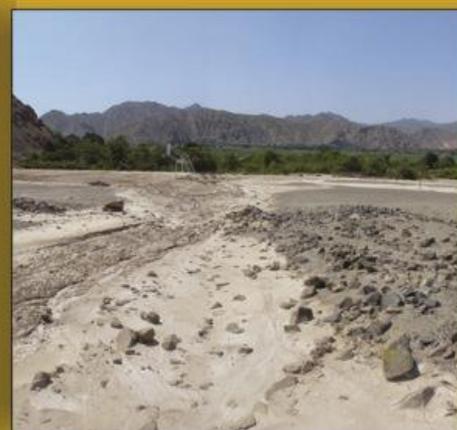


Informe Técnico N° A 6674

Evaluación Técnica:
**FLUJOS DE LODO OCURRIDOS EL 09/01/2015
QUE AFECTARON LOS SECTORES DE
SAN CARLOS Y RAMADILLA**
(Lima / Cañete / San Vicente de Cañete-Lunahuana)



Por:

SEGUNDO NUÑEZ J.
CARLOS LUZA HUILLCA

MARZO 2015

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

CONTENIDO

1.0 RESUMEN	2
2.0 ANTECEDENTES.....	3
3.0 ASPECTOS GENERALES.....	3
4.0 ASPECTOS GEOLÓGICOS – GEOMORFOLÓGICOS.....	4
3.1 GEOLOGÍA.....	4
3.2 GEOMORFOLOGÍA.....	8
4.0 MOVIMIENTOS EN MASA.....	14
4.1 FLUJOS.....	14
4.1.1 FLUJOS DE LODO RECIENTES EN EL SECTOR DE SAN CARLOS.....	15
4.1.2 FLUJO DE LODO RECIENTE EN EL SECTOR RAMADILLA.....	22
4.1.3 AVALANCHA DE DETRITOS.....	30
4.2 EROSIÓN DE LADERAS.....	31
5.0 ÁREAS AFECTADAS POR LOS FLUJOS OCASIONADOS EL 9 DE ENERO 2015. 33	
6.0 ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DE PROBLEMAS GEODINÁMICOS.....	36
CONCLUSIONES.....	38
RECOMENDACIONES.....	38
BIBLIOGRAFIA.....	39

**FLUJOS DE LODO OCURRIDOS EL 09/01/2015
QUE AFECTARON LOS SECTORES DE
SAN CARLOS Y RAMADILLA
(Distritos de Cañete y Lunahuana, provincia Cañete, región Lima)**

1.0 RESUMEN

El viernes 09 de enero 2015, se registraron lluvias excepcionales durante un lapso de media hora, que ocasionaron huaycos (flujos de lodo), afectando los poblados de San Carlos y Ramadilla.

Las causas:

- a) Roca de mala calidad que permite su rápida erosión.
- b) Terrenos sin cobertura vegetal, esto permite la rápida erosión de suelos.
- c) Pendiente del terreno, contribuye a la aceleración de los procesos de movimientos en masa.

El evento afectó viviendas, corrales de animales, terrenos de cultivo, vías de acceso, una granja de cuyes y el canal de regadío San Carlos-El Alto-Herbay.

El flujo de lodo en el sector de San Carlos, se canalizó por la margen izquierda, mientras que en Ramadilla se explayó.

Para atenuar los posibles efectos que se puedan presentar en un futuro, se tienen que realizar ciertas medidas correctivas como:

- Canalizar la quebrada.
- Forestar la zona.
- Construir muros disipadores a lo largo de las quebradas.

2.0 ANTECEDENTES

En los sectores de San Carlos y Ramadilla, a raíz de las fuertes precipitaciones del día 09 de enero, se generaron flujos.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico-INGEMMET, envió una comisión conformada por el Ing. Segundo Núñez y Bach. Carlos Luza, para realizar una inspección técnica del sector, realizándose el día 19 Enero del 2015.

En los trabajos de campo, se contó con la cooperación de lugareños de las áreas afectadas.

3.0 ASPECTOS GENERALES

Los poblados en mención, se encuentran en la margen izquierda del río Cañete (figura 1). Tienen las siguientes coordenadas UTM:

- a) San Carlos
8549000 N, 362000 E
8551000 N; 363500 E;
entre las altitudes 170 y 370 msnm.

- b) Ramadilla
8552000 N, 366000 E
8553000 N; 368000 E;
entre las altitudes 250 y 600 msnm.

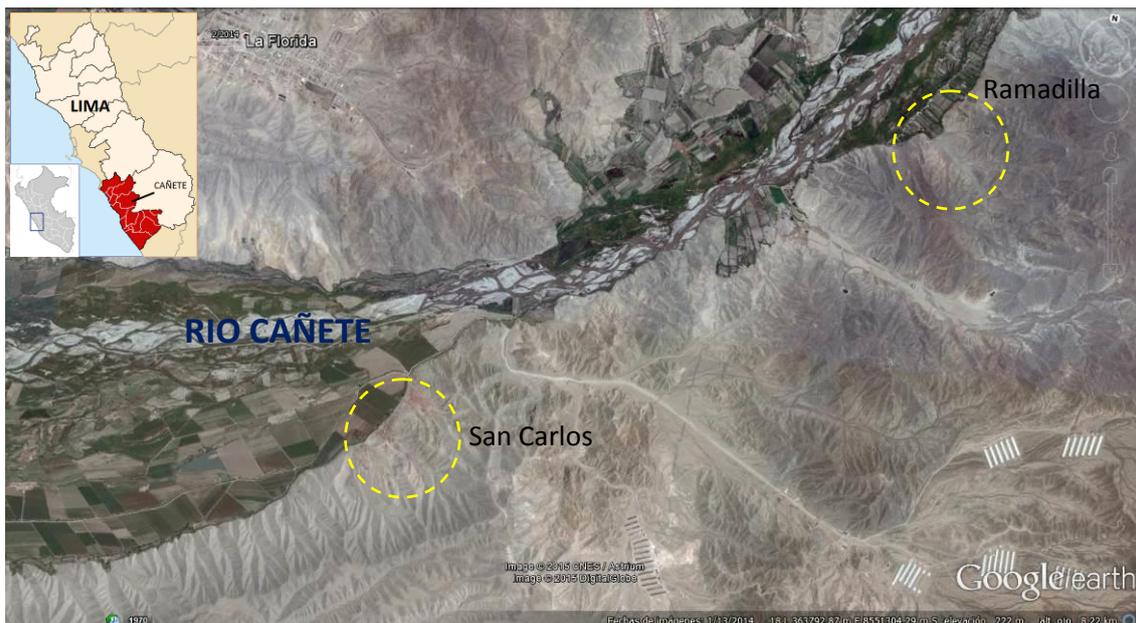


Figura 1. Ubicación de los poblados de San Carlos y Ramadilla Cañete - Lima.

El acceso a dichos poblados desde Lima, se realiza por la Panamericana Sur hasta llegar a San Vicente de Cañete, para luego tomar la Panamericana Antigua hasta llegar al desvío Herbay Alto (7.8 Km.), se prosigue por una carretera asfaltada por 2 km, hasta llegar al poblado mencionado, tomando después una trocha afirmada por 10 km, hasta llegar a San Carlos. El tipo de duración del traslado en camioneta, desde Lima es de 2:30 horas.

Para el acceso a Ramadilla, se prosigue de San Carlos, por una trocha afirmada, por un tramo de 6 Km, hasta llegar a dicho poblado, el tiempo de recorrido de San Carlos a Ramadilla es de 15 minutos.

4.0 ASPECTOS GEOLÓGICOS – GEOMORFOLÓGICOS

3.1 GEOLOGÍA

Según Salazar, H. y Landa, C. (1993), en la zona de San Carlos, afloran secuencias del Grupo Quilmana y la Formación Cañete. En Ramadilla secuencias del Grupo Quilmana y stock de intrusivos (Figura 2 y 3).

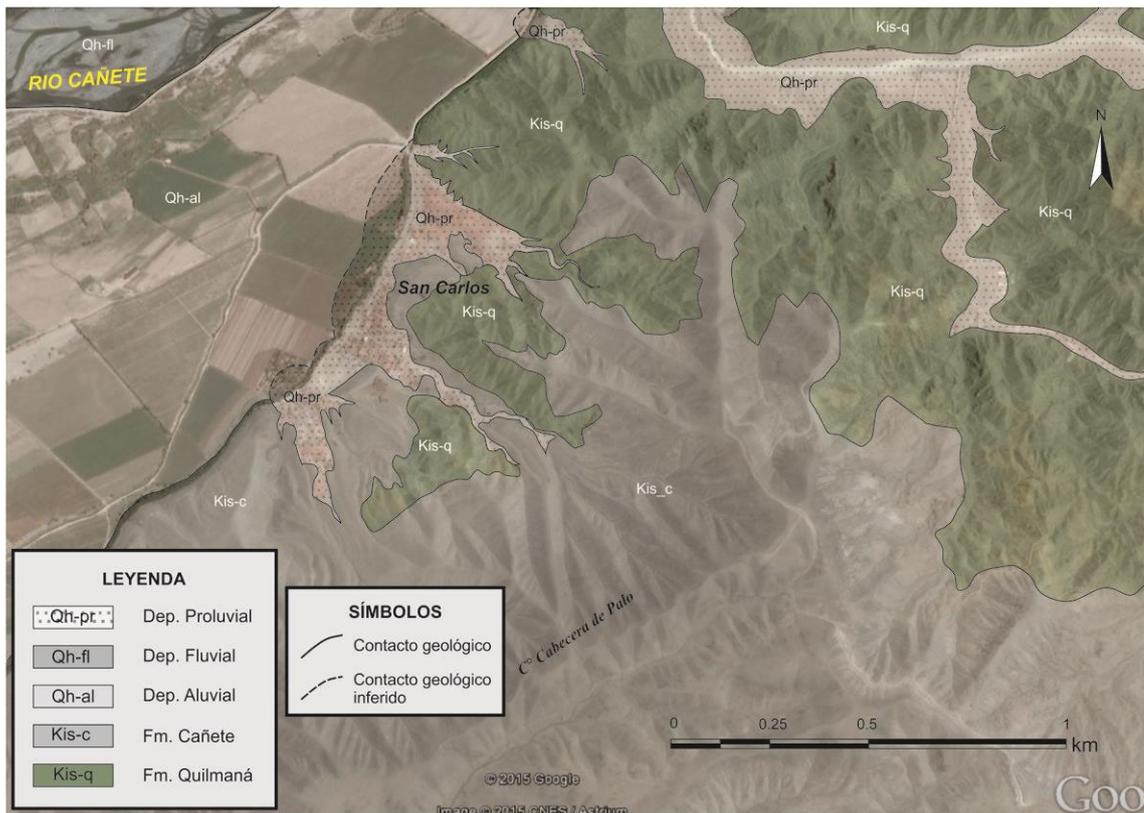


Figura 2. Geología del sector San Carlos, San Vicente de Cañete- Lima.

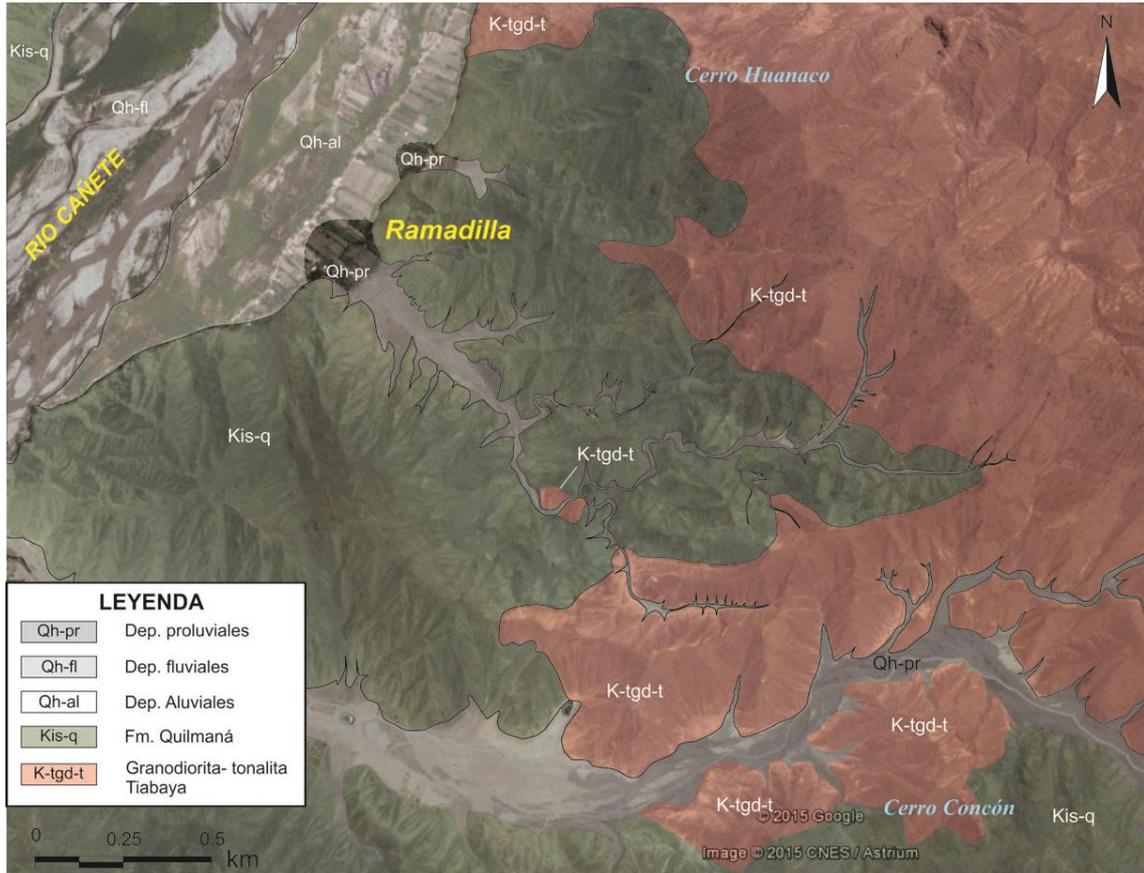


Figura 3. Geología del sector Ramadilla, Lunahuana-Lima

Grupo Quilmana

Para ambas zonas, se ha identificado secuencias volcánicas más no la sedimentaria. Se caracteriza por estar conformada por derrames lávicos, de textura afanítica, las rocas son de color gris y gris verdoso, con tonalidades pardo rojizas a amarillento por la meteorización (foto 1A, 1B, 1C y 1D). Son susceptibles a formación de movimientos en masa, como derrumbes y avalanchas de detritos.





Foto 1A, 1Bb, 1C y 1D. Afloramientos de rocas volcánicas.

Formación Cañete

Esta unidad solamente aflora en la zona de San Carlos, se caracteriza por estar conformada por conglomerados inconsolidados, yacen sobre rocas del Grupo Quilmana (fotos 2 y 3).

Los fragmentos de roca que la conforman son de diversa litología, de formas redondeadas a subredondeas, con tamaños hasta de 20 cm, en matriz arenolimsa.

En esta unidad se forman procesos de erosiones de ladera, como surcos y laminar.



Foto 1. Se aprecia la secuencia de conglomerados (A) que yacen sobre la secuencia volcánica del Grupo Quilmana (B), cortados por los cauces de quebradas, que forman los depósitos proluviales (C).



Foto 2. Se diferencian tres unidades, el volcánico del Grupo Quilmana, conglomerados de la Formación Cañete y el depósito proluvial (C).

Rocas Intrusivas

Estas se encuentran aflorando en la cuenca alta de la quebrada Ramadilla, también se observó un stock de tonalita que ha intruido las rocas volcánicas.

La roca esta medianamente fracturada, el diaclasamiento genera bloques de formas de paralelepípedo (foto 4), con dimensiones menores a 1 m.



Foto 3. Intrusivo con fracturamiento abierto.

Depósito proluvial.

Estos depósitos se encuentran en los cauces de las quebradas San Carlos y Ramadilla (foto 5 y 6), conformados por gravas escasos bloques.

En los cauces de las quebradas que bajan al sector de San Carlos, los fragmentos de roca son de formas redondeadas, subredondeadas, producto de la erosión del conglomerado (Fm. Cañete). También se apreció algunos fragmentos de roca de formas angulosas y subangulosas producto de la erosión de las rocas volcánicas (Grupo Quilmana).

En el cauce de la quebrada Ramadilla se aprecian fragmentos de roca de formas angulosas a subangulosas, de naturaleza volcánica (andesitas y dacitas), con escasos intrusivos.

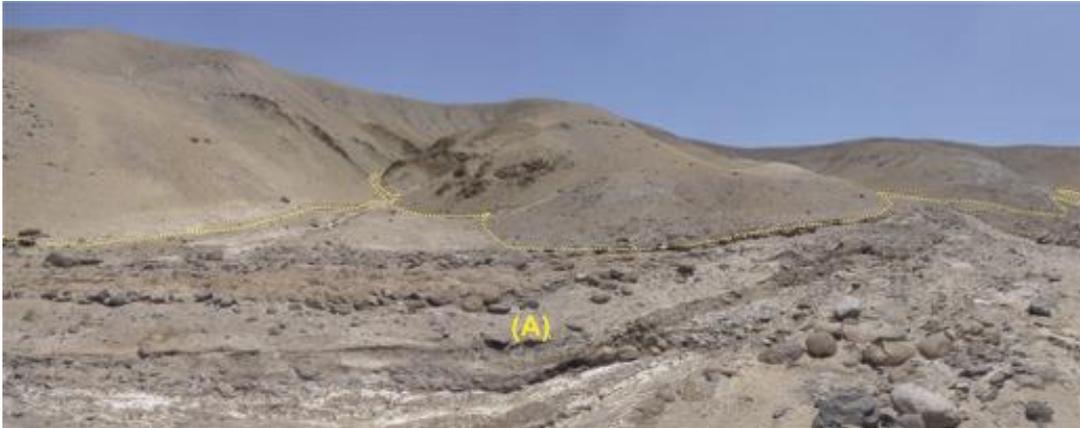


Foto 4. Se aprecia el depósito proluvial, en la quebrada San Carlos, se aprecian fragmentos de roca de formas redondeadas y subredondeadas (A).



Foto 5. Depósito proluvial, se aprecian bloques de formas angulosas.

3.2 GEOMORFOLOGÍA

Para la caracterización de las unidades geomorfológicas de la zona de estudio, se consideran criterios de control como: la homogeneidad litológica y la caracterización conceptual en base a aspectos del relieve en relación a la erosión o denudación y sedimentación o acumulación.

3.2.1 GEOFORMAS DE CARÁCTER TECTÓNICO DEGRADACIONAL Y EROSIONAL

Resultan del efecto progresivo de los procesos morfodinámicos degradacionales sobre los relieves iniciales originados por la tectónica o sobre algunos paisajes contruidos por procesos exógenos agradacionales, estos

procesos conducen a la modificación parcial o total de estos a través del tiempo geológico y bajo condiciones climáticas cambiantes (Villota, 2005).

Los paisajes morfológicos, resultantes de los procesos denudativos forman parte de las cadenas montañosas, colinas, superficies onduladas y lomadas. Dentro de este grupo se tienen las siguientes unidades:

a) Unidad de colinas

La unidad colinas son geoformas que alcanzan alturas menores a 300 m respecto al nivel de base local, se reconocen como cumbres y estribaciones producto de las deformaciones sufridas por la erosión y la influencia de otros eventos de diferente naturaleza.

En la zona encontramos colinas conformadas por alineamientos alargados, constituidos por rocas volcánicas.

Las pendientes de las laderas son variables, en la cuenca baja tienen de 20° a 30°, mientras que en la parte alta son de 30° a 45°



Foto 6. Colina volcánica con laderas de pendiente menor de 20°.



Foto 7. Colina del sector Ramadilla, con laderas de pendiente mayor de 30°.



Foto 8. Parte baja de quebrada Ramadilla, se muestra colina con laderas con pendiente de 20°.

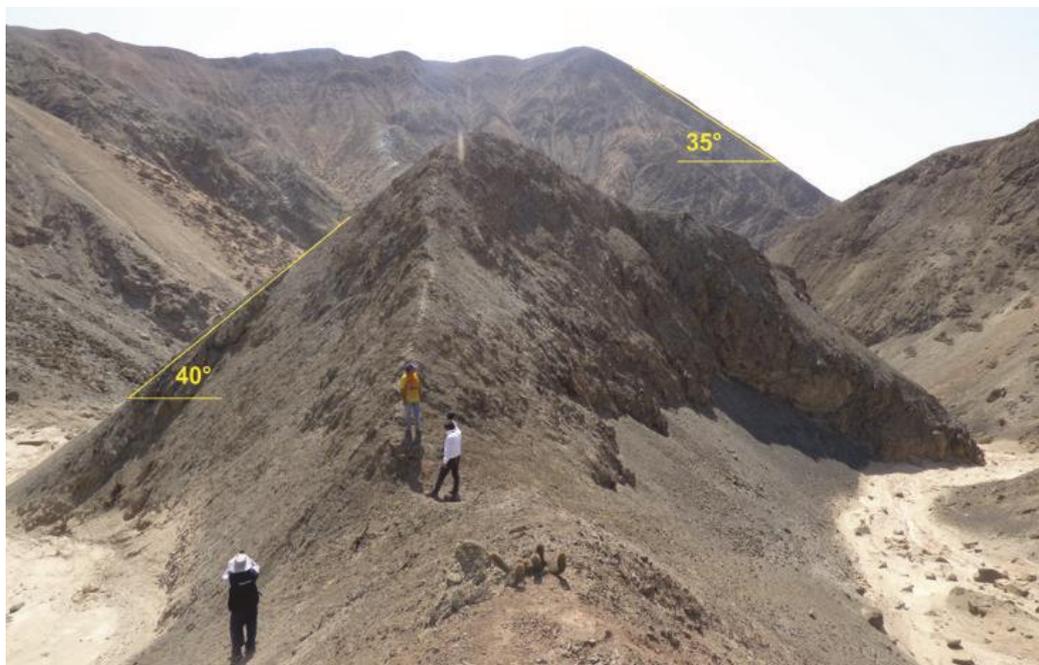


Foto 9. Parte alta de quebrada Ramadilla, se muestra laderas con pendientes entre 40 a 45°

En esta unidad se producen movimientos en masa, flujos, caída de rocas y derrumbes.



Foto 10. Colinas modeladas en roca volcánica, laderas parcialmente cubiertas por depósitos recientes.

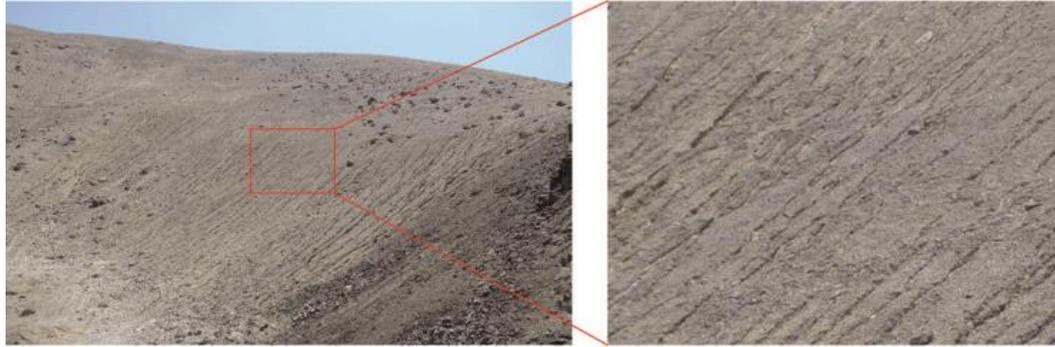
b) Unidad de colinas disectada

Esta unidad se encuentra en la zona de San Carlos, presenta laderas con pendientes que varían entre 10° a 20°, conformada por conglomerados no litificados, de fácil erosión (*Foto 11*).

Se presentan procesos de erosiones en forma de surcos (fotos 13a y 13b *Fotos*), que alimentan con material suelto al cauce de la quebrada.



Foto 11. Colina disectada por quebradas.



Fotos 13a y 13b. Laderas con procesos de erosiones en surco.

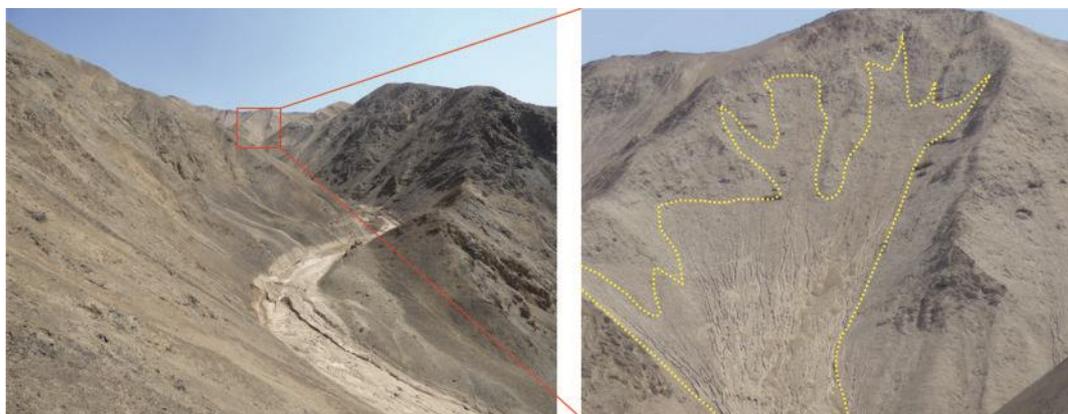
2.2.2 GEOFORMAS DE CARÁCTER DEPOSICIONAL O AGRADACIONAL

Estas geoformas son resultado del conjunto de procesos geomorfológicos a los que se puede denominar constructivos, determinados por fuerzas de desplazamiento, como por agentes móviles, tales como: el agua de escorrentía y los vientos; los cueles tienden a nivelar hacia arriba la superficie de la tierra, mediante el depósito de materiales sólidos resultantes de la denudación de terrenos más elevados.

Piedemonte coluvio-deluviales

Esta unidad corresponde a las acumulaciones de laderas originadas por procesos de movimientos en masa (derrumbes y caídas de rocas), así como también por la acumulación de material fino y detrítico, caídos o lavados por escorrentía superficial, los cuales se acumulan sucesivamente al pie de laderas.

Presentan pendientes entre 5° y 45°, su origen está asociado a flujos no canalizados. Se les encuentra como capas de suelo fino y arcillas arenosas con inclusiones de fragmentos rocosos pequeños y angulosos. Debido a su naturaleza en su superficie se forman erosiones en surcos (fotos 14A y 14B).



Fotos 14A y 14B. Se aprecia un depósito coluvio - deluvial, en el cuerpo del depósito se observa erosiones en surco.

Piedemonte proluviales

Esta unidad se encuentra asociada a los depósitos dejados por los flujos de detritos o de lodo (huaicos) de tipo excepcional (fotos 2, 3, 6 y 15). Tiene pendiente variable, en su desembocadura es suave menor a 2° (foto 15); hacia la parte alta se incrementa hasta en 10°



Foto 12. Depósitos proluviales recientes.

Valle fluvial y terrazas.

Se consideran dentro de esta subunidad, a los terrenos planos de ancho variable, ubicados en el cauce o en la llanura de inundación del río Cañete (figura 4 y foto 16).

El río Cañete presenta en la zona evaluada un valle amplio, en sectores controlado por la presencia de afloramientos de roca.



Foto 16. Se aprecia una amplia llanura aluvial.



Figura 4. Se aprecia el valle amplio del río Cañete, con sus respectivas terrazas.

4.0 MOVIMIENTOS EN MASA

Por los diferentes movimientos en masa encontrados en la quebrada Ramadilla, como flujos de detritos, avalanchas de rocas antiguas y recientes, como también procesos de erosiones de ladera, podemos considerar como un área activa cada vez que se presentes lluvias excepcionales; **Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

4.1 FLUJOS

Se les denomina así porque durante su desplazamiento presentan un comportamiento semejante al de un fluido. Pueden ser rápidos o lentos, saturados o secos. Existen casos en que se originan a partir de otros tipos de procesos, como deslizamientos o desprendimientos de rocas (Varnes, 1978). Pueden transportar grandes volúmenes de fragmentos rocosos de diferentes tamaños. Pueden alcanzar grandes extensiones de recorrido, más aún si la pendiente es más elevada.

Según Hungr & Evans (2004) los flujos se pueden clasificar de acuerdo al tipo y propiedades del material involucrado, la humedad, la velocidad, el confinamiento lateral (canalizado o no canalizado, figura 5) y otras características que puedan hacerlos distinguibles. Por ejemplo, se tienen flujos de detritos (huaicos), de lodo, avalanchas de detritos, de roca, etc.

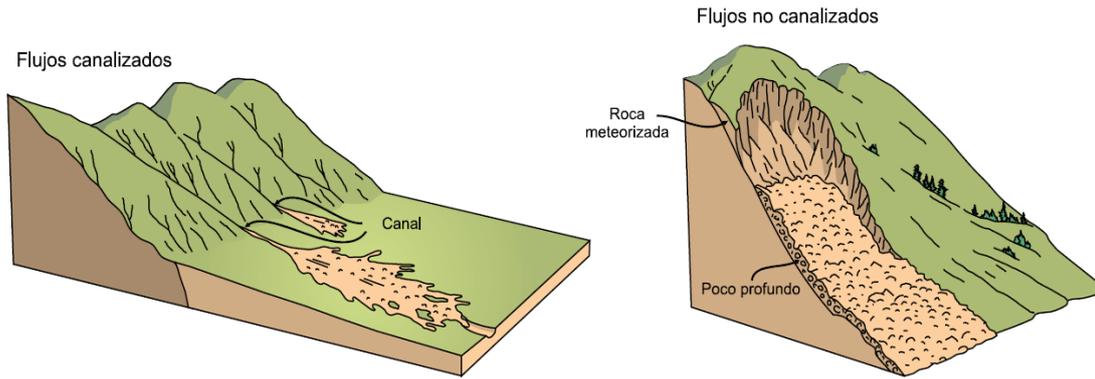


Figura 5. Esquema de flujos canalizados y no canalizados (Cruden y Varnes, 1996)

El potencial destructivo de los flujos está dominado por su velocidad y la altura alcanzada por el material arrastrado siendo muy importante una caracterización detallada de los eventos, dato importante que nos dará una idea del grado de peligro al que está expuesta un área determinada.

En el área se han identificado flujos antiguos y recientes, en las quebradas que desembocan en los sectores de San Carlos y Ramadilla.

4.1.1 FLUJOS DE LODO RECIENTES EN EL SECTOR DE SAN CARLOS

En este sector se presentaron tres flujos de lodo, provenientes de las quebradas que desembocaron en el sector de San Carlos (fotos 17A, 17B, 17C y 17D)

Los flujos generados en el sector de San Carlos, fueron detonados por la precipitación pluviales excepcional registrada el 09 de enero del 2015, que duró ½ hora (por versiones de los lugareños).

Recopilando la información de datos históricos de los moradores del lugar, manifestaron que nunca ha llovido de tal magnitud como la del 9 de enero del 2015.

En el reconocimiento de campo, en las vertientes de la quebrada no se observaron movimientos en masa antiguos, solamente procesos de erosiones de ladera.

Por las características intrínsecas del terreno, de llover nuevamente en la misma magnitud, nuevamente se formaría un flujo de lodo.



Foto 17A. Vista panorámica de las quebradas que desembocan en el sector de San Carlos.

Foto 17B. Quebrada 3, en su cauce se aprecia la escorrentía.

Foto 17C. Quebrada 1, donde está asentada la mayor parte de la población de San Carlos.

Foto 17D. Quebrada 2. Se aprecia el rastro del flujo que discurrió el 09 de enero del 2015.

Para una mejor descripción se tratará cada una de las quebradas que afectaron al sector de San Carlos.

a) Quebrada 1

Esta quebrada, su cuenca de recepción comienza a una altitud de 365 m.s.n.m y su desembocadura en 170 m.s.n.m., es decir presenta un desnivel de 195 m.

A lo largo de la quebrada se tienen afloramientos del Conglomerado de Cañete y del Volcánico Quilmana, el primero no está litificado es de fácil erosión (foto 19).



Foto 19. Afloramientos del conglomerado de la Formación Cañete poco consolidados de fácil erosión.

Al caer la lluvia sobre las laderas, se formaron erosiones en surcos y escorrentía, lavando el material suelto de la ladera, alimentando de esta manera al cauce de la quebrada (foto 20).



Foto 20. Se aprecian los procesos de erosiones en surco, generando material suelto que es vertido al cauce de la quebrada.

En la parte media de la quebrada se unen tres ramales (afluentes) y forman un cauce con ancho de 60 m. Aguas abajo se tienen afloramientos de rocas volcánicas, que estrechan el cauce, formando un “cuello de botella” con un ancho de 3 m (figura. 6, fotos 21, 22 y 23).



Foto 21. Área de concentración de material



Foto 22. Área de estrechamiento del cauce del cauce de la quebrada.



Foto 23. El cauce del cauce de la quebrada, se empieza a explayar.



Figura 6. Se aprecia el cauce de la quebrada 1,

El depósito generado por el flujo, el mayor volumen se canalizó por la margen izquierda, llegando a tener un espesor máximo de 50 cm, tal como lo muestra el depósito dejado en los alrededores de la granja de cuyes (foto 24a). Mientras que por la margen izquierda llegó a tener un espesor de 20 cm.

Hay que anotar, cuando se generó el evento, el agua llegó a tener una altura de 1 m, según lo observado en campo (señal en las paredes de las viviendas) (foto 24b).



Foto 24a. Depósitos de generados por el flujo de lodo

Foto 24b. En la pared se aprecia la altura alcanzada por el agua.

El cauce de la quebrada se explayó conforme se dirige aguas abajo, llegando a tener un ancho de 90 m (figura 6).

A lo largo del cauce de la quebrada, se aprecian fragmentos de roca como gravas y cantos de formas redondeadas a subredondeadas, estos son producto de la erosión del conglomerado, (foto 25).



Foto 25. Fragmentos de roca, gravas y cantos redondeados a subredondeados, producto de la erosión del conglomerado.

El flujo generado afectó doce viviendas, una granja de cuyes, canal de regadío San Carlos-Herbay Alto y corrales de ganado.

El depósito, en su desembocadura no tiene forma defina, por la presencia de viviendas y del canal de regadío. La distancia de recorrido del flujo fue de 750 m. Gran parte del material desplazado se canalizó por el canal de regadío.

Quebrada 2

Esta quebrada, su cuenca de recepción comienza a una altitud de 300 msnm y su desembocadura a 170 msnm, tiene un desnivel de 130 m.

A lo largo de la quebrada se tienen afloramientos del conglomerado de la Formación Cañete, presenta procesos de erosiones de ladera (surco y laminar). (Figura 7).

Al caer la lluvia sobre las laderas, arrastra material suelto al cauce de la quebrada (figura 7), siendo posteriormente movilizado por las aguas, hacia aguas debajo de la quebrada, al llegar a su desembocadura se explaya, dejando su depósito el flujo, en un tramo de 30 m.

El depósito, en su desembocadura llega con espesores de orden de los centímetros hasta milimétrico.

El flujo al llegar a la zona de viviendas y centro educativo, se desplaza de acuerdo a la forma de las calles y pendientes del terreno, no tiene forma defina. La distancia de recorrido del flujo fue de 500 m.

El flujo afectó levemente viviendas y centro educativo (fotos 26 y 27).



Foto 26. Parte baja de la quebrada, se exhibe el depósito del flujo de lodo.



Foto 27. Paso del flujo de lodo.

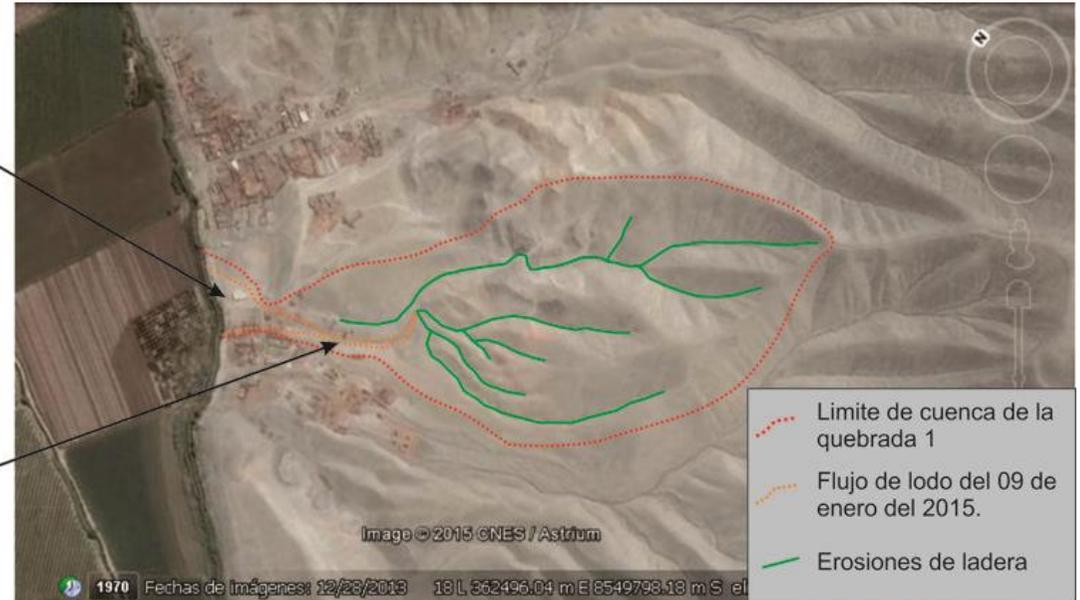


Figura 7. Muestra la cuenca de recepción de la quebrada 2 y la zona donde se depositó el flujo de detritos.

Quebrada 3

En esta quebrada comienza a una altitud de 300 msnm y su desembocadura a 200 msnm, es decir tiene un desnivel de 100 m.

Similarmente a la quebrada 2, se tiene afloramientos de la Formación Cañete (conglomerado), que es fácilmente erosionable (figura 8), favoreciendo a la generación de sedimentos sueltos de fácil acarreo.

El material arrastrado por el flujo (foto 28), en la parte baja alcanzó 30 cm de altura. Como evidencia tenemos la huella dejada por el flujo en las paredes de las viviendas (foto 29), en los interiores de las viviendas se aprecia el espesor del depósito de lodo.

En la parte final el depósito del flujo no tiene forma definida por la presencia de vivienda y canal de regadío, presentó espesores del orden de los centímetros, la distancia de recorrido del flujo fue de 680 m.

Parte del material desplazó se canalizó por el canal de regadío.

4.1.2 FLUJO DE LODO RECIENTE EN EL SECTOR RAMADILLA

El sector Ramadilla presentó un flujo de lodo afectó dos viviendas, loza deportiva y cinco hectáreas de terrenos de cultivo (fotos 30 y 31). De acuerdo con las versiones de los pobladores de la zona, el día en que se presentó el evento, horas antes se generó una lluvia de proporciones que nunca antes habían presenciado, esta se concentró en la parte alta de la quebrada por un periodo de ½ hora.

La cuenca de "recepción" se inicia a una altitud de 600 m.s.n.m y su desembocadura a 250 m.s.n.m, es decir presenta un desnivel de 350 m, la pendiente del cauce de la quebrada varía, en la parte baja es menor a 5° incrementándose en la parte alta hasta en 10°.



Foto 28. Paso del flujo de lodo en la quebrada 3.



Foto 29. Interior de vivienda mostrando el nivel de lodo alcanzado por el flujo.



Figura 6. Muestra la cuenca de recepción de la quebrada 3 y la zona donde se depositó el flujo de detritos.



Foto 30. Lodo acumulado en el interior de las viviendas en Ramadilla.



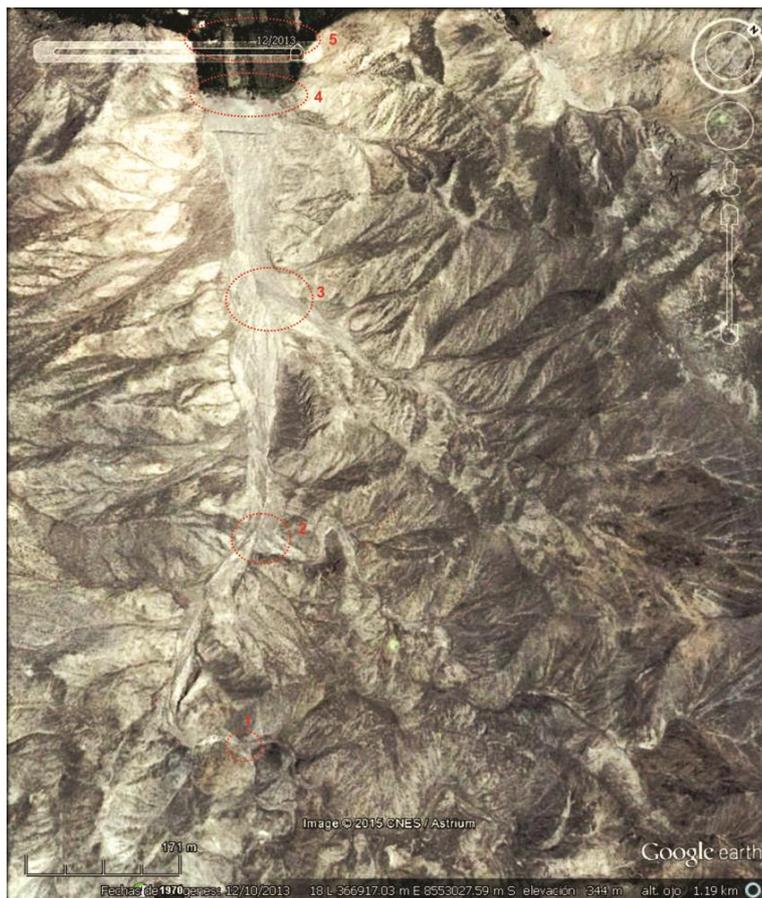
Foto 31. Áreas cultivos damnificadas por el paso del flujo de lodo.

En la quebrada afloran predominantemente rocas del Quilmana, así mismo se tienen afloramientos intrusivos en forma de puntones, constituidos litológicamente por granodiorita meteorizadas (Foto 3). En las primeras se presentan procesos de erosiones de ladera.

Consideraciones geodinámicas de la quebrada Ramadilla

La quebrada Ramadilla presenta cuatro ramales principales, de los cuales dos se unen en la parte media de la quebrada, y los otros en la parte baja.

En la figura 9, se muestra las variaciones de los anchos promedios que tiene la quebrada Ramadilla a lo largo de su recorrido.



Punto	Ancho del cauce (m)
1	5 a 8
2	30
3	60
4	100
5	160

Figura 9. Quebrada Ramadilla.

Con el aporte de material (arenas, limos y escasamente gravas y bloques) generado por las erosiones de ladera. El flujo se inició en la parte alta de la quebrada (fotos 32 y 36).

Las quebradas afluentes ubicadas en la cuenca baja, no se aprecian indicios de aporte material suelto al flujo reciente (foto 33).



Foto 32. Cauce de la quebrada en la parte superior, se aprecian solamente depósitos de arena con escasos bloques.



Foto 33. Quebrada afluyente de la margen derecha, no aprecia aporte material reciente a la quebrada principal.

El flujo al llegar a la parte baja, desde la loza deportiva (foto 35 y 37) se explayó, cubrió gran parte del cauce de la quebrada (foto 34), discurriendo posteriormente por los terrenos de cultivo y viviendas.



Foto 134. Material acumulado en la desembocadura de la quebrada, afectó al pueblo de Ramadilla.



Foto 35. Vista del flujo de lodo a lo largo de toda la quebrada.



Foto 36. Canalización del flujo de lodo.

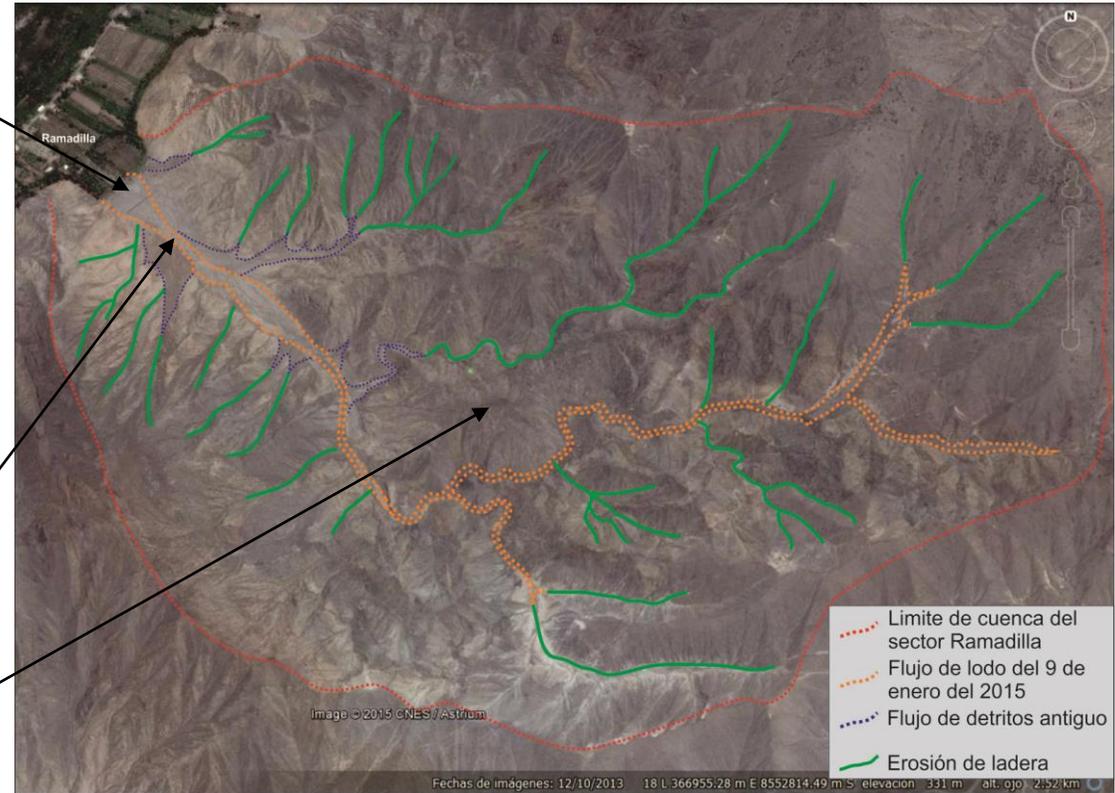


Figura 7. Cuenca de recepción y límites de la quebrada del sector de Ramadilla.



Foto 37. Flujo de detritos cubriendo todo el cauce de la quebrada, así como la Loza deportiva de Ramadilla.

En la cuenca alta de la quebrada, por la margen derecha, el cauce se encuentra obstruido por una antigua avalancha de detritos. Este evento ocasionó un desnivel en la superficie del cauce de la quebrada (foto 38), es muy probable que en este tramo el flujo reciente haya adquirido mayor velocidad.



Foto 38. Material que ha obturó la quebrada, ocasionando un desnivel.

El depósito del flujo de lodo, entre la parte baja de la quebrada y loza deportiva llega a tener una altura entre 50 a 40 cm, mientras que en los terrenos de cultivo hasta 20 cm (foto 39).

A lo largo del cauce de la quebrada, se aprecian fragmentos de roca como gravas y cantos de formas subredondeados y subangulosas, con diámetros hasta de 40 cm.

Las formas que tienen los fragmentos de roca, acarreados por el flujo, es producto de la erosión del conglomerado Cañete.

Los fragmentos de roca que tienen formas angulosas, provienen de caída de rocas, posteriormente el material es removido cuesta abajo, estos (foto 40).

En los afluentes y vertientes de la quebrada se apreciaron procesos de movimiento en masa antiguos, como ejemplo flujos (foto 41), que generó material suelto.



Foto 39. Bloques de roca depositados en la quebrada.



Foto 40. Bloques esparcidos en el cauce de la quebrada.

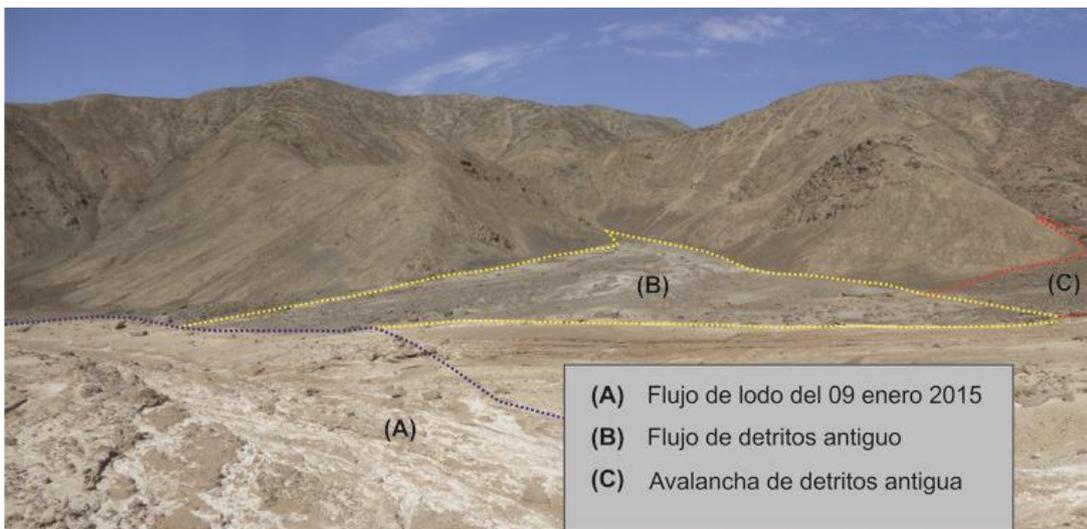


Foto 41. Se muestran algunos de los eventos que se han presentado en la quebrada Ramadilla.

4.1.3 AVALANCHA DE DETRITOS

Tipo de flujo caracterizado porque el material se desplaza libremente ladera abajo sin estar canalizado. El material que lo conforma puede estar saturado o parcialmente saturado, ser de poco espesor y trasladarse de forma muy rápida a extremadamente rápida. Estos movimientos comienzan como un deslizamiento superficial de una masa de detritos que al desplazarse sufre una considerable distorsión interna y toma la condición de flujo. Generalmente presentan un menor grado de saturación que los flujos de detritos, y no tienen un ordenamiento de la granulometría del material en sentido longitudinal, ni tampoco un frente de material grueso en la zona distal (Hungry et al., 2001).

A lo largo de las laderas de las vertientes de la quebrada del sector de Ramadilla, se han identificado depósitos de materiales sueltos, generados por avalanchas de detritos. Se apreció que un sector de la quebrada fue obstruida por un evento de este tipo de proceso (foto 42), un evento antiguo.

La avalancha de rocas, que obstruyó a la quebrada, su depósito está conformado por bloques, gravas con matriz arenosa, los fragmentos de roca son de formas angulosas y llegan a medir hasta 40 cm, son de naturaleza volcánica. El cauce obstruido tiene una longitud 10 m



Foto 42. Margen izquierda de la quebrada del sector Ramadilla, se muestran de derrumbes de rocas y suelo obstruyendo el cauce de la quebrada (líneas de color amarillo).

4.2 EROSIÓN DE LADERAS

Se manifiesta a manera de surcos y cárcavas en los terrenos. Comienza con canales muy delgados que a medida que persiste la erosión, pueden profundizarse a decenas de metros (figura 11). La erosión está relacionada al proceso de escorrentía o arroyada. Normalmente la arroyada posee una profundidad pequeña, pocas veces superior a un centímetro. A partir de allí y con ayuda de la lluvia las partículas se movilizan en el sentido de la máxima pendiente y producen una excavación que tiende a aumentar con la velocidad de la erosión.

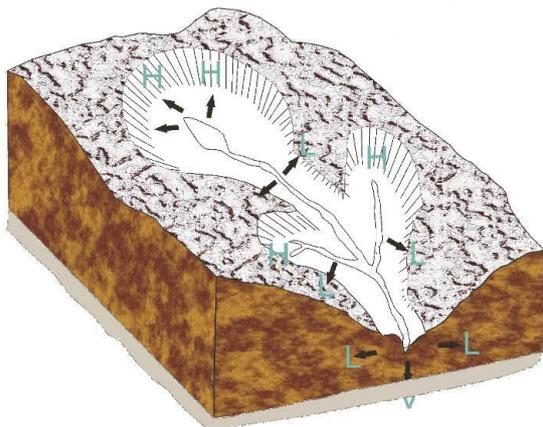


Figura 11. Forma como se manifiesta la erosión de laderas en una ladera de montaña. H: erosión de cabecera, L: erosión lateral y V: erosión vertical (Tomado de: <http://cidta.usal.es>).

En las quebradas de San Carlos y Ramadilla, en sus vertientes se muestra procesos de erosiones de ladera a manera de surcos, (figuras 6, 7, 8 y 10, y fotos 43 y 44), estos procesos de erosión generan material suelto, y cuando se presentan lluvias son removidos y transportándolo al cauce de la quebrada, hacia cuesta abajo.



Foto 43. Procesos de erosiones de ladera, ubicados en la margen izquierda de la quebrada de Ramadilla.



Foto 44. Quebrada del sector San Carlos, en las vertientes se aprecian procesos erosiones de ladera.

5.0 ÁREAS AFECTADAS POR LOS FLUJOS OCASIONADOS EL 9 DE ENERO 2015.

Efectos del flujo de lodo:

- a) 12 viviendas destruidas en el sector San Carlos y 2 viviendas en Ramadilla⁽¹⁾ (fotos 45 y 46) y 23 viviendas afectadas ⁽²⁾.
- b) 01 Persona herida ⁽²⁾.
- c) Tramo del canal y carretera de ingreso a San Carlos de 770 m cubierto por lodo (fotos 47, 48 y figura 12) proveniente del flujo. Dato obtenido por la superposición de imágenes satelitales de Google Earth.
- d) 05 hectares de terreno de cultivo afectadas ⁽¹⁾.
- e) Destrucción de una granja de cuyes.



Foto: INDECI 2015

Foto 45. Viviendas colapsadas por el flujo de lodo sector San Carlos

¹ Dato proporcionado por los moradores de San Carlos y Ramadilla.

² Dato de INDECI, reporte de situación, N° 038 – 11/01/2015.



Foto: INDECI 2015

Foto 46. Viviendas afectadas por el flujo de lodo sector Ramadilla



Foto: INDECI 2015

Foto 47. Trabajos de limpieza de tramos de la carretera y canales de ingreso a San Carlos.



Foto 48. Tramo carretera y canal afectado.



Figura 12. Vías de acceso y tramo de canal (línea amarilla) afectada los flujos de lodo.

Las características de inestabilidad existentes en los sectores evaluados, hacen suponer, que en la quebrada San Carlos y Ramadilla se podrían generar nuevos eventos relacionados a flujos de lodos o de detritos. En este sentido se hace necesaria la aplicación de medidas correctivas a fin de estabilizar y mitigar posibles riesgos debido a estos eventos y peligros geológicos.

6.0 ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DE PROBLEMAS GEODINÁMICOS

A continuación, se presentan algunas propuestas generales de solución para los problemas geodinámicos que puedan afectar a la zona en estudio³. Las mismas que están encaminadas a prevenir los procesos y mitigar los daños ante la ocurrencia de fenómenos naturales, tales como flujo de detritos.

Dentro de estas propuestas, de acuerdo a la evaluación realizada en este estudio tenemos aquellas para el control de flujos y medidas para el control de la erosión de laderas, siendo estas:

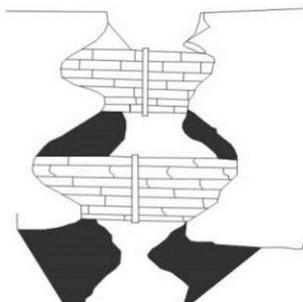
- Construcción de los muros disipadores: diques, gaviones, presas,
- Canalización de los cauces, construcción de calles canales.
- Reforestación de laderas.
- Construcción de barrera, rellenos y cortacorrientes.

Ejemplos que se puedan emplear para construcción de muros disipadores

³ El uso de este documento y la información contenida en él, es valedera para las áreas indicadas y en las ubicaciones descritas en este informe. El uso de la información para algún otro propósito o alguna otra ubicación es a sola responsabilidad del usuario.



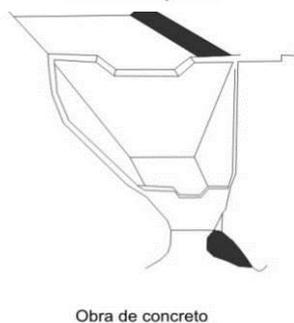
Protección transversal con empedrado



Trinchos de madera



Dique de gaviones, vertedero y lecho de disipación



Obra de concreto



Figura 13. Obras hidráulicas transversales para cárcavas, fijación de sedimentos y protección de desaguaderos naturales (Fuente: de Instituto Nacional de Vías-Colombia-1998 & Cardoza, 2013).

CONCLUSIONES

1. El sector de San Carlos y Ramadilla, fueron afectados por flujos de lodo, acontecidos el 9 enero del 2015, producto de una precipitación pluvial anómala nunca antes registrada, la cual tuvo una duración aproximada de 30 minutos. El factor detonante de estos eventos fueron las precipitaciones pluviales.
2. Los daños ocasionados por el flujo de lodo, en el sector de San Carlos fue en doce viviendas, 770 m de canal de regadío y vías de acceso. En el sector de Ramadilla fueron dos viviendas, cinco hectáreas de terrenos de cultivo y una loza deportiva.
3. En el sector de Ramadilla, se presentó un el flujo de lodo, afectó dos viviendas y cinco hectáreas de cultivo.
4. Las causas de los flujos de lodo para ambos sectores son:
 - a) Pendientes de las laderas, vertientes y cauces de quebradas, que permite el desplazamiento del material suelto.
 - b) Material suelto en los cauces de la quebrada son de fácil remoción
 - c) Falta de cobertura vegetal.
 - d) Procesos de erosiones de ladera que permite la generación de material suelto.
5. De presentarse lluvias similares en la zona, se van a generar eventos similares, porque las condiciones geológicas y geomorfológicas en la zona persisten.

RECOMENDACIONES

1. En todas las quebradas, a lo largo del cauce, construir muros disipadores de energía y canales abiertos, para ello se tendrán que realizar estudios detallados, para determinar tipos, características y separación de los muros.
2. Forestar las laderas, a fin de reducir los procesos de erosiones.
3. Canalizar las quebradas, de acuerdo a sus condiciones geodinámicas. Estas canalizaciones pueden servir como calles.
4. Para el canal de regadío San Carlos-Herbay, se deben diseñar obras, en los pasos de las quebradas. Esta labor debe ser dirigida por un profesional de la materia.

BIBLIOGRAFIA

Cardoza. R. (2013). **Taller de lanzamiento de la alianza mundial por el suelo: Hacia la prevención y restauración de suelos degradados en Centro América y El Caribe.** Alianza mundial por el suelo. 43 p.

Cobbing, J., Pitcher, W. & Garayar, J. (1973). **Geología de los cuadrángulos de Barranca (22-h), Ambar (22-i), Oón (22-j), Huacho (23-h), Huaral (23-j) y Canta (23-j).** Actualizado por la Dirección de Carta Geológica Nacional. Carta Geológica Nacional. Boletín N° 26 Serie A. 172 Págs.

Cobbing, J., Sanchez, A. & Martinez, W. (1996). **Geología de los cuadrángulos de Huaraz (20-h), Recuay (20-i), La Unión (20-j), Chuiquian (21-i) y Yanahuanca (22-j) y Canta (23-j).** INGEMMET. Carta Geológica Nacional. Boletín N° 76 Serie A. 138p..

Fidel, L., Zavala, B.; Núñez, S. & Valenzuela, G. (2006). **Riesgos Geológicos del Perú.** INGEMMET. Geodinámica e Ingeniería Geológica. Serie "C". Boletín N°29. 136p.

Proyecto Multinacional Andino, Geociencias para las Comunidades Andinas, PMA: GCA (2007) - **Movimientos en Masa en la Región Andina: Una Guía para la Evaluación de Amenazas,** 404p.

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrografía del Perú, SENAMHI (2010) - **Mapa de Precipitación Anual, Periodo Normal (Septiembre – Mayo).** En INDECI, Atlas de Peligros del Perú 2101. 318-319 p, Lima.

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrografía del Perú, SENAMHI (2010) - **Mapa de Precipitación Acumulada durante el evento "El Niño 97/98".** En INDECI, Atlas de Peligros del Perú 2010. 320-321 p, Lima.

Prefectura de Wakayama, (2002) Web consultada el 17 de febrero de 2015: http://www.pref.wakayama.lg.jp/prefg/080600/eigo/02_jigyoku/section_02.html.

INDECI, 2015. Huayco afecta los distritos de San Vicente de Cañete y Lunahuana, provincia Cañete – lima. **Reporte de situación N° 038 – 11/01/2015 / COEN - INDECI (REPORTE N° 06).**