

REPUBLICA DEL PERU  
SECTOR ENERGIA Y MINAS  
INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALURGICO

**INFORME TÉCNICO**  
Geología Ambiental y Riesgo Geológico



# DESLIZAMIENTO DE TIERRAS DEL CERRO PUCUTURA

(DISTRITO CHECRAS, PROVINCIA HUARA, REGION LIMA)



POR:  
SEGUNDO NÚÑEZ JUÁREZ

LIMA – PERU  
MARZO 2009

# DESPLAZAMIENTO DEL CERRO PUCUTURA

## CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN
    - 1.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA
    - 1.2 OBJETIVOS
    - 1.3 ALCANCES DEL ESTUDIO
  - 2..ASPECTOS GENERALES
    - 2.1 UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD
    - 2.2 PRECIPITACIONES PLUVIALES
    - 2.3 USO DEL SUELO
  3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS
    - 3.1 UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS
  4. ASPECTOS LITOLÓGICOS
    - 4.1 SUBSTRATO ROCOSO SEDIMENTARIO
    - 4.2 SUBSTRATO ROCOSO VOLCÁNICO.
    - 4.3 DEPÓSITOS SUPERFICIALES
  5. PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL CERRO PUCUTURA Y ALREDEDORES.
    - 5.1 EVIDENCIAS DE MOVIMIENTOS EN MASA ANTIGUOS Y RECIENTES
    - 5.2 DESLIZAMIENTO EN EL CERRO PUCUTURA
    - 5.3 OTROS PELIGROS IDENTIFICADOS (Alrededores)
  6. SUSCEPTIBILIDAD A LOS MOVIMIENTOS EN MASA
  7. MEDIDAS CORRECTIVAS
- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## DESLIZAMIENTO DEL CERRO PUCUTURA

### 1. INTRODUCCIÓN

La ocurrencia de procesos de movimientos en masa, como los deslizamientos son comunes en las vertientes y valles de la cordillera andina. Estos procesos geodinámicos pueden perdurar en el tiempo y comportarse aparentemente en forma estable, sin embargo indicios de carácter geológico y geomorfológico muestran que estos eventos se encuentran en real movimiento de forma natural, a veces imperceptibles. Sin embargo estos suelen ser incentivados o detonados por agentes externos de carácter natural como lluvias y sismos, o acciones del hombre (antrópico) como puede ser por la modificación de taludes, riego inadecuado, etc. (Zavala, 2008).

El valle del río Checras, se aprecian movimientos en masa antiguos y activos evidenciando la actividad geodinámica área. Destacando la reactivación de un deslizamiento en el sector de Pucutura, cuya evolución pone en riesgo la Planta de Lagsaura, terrenos de cultivo, 03 viviendas, vía de acceso del poblado de San Pedro de Tongos y el represamiento del río Checras.

En este sector, entre la margen izquierda del río Checras y el poblado de Tongos, se desarrollan actividades mineras (Planta Concentradora de Mineral de Lagsaura) y agrícolas (sombrios de frutales).

En este estudio se dan alcances de la geomorfología y geodinámica del área afectada por deslizamiento de tierras, así como conclusiones y recomendaciones para la prevención, mitigación y/o estabilización del lugar.

#### 1.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

El Director Regional de Defensa Civil Lima-Callao, Ing. James Atkins Lerggios, mediante Oficio Múltiple N° 04473-2008/INDECI/16.0.4, dirigido a la presidencia del Consejo Directivo del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), invita al INGEMMET a asistir a una reunión sobre los avances de las recomendaciones efectuadas sobre el riesgo del Cerro Pucutura, Comunidad Campesina de San Pedro de Tongos, distrito de Checras, Provincia de Huará. Como representante del INGEMMET a esta reunión asistió la Bach. Magdi Ochoa, por lo que ella participo en el estudio Geoambiental de la cuenca Huará (2007) manifestando que nuestra institución había entregado un informe de las zonas críticas de la Cuenca del río Huará.

Con fecha 22 de agosto 2008, mediante oficio N° 207-2008-GRL-GRRGMA-ORDC, el Jefe de la oficina de Defensa Civil del Gobierno Regional de Lima, solicita al

Presidente del Consejo Directivo del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico realizar una estimación de riesgo geológico en la zona denominada Cerro Pucutura, del distrito de Checras, provincia de Huara, región Lima, por tener problemas de deslizamientos.

Con fecha 28 de agosto 2008, mediante oficio N° 240-2008-INGEMMET/SG, el Secretario General del INGEMMET, responde al oficio N° 207-2008-GRL-GRRGMA-ORDC de la oficina de Defensa Civil del Gobierno Regional de Lima, que desafortunadamente, no se puede realizar por el momento la visita técnica prevista, por encontrarse los profesionales de la Dirección de Geología Ambiental con una recargada labor. Se enviaron un mapa del inventario de peligros geológicos del sector solicitado, correspondiente al estudio Geoambiental de la Cuenca del Río Huara.

Con fecha 21 de enero del 2009, mediante oficio Múltiple N° 003-2009-GRL/PRES, el Presidente Regional de Lima, convoca a participar a la reunión que se sostendrá el día 26 de enero a 13 horas en el Hotel Britania, para tratar el riesgo geológico del cerro Pucutura que podría afectar la integridad física de los comuneros. Asistiendo a esta reunión del Ing. Lionel Fidel, Director de Geología Ambiental y Riesgo Geológico.

El Director de Geología Ambiental y Riesgo Geológico, asigna al Ing. Segundo Núñez Juárez, para realizar dicha inspección, la cual se realizó entre el 16 al 19 de febrero. Para ello se realizaron coordinaciones previas con el Ing. Hector Pizarro, alcalde de la municipalidad de Checras.

## **1.2 OBJETIVOS**

Los objetivos del estudio son:

- Efectuar la evaluación geológica-geodinámica en las laderas del cerro Pucutura, donde se encuentra la Planta concentradora de Mineral de Lagsaura (Compañía Minera Izcaycruz), terrenos de cultivo y vía de acceso al anexo de San Pedro de Tongos; identificar y evaluar los movimientos en masa.

## **1.3 ALCANCES DEL ESTUDIO**

En función al objetivo trazado, los alcances son los siguientes:

- Cartografiado geomorfológico-geodinámico del área de Pucutura-Tongos a escala 1:25000.
- Recomendaciones de medidas de estabilización.

## **2. ASPECTOS GENERALES**

### **2.1 UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD**

El área políticamente pertenece al distrito Checras, provincia Huara y región Lima y se encuentra entre en las siguientes coordenadas UTM (WGS 84):

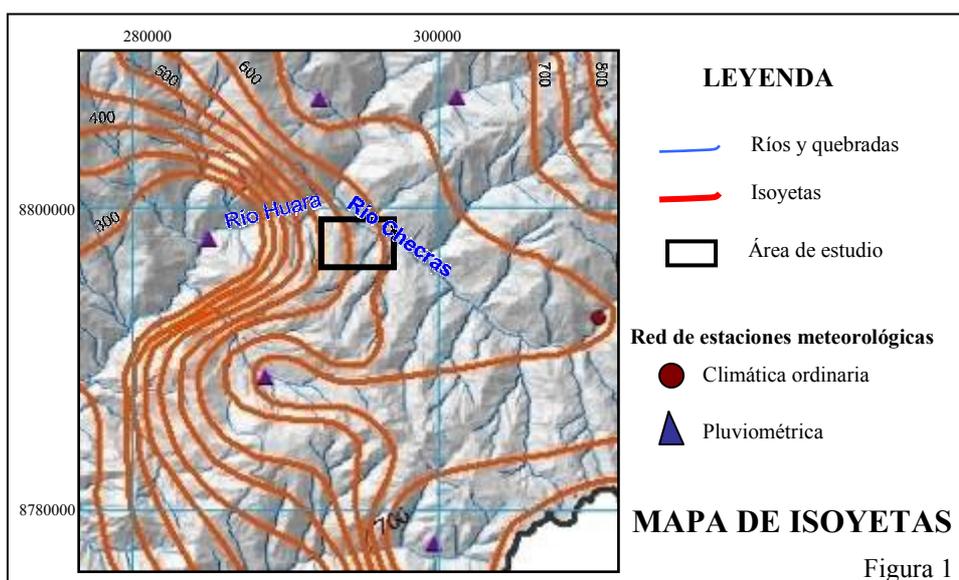
Norte : 8796000, 8799500

Este : 293000, 297000

Se accede al área de estudio desde Lima, a través de la Carretera Panamericana Norte, hasta llegar a la localidad de Huara (km 154), para luego tomar la carretera Huara-Sayan-Churin (asfaltada hasta la localidad de Sayan), al llegar al puente Tingo se toma el desvío a la derecha la cual nos lleva a al anexo de San Pedro de Tongos. El deslizamiento se encuentra en el sector planta concentradora de mineral de Lagsaura – Pucutura - Chua.

## 2.2 PRECIPITACIONES PLUVIALES

Según el mapa de precipitaciones pluviales, en base a los datos de las estaciones meteorológicas proporcionados por el SENAMHI (Figura 1), el área de estudio se tienen precipitaciones con un promedio anual entre 500 – 550 mm. Hay que considerar que las mayores precipitaciones pluviales se registran entre los meses de Diciembre a Marzo.



Fuente: Estudio Geoambiental de la cuenca del río Huara (2008).

## 2.3 USO DEL SUELO

En el área de estudio las laderas están conformadas por suelos coluviales y deluviales. Que cubren el substrato rocoso sedimentario escarpado a abrupto. Estos terrenos son aprovechados con cultivos de frutales (Foto 1) irrigados por gravedad (inundación) y/o secano, siendo la vegetación natural escasa. Se ha modificado parte del talud por la



Foto 1.- Sector de Lagsaura, se muestran los terrenos de cultivos.

construcción de la vía de acceso al anexo de San Pedro de Tongos.

En la zona baja del río Checras en ambos márgenes se han formado terrazas (foto 2), producto del cierre de valle por movimientos en masa. La margen izquierda actualmente es aprovechada por actividad agrícola (plantaciones de frutales), se encuentra asentado el caserío de Lagsaura (viviendas). También en esta margen se ubica la Planta Concentradora de Mineral de Lagsaura que es propiedad de la compañía minera de Izcaycruz.

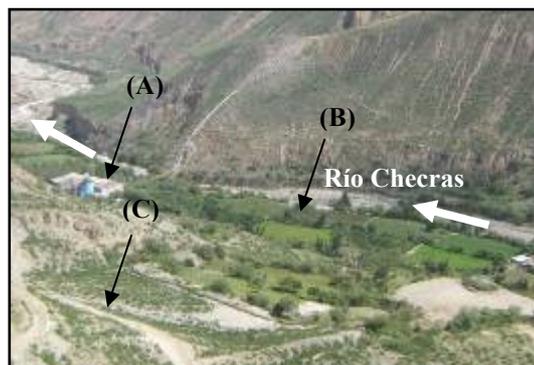


Foto 2.- Vista del valle del río Checras  
 (A) Planta de Lagsaura,  
 (B) Terrenos de cultivo  
 (C) Troza carrozables.

En la terraza de la margen derecha del río Checras, la vegetación es escasa, encontrándose con terrenos de cultivos abandonados.

En resumen el uso del suelo, un 80% está ocupado por la actividad agrícola como son los cultivos de frutales (melocotones y paltas), un 15% por el asentamiento rural representado por el caserío de Lagsaura y un 5 % por la Planta Concentradora de Mineral.

### 3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

El área de estudio, en el contexto regional, se localiza en la Unidad Geomorfológica de la Cordillera Occidental de los Andes, disectada por valles. El relieve general está condicionado a la presencia del río Checras como colector principal, mostrando un valle juvenil con un perfil típico en “V” limitado por laderas de moderada a fuerte pendiente entre 25° a 45° (Foto 3). Así como la presencia de las quebradas Cancha (margen derecha), Yanaragra, Palcaura y Pumapuchuman (por la margen izquierda).



Foto 3.- Vista del valle del río Checras, se observan laderas de fuerte pendiente.

Los depósitos de movimientos en masa evidencian la geodinámica de la zona en el pasado y claramente diferenciables en el área. Se aprecian afloramientos de rocas sedimentarias (areniscas y lutitas) y volcánicas.

La morfología actual está relacionada con la última etapa de levantamiento de los Andes, así como a los procesos hidrometeorológicos relacionados a abundantes precipitaciones pluviales (erosión fluvial y pluvial), y depósitos de los movimientos en masa antiguos y recientes (deslizamientos, flujos y derrumbes), producto de la intensa actividad geodinámica de la zona.

### 3.1 ASPECTOS GEOLÓGICOS-GEOMORFOLÓGICOS

Para diferenciar las diferentes unidades geomorfológicas, se ha tratado de asociar las geoformas existentes, la litología, el carácter estructural del substrato, y la morfogénesis de los diferentes relieves; logrando agruparlos en dos (02) subunidades (Figura 2).

#### a) Relacionadas a procesos erosivos y control litológico estructural y pendiente.

Se presentan:

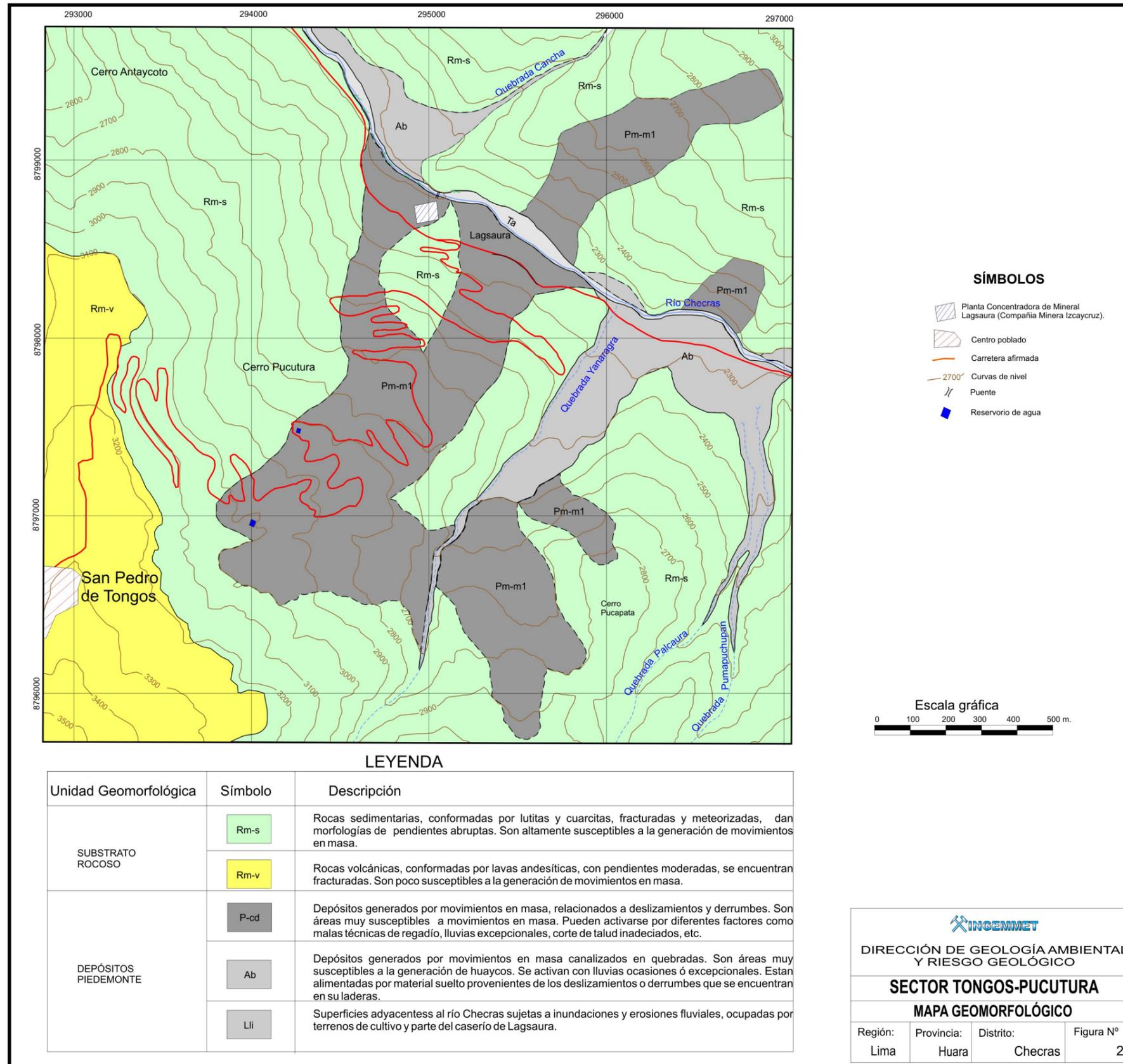
- Relieve de montañas en rocas sedimentarias de fuerte pendiente: dispuestas desde el fondo de valle hasta la media ladera en la margen izquierda y toda la margen derecha del río Checras (Foto 4), mostrando crestas o alineamientos escarpados por erosión diferencial. Litológicamente corresponden a secuencias de areniscas y lutitas.
- Relieve de montañas en rocas volcánicas de moderada pendiente, dispuestas en la cima del cerro Pucutura (Foto 5), litológicamente corresponden a lavas andesitas.



Foto 4.- Afloramiento de areniscas, con laderas de fuerte pendiente.



Foto 5.- Afloramiento de rocas volcánicas, con laderas de moderada pendiente.



- Valle fluvial: ocupa un área muy reducida, correspondiendo al lecho fluvial y a terrazas, generalmente erosionadas o removidas por el río en la época de crecida. Es piso de valle del río Checras con un ancho de hasta de 200 m (Foto 6). Es evidente que los conos de deyección de las quebradas han represado en algún tiempo al río Checras. La pendiente longitudinal del río Checras en este sector en moderada a fuerte y muestra cambios notables en tramos cortos. Se distinguen grandes bloques de roca de hasta 1 m de diámetro producto del acarreo proveniente de los flujos de detritos ó huaycos.



Foto 6.- Valle del río Checras, típico valle juvenil en forma de “V”. Las montañas adyacentes muestran fuerte pendiente.

**b) Relacionadas a acumulaciones de depósitos de peidemonte y procesos gravitacionales.**

- Depósitos de movimientos en masa antiguos y recientes (Fotos 7, 8 y 9), que ocupan una parte representativa del área evaluada. Se diferencian acumulaciones de piedemonte conformados por depósitos coluvio/deluviales, dispuestos en forma depósitos caóticos en ambas márgenes; producto de los deslizamientos y derrumbes. Depósitos proluviales relacionados a flujos de detritos: son depósitos inconsolidados acumulados en las vertientes medias e inferiores de las laderas y en los cauces de las quebradas, ocupadas actualmente por terrenos de cultivo, viviendas del caserío de Lagsaura.



Foto 7.- Depósito de deslizamiento reactivado, en la margen derecha del río Checras.



Foto 8. Depósito proluvial, proveniente de la quebrada Yanaragra (margen Izquierda), que en un tiempo llegó a represar al río Checras.



Foto 9.- Sector de Lagsaura, se muestran depósitos coluvio/deluviales, material proveniente de antiguos movimientos en masa.

## 4. ASPECTOS LITOLÓGICOS

Se ha tomado como base litológica el trabajo realizado por Coobing, J. (1973) que lo realizo para el levantamiento de la Carta Geológica Nacional a escala 1:100000, del cuadrángulo de Oyón. Así como las observaciones de detalle realizadas en los trabajos de campo.

### 4.1 SUBSTRATO ROCOSO SEDIMENTARIO

En el área se han diferenciado afloramientos de cuarcitas con lutitas (Formación Chimú), estos se localizan en las laderas de ambas márgenes del río Checras, abarcando en ambas, hasta media ladera. Las cuarcitas son muy resistentes a la erosión y meteorización, dando formas muy escarpadas, en cambio las lutitas están más meteorizadas resultando topografías de moderada pendiente, por su fracturamiento y meteorización este material es muy susceptible a la formación de deslizamientos.



Foto 10.- Contacto ente las cuarcitas y las areniscas, donde se distinguen los sistemas de fracturamiento.

### 4.2 SUBSTARTO ROCOSO VOLCÁNICO.

Este se encuentra aflorando en la parte alta del cerro Pucutura, consiste en lavas de tipo andesítico (foto 11), que dan una topografía moderada. Son muy resistentes a la meteorización, y se encuentran fracturadas.

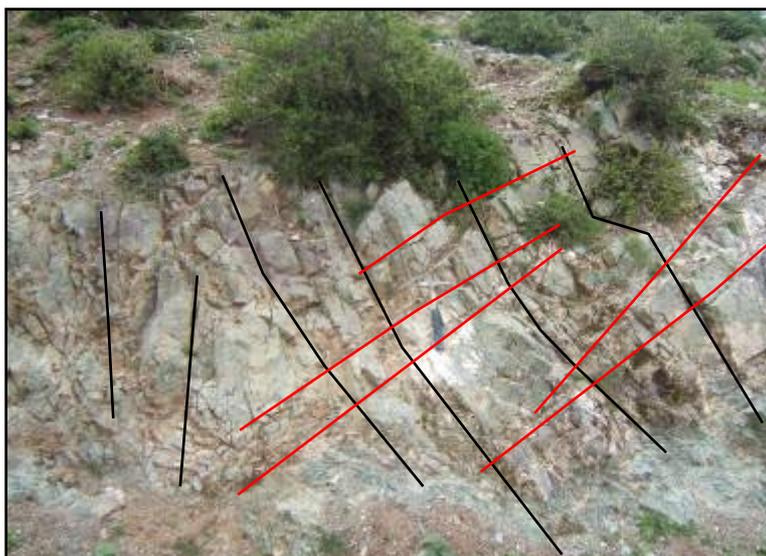


Foto 11.-Corte sobre la carretera que nos conduce al anexo de San Pedro de Tongos, se observan andesitas masivas, con dos sistemas de fracturas y su estratificación.

### 4.3 DEPÓSITOS SUPERFICIALES

Los depósitos inconsolidados que cubren al substrato rocoso, se exponen principalmente en las laderas y en las quebradas tributarias y en menor proporción en el fondo de valle del río Checras.

Los cortes expuestos en la ladera permiten diferenciar estos depósitos cuyo origen se debe a las acumulaciones de depósitos gravitacionales (coluviales, deluviales) y de remoción, principalmente por deslizamientos o derrumbes (Fotos 7 y 9).

En las terrazas del río Checras, cercanas a las quebradas, se aprecian depósitos proluviales-aluviales originados por el acarreo violento de material proveniente de la quebrada (huaycos) y materiales retrabajados por el río Checras. En los cortes originados por la erosión fluvial del río se muestran bloques de roca de formas subangulosas a subredondeadas que indican un moderado transporte. Se logra apreciar varios eventos de flujos de detritos ó huaycos (Foto 12).



Foto 12.- Sector de Lagsaura, en el corte de la terraza se aprecia bolones de formas subangulosas a subredondeadas, englobadas en matriz fina (arenas y limos). Se muestran hasta 04 eventos de huaycos.

## 5. PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL CERRO PUCUTURA Y ALREDEDORES.

### 5.1 EVIDENCIAS DE MOVIMIENTOS EN MASA ANTIGUOS Y RECIENTES

La cartografía geomorfológico-geodinámica permitió reconocer geformas relacionadas con los procesos de movimientos en masa, (Figura 1). Las formas de los depósitos de remoción y/o erosión reconocidas son:

- Grandes depósitos de movimientos en masa antiguos – Prehistóricos (deslizamientos y flujos), cartografiables a escala 1:25,000 en ambas márgenes del río Checras.
- Cicatrices de escarpas de deslizamientos antiguos y zonas de arranque asociados a depósitos de caídas de rocas o derrumbes
- Irregularidades en el terreno el terreno en laderas de baja a fuerte pendiente, debido a la evolución del deslizamiento.
- Se han identificado en las laderas con terrenos de cultivo irregularidades, saltos ó desplazamiento, agrietamientos y/o asentamientos.
- Afloramientos de agua (puquiales) recientes en la zona donde se han reactivado los deslizamientos.

### 5.2 DESLIZAMIENTO EN EL CERRO PUCUTURA

En la ladera noreste del cerro Pucutura, las características topográficas y morfológicas, sugieren la existencia de un deslizamiento antiguo, entre la cota 3000 (superior) y 2300 (inferior), cuya cabecera está limitada por roca, cuerpo de forma cóncava y con una pendiente promedio de 35°.

Actualmente se tienen evidencias de la presencia de deslizamientos activos (Foto 13), como lo muestra los agrietamientos en las laderas naturales, que afecta a la trocha carrozable y terrenos de cultivo.

Para una mejor descripción de las manifestaciones de movimientos en masa del cerro Pucutura este se ha dividido en seis (06) áreas (Figura 3 y Foto 13).

#### Área 1.- Deslizamiento antiguo de Pucutura (1):

- a) Ubicación: Cerro Pucutura.
- b) Causas: Rocas sedimentarias alteradas (muy meteorizada), fracturadas, precipitaciones pluviales intensas, pendiente del terreno.
- c) Características (Fotos 13 y 14)
  - Longitud de escarpa: 750 m
  - Longitud de la escarpa al pie del deslizamiento: 2500 m.

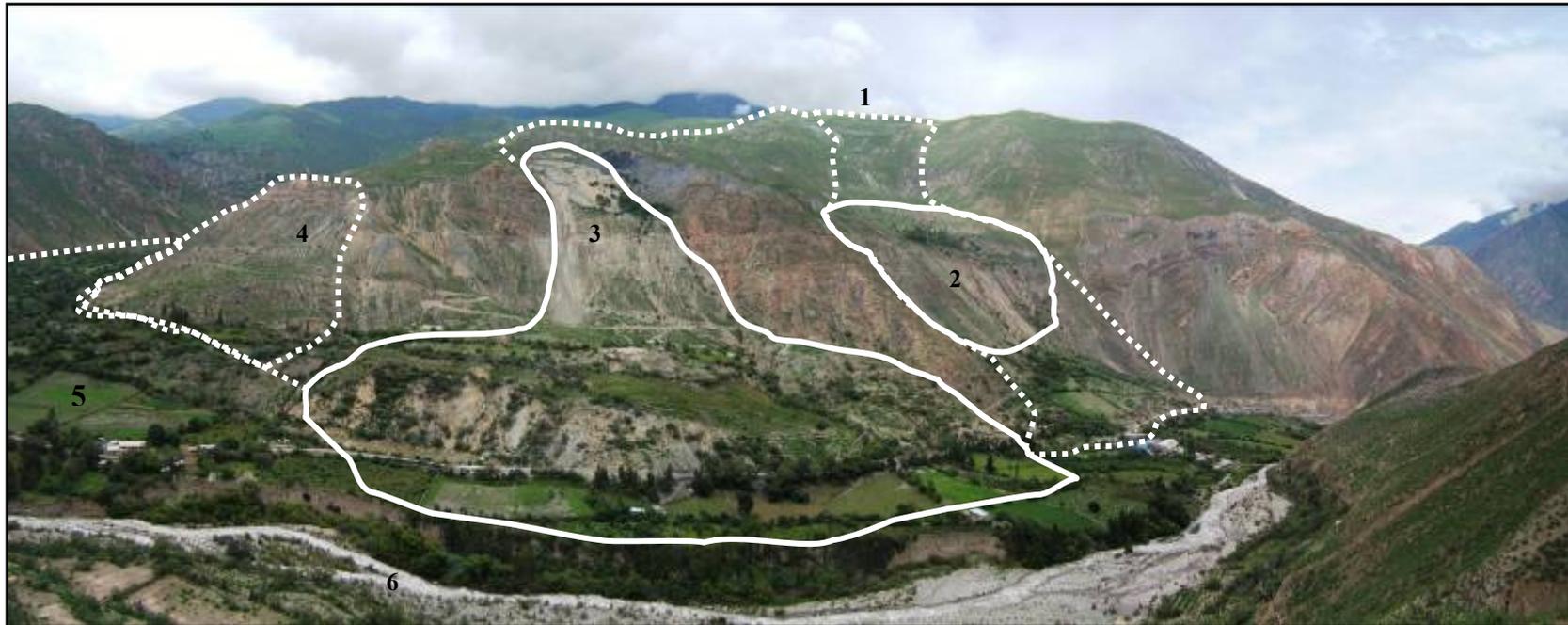


Foto 13.- Vista panorámica del cerro Pucutura.

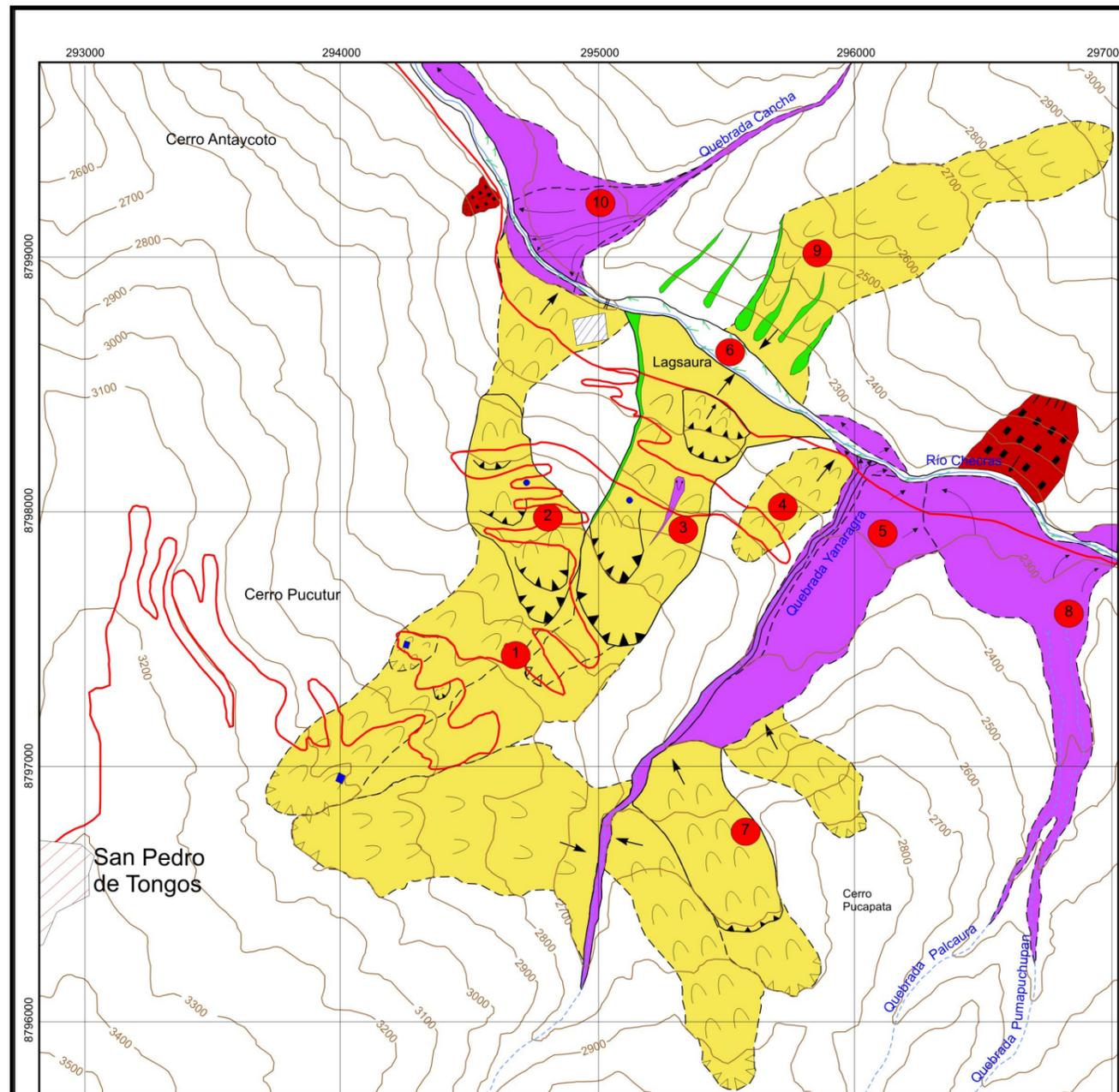
Área 1.- Deslizamiento antiguo

Áreas 2 y 3.- zonas reactivadas

Área 4.- Deslizamiento antiguo

Área 5.- Flujo de detritos.

Área 6.- Erosión fluvial en ambas márgenes del río Checras



**SÍMBOLOS**

- Deslizamiento rotacional activo
- Deslizamiento rotacional antiguo
- Flujo de detritos activo
- Flujo de detritos antiguo
- Erosión en cárcavas
- Erosión fluvial

**LEYENDA**

- Planta Concentradora de Mineral Lagsaura (Compañía Minera Izcaycruz)
- Centro poblado
- Carretera afirmada
- Curvas de nivel
- Puente
- Afloramiento de agua (puquiales)
- Reservorio de agua
- Zona de peligros geológicos

**INGEMMET**  
DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO  
**SECTOR TONGOS-PUCUTURA**  
**MAPA DE PELIGROS GEOLÓGICOS**

Región:	Provincia:	Distrito:	Figura N°
Lima	Huara	Checras	3

Escala gráfica: 0 100 200 300 400 500 m.



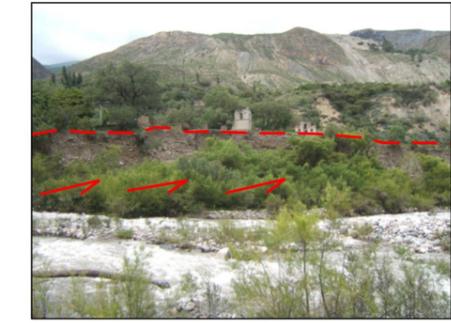
2 Sector Chua, se muestra los agrietamientos del terreno, presentan profundidades visibles hasta de 3 m., (A) desplazamiento vertical, (B) desplazamiento horizontal.



3 Sector de Pucutura, se muestran los desplazamientos y agrietamientos del terreno.



4 Quebrada Yanaragra, se muestra el cauce actual (A), y toda el área del antiguo flujo (B-C).



6 Sector de Lagsaura, erosionado por el río Checras durante el fenómeno El Niño 1998.



9 Frente de Lagsaura, deslizamiento antiguo surcado por erosiones en cárcavas (A).



Vista del valle del río Checras, se observa la planta concentradora de mineral de Lagsaura (Mina Izcaycruz), la tubería (A), del miraducto.

- Este deslizamiento se ha reactivado en dos sectores, parte Chua y Pucutura propiamente dicho.
  - Se observan puquiales en el cuerpo del deslizamiento.
  - No se observan agrietamientos recientes en el cuerpo del deslizamiento.
- d) Otras observaciones:
- En el cuerpo del deslizamiento antiguo se encuentran canales de regadío sin revestir.
  - Existen dos reservorios revestidos de concreto, pero algunos canales de captación están parcialmente revestidos.
  - Se presentan cultivos de frutales que son irrigados por inundación.
- e) Recomendaciones:
- Revestir los canales de regadío.
  - Reforestar la zona con plantas nativas.
  - No regar los terrenos de cultivo por inundación, porque en un futuro se pueden presentar nuevas reactivaciones del terreno.



Foto 14.- Parte del deslizamiento antiguo estabilizado. Se muestra la escarpa antigua.

### Área 2.- Reactivación del sector de Chua (1):

- a) Ubicación: Margen izquierda del río Checras, Planta Concentradora de Mineral de Lagsaura.
- b) Causas: Filtraciones de agua hacia el terreno por malas técnicas de regadío (inundación), rocas sedimentarias muy alteradas, precipitaciones pluviales intensas, corte de talud de terreno.
- c) Características (Fotos 13, 15, 16, y 17).
- Longitud de la escarpa: 600 m.
  - Salto de escarpa principal: 10 m.
  - Avance del deslizamiento: Retrogesivo
  - Agrietamientos: Longitudinales de 20 a 30 m, separaciones entre 0,3 a 3 m, profundidades visibles hasta de 3,00 m.
- d) Otras observaciones:
- Por versiones de los lugareños hace cuatro años atrás, se empezaron a formar agrietamientos.
  - Se observa un ojo de agua (puquial), con un caudal de hasta de 0,50 lt./seg.
  - En el cuerpo del deslizamiento se localizan canales de regadío revestidos destruidos, por el empuje del deslizamiento.

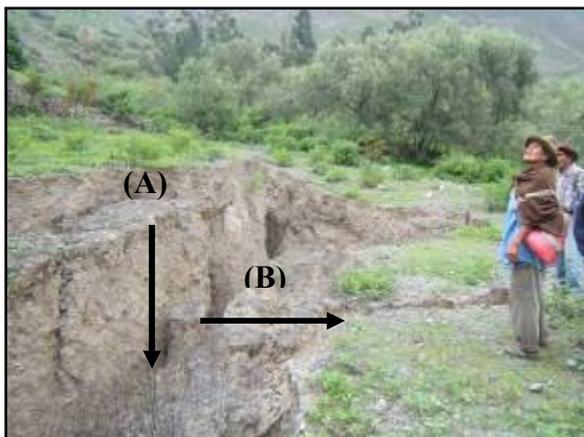


Foto 15.- Se muestra el desplazamiento vertical (A) y horizontal (B) del terreno.



Foto 16.- Canal de regadío afectado por el empuje del terreno.



Foto 17.- Agrietamiento del terreno, con profundidades visibles hasta de 3 m.

- Se observan cultivos de frutales irrigados por el sistema de inundación.
- La carretera de acceso al anexo de San Pedro de Tongos esta parcialmente afectada.
- De continuar el agrietamiento del terreno, y por la pendiente del terreno, es muy probable que se genere un deslizamiento-flujo. Es decir la masa inestable bajaría en forma violenta que posiblemente represaría al río Checras.

f) Recomendaciones:

- Drenar el área con canales de coronación para evitar que el agua proveniente de las lluvias infiltre al terreno.
- Realizar captaciones y drenaje de puquiales, por medio de canales revestidos.
- Reforestar la zona con árboles nativos.
- No irrigar los terrenos de cultivo por inundación, se debe cambiar a un sistema tecnificado.
- Sellar con arcillas las grietas del terreno, para evitar la infiltración de las aguas provenientes de las lluvias y de las irrigaciones de los terrenos de cultivo.

**Área 3.- Reactivación del sector de Pucutura (2):**

- a) Ubicación: Margen izquierda del río Checras, caserío de Lagsaura.
- b) Causas: Filtraciones de agua hacia el terreno por malas técnicas de regadío (inundación), rocas sedimentarias muy alteradas, precipitaciones pluviales intensas, corte de talud de terreno.
- c) Características (Fotos 13, 18,19, 20, 21, 22, 23 y 24).
  - Longitud de la escarpa: 750 m.
  - Longitud de la escarpa al pie del deslizamiento: 1100 m.
  - Salto de escarpa principal: 10 m.
  - Avance del deslizamiento: Retrogesivo
  - Agrietamientos: Longitudinales de 20 a 30 m, separaciones entre 0,20 a 1 m, profundidades visibles hasta de 2,00 m.
- d) Otras observaciones:
  - En el cuerpo del deslizamiento, se localizan canales de regadío revestidos destruidos por el empuje del terreno.
  - Existen un reservorio de agua revestido de concreto, el cual ha sufrido un asentamiento. Actualmente no esta siendo usado.
  - Se observan cultivos de frutales irrigados por inundación.
  - La carretera de acceso al anexo de San Pedro de Tongos ha sido afectada, lo que ha obligado a cambiar su trazo en este tramo.
  - De continuar el agrietamiento del terreno, y por la pendiente del terreno, es muy probable que se genere un deslizamiento, que podría llegar a represar al río Checras. Esto podría generar problemas posteriores en la Planta Concentrado de Mineral de Lagsaura, por el desembalse y cambio de dirección del río Checras.
  - Entre el deslizamiento y el afloramiento de cuarcitas, se localiza una erosión en cárcavas, que en tiempos de lluvias genera flujos de detritos ó huaycos.
  - En el cuerpo del deslizamiento, en el año 2008, se genero un derrumbe-flujo que afecto a la carretera de acceso al anexo de San Pedro de Tongos.
  - Este deslizamiento muestra dos tipos de pendiente una moderada (superior) y otra fuerte (inferior).
  - En la parte inferior del deslizamiento, cerca del pie del deslizamiento, se ha producido una reactivación, que afecta terrenos de cultivo y la carretera de acceso al caserío de Lagsaura.
- e) Recomendaciones:
  - Drenar el área con canales de coronación para evitar que el agua proveniente de las lluvias se llegue a infiltrar al terreno; también captaciones y drenaje de puquiales.
  - Reforestar la zona con árboles y arbustos nativos.
  - No irrigar los terrenos de cultivo por inundación, se debe cambiar a un sistema tecnificado.
  - Sellar las grietas del terreno, para evitar la infiltración de las aguas provenientes de las lluvias y de las irrigaciones de los terrenos de cultivo.

- Replantear el trazo de carretera de acceso al anexo de San Pedro de Tongos.



Fotos 18 y 19.- Agrietamientos del terreno, mostrando su fuerte inestabilidad.



Foto 20.- Terreno de pendiente fuerte, se están presentando nuevos afloramientos de agua (puquiales).



Foto 21.- Reservorio revestido, que ha sufrido un asentamiento.

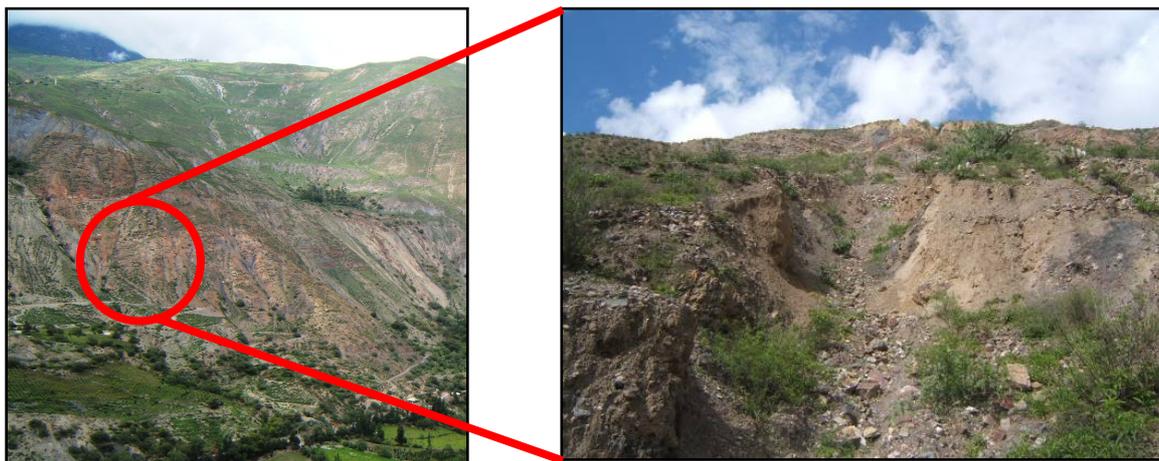


Foto 22 y 23, Erosión en cárcavas, que afecta a la carretera y terrenos de cultivo.



Foto 24.- Derrumbe-flujo, que se origino en el año 2008, afecto a carretera de acceso al anexo de San Pedro de Tongos.

#### Área 4.- Deslizamiento antiguo de Lagsaura.

- a) Ubicación: Frente al anexo de Lagsaura, margen izquierda de la quebrada Yanaragra.
- b) Causas: Rocas sedimentarias alteradas (muy meteorizada), fracturadas, precipitaciones pluviales intensas, pendiente del terreno.
- c) Características (Fotos 13)
  - Longitud de la Corona: 250 m.
  - Longitud de la escarpa al pie del deslizamiento: 540 m.
  - Deslizamiento estabilizado.
  - Se nota el substrato rocoso (cuarcitas).
  - No se observa agrietamientos recientes en el cuerpo del deslizamiento.

- d) Otras observaciones:
- El corte de talud para carretera se encuentra estabilizado, se pueden generar caídas de rocas o derrumbes locales, por factores detonantes como sismos o lluvias.
  - No se ha observado afloramientos de agua.
- e) Recomendaciones:
- Irrigar los terrenos de cultivo mediante un sistema de riego tecnificado.
  - Reforestar la zona con plantas nativas.

#### **Área 5.- Flujo de detritos de la quebrada Yanaragra.**

- a) Ubicación: Quebrada Yanaragra.
- b) Causas: Precipitaciones pluviales intensas, pendiente de la quebrada y laderas, material suelto en el lecho de la quebrada proveniente de los deslizamientos y derrumbes ubicados en ambas márgenes.
- c) Características (Foto 12 y 13).
- El flujo tiene un recorrido de 1700 m.
  - Por la quebrada a lo largo de su historia ha tenido varios eventos, tal como lo muestra los diferentes depósitos en su cono de deyección (desembocadura).
  - En la margen derecha de la quebrada Yanaragra, se ubica un deslizamiento activo que alimenta constantemente con material a la quebrada.
  - La quebrada en su desembocadura tiene un ancho de 300 m. En la actualidad su cauce tiene una longitud de 15 m y esta apegado hacia la margen izquierda.
  - Por la erosión lateral del cauce en ambas márgenes de la quebrada, se están generando pequeños deslizamientos y derrumbes.
  - En tiempos prehistóricos, por esta quebrada se origino un huayco de grandes dimensiones, el material provino de un deslizamiento ubicado en la margen derecha, al llegar el material al cauce de la quebrada se comporto como un flujo, llegando a represar al río Checras. Como evidencia de este episodio se tienen amplias terrazas proluvio-aluviales ubicadas en ambas márgenes del Río Checras. Posteriormente las terrazas fueron erosionadas por el río. En la actualidad sobre estas terrazas se desarrolla actividad agrícola.
  - Los materiales de los flujos de detritos o huaycos que han bajado por la quebrada son muy heterogéneos y su granulometría varía de acuerdo a la capacidad de transporte. Generalmente tienen más contenido de gravas y bloques, y en menor cantidad material fino como arenas y limos.
- d) Daños Causados:
- En el año 1998, durante el fenómeno El Niño, se origino un flujo que represó temporalmente al río Checras. Afectando a terrenos de cultivo.
  - En tiempos de crecida, en las márgenes de la quebrada se generan erosiones laterales que afectan a los terrenos de cultivo.

## e) Recomendaciones:

- La zona del abanico no es recomendable para construcciones de obras civiles ó vivienda. Reubicar las viviendas que se encuentran cerca del cauce o márgenes de la quebrada.
- Colocar diques escalonados y transversales a lo largo de la quebrada para atenuar el efecto de los flujos que se puedan originar (retención de sólidos).



Foto 25.- Deslizamientos y derrumbes, en la margen derecha de la quebrada Yanaragra.

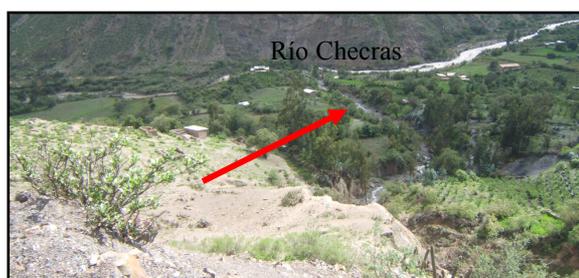


Foto 26.- Desembocadura de la quebrada Yanaragra hacia el río Checras.

### 5.3 OTROS PELIGROS IDENTIFICADOS (Alrededores)

#### Área 6.- Erosión fluvial en ambas márgenes del río Checras

- a) Ubicación: Sector Lagsaura - Planta Concentradora de Mineral de Lagsaura
- b) Causas: Precipitaciones pluviales intensas, pendiente del terreno, terrazas conformadas por material inconsolidado.
- c) Características (Fotos 13 y 27).
  - Longitud erosionada: 1200 m.
  - Altura de la terraza: 5 – 10 m.
  - En tiempos de avenida el cauce del río Checras, en este sector cambia de dirección. Este fenómeno se incrementa con la presencia del fenómeno El Niño.
- f) Daños Causados:
  - En el año 1998, durante el fenómeno El Niño, la margen derecha fue erosionada, alrededor de 20 m, en una longitud de 300 m, afectando viviendas, iglesia y terrenos de cultivo del caserío de Lagsaura.
- g) Recomendaciones:
  - Reubicar las viviendas ubicadas cerca de la margen izquierda del río Checras.
  - No ubicar infraestructura cerca del cauce del río Checras.



Foto 27.- Erosión fluvial, en la margen izquierda del río Checras, afecto al caserío de Lagsaura (Año 1998).

**Área 7.- Deslizamientos en la quebrada Yanaragra.**

- a) Ubicación: Margen derecha de la quebrada Yanaragra, en esta zona se han identificado tres deslizamientos.
- b) Causas: Rocas sedimentarias alteradas (muy meteorizada), fracturadas, precipitaciones pluviales intensas, pendiente del terreno.
- c) Características:
  - Longitudes de escarpas de los deslizamientos entre 100 200 m
  - Longitudes de las escarpa a los pies de los deslizamientos: 1100 a 500 m.
  - Un deslizamiento se encuentra activado, mostrando escarpas visibles.
  - Se observa agrietamientos recientes en el cuerpo del deslizamiento.
- d) Recomendaciones:
  - Regar los terrenos de cultivo mediante un sistema de riego tecnificado.
  - Reforestar la zona con plantas y arbustos nativas.

**Área 8.- Flujo de detritos en quebradas Palcaura/Pomapuchuman.**

- a) Ubicación: Estas quebradas se ubican en la margen izquierda del río Checras
- b) Causas: Precipitaciones pluviales intensas, pendiente del terreno, material suelto en los lechos de las quebradas provenientes de derrumbes y deslizamientos (fuera del área de estudio) ubicados en sus ambas márgenes.
- c) Características:
  - Los depósitos de estas dos quebradas en su parte inferior (cerca de la desembocadura al río Checras) se llegan a entrelazar.
  - El flujo tiene un recorrido de 1600 m.
  - Por estas quebradas se han originado varios eventos, tal como lo muestra los diferentes depósitos en su cono de deyección.
  - Las quebradas en su desembocadura tienen un ancho de 550 m, con ancho de cauce de hasta de 20 m.
  - En tiempos prehistóricos, por estas quebradas se originaron flujos de detritos o huaycos de grandes dimensiones, llegando a represar al río Checras. Como evidencia de estos eventos se tienen amplias terrazas proluvio-aluviales en la desembocadura de la quebrada. Posteriormente estas fueron erosionadas por el río Checras. Sobre estas terrazas se desarrolla actividad agrícola.
  - El material de los flujos de detritos, que han sido transportados por las quebradas son muy heterogéneos, su granulometría varía de acuerdo a la capacidad de transporte y generalmente tienen más contenido de gravas y bloques, en menor cantidad material fino como arenas y limos.
- d) Daños Causados:
  - En el año 1998, durante el fenómeno El Niño, se origino un flujo que represó temporalmente al río Checras.
  - Afecto a los terrenos de cultivo ubicados en ambas márgenes de las quebradas.

## e) Recomendaciones:

- La zona del abanico ó cono deyeectivo de las quebradas no es recomendable para construcciones de vivienda u obras de infraestructura.
- Colocar diques escalonados a lo largo de las quebradas para atenuar los efectos de los flujos que se puedan originar.
- Reubicar las viviendas que se encuentran cerca del cauce o márgenes de la quebrada.

**Área 9.- Deslizamiento antiguo frente a Lagsaura.**

a) Ubicación: Frente al anexo de Lagsaura y margen derecha del río Checras (distrito Huacho Sin Pescado).

b) Causas: Rocas sedimentarias alteradas (muy meteorizada), fracturadas, precipitaciones pluviales intensas, pendiente del terreno.

c) Características (Fotos 28 y 29)

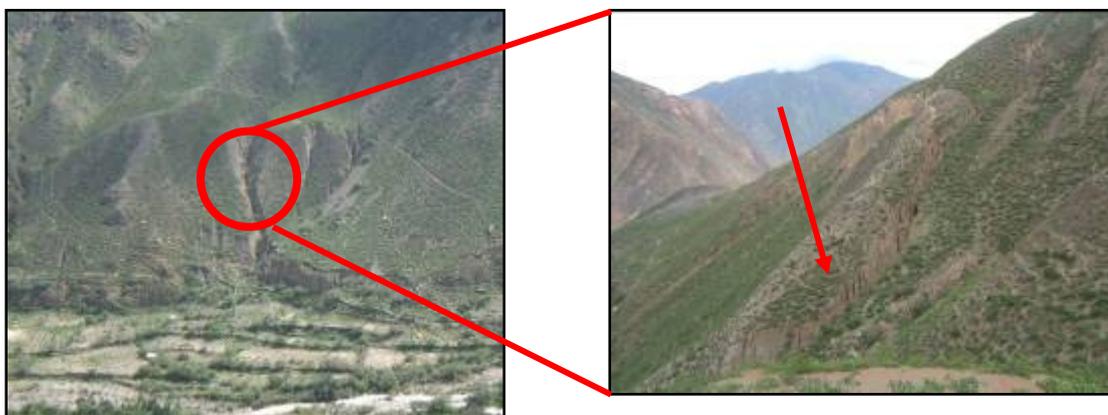
- Longitud de la Escarpa: 600 m
- Longitud de la escarpa al pie del deslizamiento: 1550 m.
- Deslizamiento estabilizado.
- El substrato rocoso esta conformado por cuarcitas.
- No se ha encontrado vestigios de agrietamientos en el cuerpo del deslizamiento.
- No se observo afloramientos de agua.
- El cuerpo del deslizamiento esta surcado por erosiones en cárcavas, las cuales generan pequeños flujos de lodo.

d) Daños causados:

- Las cárcavas han generado flujos que han afectado a viviendas y antiguos terrenos de cultivo.

e) Recomendaciones:

- Irrigar los terrenos de cultivo mediante un sistema tecnificado.
- Reforestar la zona con plantas nativas.
- No construir viviendas u obras de infraestructura en la zona de la desembocadura de las cárcavas.



Fotos 28 y 29.- Deslizamiento antiguo surcado por erosiones en cárcavas



Fotos 30 y 31.- Flujos de lodo, que han afectado antiguas viviendas y terrenos de cultivo.

### Área 10.- Flujo de detritos en la quebrada Cancha.

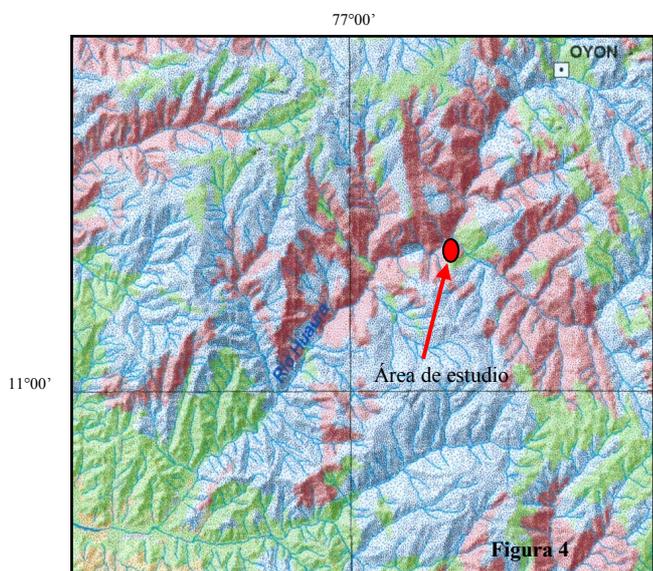
- a) Ubicación: Estas quebradas se ubica en la margen derecha del río Checras
- b) Causas: Precipitaciones pluviales intensas, pendiente del terreno, roca muy alterada en ambas márgenes de la quebrada, material suelto en el lecho de la quebrada proveniente de derrumbes y deslizamientos (fuera del área de estudio).
- c) Características:
  - El flujo tiene un recorrido de 1450 m.
  - Por estas quebradas, a lo largo de su historia, se han originado varios eventos, tal como lo muestra los diferentes depósitos en su cono de deyección.
  - La quebrada en su desembocadura tiene la forma de abanico, un ancho de 350 m. En la actualidad su cauce tiene un ancho de hasta de 20 m.
  - En el pasado geológico, por esta quebrada se originaron flujos de grandes dimensiones, llegando a represar al río Checras. Uno de estos fue el que se canalizo en el río Checras, como lo muestra la topografía, que dio lugar a la formación de la terraza proluvio-aluvial ubicada en la margen derecha del río Checras.
  - El tipo de material de los flujos de detritos acarreados por la quebrada son muy heterogéneos, su granulometría varía de acuerdo a la capacidad de transporte. Generalmente tienen más contenido de gravas, y bloques, en menor cantidad material fino como arenas y limos.
- d) Daños Causados:
  - En el año 1998, durante el fenómeno El Niño, se origino un flujo que represó temporalmente al río Checras.
- e) Recomendaciones:
  - La zona del abanico no es recomendable para construcciones de vivienda u obras de infraestructura.
  - Colocar diques escalonados o transversales a lo largo de las quebradas para atenuar los efectos de los flujos que se puedan originar.

## 6. SUSCEPTIBILIDAD A LOS MOVIMIENTOS EN MASA

Según el trabajo de Riesgos Geológicos del Perú Franja N° 4 (Fidel, L. et al -2006), el área del cerro Pucutura se ubica en una zona de muy alta susceptibilidad a los movimientos en masa (Figura 4 y 5).

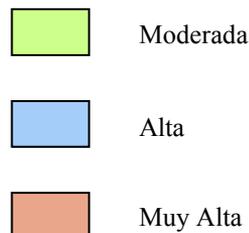
En el Mapa de Susceptibilidad Total (Fidel, L., et al, 2006), la zona de estudio se califica como de alta susceptibilidad a las erosiones fluviales (Figura 5).

En el Mapa de Amenaza por Movimientos en Masa (Fidel, L., et al, 2006), se consideran como detonantes a las precipitaciones pluviales del Fenómeno El Niño 1997/1998 y sismicidad con un recurrencia de 50 años, el área en estudio esta comprendida en una zona de muy alta amenaza (Figura 6).

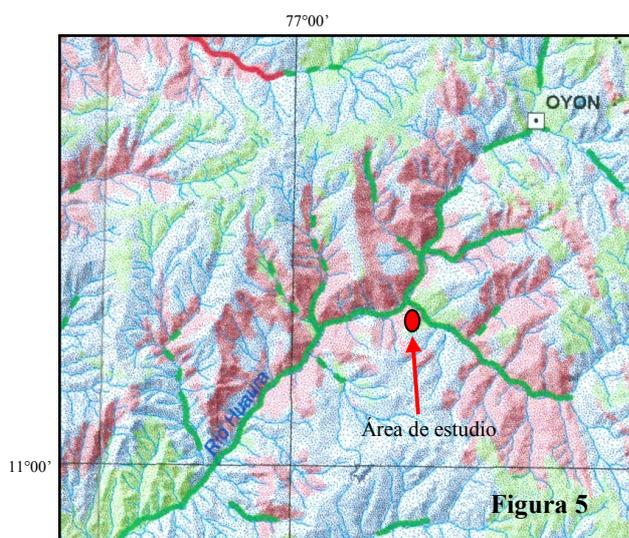


### MAPA DE SUSCEPTIBILIDAD A LOS MOVIMIENTOS EN MASA

Categoría de susceptibilidad



Fuente: Fidel, L. et al 2006.



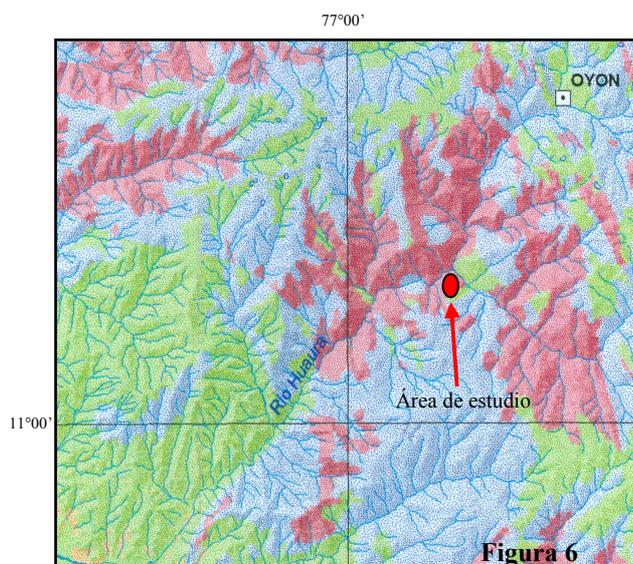
### MAPA DE SUSCEPTIBILIDAD TOTAL

CATEGORÍA DE SUSCEPTIBILIDAD A MOVIMIENTOS EN MASA



PELIGROS	GRADO DE SUSCEPTIBILIDAD		
	Muy alto	Alto	Moderado
Áreas sujetas a erosión fluvial			

Fuente: Fidel, L. et al 2006.



### MAPA DE AMENAZA A LOS MOVIMIENTOS EN MASA

Aceleraciones sísmicas esperadas para un periodo de 50 años y probabilidad de 1%, precipitaciones acumuladas fenómeno El Niño 97798

#### CATEGORÍA DE AMENAZA

	Moderada
	Alta
	Muy Alta

Fuente: Fidel, L. et al 2006.

## 7. MEDIDAS CORRECTIVAS

- El deslizamiento antiguo que se localiza en el cerro Pucutura, ha sufrido dos reactivaciones, producto del mal manejo de agua destinado para labores agrícolas, mal sistema de regadío (por inundación). Deben cambiar el sistema de riego de los terrenos de cultivo, a un sistema tecnificado. Para ello deben pedir asesoramiento de profesionales entendidos en la materia.
- Las zonas de agrietamiento deben ser selladas con arcilla para evitar la infiltración de agua hacia el subsuelo.
- De persistir el problema de la infiltración de agua en la parte superior, es posible que en tiempo próximo no muy lejano se presente otra reactivación del deslizamiento.
- El agua proveniente de la irrigación de los cultivo en la parte superior, están aumentado el problema de la reactivación del deslizamiento. Se debe cambiar el sistema de regadío en todo el sector del cerro Pucutura.
- Para las zonas inestables (deslizamientos reactivados), el trazo de la carretera debe ser variado.
- Hacer un drenaje de tipo espina de pescado (Figura 7), para captar las aguas de los puquiales, los canales deben ser revestidos.
- Es necesario que todos los canales de regadío y de captación sean revestidos, para evitar la infiltración de agua hacia el subsuelo.
- Reforestar la zona con plantas nativas.
- En las quebradas, hacer diques escalonados y transversales para atenuar los efectos de los flujos.

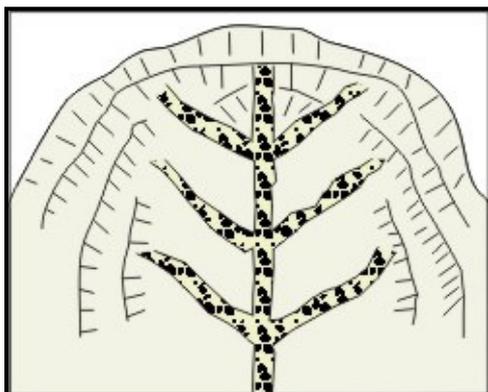


Figura 7.- Dren en tipo espina de pescado

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- a) El deslizamiento reactivado en el cerro Pucutura, es producto del mal manejo de agua destinado para las labores agrícolas (riego por inundación ó gravedad). Se recomienda mejorar los sistemas de regadío, asesorados por profesionales en la materia.
- b) Las zonas de agrietamiento deben ser selladas para evitar la infiltración de agua proveniente de las lluvias o de los canales de regadío.
- c) Todos los canales de regadío y de captación de agua para los reservorios, deben ser revestidos. Los puquiales deben ser captados, canalizados y evacuados a zonas seguras, para evitar la infiltración de agua al subsuelo.
- d) De persistir este problema de la infiltración de agua es muy seguro que en tiempo próximo se genere un deslizamiento de gran magnitud, que afectaría las instalaciones de la Planta Concentradora de Mineral de Lagsaura, viviendas y terrenos cultivo.
- e) Para las quebradas, donde se presentan flujos de detritos o huaycos, se deben construir diques transversales a ella para atenuar sus efectos.
- f) La carretera de acceso al anexo de San Pedro de Tongos debe tener un nuevo trazo, para ello se deben hacer estudios más puntuales.
- g) En la zona de deslizamientos inactivos no se deben emplear técnicas de regadío por inundación, porque a la larga van a desestabilizar el terreno.

## Bibliografía

- Coobing J, (1973): **Geología de los Cuadrángulos de Barranca, Ambar, Oyón, Huacho, Huaraz y Canta**. INGEMMET, Serie A: Carta Geológica Nacional. Boletín N° 26. 172 p.
- Fidel L, Zavala B, Núñez S, y Valenzuela G. (2006): **Estudio de Riesgos Geológicos del Perú. Franja N° 4**. INGEMMET, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, Boletín N° 29. 375 p.
- Zavala B., Fidel S, Núñez S, Peña, F. Olarte Y., y Parí W., (2008): **Evaluación geológica del área afectada por deslizamiento de tierras en Tamboraque**. INGEMMET, 61 p.