

OPINIÓN TÉCNICA
PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL DISTRITO DE CHACLACAYO, PROVINCIA Y
DEPARTAMENTO DE LIMA.

1. ANTECEDENTES

Con Carta N°127-2015/DDC-MDCH de la Jefa de División de Defensa Civil de la Municipalidad distrital de Chaclacayo, se solicita al Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), que a través de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico, se realice una evaluación geológica en los sectores comprendidos entre los AA.HH. Floresta y Villa Rica, Cooperativa Alfonso Cobián, Urbanizaciones El Cuadro, Cusipata, Los Halcones, Los Cóndores, los sectores Abanico, Los Tacones, Tres de Octubre y Laureles.

2. CONCEPTOS BÁSICOS

Se presentan de manera introductoria a continuación, algunos conceptos que nos servirán para comprender mejor la evaluación de peligros geológicos e hidrometeorológicos:

2.1 Peligro geológico

Es “un proceso o fenómeno geológico que podría ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales” (EIRD, 2009). Los peligros geológicos incluyen procesos terrestres internos (sismos, tsunamis, fallas geológicas y la actividad volcánica); procesos terrestres externos afines como el de movimientos en masa (deslizamientos, avalanchas, caídas, flujos, reptación de suelos, etc.).

2.2 Peligro por inundación

Es el anegamiento temporal de zonas normalmente emergidas debido a que los volúmenes de agua sobrepasan la capacidad normal de conducción de ríos o quebradas. Son eventos recurrentes en la historia dinámica de un río y están asociados a fuertes y continuas precipitaciones pluviales como las registradas por lluvias extraordinarias o por el fenómeno El Niño.

2.3 Litología

Se refiere a los tipos de roca existentes o cartografiadas en la zona de Chaclacayo (cuadrángulo de Chosica), identificadas por Palacios *et al.* (1992) como rocas intrusivas de tipo tonalitas y grabrodioritas.

3. PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL DISTRITO DE CHACLACAYO

Tomando la información realizada por Villacorta *et al.* (2015), para Lima Metropolitana y El Callao, en el distrito de Chaclacayo se tiene identificados 10 ocurrencias de peligros geológicos (cuadro 1) como caída de rocas y flujos de detritos (Figura 1).

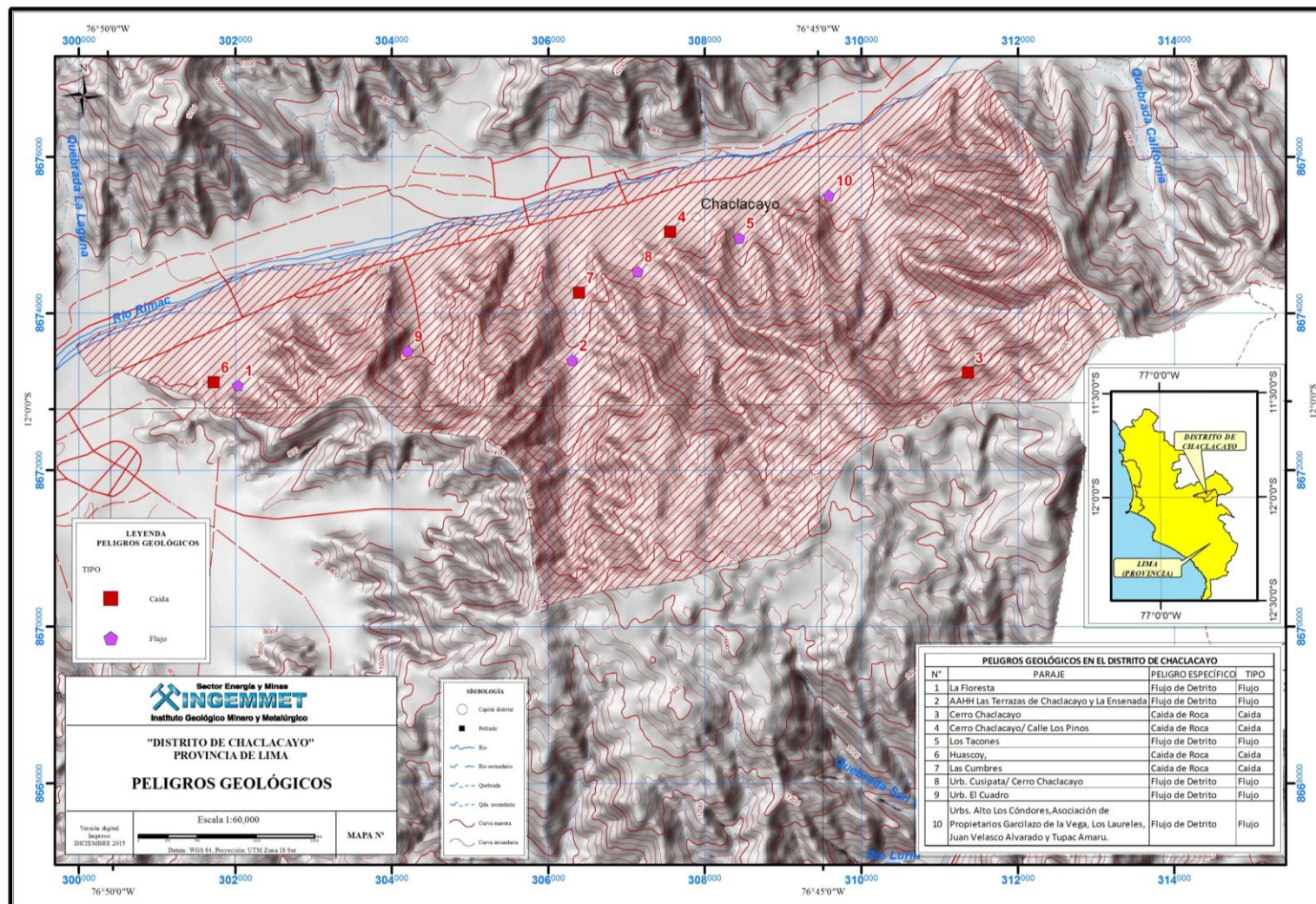


Figura 1. Peligros geológicos identificados en el distrito de Chaclacayo

Cuadro 1. Peligros geológicos identificados en Chaclacayo

N°	Paraje	Peligro Específico
1	La Floresta	Flujo de detritos
2	AA.HH. Las Terrazas de Chaclacayo y La Ensenada	Flujo de detritos
3	Cerro Chaclacayo	Caída de rocas
4	Cerro Chaclacayo /Calle Los Pinos	Caída de rocas
5	Los Tacones	Flujo de detritos
6	Huascayo	Caída de rocas
7	Las Cumbres	Caída de rocas
8	Urb. Cusipata / Cerro Chaclacayo	Flujo de detritos
9	El Cuadro	Flujo de detritos
10	Urbanizaciones Alto Los Cóndores, Asociación de Propietarios Garcilazo de la Vega, Los Laureles, Juan Velasco Alvarado y Túpac Amaru.	Flujo de detritos

Fuente: Estudio Peligros geológicos en el área de Lima Metropolitana y la Región Callao (2015).

3.1 Causas de los flujos de detritos o flujos de lodo

Por las características geológicas y geomorfológicas y climáticas de las zonas se puede atribuir las siguientes causas:

- a) Pendiente del terreno. Las laderas con pendiente entre 25 a 35°, en caso de lluvia o sismo, permiten una fácil movilización del material suelto cuesta abajo.
- b) Litología. Roca intrusiva al encontrarse moderadamente meteorizada y poco a medianamente fracturada, origina que se produzca acumulaciones de material suelto con bloques de tamaños hasta de 2 m y suelo arenoso producto de la desintegración granular de las rocas intrusivas.
- c) Algunos cauces han sido explotados como canteras; estas labores han removido el material original, que ante lluvias intensas son de fácil remoción y transporte.
- d) Cauces de quebradas sin desagüe natural, por encontrarse ocupados por viviendas.
- e) Zona sin cobertura vegetal, permiten la rápida infiltración de agua de lluvia al suelo subsuperficial saturándolo y permitiendo fluir por la pendiente (laderas).

Los flujos son detonados con lluvias extraordinarias, que pueden estar relacionadas con el fenómeno El Niño o a eventos extraordinarios.

3.2 Evaluación de los peligros geológicos

Teniendo como premisa la información realizada por Villacorta *et al.* 2015, y a una reinterpretación de imágenes satelitales del Google Earth, se ha realizado un análisis para cada sector solicitado.

a) Sector AA.HH. Floresta-AA.HH. Villa Rica

Este sector se encuentra asentado sobre la desembocadura de dos quebradas (figura 2), que presentan las siguientes características:

Cuadro 2. Características de la quebrada

Quebrada	Longitud (m).	Diferencia de cotas (m)
Q ₁	1180	460
Q ₂	920	410

En la cuenca de recepción de la quebrada se identificó procesos de erosión de laderas (figura 2), generando material suelto, que ante intensas lluvias pueden ser removidos, contribuyendo con la generación de procesos de flujos de lodo o detritos. El evento afectaría viviendas e infraestructura que se encuentran asentadas sobre la desembocadura de la quebrada.

Por estar la desembocadura cubierta por viviendas, la dirección del flujo que se genere se canalizaría por calles e ingresaría a viviendas.



Figura 2. Procesos identificados en el sector A.H. La Foresta y A.H. Villa Rica

¹ Datos obtenidos del Google Earth.

b) Sector Cooperativa Alfonso Cobián

Se tienen dos quebradas Q_1 y Q_2 (figura 3), con las siguientes características:

Cuadro 3. Características de la quebrada

Quebradas	Longitud (m).	Diferencia de cotas
Q_1	1080	500
Q_2	1060	450

²

En la cuenca de recepción de las quebradas, se ha identificado procesos de erosión de ladera, generando material suelto de fácil remoción, ante intensas lluvias podrían formar procesos de flujos de lodo, el cual se canalizaría por calles y viviendas.

En la figura 3. Se identificó el área de influencia que podría alcanzar el flujo, no se ha podido determinar el cauce actual por estar cubierto con viviendas.

La quebrada no tiene un desfogue definido.



Figura 3. Procesos identificados en el sector A.H. La Foresta y A.H. Villa Rica.

² Datos obtenidos del Google Earth.

c) Sector Urb. El Cuadro

Para efectos explicativos se ha dividido en dos sectores: A_1 y A_2 . El primero corresponde a la quebrada principal (figura 4), el cauce tiene una longitud de 2100 m y ancho máximo de 280 m, con una diferencia de cotas de 800 m. Hacia la parte alta la quebrada se bifurca en dos ramales, el de la margen izquierda presenta mayores procesos de erosión de laderas que el de la derecha. Ante intensas lluvias excepcionales, los materiales sueltos van a removerse y generar flujos de lodo o detritos, el cual se canalizaría por las calles y viviendas.

En el área denominada como " A_2 ", la quebrada presenta dos ramales, en sus cuencas de recepción se ha identificado procesos de erosiones de ladera, ante lluvia excepcionales se pueden activar y generar procesos de flujos de lodo o detritos, que afectaría las viviendas ubicadas en la parte inferior.



Figura 4. Procesos identificados en la quebrada El Cuadro.

d) Sector Urbanización Cusipata – Urb. Los Halcones

Se tienen dos quebradas, para efectos descriptivos se les ha denominado como Q₁ y Q₂ (figura 5), presenta las siguientes características:

Cuadro Características de la quebrada

Quebradas	Longitud (m).	Diferencia de cotas
Q ₁	5000	1000
Q ₂	4400	880

³

En ambas quebradas se identificó procesos de erosiones de ladera (figura 5), generando material suelto (gravas, arena, limo y bloques), ante intensas lluvias van a ser desplazados cuesta abajo y formar procesos de flujos de lodo o detritos, este se canalizaría por calles y viviendas.

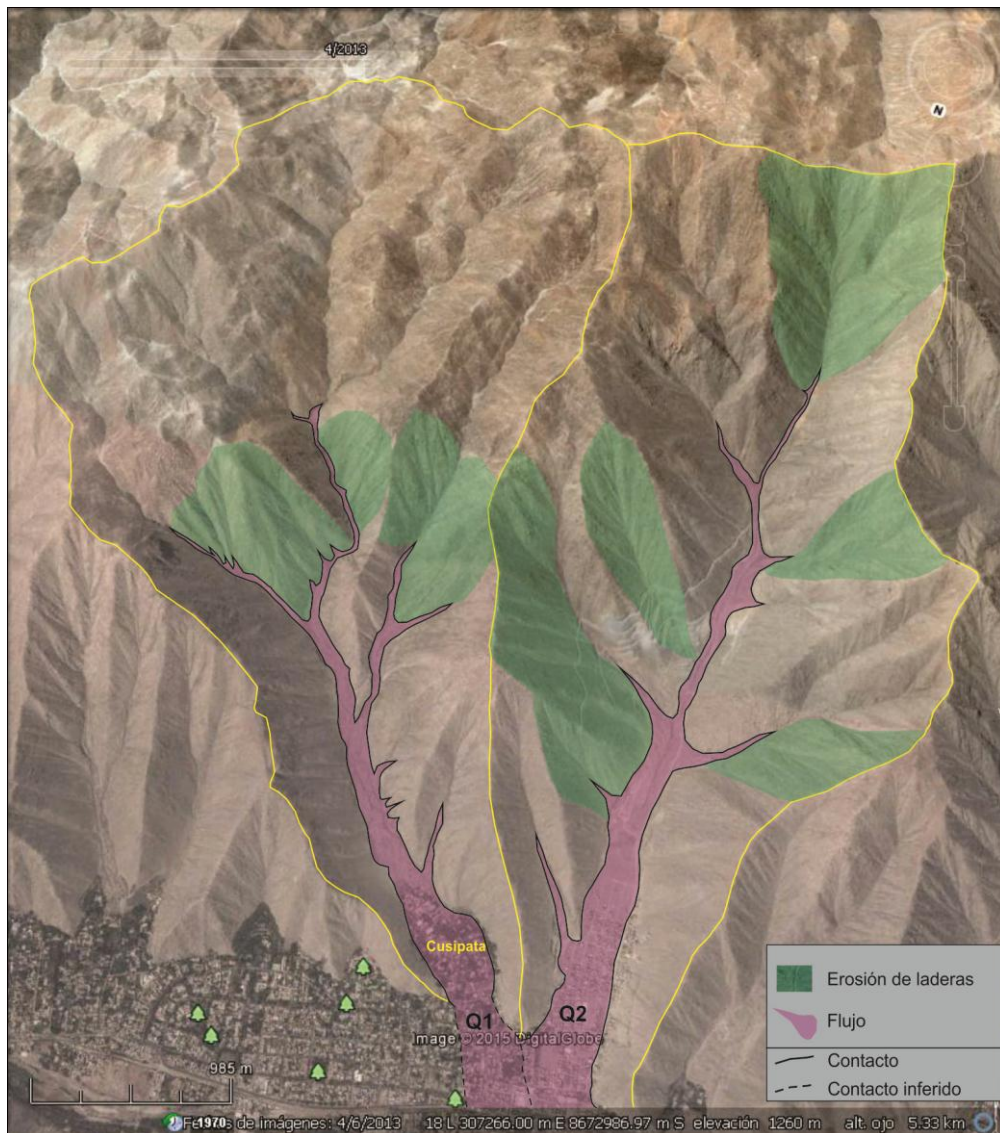


Figura 5. Procesos de movimiento en masa identificados en los sectores de Cusipata y Los Halcones.

³ Datos obtenidos del Google Earth.

e) Sector Abanico

Este sector tiene una quebrada con una longitud máxima de 220 m, con diferencia de cotas de 150 m, presenta una amplia cuenca de recepción.

Se identificó procesos de erosiones de ladera (figura 6), generando material suelto de fácil remoción, ante intensas lluvias podría formar procesos de flujos de lodo o detritos. El flujo se canalizaría por calles y viviendas.



Figura 6. Sector Abanico, se muestran los procesos de erosiones de ladera.

f) Sector Los Tacones

Los Tacones tiene la influencia de dos quebradas, para efectos descriptivos se les ha denominado como Q_1 y Q_2 (figura 6), que tienen las siguientes características:

Cuadro 5. Características de la quebrada

Quebradas	Longitud (m).	Diferencia de cotas
Q_1	1880	700
Q_2	1630	550

En ambas quebradas se tienen procesos de erosiones de ladera (figura 6), generando material suelto de fácil remoción, ante intensas lluvias podría formar procesos de flujos de lodo o detritos, el cual se canalizaría por calles y viviendas.

En la imagen satelital, que corresponde a la quebrada afluente Q_1 , se observa que el cauce de la quebrada esta removido, posiblemente por la extracción de agregados (cantera). Esto ha generado material suelto, que sería fuente para la generación de flujos de lodo o de detritos.

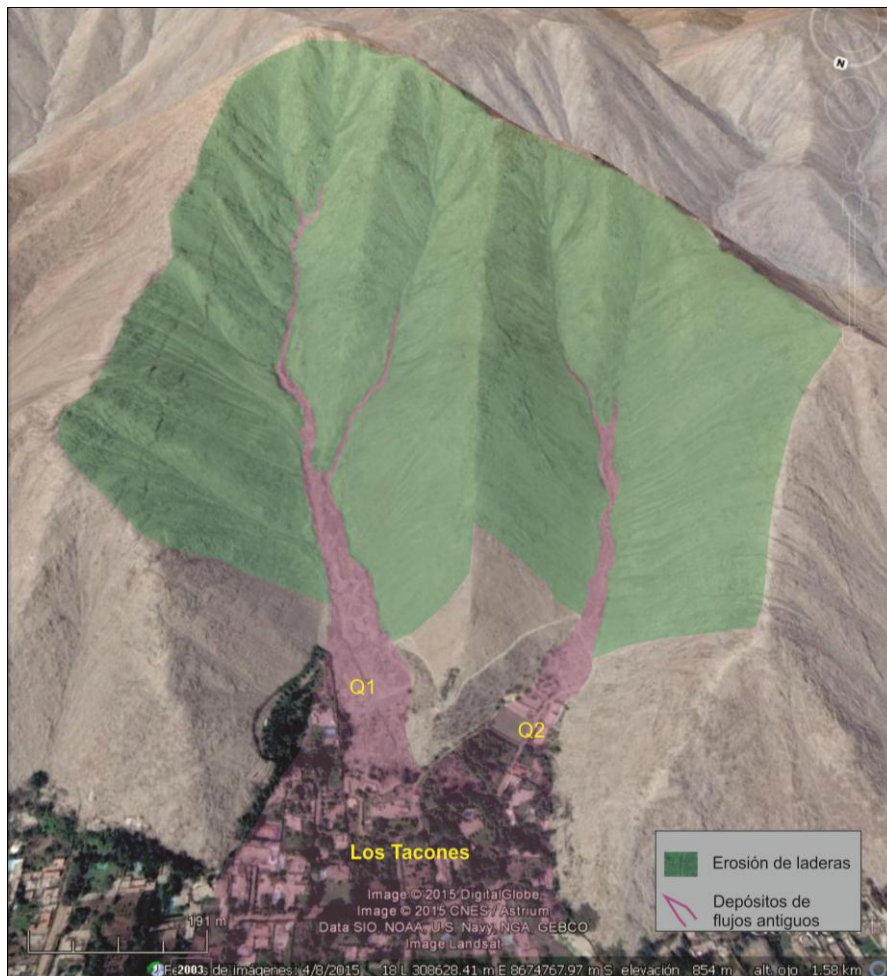


Figura 6. Sector Los Tacones, se muestra los movimientos en masa que le afectan

⁴ Datos obtenidos del Google Earth.

g) Sector Qda. Los Cóndores

Este sector se encuentra bajo la influencia de dos quebradas, para efectos descriptivos se les ha denominado como Q_1 y Q_2 (figura 7), tienen las siguientes características:

Cuadro 6. Características de la quebrada

Quebradas	Longitud (m).	Diferencia de cotas
Q_1	2700	860
Q_2	3600	860

5

En ambas quebradas se identificó procesos de erosiones de ladera (figura 7), generando material suelto de fácil remoción, ante intensas lluvias se formarían procesos de flujos de lodo o detritos, el cual se canalizaría por las calles y viviendas.

La quebrada afluyente Q_1 , presenta un solo ramal y la quebrada afluyente Q_2 , dos ramales bien definidos.

En el año 2012, en la quebrada Los Cóndores se presentaron flujos de lodo, afectaron a viviendas y tramo de la Carretera Central.



Figura 7. Sector Los Cóndores, en la cuenca de recepción se aprecian erosiones de ladera y el área de influencia de los flujos.

⁵ Datos obtenidos del Google Earth.

h) Sector Hijos de Santa Ines

Este asentamiento humano, se encuentra en la margen izquierda del río Rímac, sobre una terraza baja.

Por el análisis de las diferentes imágenes satelitales del Google Earth (figura 8), se aprecia que las viviendas recién aparecen entre marzo del 2014 y abril del 2015.

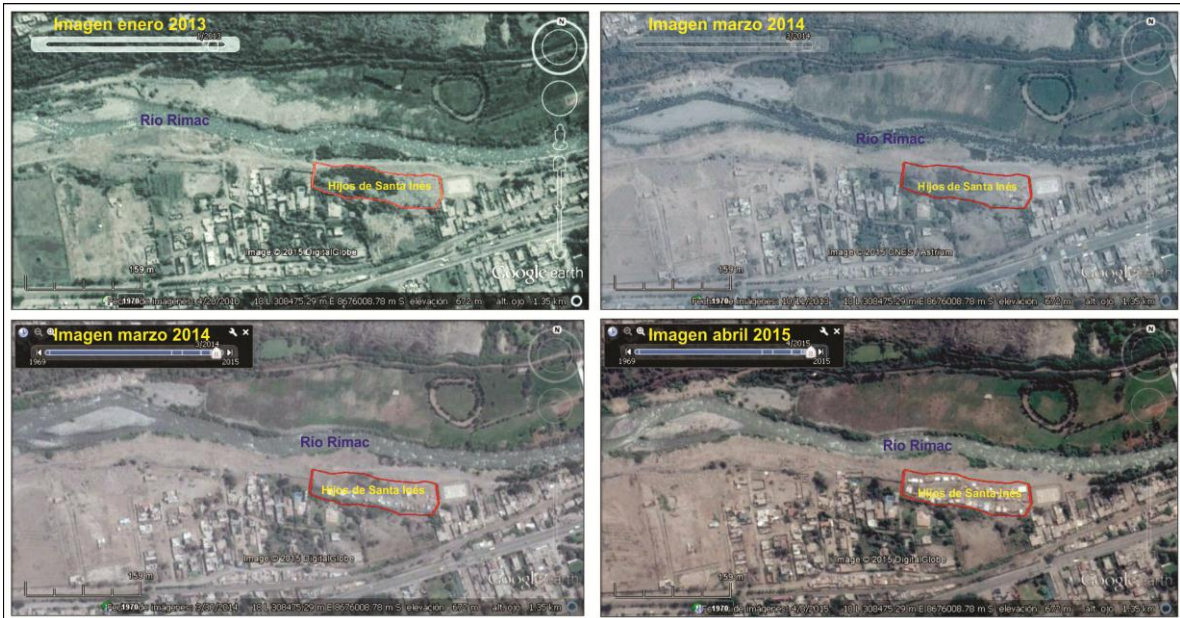


Figura 8. Comparaciones de imágenes satelitales de diferentes años.

Este asentamiento dista al borde del cauce del río Rímac, una distancia entre 20 a 33 m, (figura 9).



Figura 9. Distancias entre el límite del asentamiento hacia el cauce del río Rímac.

El sector geomorfológicamente se encuentra ubicado en una terraza baja (figura 10), que ante una crecida excepcional del río Rímac y de migrar el cauce hacia la margen izquierda, afectaría dicho asentamiento poblacional.



Figura 10. Terrazas del río Rímac, que han evolucionado a través del tiempo.

4. ALGUNAS MEDIDAS CORRECTIVAS

Las obras de control para procesos geodinámicos aquí mostrados, son de carácter referencial y no representan en ninguno de los casos los diseños y metrados definitivos a ser considerados

a) Para huaicos o flujos

Es preciso tomar medidas en quebradas de régimen temporal donde se producen huaicos excepcionales que pueden alcanzar grandes extensiones y pueden transportar grandes volúmenes de sedimentos gruesos y finos. Se propone las siguientes medidas:

- Es necesario hacer un ordenamiento en las calles que están dentro del cauce de la quebrada. Hay que realizar una fijación de los sedimentos en tránsito y minimizar el transporte fluvial.
- Encauzar el cauce principal de los lechos fluviales secos, retirando los bloques rocosos del lecho y seleccionando los que pueden ser utilizados para la construcción de enrocados, espigones o diques transversales artesanales, siempre y cuando dichos materiales sean de buenas características geotécnicas.
- Propiciar la formación y desarrollo de bosques ribereños con especies nativas para estabilizar los lechos. Las obras de infraestructura que atraviesen estos cauces secos deben construirse con diseños que tengan en cuenta las máximas crecidas registradas con estudios estadístico-probabilísticos (períodos de retorno de máximas avenidas o análisis geomorfológico de detalle con registro de máximas crecidas e inundaciones), que permitan el libre discurrir de crecidas violentas, evitándose obstrucciones y represamientos violentos.
- Construir muros disipadores de energía a lo largo del cauce de la quebrada, labor que debe ser dirigida por un especialista.
- Forestar las laderas circundantes a las quebradas.

b) Para inundaciones y erosión fluvial

Para disminuir los daños por inundaciones, se hace necesario aplicar las siguientes medidas:

- Encauzamiento del lecho del río Rímac, para aumentar la capacidad de tránsito de la carga sólida y líquida durante las crecidas; limpiar el cauce, además de evitar socavamientos laterales de las terrazas aledañas. Para ello se deben construir espigones laterales, enrocado o gaviones (figura 11)
- Protección de las terrazas fluviales de los procesos de erosión fluvial por medio de diques de defensa o espigones (figura 12), que ayudan a disminuir el proceso de arranque y desestabilización.
- Realizar trabajos que propicien el crecimiento de bosques ribereños con especies nativas (molle, sauce, carrizos, caña brava) y evitar la implantación de cultivos en el lecho fluvial para que no interrumpa el libre discurrir de los flujos hídricos.

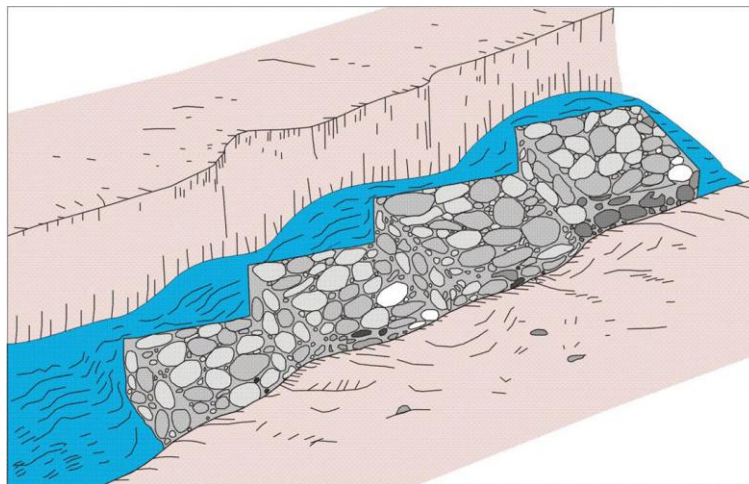


Figura 11 Gaviones para encauzar el lecho del río (tomado de: INGEMMET, 2003).

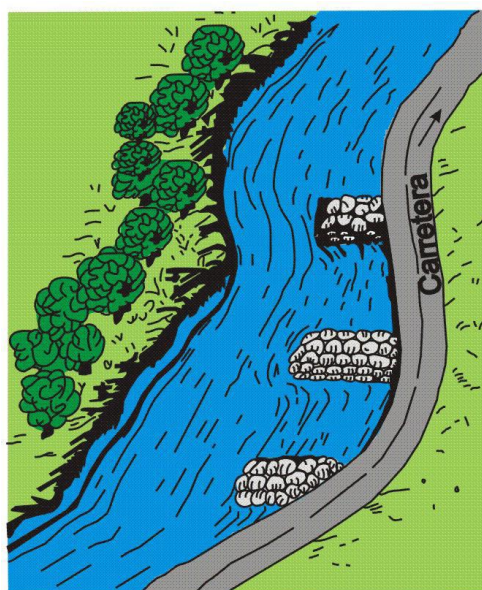


Figura 12. Espigones para proteger las terrazas fluviales (tomado de: INGEMMET, 2003).

c) Para erosión de laderas

En zonas donde la erosión de laderas es aguda con presencia de cárcavas, se deben aplicar prácticas de conservación y manejo agrícola como:

- Regeneración de la cobertura vegetal, de preferencia con flora nativa, a lo largo de la cárcava y en las zonas circundantes a ellas, para asegurar su estabilidad.
- Construcción de diques o trinchos transversales constituidos con materiales propios de la región, como troncos, ramas, etc. (figura 13).
- Realizar prácticas de conservación y regeneración de la cobertura vegetal conformada por pastos, malezas y arbustos con fines de estabilizar el terreno y controlar la erosión.

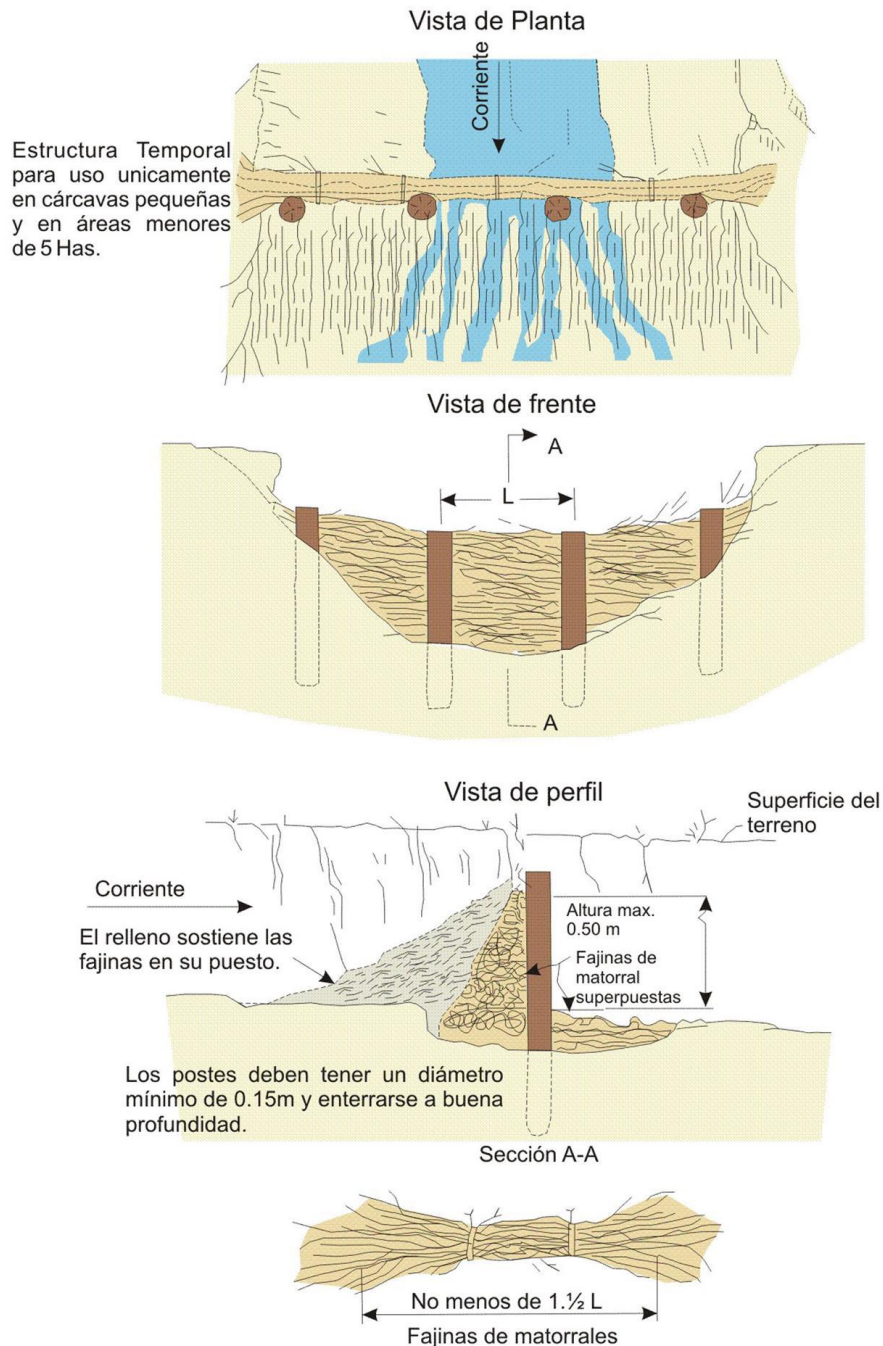


Figura 13 Trinchos transversales de troncos y fajinas de matorrales para proteger áreas de la erosión de laderas (modificado de: Valderrama *et al.*, 1964).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

- a) Se ha identificado peligros geológicos, como flujos, erosiones de ladera y caída de rocas. Las causas son:
 1. Rocas de mala calidad, medianamente meteorizadas a altamente meteorizadas y medianamente a poco fracturadas, llegando a formar bloques hasta de 2 m y suelo arenoso.
 2. Pendiente de las laderas de los cerros entre 25° a 35°, que permite el rápido desplazamiento del material suelto disponible, hacia el cauce de la quebrada.
 3. Suelo desprovisto de vegetación que permite una rápida filtración de agua de lluvia al subsuelo, saturando y desestabilizando el material suelto o mueble que empieza a fluir ladera abajo.
 4. Acción antrópica, explotación de canteras que han dejado material suelto de fácil transporte en los cauces de quebradas.El factor desencadenante son lluvias excepcionales.
- b) Las zonas que están bajo la influencia de las quebradas, como los A.Hs. Floresta y Villa Rica, Alfonso Cobián, El Cuadro, Cusipata, Los Halcones, Abanico, Los Tacones y Los Cóndores; ante lluvias extraordinarias como las que se pueden presentar por el fenómeno El Niño, se podrían generar flujos de lodo o detritos; ello afectaría viviendas e infraestructura ubicadas en su cauce. Dependiendo de la intensidad de las lluvias y la pendiente de las quebradas, pueden generarse escorrentía fluvial rápida con arrastre de material fino (arenas o lodo).
- c) El sector Hijos de Santa Inés es un asentamiento que recién se estableció en marzo del 2014. Esto se comprobó con el análisis secuencial de imágenes satelitales disponibles en el Google Earth desde el año 2002 a la actualidad.
- d) Las inundaciones están relacionadas a crecidas del río Rímac, que podría ocasionarse por lluvias prolongadas o persistentes o intensas lluvias, por el Fenómeno del Niño u otros eventos extraordinarios. De darse este fenómeno y de migrar el cauce del río hacia la margen izquierda, afectaría al AA.HH. Hijos de Santa Inés. Por lo tanto esta zona debería ser reubicada, labor que debe ser implementada por la Municipalidad distrital de Chaclacayo.
- e) En las quebradas que desembocan sobre los sectores de Los Cóndores, Los Tacones, El Cuadro, Los Halcones, Cusipata, Alfonso Cobián, se deben construir muros disipadores de energía, u otros tipos de medidas correctivas, los cuales deben dirigidos por técnicos especialistas en el tema.
- f) Las laderas de los cerros comprendidos entre Los Cóndores hasta la Floresta, deben ser forestados, con la finalidad de darle una mejor estabilidad.
- g) La municipalidad de distrital de Chaclacayo, debe organizar eventos relacionados a peligros geológicos, con la finalidad de concientizar a la comunidad.
- h) No permitirse que continúe el crecimiento urbano hacia el cauce de las quebradas, como también hacia las laderas de los cerros. Para ello la municipalidad debería definir áreas intangibles para desarrollo urbano o asentamientos urbanos.

REFERENCIAS

EIRD/ONU (2009) *UNISDR Terminología sobre reducción de riesgo de desastres* (en línea). Ginebra, Suiza: Naciones Unidas, 38 p. (consulta: 10 de julio 2009). Disponible en: http://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf.

INGEMMET (2003). Estudio de Riesgos Geológicos del Perú. Franja N°3. Boletín. Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, Vol. 28. Perú. INGEMMET. 373 p.

Palacios, O., Caldas, J., y Vela Ch. (1994) *Geología de los cuadrángulos de Lima (25-i), Lurín (25-j), Chancay (24-i) y Chosica (24-j)*. Boletín. Serie A: Carta Geológica Nacional, vol. 43. Perú. INGEMMET. 163 p.

Valderrama, L. Montenegro, E. y Galindo, J. (1964). *Reconocimiento Forestal del Departamento de Cundinamarca*. Departamento Agrológico. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá. 86 p.

Villacorta, S, et al (2015). *Peligros geológicos en el área de Lima Metropolitana y la Región Callao*. Boletín. Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, Vol. 59. Perú. INGEMMET. 162 p.