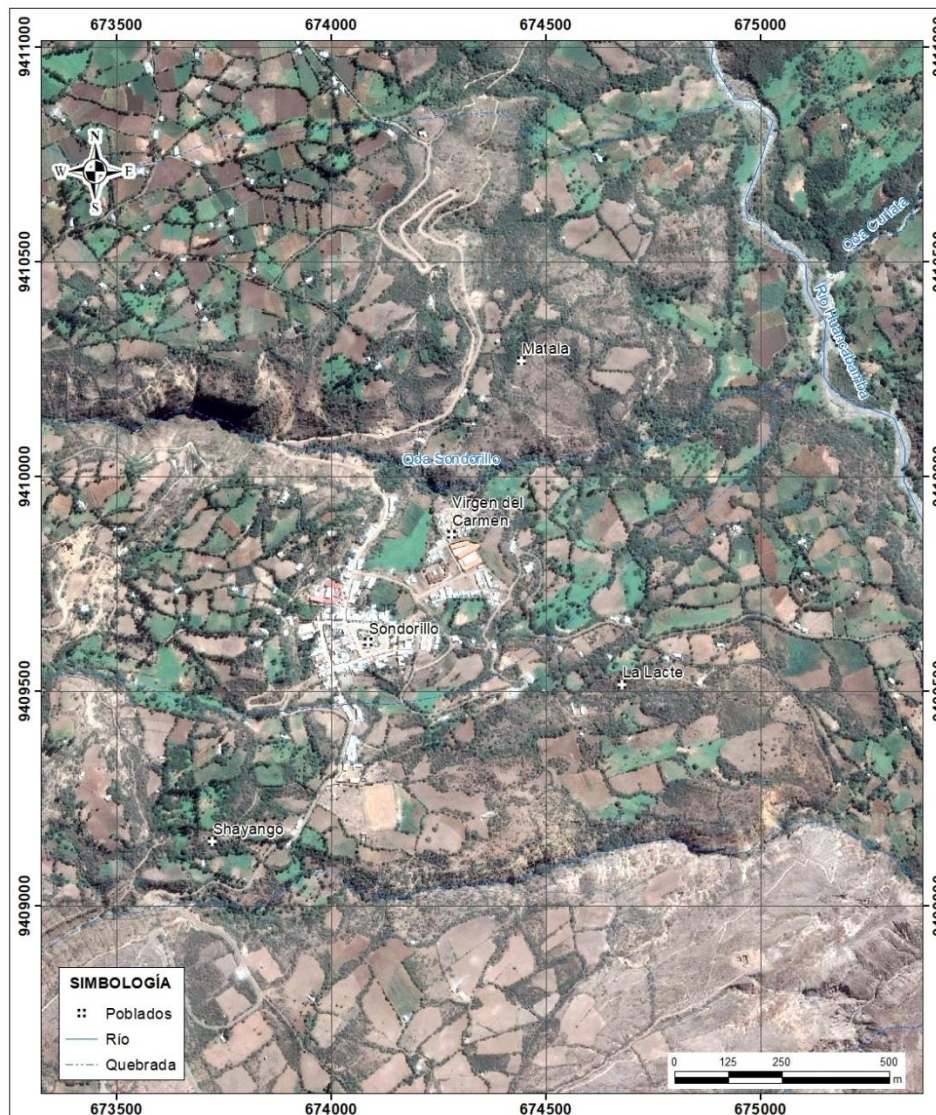


Figura 1.- Ubicación y acceso al distrito de Sondorillo

El acceso, desde la ciudad de Piura al distrito de Sondorillo se realiza en dirección hacia el este, a través de la carretera asfaltada Piura – Canchaque con un recorrido de 146 km; luego hasta Sondorillo se hace uso de una vía afirmada en regular estado de conservación que comprende un recorrido de 90.3 km.

## **2.1.- Hidrografía**

La zona urbana de Sondorillo se encuentra en la subcuenca hidrográfica de la quebrada Sondorillo (área de 1661 Has), esta última ubicada a 435 m al norte de la zona urbana y drena sus aguas en dirección predominante oeste – este. Asimismo, al sur de Sondorillo se ubica la quebrada Cashcapampa que comprende un área aproximada de 1556 Has (Figura 2 y Plano 02).

## **2.2.- Clima**

Para determinar las condiciones climáticas en Sondorillo se ha tomado los datos referenciales de la web del Servicio Nacional de Meteorología e hidrología del Perú (SENAMHI) y específicamente, de la estación meteorológica Sondorillo ubicada en las coordenadas geográficas; Latitud: 5°20'23.26", Longitud: 79°25'52.93", cota 1917 m.s.n.m. Según la información registrada en esta estación, entre los meses de junio y julio, el área urabana de Sondorillo presenta un clima húmedo con temperaturas máximas entre 24° y 26° y temperaturas mínimas entre 13 y 15° (Figura 3).

En relación a la precipitación en Sondorillo, SENAMHI indica que durante al año 2021 “en la sierra del departamento de Piura en los primeros 15 días de marzo se presentaron lluvias frecuentes, e incluso acumulados diarios que superaron el umbral 99: día extremadamente lluvioso, con valores de 54.6 mm en Huancabamba”.



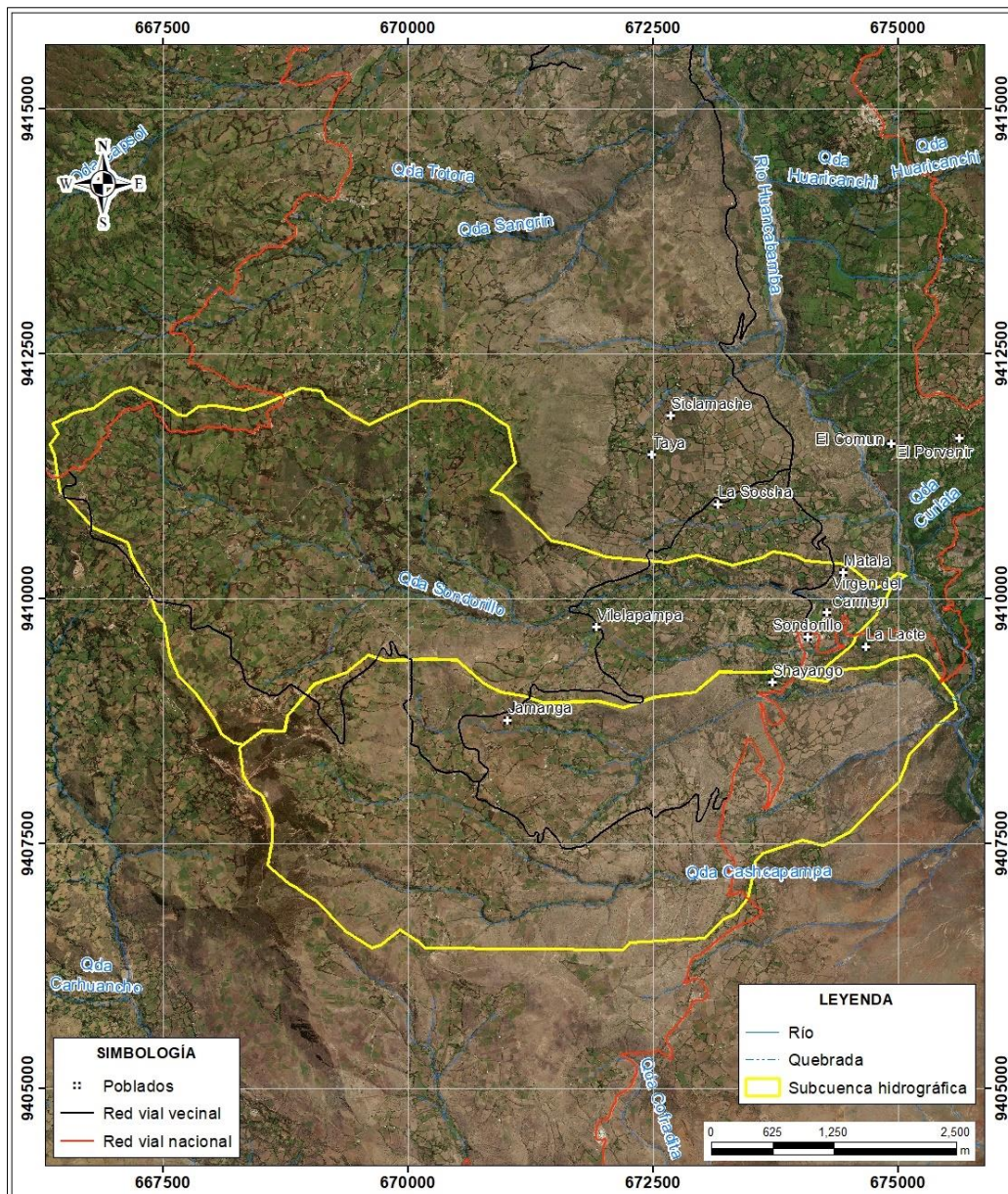


Figura 2: Hidrografía del área de estudio

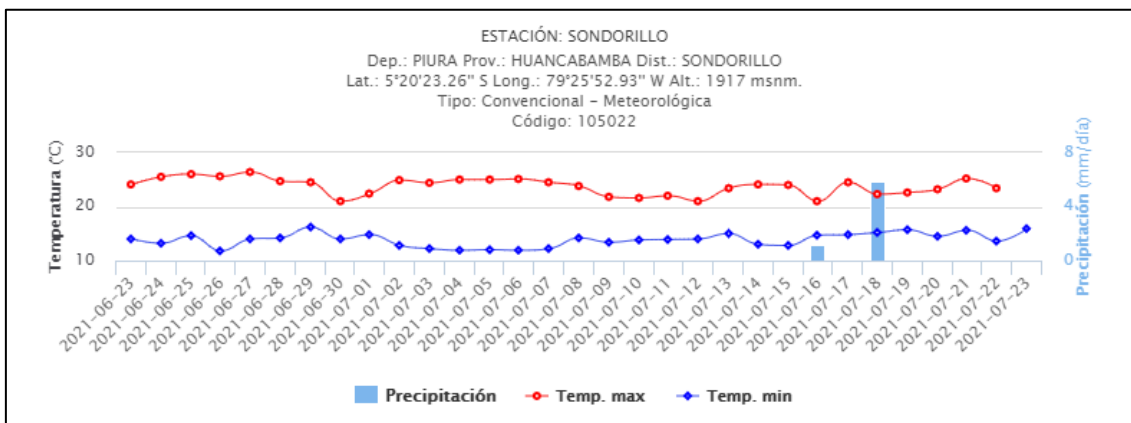


Figura 3: Variación temporal de precipitaciones en Sondorillo usando datos de la estación meteorológica Sondorillo (Fuente: SENAMHI, 2021)

Asimismo, SENAMHI elaboró un mapa de isoyetas (precipitaciones máximas en 24 horas) para la región Piura y correspondiente al mes de marzo del año 2021, evidenciándose la ocurrencia de precipitaciones aproximadas de 36 mm. Finalmente, del registro meteorológico (periodo 1963 – 2014) de la estación Sondorillo, indica que la máxima precipitación acumulada en 24 horas ocurrió el 24 de marzo de 1993 con valores de 54.7 mm.

### **3.- CARACTERIZACIÓN GEODINÁMICA EN SONDRILLO**

Los eventos geodinámicos comprenden todos aquellos que se producen como producto de la interacción de procesos geológicos (internos y externos) que originan cambios físicos, químicos y/o morfológicos en superficie modificando su relieve.

De acuerdo al inventario de peligros geológicos ocurridos en la región Piura y Tumbes publicado por el INGEMMET, se muestra que en las inmediaciones de las quebradas Sondorillo y Pungurán, históricamente han ocurrido eventos de caída de rocas y flujos de detritos (Figuras 4).

#### **3.1 Zonas susceptibles a derrumbes**

Los derrumbes son aquellos eventos que se desarrollan, tanto en terrenos rocosos muy fracturados, como en depósitos inconsolidados, originando "zonas de arranque", desde irregulares, hasta circulares con dimensiones variables, desde pocos metros a decenas de metros; algunos son de gran dimensión.

En el área de estudio, específicamente a 210 m al norte de la plaza principal de Sondorillo se ha evidenciado la presencia de taludes inestables por la ocurrencia de derrumbes. En los cortes de estos taludes, se ha reconocido la presencia de materiales de cobertura conformados por suelos de aluvial de 4.5 m de espesor y luego una secuencia de piroclastos dacíticos que se encuentran meteorizados en capas de 3.5 m de espesor. Estas presentan pendiente vertical debido a que han sido modificados para el emplazamiento de viviendas.

Asimismo, se ha observado que, los materiales removidos pendiente abajo, se encuentran detrás de algunas viviendas, y posiblemente ante la



ocurrencia de sismos podría generarse nuevos derrumbes y afectar viviendas ubicadas debajo del talud (Figuras 5 y 6).

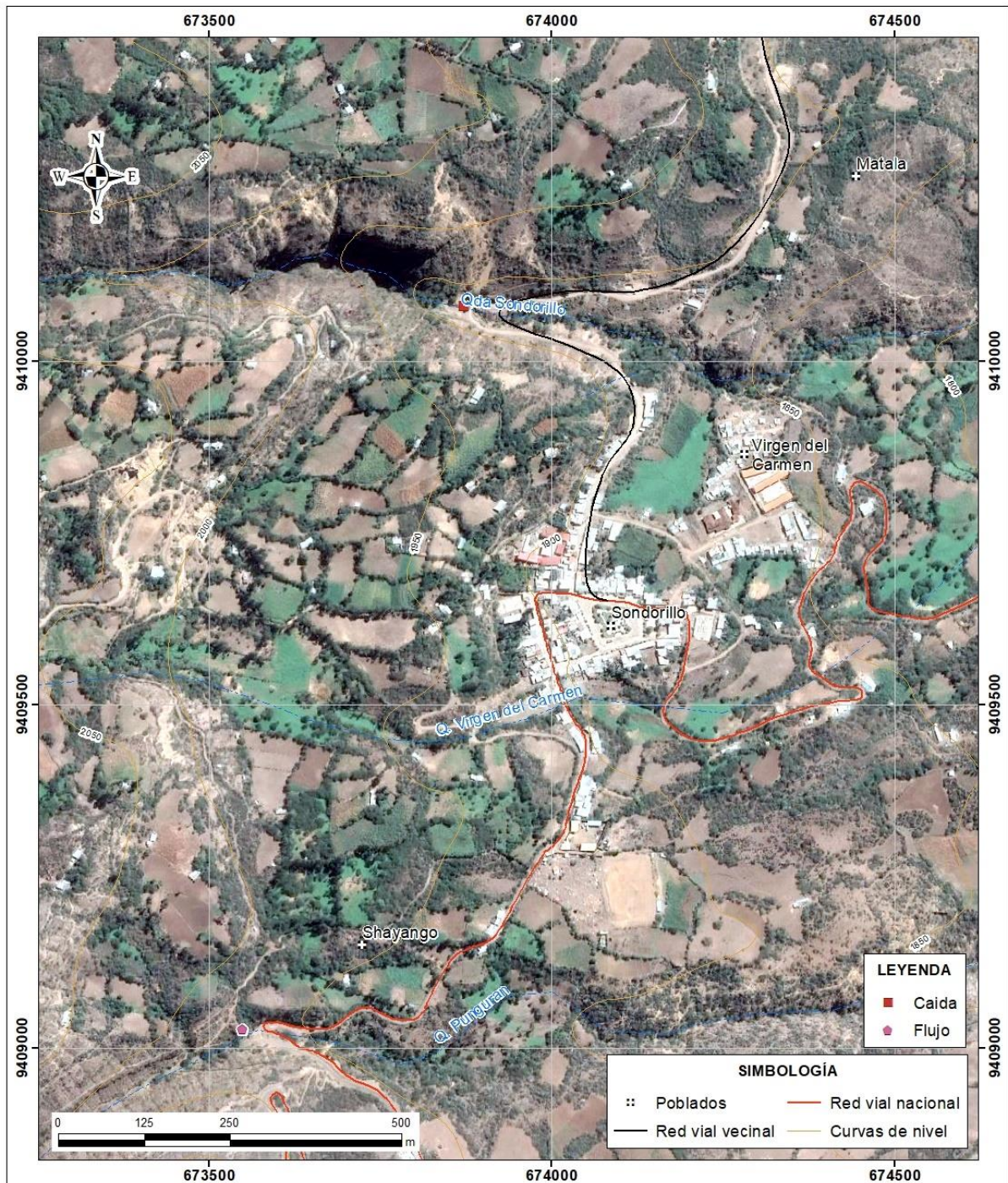


Figura 4: Inventario geodinámico en las inmediaciones de la zona urbana de Sondorillo. Corresponde a caída de rocas y flujos de detritos. Base de datos del INGEMMET.





*Figura 5: Derrumbes de materiales aluviales y afloramientos dacíticos ubicados sobre taludes modificados para el emplazamiento de viviendas. Los materiales desprendidos se ubican detrás de viviendas existentes.*



*Figura 6: Derrumbe de clastos de rocas (piroclastos andesíticos y dacíticos) que conforman taludes inestables que podrían afectar viviendas*

### **3.2 Reptación de suelos**

La reptación de suelo consiste en movimientos muy lentos a extremadamente lentos del suelo subsuperficial sin una superficie de falla definida. Generalmente, el movimiento es de unos pocos centímetros al año y afecta a grandes áreas de terreno. Estos eventos se generan por la saturación de los suelos, usualmente, muy blandos o alterados que se contraen y expanden por la presencia del agua; y se reconocen debido a las ondulaciones de las laderas e inclinación de árboles, postes o viviendas.

Estos eventos han sido identificados en las inmediaciones de la quebrada Virgen del Carmen, específicamente a 700 m al oeste de la plaza principal de Sondorillo. En este punto, los suelos finos (limos) se encuentran saturados por la presencia bofedales y flujos de agua provenientes de la quebrada. Como evidencia de la reptación de los suelos se ha identificado la presencia de una grieta en el suelo de 10 cm de salto, además de ondulaciones en la ladera (Figura 7).

### **3.3 Flujo de detritos**

Los flujos de detritos son muy rápidos a extremadamente rápidos debido a su saturación y transcurren principalmente confinados a lo largo de un canal o cauce de pendiente pronunciada. Este tipo de evento se genera por la remoción de los materiales que han sido erosionados en la parte alta de las cuencas hidrográficas y transportados pendientes abajo a través del cauce de las quebradas para ser depositados en forma de abanicos.

En el área de estudio, las quebradas que presentan susceptibilidad a la ocurrencia de flujos de detritos son Pungurán, Sondorillo y Virgen del Carmen.





*Figura 7: Ladera afectada por reptación de suelos en la cual se ha identificado grieta (debajo de flecha amarilla) en el suelo de 10 cm de salto en zonas saturadas por flujos de agua.*

La quebrada Pungurán se ubica aproximadamente a 585 m al sur de la plaza principal de Sondorillo, fluye en dirección predominante oeste – este hasta desembocar al río Huancabamba. Sus laderas están conformadas por secuencias volcánicas compuestas por rocas andesíticas, cenizas y dacitas en menor proporción. Estas litologías se encuentran meteorizadas y susceptibles a movimientos en masa (erosión de laderas y derrumbes) durante la ocurrencia de precipitaciones pluviales y que las movilizaran pendiente abajo, a manera de flujos de detritos (huaicos) y durante su recorrido podrían afectar la vía que une los poblados Sondorillo y Rumi Corral (Figura 8).

La quebrada Virgen del Carmen se ubica aproximadamente a 110 m al sur de la plaza principal de Sondorillo, fluye en dirección predominante oeste – este hasta desembocar al río Huancabamba. Esta quebrada es

inactiva y se ubica contigua a zonas agrícolas y urbanas. En la parte media de esta quebrada se ha identificado el desarrollo de movimientos en masa del tipo derrumbes y zonas de reptación, eventos que ante la ocurrencia de precipitaciones pluviales intensas, podrían generar materiales inestables y flujos de detritos aguas abajo (Figura 9).



*Figura 8: Cauce de la quebrada Pungurán. Los flujos de detritos podría afectar la vía asfaltada Sondorillo – Rumi Corral.*

La quebrada Sondorillo se ubica aproximadamente a 400 m al norte de la plaza principal de Sondorillo, sus aguas fluyen de oeste a este hasta su desembocadura en el río Huancabamba. De acuerdo con el reporte complementario N° 1172 - 08/05/2019 / COEN - INDECI / 16:00 HORAS (Reporte N° 02) del INDECI, durante el año 2019 en esta quebrada se habrían producido flujos de detritos (huaicos) y que aguas abajo, en la vía de acceso ubicada a 486 m al noroeste de la plaza principal, los taludes de la quebrada muestran inestabilidad debido a que han sido conformados con materiales de relleno, tal como se muestra en las Figuras 10 y 11.





Figura 9: Cauce de la quebrada Virgen del Carmen ubicada a 285 m al suroeste del área de estudio. Se encuentra contigua a zonas agrícolas y urbanas



Figura 10: Cauce de la quebrada Sondorillo que fluye oeste a este, durante su recorrido se encuentra erosionando el pontón ubicado debajo de la vía Sondorillo - Huancabamba





*Figura 11: Quebrada Sondorillo, aguas abajo. Se muestra que su recorrido es contiguo a la zona urbana del sector Virgen del Carmen.*

### **3.4 Erosión fluvial**

Es la erosión fluvial se presenta en los cursos de agua (quebradas y ríos) cuando la fuerza tractiva del agua vence la resistencia que ofrecen los materiales, y son movilizados en las formas de socavación lateral o de fondo. Estos procesos movilizan arcillas, limos, arenas, gravas, cantos y bloques, en las formas de acarreo, en disolución, en suspensión y en acarreo de fondo.

Este tipo de evento ha sido identificado en la parte baja del pontón ubicado a 490 m al noreste de la plaza principal de Sondorillo, en la vía Sondorillo – Huancabamba. La erosión fluvial habría sido generada como producto de la acción erosiva del agua sobre la base de dicha infraestructura, habiéndose producido el colapso de parte del piso de dicho pontón. En esta vía transitan vehículos de manera constante y ante el colapso de pontón se debería tomar las medidas correctivas necesarias (Figura 12).



*Figura 12: Pontón ubicado en la vía Sondorillo – Huancabamba que ha sido erosionada en el piso de dicha estructura*

Finalmente, en la Figura 13 se muestra el área urbana de Sondorillo y zonas adyacentes en donde se indica la ubicación de las áreas propensas a generar flujos de detritos, reptación de suelos y otras susceptibles a derrumbes que deben ser consideradas a fin de reducir el riesgo en toda el área de estudio.



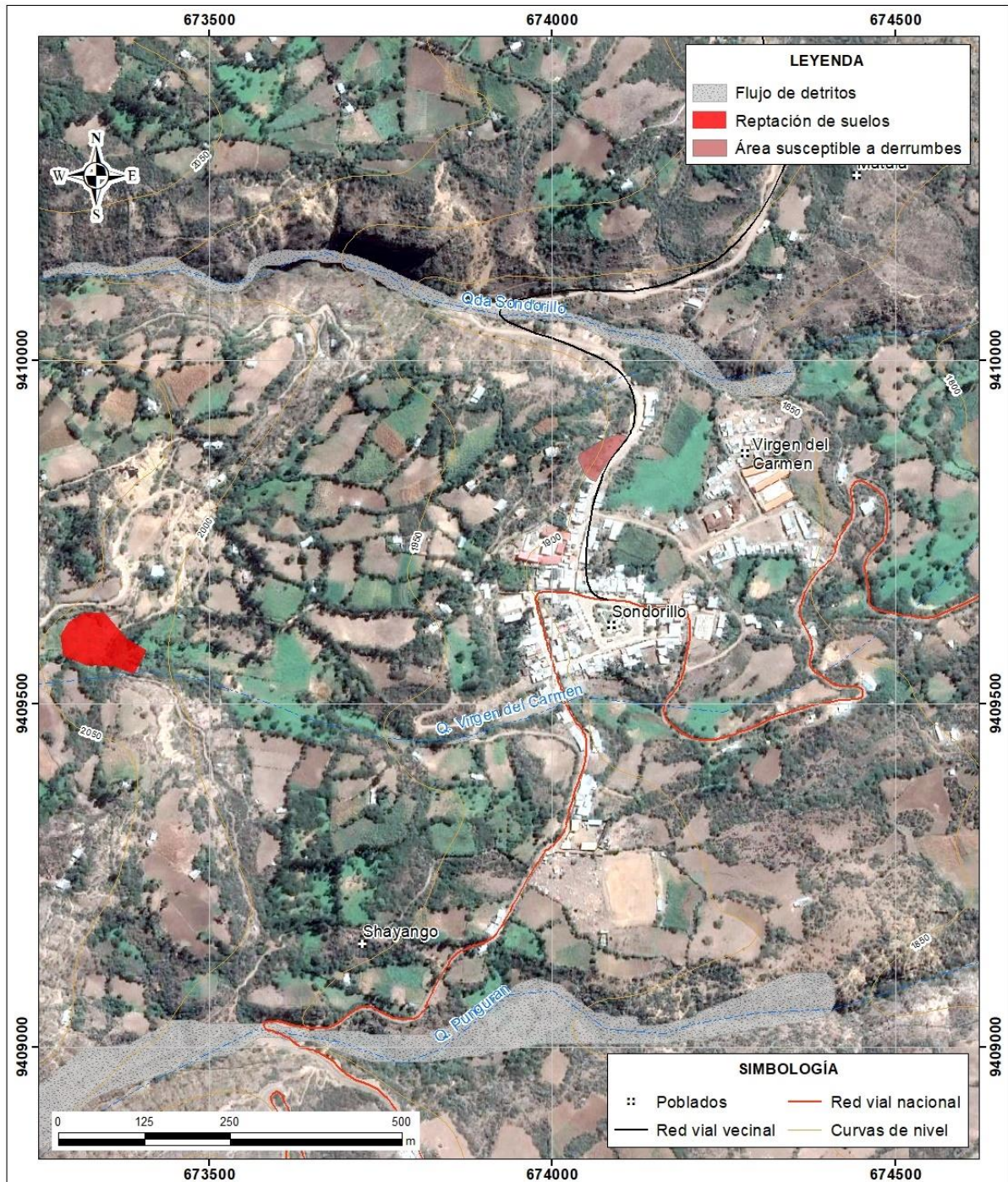


Figura 13: Eventos geodinámicos identificados en las inmediaciones del distrito de Sondorillo



#### 4.- CARACTERIZACIÓN GEODINÁMICA EN MANDORCILLO

Entre las zonas inspeccionadas en campo y ha pedido de la municipalidad distrital de Sondorillo, se consideró el caserío Mandorcillo, lugar que se incomunica durante el periodo de lluvias, debido a que el río Huancabamba incrementa su caudal y las vías son afectadas e inaccesibles. Entre las quebradas visitadas se tiene Mandorcillo y El Cedro, en las cuales se han evidenciado la presencia de abanicos aluvionales antiguos con áreas máximas de 17 hectáreas para el caso de la quebrada el Cedro.

Asimismo, en la parte baja de la quebrada El Cedro se ha identificado la presencia de una vivienda expuesta a la ocurrencia de flujo de detritos, la cual se encuentra contigua al abanico aluvional y podría ser afectada (Figuras 14, 15 y 16).



Figura 14: Quebrada el Cedro donde se evidencian materiales aluvionales antiguos sobre el cauce de la quebrada y desembocadura hacia e río Huancabamba



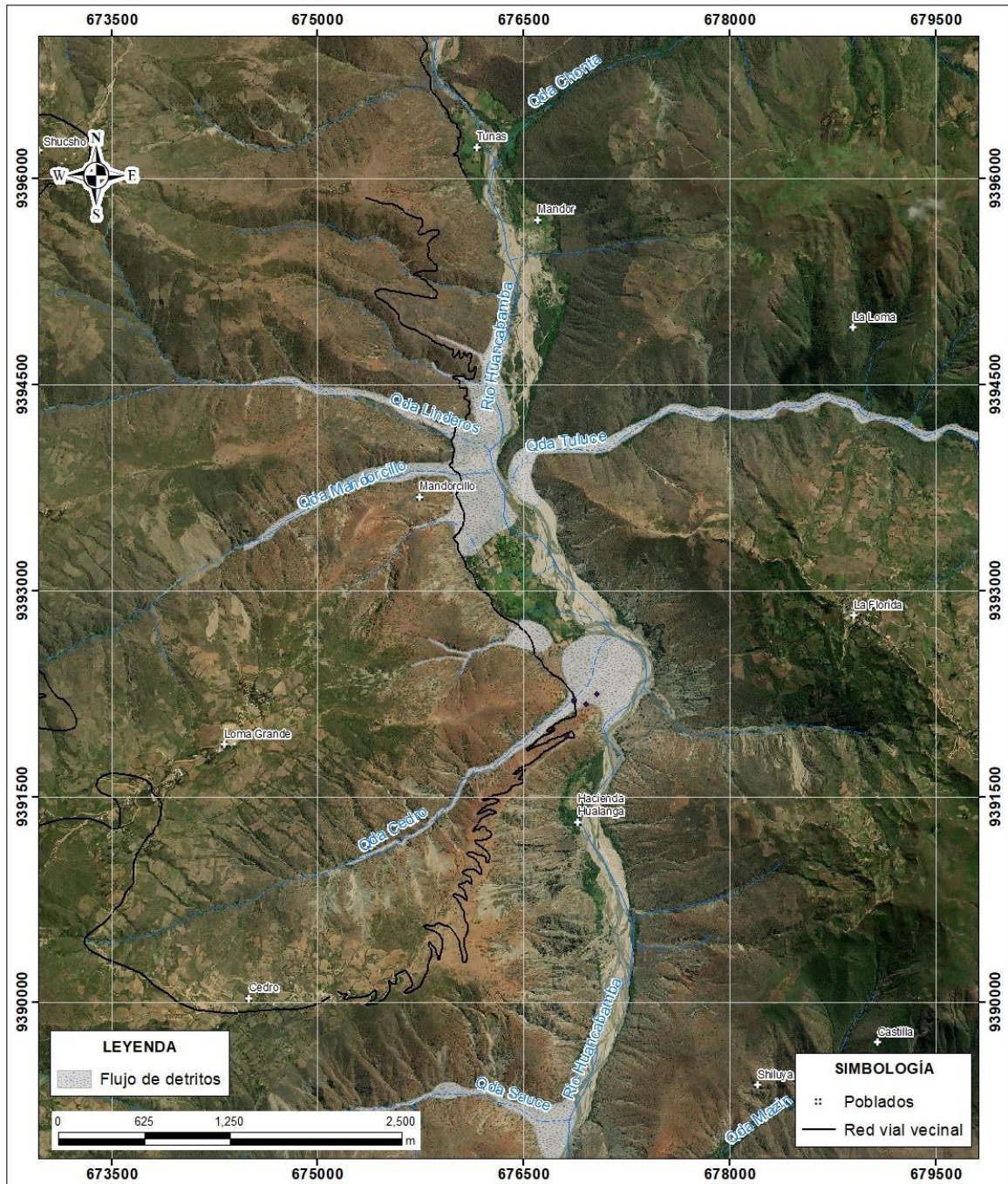
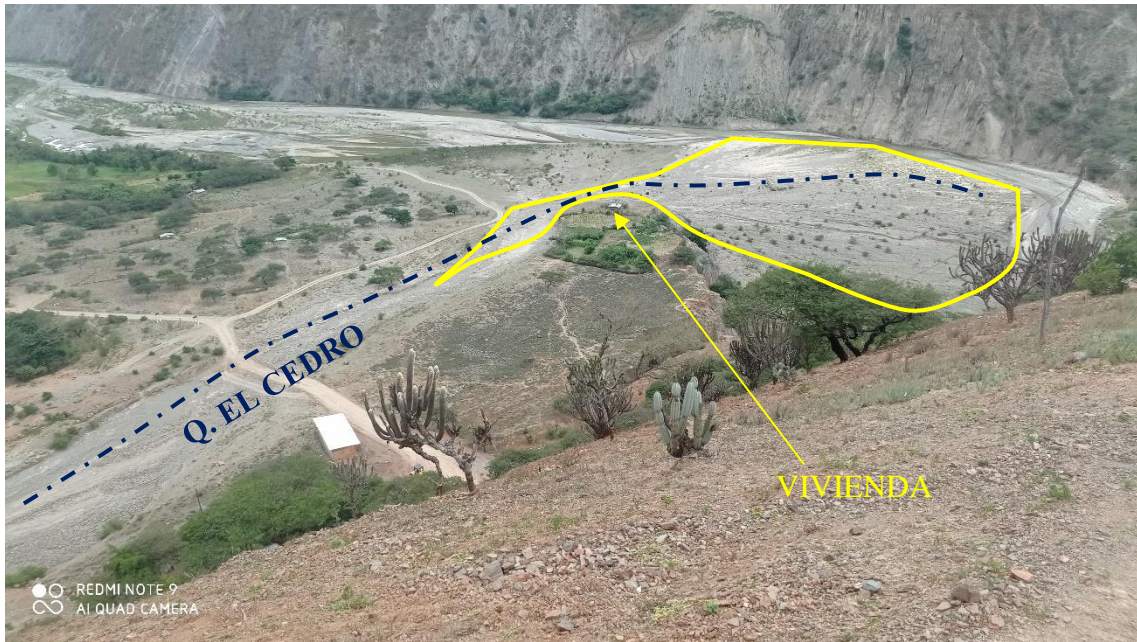


Figura 15: Flujos de detritos cartografiados en las inmediaciones de la quebrada Mandorcillo y El Cedro





*Figura 16: Abanico aluvional de la quebrada El Cedro donde se evidencia vivienda contigua a quebrada*

## **CONCLUSIONES Y RECOMEDACIONES**

### **Conclusiones**

- En las inmediaciones del distrito de Sondorillo se han identificado las quebradas Sondorillo, Virgen del Carmen y Pungurán que discurren en dirección predominante oeste – este, y de ellas, la quebrada Virgen del Carmen se encuentra contigua la zona urbana. Estas quebradas se activan durante la ocurrencia de precipitaciones pluviales, generando flujos de detritos que afectan frecuentemente infraestructura física existente en su entorno.
- El registro de precipitaciones pluviales registradas en la estación de Sondorillo indican que en el año 1993 se produjeron precipitaciones máximas con valores de 54.7 mm de lluvia en 24 horas. Asimismo, se indica que durante el presente año han ocurrido precipitaciones de 36 mm en 24 horas durante el mes de marzo, y que fueron detonantes para la activación de movimientos en masa en estas zonas.
- Entre los eventos geodinámicos identificados en el distrito de Sondorillo se tienen los flujos de detritos, reptación de suelos y zonas susceptibles a derrumbes; debido a sus condiciones físicas (geomorfología, geología, topografía, suelos, entre otros) de deforestación e incremento de la erosión durante el periodo de lluvias intensas.
- En las inmediaciones de la vía Sondorillo – Huancabamba, específicamente a 490 m al noroeste de la plaza principal de Sondorillo se ha identificado un pontón que presenta erosión en el piso de la infraestructura como resultado del incremento del caudal de la quebrada Sondorillo en épocas de precipitaciones pluviales intensas.

- Zonas susceptibles a derrumbes han sido identificados en el extremo noroeste del área urbana de Sondorillo, específicamente a 212 m al noroeste, debido al corte de los taludes para la construcción de viviendas, cuyos materiales desprendidos se encuentran en la parte posterior de las viviendas.

## **Recomendaciones**

- En las zonas susceptibles a derrumbes se sugiere realizar el análisis de estabilidad de taludes para identificar zonas donde ocurre la falla del material para la toma de medidas de mitigación estructural.
- Evaluar la posibilidad de desquinchar los materiales inestables que conforman los taludes ubicados al noroeste de Sondorillo, a fin de retirar clastos de roca y suelos inestables sobre el talud.
- Evitar la saturación de los taludes susceptibles a derrumbes a través de canales de coronación e implementación de sistemas de drenaje pluvial.
- Se sugiere descolmatar el cauce de la quebrada Sondorillo, aguas arriba de la vía Sondorillo – Huancabamba, para evitar desbordamiento de los flujos.
- En la parte media de la quebrada Virgen del Carmen, en las laderas afectadas por reptación de suelos, se sugiere implementar sistemas de drenaje pluvial, a través de canales de evacuación de agua pluvial e implementación de sistemas de riego tecnificado para evitar la saturación de los suelos.
- Se sugiere realizar una simulación por flujos de detritos en la quebrada Virgen del Carmen para determinar el recorrido del flujo,

altura del flujo y zonas afectadas. Para ello, se debe realizar un levantamiento topográfico y estudio hidrológico de detalle.

- En la quebrada Pungurán, se sugiere evaluar la posibilidad de implementar estructuras de retención para que los materiales transportados por los flujos no obstaculicen la transitabilidad de la vía de acceso.

## **BIBLIOGRAFÍA**

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

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.

Yauri, H. (2021) – Informe técnico N° 1/SENAMHI – DZ1: Lluvias intensas en el departamento de Piura – periodo marzo 2021.

## **PLANOS**

Plano 02: Hidrografía  
Plano 03: Geodinámica

