

Informe Técnico N° A6580

Inspección geodinámica en el sector de San Rafael, Valle del Huallaga y Quebrada Rosayoc/Batán

Distrito de San Rafael, Provincia Ambo - Región Huánuco

POR:
SEGUNDO NÚÑEZ JUÁREZ

NOVIEMBRE 2011

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA.....	1
3. MORFOLOGÍA Y DRENAJE FLUVIAL.....	4
4. ASPECTOS LITOLÓGICOS.....	5
5. PELIGROS GEOLÓGICOS.....	6
5.1 OBSERVACIONES DE CAMPO _____	6
5.1.1 EROSIÓN FLUVIAL E INUDACIÓN FLUVIAL.....	6
5.1.2 FLUJOS DE DETRITOS.....	12
5.2.3 EROSIONES DE LADERA.....	15
5.1.4 DESLIZAMIENTOS.....	18
5.2 ZONAS CRÍTICAS, AFECTADAS Y/O COMPROMETIDAS _____	25
6. MEDIDAS CORRECTIVAS.....	26
6.1 SECTOR CASHAYO-QUEBRADA MATIHUACA_____	26
6.2 SECTOR DESEMBOCADURAS DE LAS QUEBRADAS ROSAYOC / BATÁN – POMABAMBA – RÍO HUALLAGA _____	26
6.3 SECTOR RIPACA _____	26
6.3 SECTOR ASENTAMIENTO HUMANO 07 DE JUNIO _____	27
CONCLUSIONES.....	27
RECOMENDACIONES.....	28
ANEXOS.....	30
ALGUNAS MEDIDAS CORRECTIVAS A EROSIONES PARA EROSIONES DE LADERA Y DESLIZAMIENTOS. _____	31
MEDIDAS CORRECTIVAS A EROSIONES FLUVIALES _____	32
MEDIDAS CORRECTIVAS PARA LOS FLUJOS DE DETRITOS _____	33

RELACIÓN DE FIGURAS:

- Figura 1: Imagen del Google Earth, sector de San Rafael.
- Figura 2: Mapa de Ubicación.
- Figura 3: Peligros geológicos, sector de San Rafael.
- Figura 4: Peligros geológicos que afectan al asentamiento humano 07 de Junio.
- Figura 5: Peligros geológicos diferenciados en la quebrada Rosayoc / Batán
- Figura 6: Margen izquierda de la quebrada Rosayoc/Batán, presenta una intensa erosión en cárcavas.
- Figura 7: Margen derecha de la quebrada Rosayoc/Batán, muestra sectores con erosiones de ladera.
- Figura 8: Peligros geológicos del sector Cashayo-Quebrada Matihuaca.
- Figura 9: Peligros geológicos del sector quebrada Ricapa-San Rafael-Centenario
- Figura 10: Áreas a reforestar.
- Figura 11: Dren tipo Espina de Pescado (medida aplicada solo para deslizamiento).
- Figura 12: Áreas a intervenir para atenuar efectos de erosión e inundación fluvial.
- Figura 13 y 14: Medidas correctivas para flujos de detritos.
- Figura 15: Vista en perfil y en planta de los procesos de forestación en cabeceras y márgenes inestables.
- Figura 16: Vista en perfil y en planta de los procesos de forestación en cabeceras y márgenes inestables.

INSPECCIÓN GEODINÁMICA EN EL SECTOR DE SAN RAFAEL, VALLE DEL HUALLAGA Y QUEBRADA ROSAYOC/BATÁN

Distrito San Rafael - Provincia de Ambo – Región Huánuco

1. INTRODUCCIÓN

En el periodo lluvioso del 2011, se presentaron intensas lluvias que afectaron a la localidad de San Rafael, provocando avenidas extraordinarias ocasionando erosiones e inundaciones fluviales, como también la reactivación de deslizamientos. Siendo esta localidad afectada.

Las fuertes precipitaciones pluviales provocaron el incremento del caudal de las quebradas Batán, Pomabamba y Matihuaca, como la del río Huallaga. Este crecimiento de nivel provocó la erosión de áreas aledañas, generando daños en la población de San Rafael. Como también se produjo agrietamientos del terreno del cerro del sector de Ricapa, que pudieron afectar a las viviendas ubicadas en la parte baja.

El Congresista Josué Gutiérrez Córdor, manifestó la necesidad de realizar un estudio puntual de la zona, para evaluar la zona que posiblemente sea afectada nuevamente en la temporada de lluvias. Por lo cual solicitó en forma verbal al Presidente del Consejo Directivo del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET) en y al Director de Geología Ambiental y Riesgo Geológico la designación de un profesional para la evaluación e identificación de peligros en el sector de Ambo.

Atendiendo a esta solicitud, la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico de INGGEMMET, comisiona al Ing. Segundo Núñez Juárez a realizar dicha evaluación. Los trabajos de campo se realizaron entre el 14 al 17 de octubre del 2011, para ello se contó con la presencia del Secretario Técnico de Defensa Civil-Huánuco, Juval Chaupis Peña; Alcalde de San Rafael, Manuel Callupe Ramírez; y el Asesor del Congresista Josué Gutiérrez Córdor, José Calero Luis.

El presente informe contiene una interpretación de los procesos de la dinámica fluvial del río Huallaga, de las quebradas Rosayoc/Batán, Pomabamba y Ricapa, así como de movimientos en masa (deslizamiento de Ricapa) ocurridos en estas fechas.

En este informe se emiten las conclusiones y recomendaciones pertinentes que la municipalidad de San Rafael debe tomar en cuenta para la prevención y mitigación de los procesos geohidrológicos – geológicos ocurridos en su jurisdicción, para así evitar problemas futuros de esta índole.

2. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA

La localidad de San Rafael se ubica en la margen izquierda del río Huallaga, y en la margen derecha de la Quebrada Rosayoc/Batán (Figura 1). Cuenta con aproximadamente 1711 habitantes (INEI-2007), que se dedican principalmente a la agricultura.



Figura 1: Imagen del Google Earth, sector de San Rafael.

La zona de San Rafael, según el mapa de Isoyetas para el periodo lluvioso comprendido entre septiembre y Mayo (SENAMHI (2010), presenta una precipitación entre 800 a 1200 mm. Para el periodo del Fenómeno El Niño de 1997/1998 las lluvias alcanzaron 400-800 mm.

El poblado de San Rafael, se encuentra actualmente en proceso de expansión urbana, proceso que se realiza sin planificación, ubicándose sobre áreas vulnerables a peligros geológicos, específicamente sobre los cauces de antiguas quebradas y terrenos susceptibles a ser dañados por la dinámica fluvial y movimientos en masa.

El área evaluada está comprendida entre las coordenadas UTM: 8854000 – 886000 Norte y 366000 – 372000 Este (Figura 2). A una altitud de 2700 m.s.n.m.

Se tiene acceso desde la Capital de la Republica mediante la Carretera Central Lima-La Oroya-Cerro de Pasco-Huariaca-San Rafael, vía asfaltada, en un recorrido de 320 km, en un tiempo de 8 horas. Desde la ciudad de Huánuco a la localidad de San Rafael hay una distancia de 57 km, en vía asfaltada, en un tiempo de una hora.

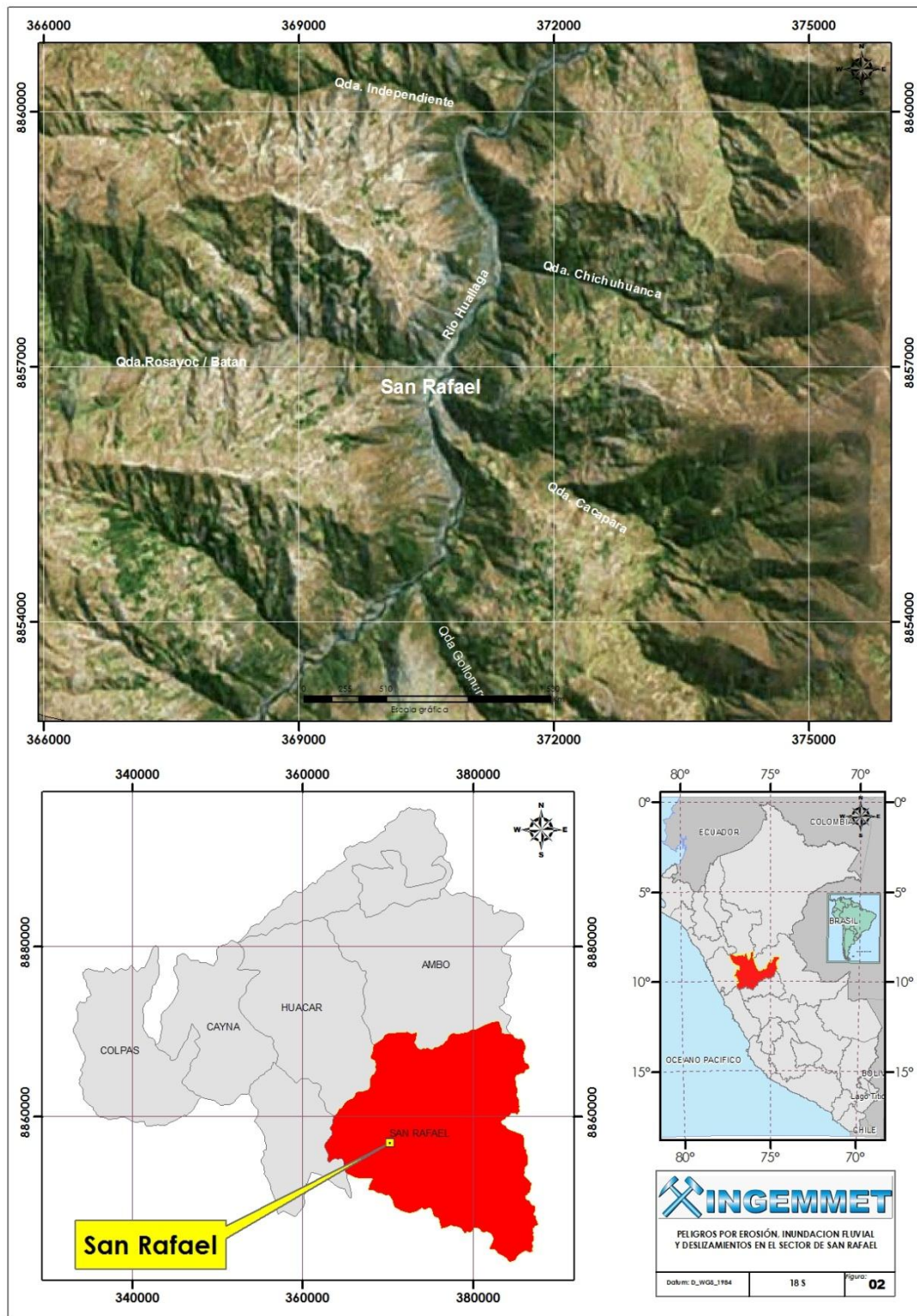


Figura 2. Mapa de ubicación

3. MORFOLOGÍA Y DRENAJE FLUVIAL

Para entender los procesos ocurridos en el área de estudio, es necesario conocer las características morfológicas, drenaje y comportamiento fluvial que presentan el río Huallaga y quebradas afluentes.

El río Huallaga y las quebradas afluentes, en este sector, presentan un drenaje de tipo rectilíneo, las corrientes se caracterizan por una sinuosidad baja (menor a 1,5) y multiplicidad 1, es decir, un único canal (Fotos 1 y 2). Por ser un río juvenil, con perfil típico en “V” (Foto 1), generalmente son muy inestables, y tienden a evolucionar a otros tipos de río; por ello erosionan sus paredes laterales, inestabilizando las laderas y generando derrumbes o deslizamientos. Tienen caudal de alta energía y gran capacidad erosiva.



Foto 1.- Cauce de la Quebrada Rosayoc / Batan, típico valle en “V”.

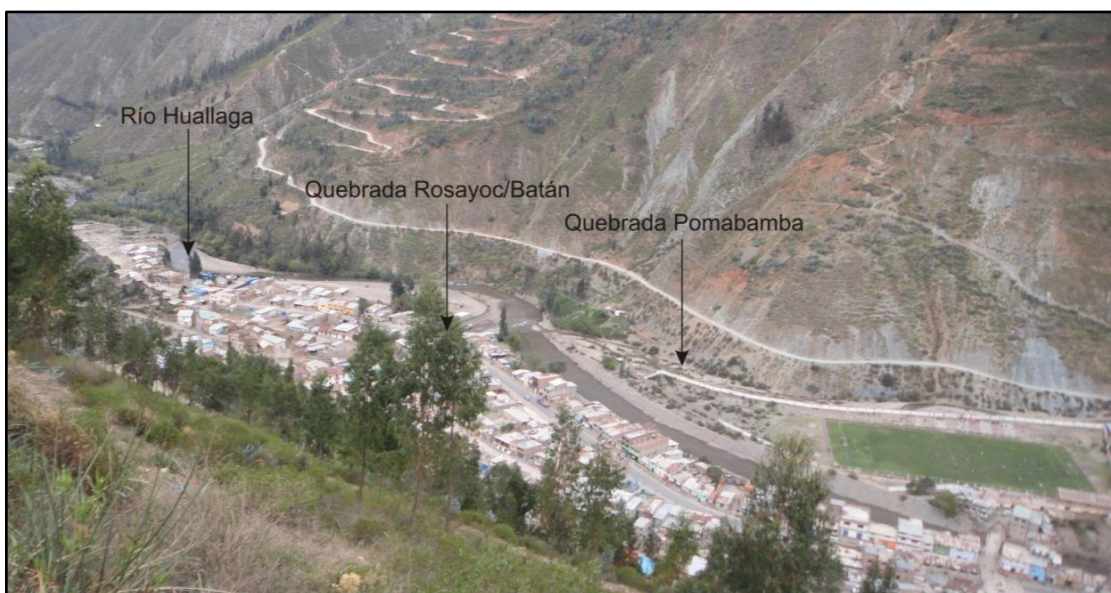


Foto 2.- Desembocadura de las quebradas Rosayoc/Batán y Pomabamba hacia el río Huallaga, se muestra el valle típico en “V”.

4. ASPECTOS LITOLÓGICOS

Según Zapata, A. et al 2003, el substrato rocoso está conformado por rocas metamórficas del Complejo Marañón (Foto 3); areniscas, con algunas intercalaciones de limolitas y lutitas bituminosas del Grupo Ambo.



Foto 3.- Rocas metamórficas, esquistos, se encuentran fracturados.

Las rocas del Grupo Ambo se caracterizan por estar moderada a altamente meteorizadas, es por ello que en ellas se generan erosiones en cárcavas y deslizamientos (Foto 4). Estas rocas generan un suelo areno-limoso de rojizo-ocre, en algunos casos potente.



Foto 4.-Bloques de rocas sedimentarias (areniscas con niveles de conglomerados), que fueron transportadas por un movimiento en masa (deslizamiento).

5. PELIGROS GEOLÓGICOS

Las avenidas se caracterizan por su frecuencia probable de ocurrencia o período de retorno, definiendo así la avenida en mensual, anual, decenal, centenaria, milenaria, etc., a cada una de las cuales corresponderán mayores valores de caudal y nivel de aguas a alcanzar, inundando superficies crecientes en las márgenes.

Pese a los desbordes e inundaciones periódicos o excepcionales y sus desastrosas consecuencias, las áreas que corresponden a la llanura de inundación o terrazas bajas del valle, son frecuentemente utilizadas para la agricultura, comunicaciones y asentamientos poblacionales, o para la explotación de caudales del propio río.

Hay que mencionar también que el área no solo está sujeta a inundaciones e erosiones fluviales, sino también a deslizamientos y erosiones de ladera. Siendo el factor desencadenante las intensas precipitaciones que se presentan entre los meses de enero-abril.

La localidad de San Rafael, está asentada sobre un área muy vulnerable a los fenómenos mencionados.

Según Zavala, B. & Vilchez, M., 2006, el sector de San Rafael, está considerado como una zona crítica, frente a inundaciones, erosiones fluvial y huaycos.

5.1 OBSERVACIONES DE CAMPO

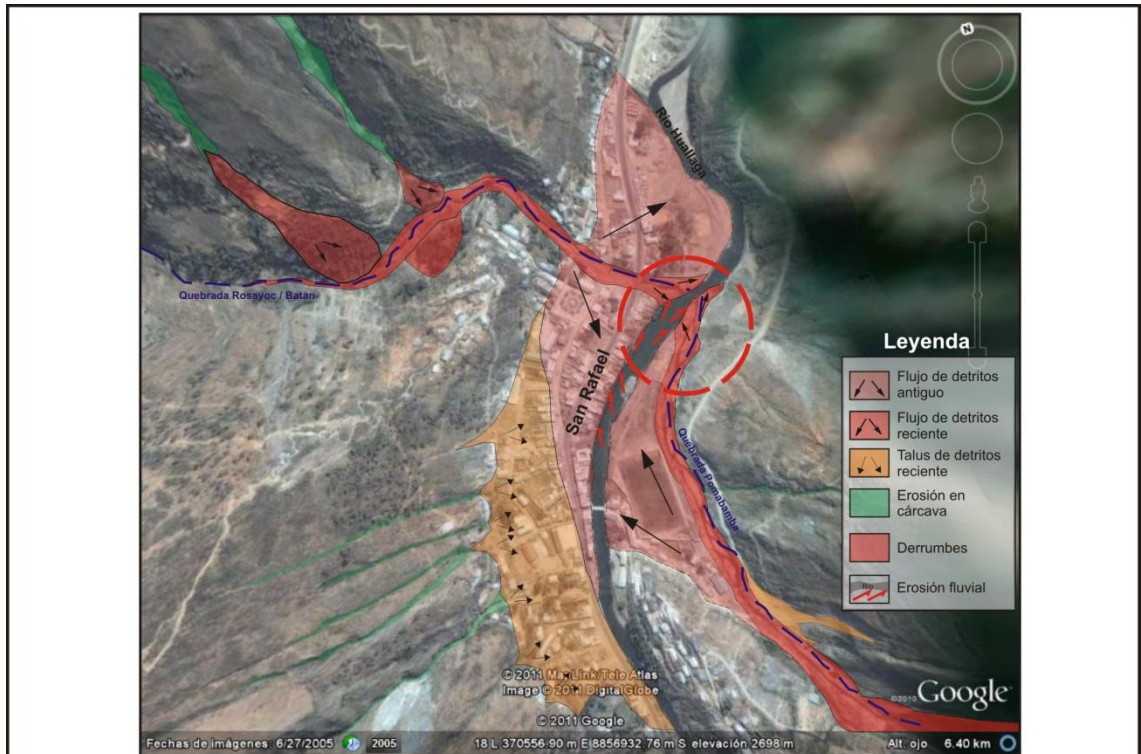
Durante los trabajos de campo realizados en el sector de San Rafael, se identificaron los siguientes peligros geológicos: erosión e inundación fluvial, flujos de detritos (huaycos), erosiones en cárcavas y derrumbe, que a continuación se detallan.

5.1.1 EROSIÓN FLUVIAL E INUNDACIÓN FLUVIAL

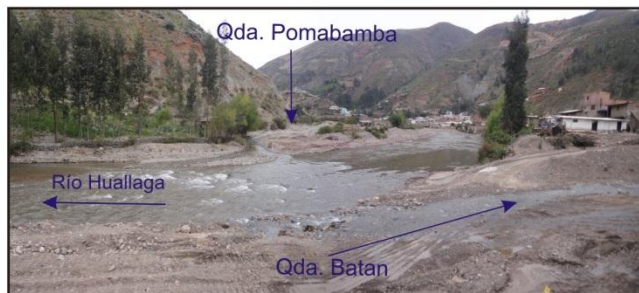
En el periodo lluvioso, se presentan intensas precipitaciones pluviales, que ocasionaron problemas entre las desembocaduras de las quebradas Rosayoc / Batan – Pomabamba, Matihuaca-Cashayo, y en el asentamiento humano 07 de Junio.

Sector: quebradas Huasayoc / Batan – Pomabamba- Río Huallaga

La quebrada Rosayoc o Batán desemboca sobre el río Huallaga por la margen izquierda y la quebrada Pomabamba sobre la margen derecha (Figura 3). Este sector se llega a colmar. Como consecuencia de ello hay un estrechamiento del río Huallaga, donde tiende a subir su nivel de agua, afectado las viviendas ubicadas aguas abajo del sector mencionado.



Peligros Geológicos del sector Qda. Batán - Qda. Pomabamba



Abundante material suelto entre la desembocadura de la quebrada Pomabamba y la quebrada Batán, hacia el río Huallaga.



Vivienda afectada por la erosión fluvial del río Huallaga.



Derrumbe, por corte de talud de carretera.



Cauce de la quebrada Batán colmatado.

Figura 3.- Peligros geológicos, sector de San Rafael

Como se observa en la imagen satelital, la construcción de viviendas y obras de infraestructura han estrechado el cauce del río Huallaga, por lo que en tiempos de la estación lluviosa, el río tiene mayor poder erosivo y va a tender a erosionar sus márgenes. Se observa defensas ribereñas

destruidas y paredes de viviendas que ya han sido afectadas (Figura 3 y Foto 5).



Foto 5.- Erosión fluvial que afectó defensa ribereña y vivienda.

Otra de las causas de la colmatación del río Huallaga, es el aporte de material de las quebradas mencionadas.

En la desembocadura de la quebrada Rosayoc/Batán, en su margen izquierda se ha construido una defensa ribereña a base de gaviones, la cual ha estrechado parte de su cauce (Foto 6). Esta defensa ribereña se ha prolongado hasta el río Huallaga (Foto 7).



Foto 6.- Encauzamiento de la quebrada Rosayoc/Batán.



Foto 7.- Sector Barrio Mollepata, protegido con defensa ribereña, el río Huallaga en la margen derecha se está formando una playa de gravas.

Frente al sector del barrio de Mollepata, se está formando una playa conformada por gravas y arenas, que está actuando como barrera, haciendo que el cauce del río Huallaga incida más sobre la margen izquierda, por lo que es necesario descolmatar, con la finalidad que en tiempos de avenida, el agua tienda a fluir hacia la margen derecha.

Sector: Quebrada Cashayo-Quebrada Matihuaca

Al igual que en caso anterior, estas quebradas desembocan al río Huallaga, la quebrada Cashayo por la margen izquierda y la quebrada Matihuaca por la derecha (Foto 8). El río Huallaga, en este sector sufre una colmatación y estrechamiento en su cauce. Incluso se aprecia que ha ocurrido años anteriores un represamiento del río Huallaga, por el material proveniente de la quebrada Cashayo.



Foto 8.- Desembocadura de las quebradas Matihuaca y Cashayo, sobre el río Huallaga.

El material que alimenta al cauce de la quebrada Cashayo, proviene de un deslizamiento activo, ubicado en la cabecera de esta microcuenca. Más adelante se tratará este punto.

En tiempos del periodo lluvioso, al encontrarse el río Huallaga colmatado (por los depósitos dejados de ambas quebradas); el nivel del agua del río

va a tender a elevarse, que puede traer problemas en la parte urbana de San Rafael.

De ser represado el río Huallaga, por las quebradas afluentes, se van a presentar problemas de erosión e inundación fluvial en los poblados ubicados aguas abajo.

Sector: Asentamiento Humano 07 de Junio

Este asentamiento humano se ubica en la margen izquierda del río Huallaga, en un largo de 350 m aproximadamente (Figura 4).

Se aprecia una zona inundable, donde el río Huallaga, actualmente está colmatándose, formando una playa de gravas y arenas; según los moradores esta zona se inundó en febrero del 2011. (Figura 4).

La ladera de la margen derecha del río Huallaga, en este sector, presenta acumulaciones de desmonte, que contienen fragmentos de roca, del tamaño de gravas y arenas. Estas acumulaciones del material generado por la construcción de la vía que cruza por esta margen, fueron vertidas a la ladera llegando hasta el cauce del río (Fotos 9 y 10), esto ha ocasionado que el cauce del río migre ligeramente hacia la margen izquierda. El resultado de esta migración del cauce, está afectando a las viviendas ubicadas en la margen izquierda.

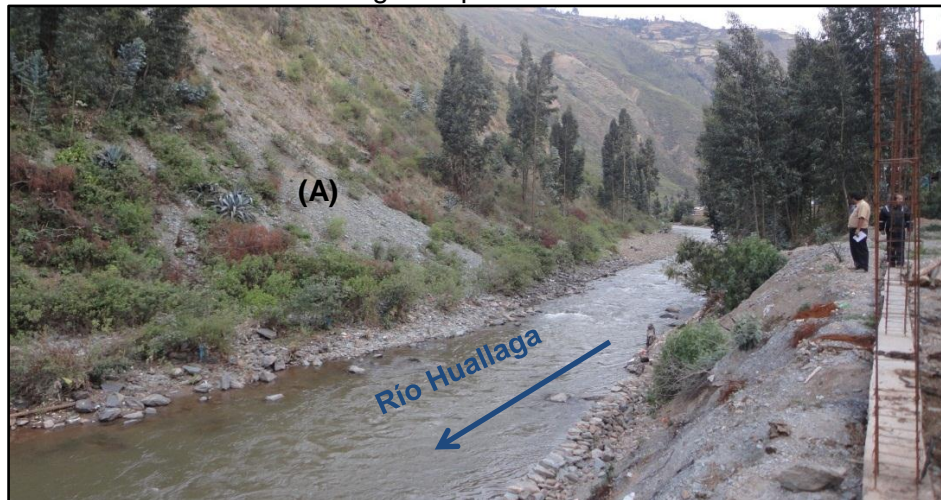


Foto 9



Fotos 9 y 10.- Material suelto (A), desmonte, conformado por gravas y arenas que ha hecho migrar al río hacia la margen izquierda.

Este sector cuenta con defensas ribereñas, como gaviones, los cuales deben de completarse para proteger la zona urbana.



Figura 4.- Peligros geológicos que afectan al asentamiento Humano 07 de Junio.

5.1.2 FLUJOS DE DETRITOS

Las causas de los flujos de detritos (huaycos) que se generan en la zona de San Rafael son:

- Material suelto en su cauce fácil de ser acarreado o removido por las lluvias.
- En las laderas de la quebrada se presentan erosiones en cárcavas, deslizamientos y derrumbes de tierras que alimentan al cauce de las quebradas.
- La intensa deforestación aceleró la generación de los procesos de movimientos en masa (flujos de detritos, y derrumbes).

El factor detonante, son las intensas lluvias estacionales.

Quebrada Rosayoc /Batán

Esta quebrada desemboca por la margen izquierda al río Huallaga. El substrato rocoso está compuesto por rocas metamórficas tipo esquistos; secuencias sedimentarias como areniscas y conglomerados, las cuales se encuentran moderadamente meteorizadas.

Actualmente esta quebrada, en parte se encuentra colmatada por gravas y arenas (Foto 11), de generarse un flujo, es muy probable que se presente de forma sobresaturada o hiperconcentrado.



Foto 11.- Quebrada Rosayoc / Batán, en la superficie se observa grava y bloques.

En épocas pasadas atrás, la quebrada Rosayoc/Batán, generó un gran flujo de detritos, cuyo abanico se extendió hasta el sector donde actualmente se encuentra asentado el poblado de San Rafael (Figura 5). En la imagen satelital del Google Earth, se puede apreciar que este evento llego a represar al río Huallaga. Prueba de ello tenemos que el río se encuentra apoyado hacia su margen derecha, en forma de media luna.

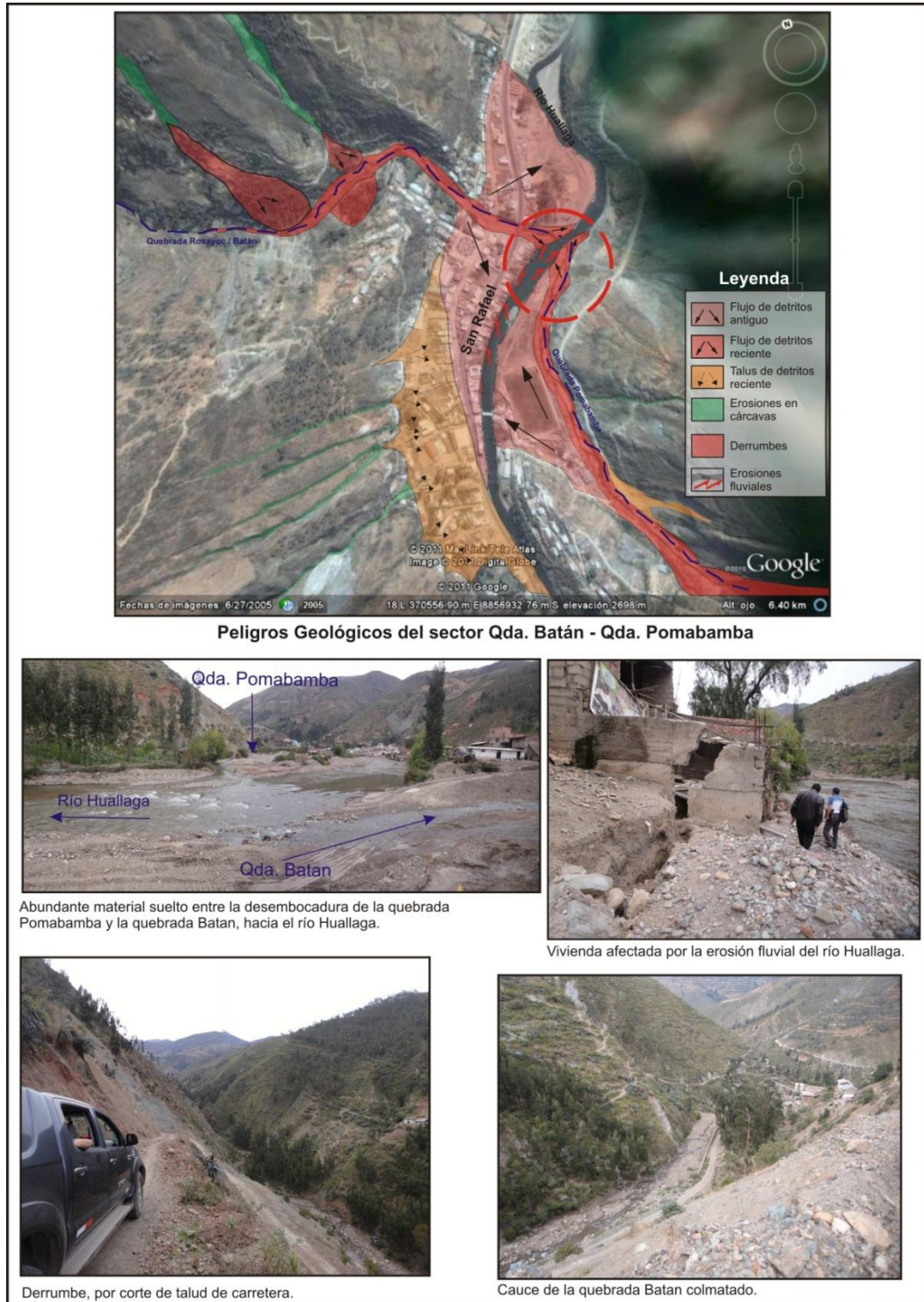


Figura 5.- Peligros geológicos diferenciados en la quebrada Rosayoc/Batán.

Es muy probable que el evento, se halla generado durante el Pleistoceno (?), posiblemente tuvo un recorrido de 800 m, y formo un abanico de 500 m.

Actualmente está quebrada, en su desembocadura, presenta un cauce muy estrecho, por la canalización (Foto 12). Después de cada período lluvioso normalmente se colmata, siendo necesario que se efectúe una limpieza periódica anual.



Foto 12.- Canalización de la quebrada Batán, que muestra el estrechamiento del su canal.

Quebrada Pomabamba

Está quebrada discurre por rocas metamórficas como esquistos, los cuales se encuentran moderadamente meteorizados.

Al igual que la quebrada anterior, en el pasado geológico, durante el Pleistoceno, es muy probable que se hayan generado flujos de detritos de grandes dimensiones, que llegaron a represar al río Huallaga (figura 5). El depósito antiguo abarca el terreno ocupado por el campo deportivo (Foto 13).



Foto 13.- Se muestra el cauce actual (A) y el antiguo (B), de la quebrada Pomabamba.

Actualmente la desembocadura de la quebrada, ha migrado hacia la margen derecha. Esta se encuentra canalizada en toda la zona circundante al estadio, donde hay un estrechamiento del cauce, produciendo una colmatación con material de gravas y arenas.

Sector: Quebrada Cashayo-Quebrada Matihuaca

Como se mencionó anteriormente, la quebrada Cashayo desemboca hacia el río Huallaga por la margen izquierda y la quebrada Matihuaca por la margen derecha. La primera está alimentada por material suelto proveniente de un deslizamiento y derrumbes que se encuentran en la parte alta de su cuenca. Discurre íntegramente sobre areniscas del Grupo Ambo (rocas altamente meteorizadas). Como medida correctiva, para evitar que el tránsito en esta carretera no se obstruya, se ha construido un “túnel pasahuayco”, de tal manera que cuando ocurra un flujo, este discurre por encima del túnel. La quebrada Matihuaca, discurre sobre un substrato rocoso metamórfico, compuesto por esquistos, rocas que se encuentran medianamente meteorizadas. En la imagen satelital del Google Earth, se observan erosiones de ladera y derrumbes que alimentan al cauce de la quebrada.

La primera quebrada, ha generado un abanico de mayor dimensión que la segunda (Foto 14), esto se debe por el mayor aporte que tiene, a pesar que tiene menor recorrido que la segunda.

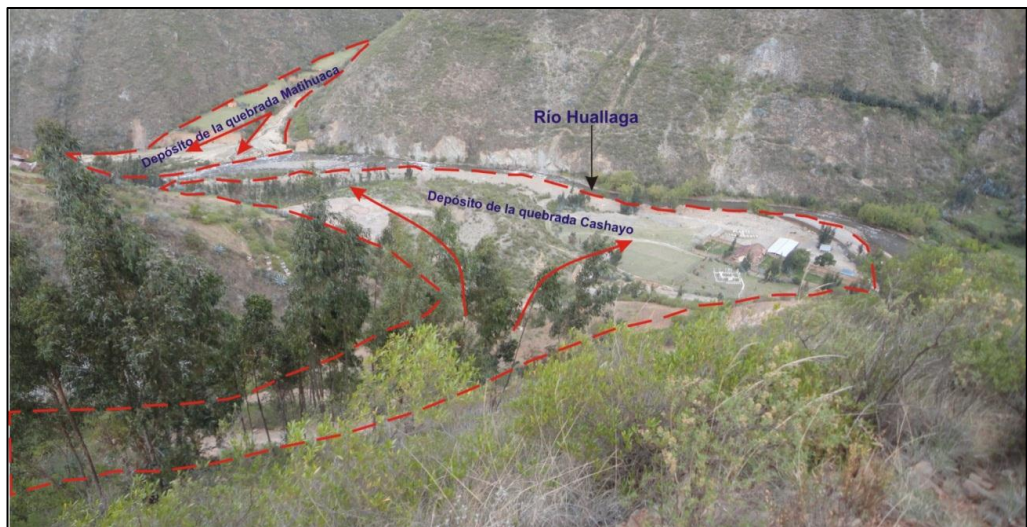


Foto 14.- Se muestra los depósitos generados por las quebradas Cashayo y Matihuaca.

5.2.3 EROSIONES DE LADERA

Sector Quebrada Rosayoc / Batán.

La mayor parte de las laderas que conforman esta microcuenca, están conformadas por areniscas, limolitas y conglomerados del Grupo Ambo, rocas medianamente alteradas, de fácil erosión.

Según lo observado en las imágenes satelitales del Google Earth, en ambas laderas de la quebrada Rosayoc / Batán, se observan erosiones en cárcavas (Figuras 6 y 7). Estos procesos generan una gran cantidad de material suelto, como gravas y arenas, que llegan a desembocar al cauce de la quebrada (Foto 15).

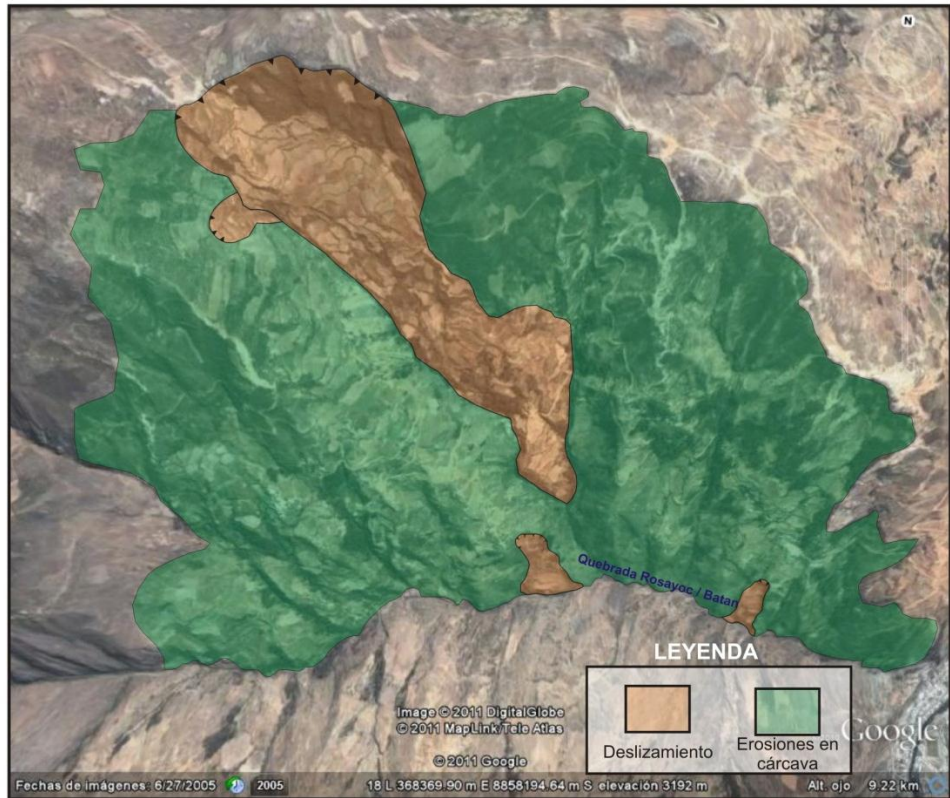


Figura 6.- Margen izquierda de la quebrada Rosayoc/Batán, presenta una intensa erosión en cárcavas.

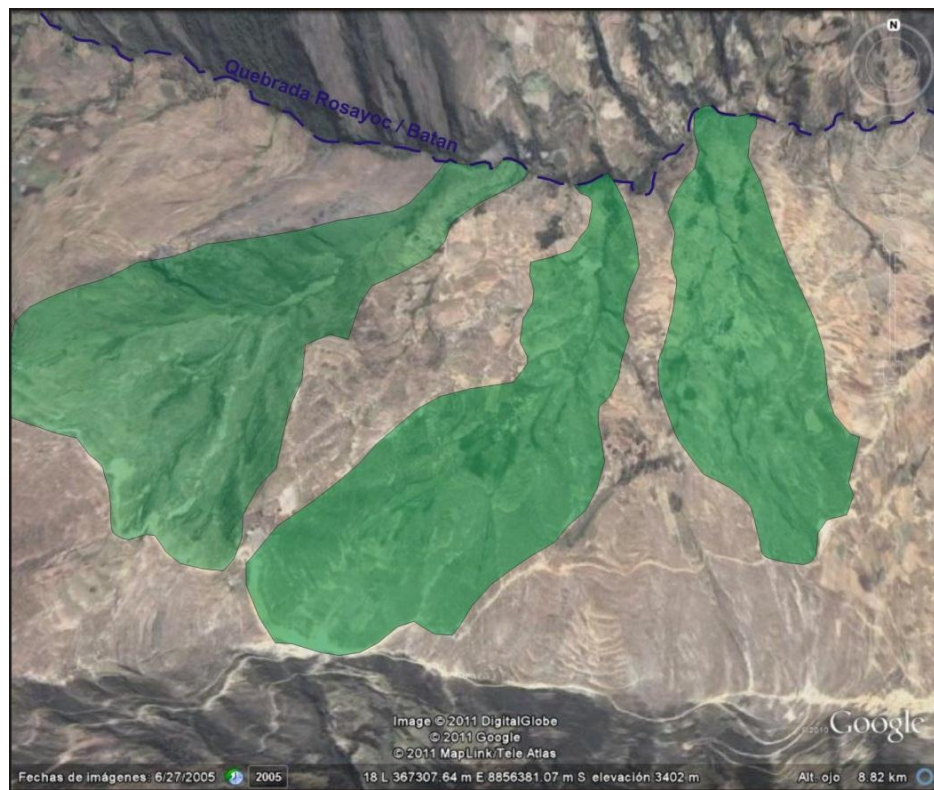


Figura 7.- Margen derecha de la quebrada Rosayoc / Batán, muestra sectores con erosiones de ladera.



Foto 15.- Erosión en cárcavas, ubicadas en la margen izquierda de la quebrada Rosayoc / Batán.

Los materiales generados por la erosión en cárcavas, ayudan a colmatar al cauce de la quebrada (Foto 16).



Foto 16.- Quebrada Rosayoc / Batán. En la margen izquierda se observa una cárcava, que está aportando material suelto al cauce principal de la quebrada.

Hay que tomar en cuenta, que en periodo lluvioso, estas cárcavas pueden generar flujos de detritos, que pueden incluso represar temporalmente el cauce principal de la quebrada y hacer más violento un flujo al romperse el dique formado.

Sector de San Rafael

Las quebradas que bajan directamente a la localidad de San Rafael, discurren sobre areniscas del Grupo Ambo. En ellas se generan erosiones en cárcavas. En las márgenes de las quebradas se observa derrumbes, producto de su ensanche y profundización. Los depósitos generados han formado depósitos de talus de detritos (Figura 5 y Foto 17), donde actualmente se encuentra las viviendas.



Foto 17.- Sector de San Rafael, en la ladera del cerro se muestran erosiones de ladera, que han generado depósitos de talus de detritos.

5.1.4. DESLIZAMIENTOS

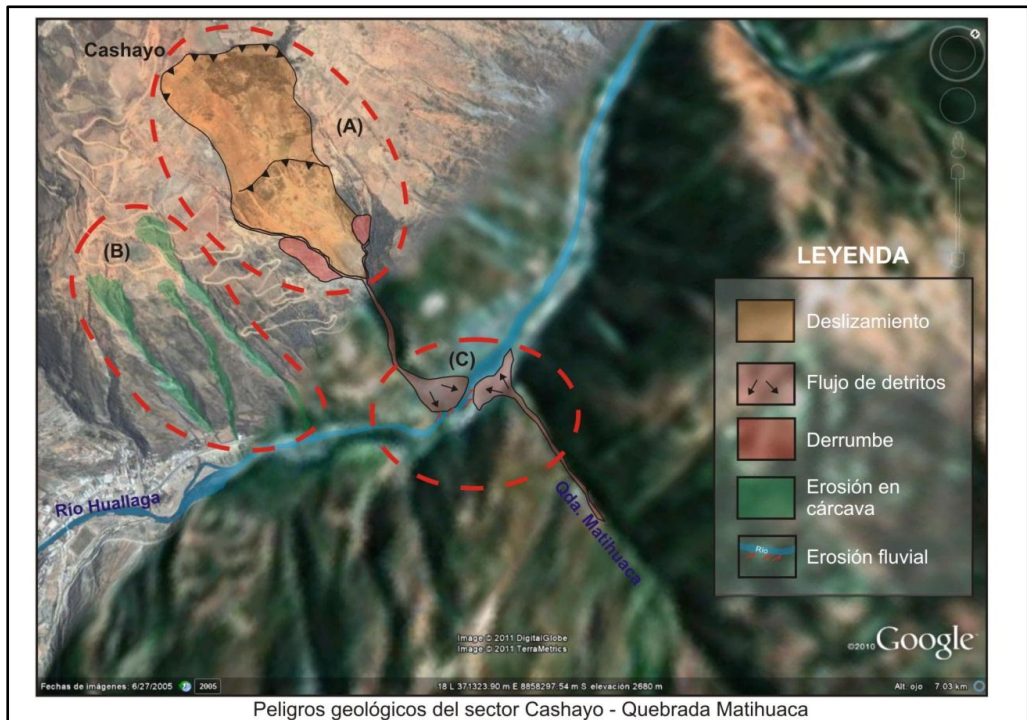
Se ha podido constatar dos sectores que presentan deslizamientos importantes, el sector de Cashayo y Ricapa, a continuación se detallan.

Deslizamiento del sector Cashayo

Este deslizamiento se localiza en la cabecera de la microcuenca de la quebrada Cashayo.

El substrato está conformado por areniscas del Grupo Ambo, las cuales se caracterizan por estar altamente meteorizadas, siendo esto una de las principales causas del deslizamiento. La pendiente del terreno oscila entre 25°-30°, es otro factor para que se genere el deslizamiento (Foto 18).

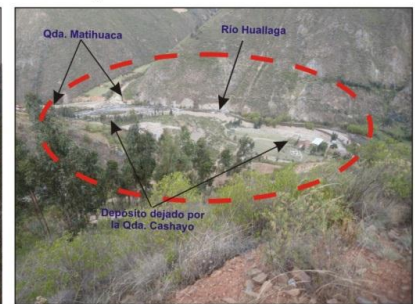
La infiltración de agua proveniente de los terrenos de cultivo, de la parte superior, ha permitido saturar al terreno, e inestabilizarlo.



(A) Deslizamiento del sector de Cashayo



(B) Se observan las erosiones en cárcavas y el deslizamiento de Cashayo.



(C) Sector colmatado por la Qda. Matihuaca y del sector de Cashayo.

Figura 8.- Peligros geológicos del sector Cashayo-Quebrada Matihuaca.

El factor detonante, son las precipitaciones pluviales que se presentan en enero-abril. Otro factor es la intensa deforestación, que ha dejado desprotegida la ladera del cerro.

El material suelto se canaliza a través de la quebrada y fluye hacia el cauce del río Huallaga.

Este deslizamiento es de tipo rotacional, tiene una corona de 450 m, y un salto principal de 20 m (aproximadamente), presenta escarpas múltiples

(Foto 18), con longitudes hasta de 100 y saltos de terreno comprendidos entre 1 a 15 m. En la escarpa se presentan derrumbes y erosiones en cárcavas.

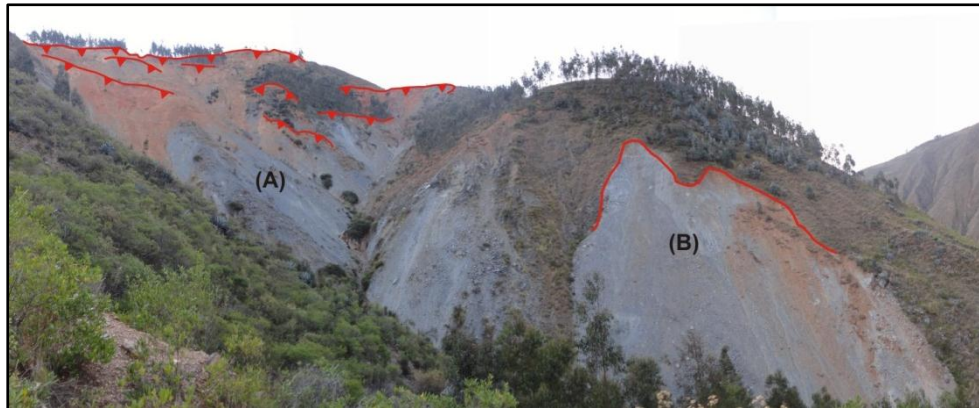


Foto 18.- Se muestra el deslizamiento de Cashayo (A) y escarpas múltiples; y derrumbe (B).

Deslizamiento del sector Ricapa

Las características topográficas y morfológicas observadas en el sector de Ricapa, sugieren la existencia de un deslizamiento antiguo, desarrollado entre la cota 3000 (inferior) y 3150 (superior). Presenta una escarpa principal de forma semicircular, en la cual se presentan erosiones en cárcavas. El cuerpo muestra una superficie cóncava en la parte superior, y una pendiente promedio de 25° (Figura 9, Foto 19). Los agrietamientos del terreno y asentamientos observados en el cuerpo del deslizamiento antiguo, evidencian que este deslizamiento en la actualidad ha sufrido una reactivación.



Foto 19.- Se observa la escarpa antigua y la zona reactivada.

Asimismo en la parte central del cuerpo del deslizamiento antiguo se están presentando erosiones de ladera a manera de bad lands (Figura 9). Tienen profundidades hasta de 10 m, formando grandes surcos. Esto ayuda a desestabilizar más la ladera y generar derrumbes.

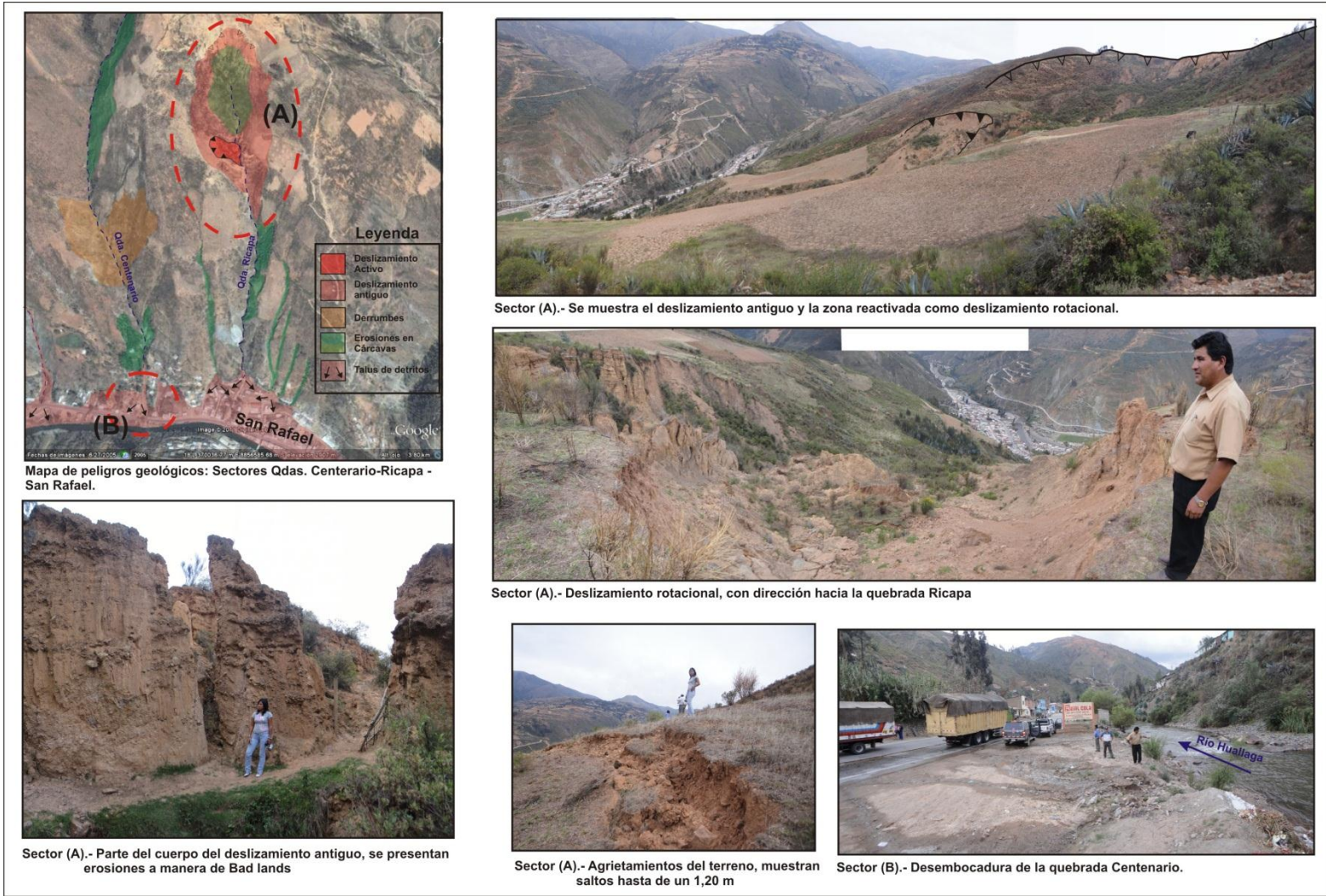


Figura 9.- Peligros geológicos del sector quebrada Ricapa-San Rafael- Centenario.

REACTIVACIÓN DEL DESLIZAMIENTO DE RICAPA

La reactivación de este deslizamiento es de tipo rotacional. Se presentó en el mes de abril del 2011. Parte del material se canalizó por la quebrada Ricapa, generando un flujo de lodo que afectó un tramo de la carretera Central.

Las causas de las reactivaciones recientes son:

- **Depósito de fácil remoción.** Como se mencionó anteriormente, parte de la ladera del cerro Ricapa se encuentra conformada por un antiguo depósito de deslizamiento (Foto 19). Depósito formado por arenas y gravas en matriz areno-limosa, medianamente consolidada. Haciendo que el agua proveniente de las lluvias y del regadío sea almacenada en el terreno; esto incrementa el peso en la ladera, generando agrietamientos del terreno.

En la actualidad estos agrietamientos del terreno facilitan la infiltración del agua proveniente de las lluvias.

- **Pendiente pronunciada del terreno:** menor de 25°, que facilita el desplazamiento de masa inestable ladera abajo.
- **Erosión del pie del talud del deslizamiento:** Como se mencionó este deslizamiento antiguo se ubica en la cabecera de la quebrada Ricapa.

El cuerpo del deslizamiento antiguo al ser erosionado en su pie (margen derecha de la quebrada Ricapa), pierde estabilidad generando su reactivación.

Se verificaron tres afloramientos de aguas (puquiales), dos ubicados en la escarpa del deslizamiento reciente y uno en el cuerpo del deslizamiento antiguo (zona erosionada). (Foto 20).



Foto 20.- Puquial, ubicado en la zona erosionada.

La escarpa de la reactivación es de forma circular, con una longitud de 100 m, y un salto de 15 m. Actualmente tiene una sola escarpa.

Se observaron agrietamientos del terreno ubicados en la parte posterior de la escarpa del deslizamiento reactivado, por lo que se califica a este deslizamiento de avance retrogresivo. (Fotos 21 y 22)



Foto 21.-



Fotos 21 y 22.- Agrietamientos del terreno ubicados en la parte posterior del deslizamiento reciente.

Los agrietamientos en el terreno son de formas semicirculares que están enmarcando la generación de un posible deslizamiento de mayor dimensión. Los agrietamientos tienen longitudes hasta de 100 m, con desplazamientos verticales hasta de 1,20 m, y desplazamiento horizontal hasta de 0,90 m (Fotos 23 y 24).



Foto 23



Foto 23 y 24.- Agrietamientos del terreno.

Hay que mencionar que este deslizamiento por ubicarse en la naciente de la quebrada Ricapa, lo hace muy peligroso. En la temporada lluviosa, la masa removida se podría canalizar por el cauce de la quebrada, lo que originaría un flujo de detritos de gran volumen que afectaría a la población de San Rafael, carretera Central (tramo Cerro de Pasco-Huánuco), como también podría represar al río Huallaga en forma temporal, y alimentaría con mucho material suelto a su cauce, haciendo que este migre hacia la margen derecha y podría afectar a las viviendas que se ubican en esta margen.

5.2 ZONAS CRÍTICAS, AFECTADAS Y/O COMPROMETIDAS

Las principales zonas críticas, afectadas y/o comprometidas, localizadas en el área de estudio son: (Figura 6)

A) SECTOR CASHAYO-QUEBRADA MATIHUACA

Situada a la altura del km 183 de la carretera Central tramo La Oroya-Huánuco, donde se ha construido un túnel para evitar el flujo que proviene de la Quebrada Cashayo. Esta quebrada desemboca hacia la margen izquierda del río Huallaga.

Por margen derecha baja la quebrada Matihuaca, la cual genera flujos de detritos, de manera ocasional.

Ambas márgenes forman flujos de detritos, que podrían llegar a represar al río Huallaga.

B) SECTOR DESEMBOCADURAS DE LAS QUEBRADAS ROSAYOC/BATÁN – POMABAMBA – RÍO HUALLAGA

Estas quebradas generan flujos de detritos y traen mucho material suelto que podrían represar al río Huallaga.

Por otro lado, en las imágenes satelitales se observa que en el pasado se han generado grandes flujos de detritos, que llegaron a represar al río Huallaga. Actualmente en estos antiguos depósitos se encuentra asentada la localidad de San Rafael.

Como estas dos quebradas llegan a desembocar casi en el mismo punto, al igual que el caso anterior, llegan a colmatar al río Huallaga.

En el periodo lluvioso, de sufrir una colmatación del cauce del río Huallaga, el nivel de agua del río subiría. Al desbordarse afectaría a las viviendas ubicadas en ambas márgenes del río.

Con las primeras crecidas del caudal del río Huallaga, en este año (primera semana de octubre), la margen izquierda (en las inmediaciones de la desembocadura de la quebrada Batán, aguas arriba), la defensa ribereña y una vivienda fueron afectadas.

C) SECTOR RIPACA

En la cabecera de la quebrada Ripaca, se ha reactivado un deslizamiento. La masa desestabilizada, podría canalizarse por el cauce de la quebrada, generando un flujo de detritos (huayco), que afectaría parte de la población de San Rafael, la carretera Central tramo La Oroya-Huánuco, como también podría represar al río Huallaga. Se observó tres puquiales, uno ubicado en la zona de erosión de ladera y dos en el cuerpo del deslizamiento reactivado. La característica del material y la saturación de la masa mueble, lo hace que sea muy inestable y de peligro alto.

D) ASENTAMIENTO HUMANO 07 DE JUNIO

Este asentamiento humano ubicado en la margen izquierda del río Huallaga, se encuentra sujeto a erosiones e inundaciones fluviales. Por la margen derecha del río Huallaga, en este sector, se observó acumulaciones de material proveniente del desmonte de la construcción de una trocha. Este material ha llegado hasta el cauce del río Huallaga,

haciendo que el cauce del río se desvíe ligeramente hacia la margen izquierda, donde se encuentra ubicado el Asentamiento Humano, provocando una erosión y que puede afectar a las viviendas.

6. MEDIDAS CORRECTIVAS

6.1 SECTOR CASHAYO-QUEBRADA MATIHUACA

Los cauces de las quebradas y del río Huallaga, deben ser descolmataados, con ello garantiza una mayor fluidez del agua, especialmente del Huallaga. Asimismo se evita o atenúa, las inundaciones que se puedan generar aguas arriba.

Como medidas preventivas, se ha construido un túnel carretero (túnel pasahuayco”), por debajo del cauce de la quebrada, con la finalidad que cuando se genere un flujo de detritos fluya por encima del túnel.

Sellar las grietas, de preferencia con arcilla, para evitar la infiltración de agua sobre terreno

Reforestar la zona con plantas nativas.

6.2 SECTOR DESEMBOCADURAS DE LAS QUEBRADAS ROSAYOC / BATÁN – POMABAMBA – RÍO HUALLAGA

Por ser quebradas de régimen estacional, donde es posible el acarreo de material detrítico generado por derrumbes en las márgenes, que pueden derivarse en huaycos, se debe propiciar: la fijación de los sedimentos en tránsito y minimizar el transporte fluvial. Para ello es preciso aplicar, en los casos que sean posibles, las medidas que se proponen a continuación:

- Encauzamiento del canal principal, con remoción selectiva de los materiales gruesos, que serán utilizados en los enrocados y/o espigones para controlar las corrientes.
- Permitir el crecimiento de la cobertura vegetal nativa a lo largo de su cauce y en las zonas circundantes a ella, asegurando su estabilización, así como la disipación de la energía de las corrientes.
- La vegetación natural (pastos, malezas, arbustos, arboles) que se desarrollan en estas áreas, están contribuyendo a atenuar el proceso de generación de flujos. Por estas razones, es recomendable regenerar y no destruir la cobertura vegetal natural. En lo posible reforestar las laderas de la quebrada.
- Culminar la canalización de las quebrada Batán y Pomabamba.
- Es necesario descolmatar ambos cauces de las quebradas, y del río Huallaga, para aliviar la carga sólida del río Huallaga en tiempos de crecida. Con esto se lograría atenuar que el río se desborde y erosione sus márgenes.

Para la zona afectada por erosión fluvial, margen izquierda del río Huallaga, es necesario reemplazar la defensa ribereña existente. Esta podrá ser con muros de concreto o enrocado o gaviones.

6.3 SECTOR RIPACA

Este sector requiere:

- Construir andenerías (banquetas), compactando el terreno y rellenando las grietas existentes. Esta obra deberá ser diseñado por un especialista. Se deberá buscar lugares adecuados para las escombreras. Instalar vegetación adecuada para proteger las banquetas.

- Construcción de drenajes superficiales de coronación y en el cuerpo del área de las banquetas. Estos deben ser revestidos y evacuar sus aguas a la quebrada Ricapa.
- Reforestar el área con árboles nativos y evitar la deforestación. La forestación debe incluir las laderas superiores e inferiores. Después de implementar todas las medidas correctivas recomendadas en toda el área, los andenes pueden ser utilizados para cultivos apropiados para estas estructuras, se debe usar el sistema de irrigación el **“riego por goteo”**.
- En este sector, laderas arriba, se presentan fuertes agrietamientos que nos indican la inestabilidad del talud, la masa removida se puede canalizar por el cauce de la quebrada. Por estas características geodinámicas, se recomienda reubicar las viviendas ubicadas en la parte inferior de esta quebrada.
- Banquetear el cuerpo del deslizamiento, con la finalidad de darle estabilidad al talud, cambiando (bajando) la línea de pendiente y reduciendo el peso del talud. Esta obra deberá ser diseñado por un especialista. Se deberá buscar lugares adecuados para las escombreras. Instalar vegetación adecuada para proteger las banquetas.
- Sellar las grietas, de preferencia con arcilla, para evitar la infiltración de agua sobre terreno

6.3 SECTOR ASENTAMIENTO HUMANO 07 DE JUNIO

Está área se deben tomar las siguientes medidas:

- Descolmatar el cauce del río Huallaga, especialmente la margen derecha, donde ha habido acumulación de material de desmonte proveniente de la construcción de la vía.
- Completar la defensa ribereña en toda la zona urbana. De ser posible elevar en su altura hasta 1 m.

CONCLUSIONES

1. Litológicamente el substrato está compuesto por rocas metamórficas (esquistos) y sedimentarias (areniscas), meteorizadas y fracturadas. Por sectores se presentan depósitos inconsolidados (materiales de huaycos, erosiones de ladera y deslizamientos de tierras).
2. El mapeo de peligros geológicos, en base a imágenes del Google Earth, en el área, permitió diferenciar depósitos y procesos de movimientos en masa antiguos, algunos de ellos prehistóricos, así como movimientos activos, relacionados a procesos de flujos de detritos (huaycos), deslizamientos y erosiones de ladera. Como los que se encuentran en los alrededores de la localidad de San Rafael.

3. Las reactivaciones del sector de Ricapa se han manifestado a manera de saltos, asentamientos, agrietamientos y deslizamiento. Los factores condicionantes en la reactivación de este deslizamiento son: la pendiente del terreno y el tipo de material (gravas arcillosas producto de un antiguo deslizamiento).
4. Se han identificado (04) zonas críticas, áreas con **peligro inminente** por peligros geológicos:
 - Zona crítica 1: CASHAYO-QUEBRADA MATIHUACA.
En este lugar se generó un deslizamiento con una corona de 100 m, una escarpa de 20, parte de la masa inestable se canaliza por la quebrada, formando flujo de detritos que desemboca al río Huallaga.
 - Zona crítica 2: SECTOR DESEMBOCADURAS DE LAS QUEBRADAS ROSAYOC / BATÁN – POMABAMBA – RÍO HUALLAGA
Sector donde se generan flujos de detritos, que llegan a colmatar el cauce del río Huallaga.
 - Zona Crítica 3: SECTOR RIPACA
Reactivación de un deslizamiento, de tipo rotacional y avance retrogresivo; se presentan agrietamientos arriba de la escarpa principal. Estos agrietamientos tienen longitudes hasta de 100 m. El material suelto generado por el deslizamiento, al canalizarse por el cauce de la quebrada, afectaría a las viviendas ubicadas en su parte baja y la carretera Central.
 - Zona Crítica 4: SECTOR ASENTAMIENTO HUMANO 07 DE JUNIO.
Se están dando erosiones fluviales en la margen izquierda del río Huallaga, que de continuar afectaría a las viviendas ubicadas en esta margen.
5. La quebrada Rosayoc/Batán, el sector de San Rafael, ha sufrido un estrechamiento del cauce, por las construcciones de viviendas y defensas ribereñas, esto ha conllevado a una mayor acumulación de material en su cauce.
6. El factor desencadenante para los peligros mencionados, están relacionadas a las intensas precipitaciones pluviales estacionales que ocurren entre los meses de diciembre a abril.

RECOMENDACIONES

1. Para evitar la erosión fluvial que ocasiona el río Huallaga, sobre la terraza aluvial donde se asienta la localidad de San Rafael y el Asentamiento Humano 07 de Junio, se debe dragar o descolmatar el cauce del río. Mejorar las defensas ribereñas, rediseñando y complementándola a lo largo de la zona urbana.
2. Las zonas de quebradas, se deben limpiar o descolmatar, después de cada periodo lluvioso. Con ello se consigue también que al momento de desembocar al río Huallaga, este se alivie de su carga de transporte.

3. Para la zona del deslizamiento de Ricapa se deberá realizar:
 - Canales de coronación revestidos, encima de la corona principal, para evitar la infiltración de aguas provenientes de las lluvias.
 - Sellar las grietas, de preferencia con material arcilloso, para evitar la infiltración de agua proveniente de las lluvias hacia el terreno.
 - Captar los puquiales y canalizarlos hacia la quebrada, con la finalidad de evitar la infiltración del agua hacia el terreno.
 - Banquetear el talud, de la masa deslizada, medida que debe ser dirigida por un especialista.
 - Reforestar la zona, con plantas nativas.
 - Si se quiere cultivar, tendrá que ser con irrigación por goteo, las mangueras deben estar en buenas condiciones para evitar fugas de agua hacia el terreno.
 - Como medida preventiva, ante la inestabilidad de la zona, se recomienda reubicar las viviendas ubicadas en la parte baja de esta quebrada.
4. Para la zona de laderas, en donde se están generando erosiones en cárcavas, se debe reforestar y además colocar trinchos o muros, a lo largo de la quebrada a fin de retener parte del material removido y atenuar la erosión.

ANEXOS

ALGUNAS MEDIDAS CORRECTIVAS A EROSIONES PARA EROSIONES DE LADERA Y DESLIZAMIENTOS.

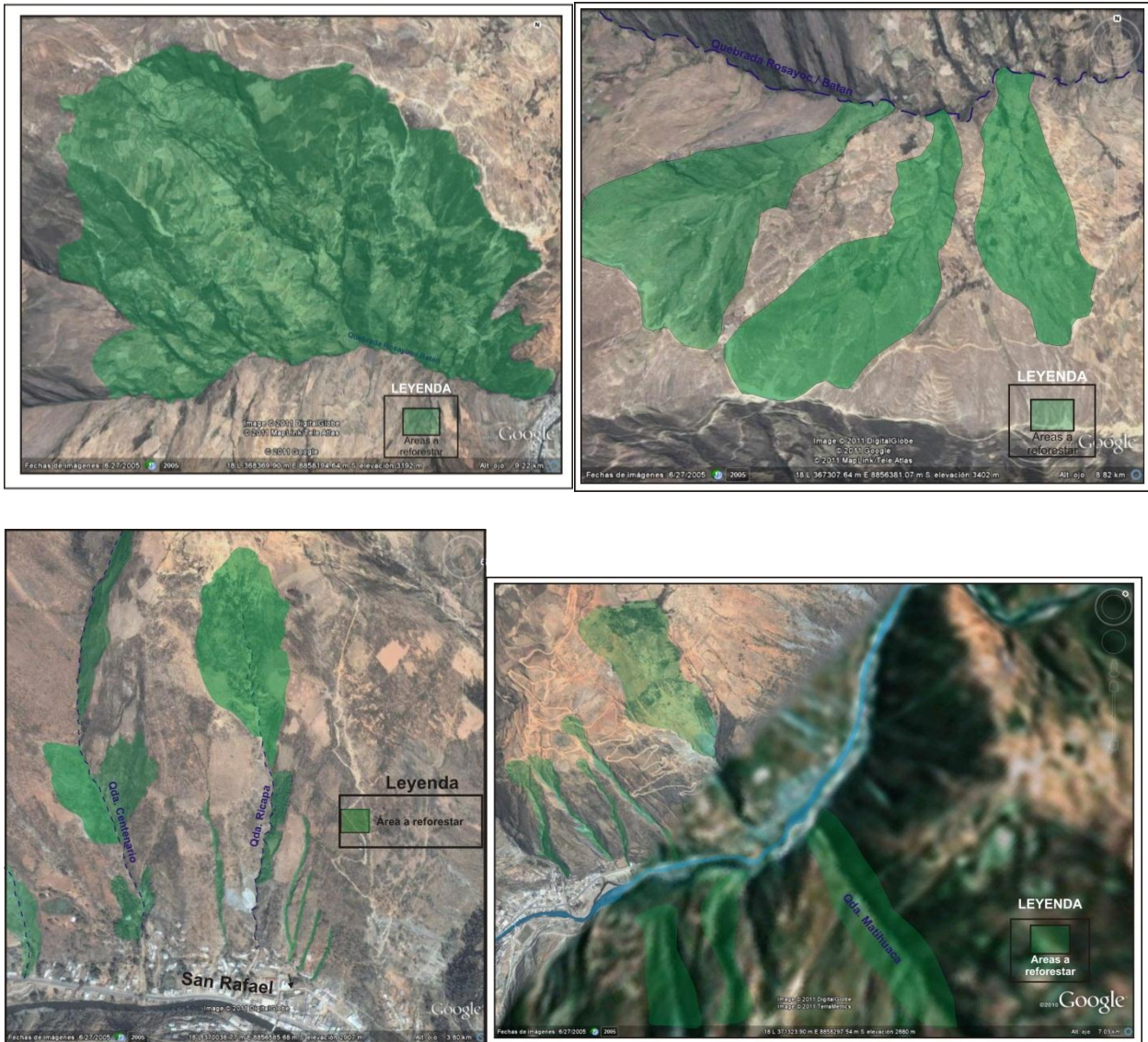


Figura 10.- Áreas a reforestar.

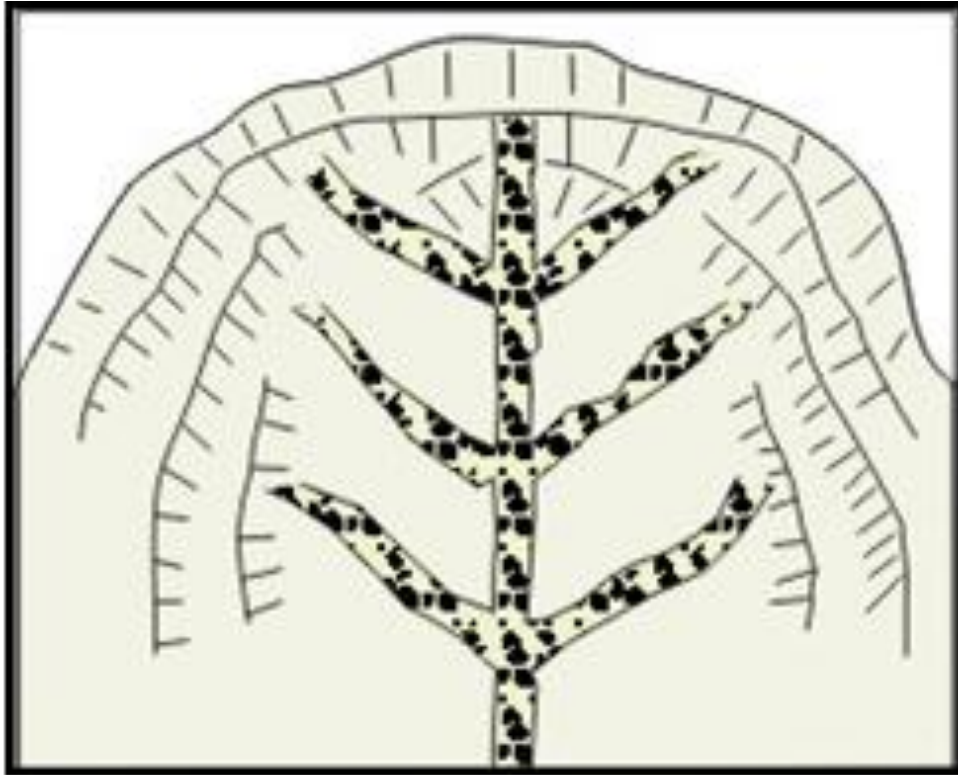


Figura 11.- Dren en tipo espina de pescado (medida aplicada solo para deslizamiento)

MEDIDAS CORRECTIVAS A EROSIONES FLUVIALES

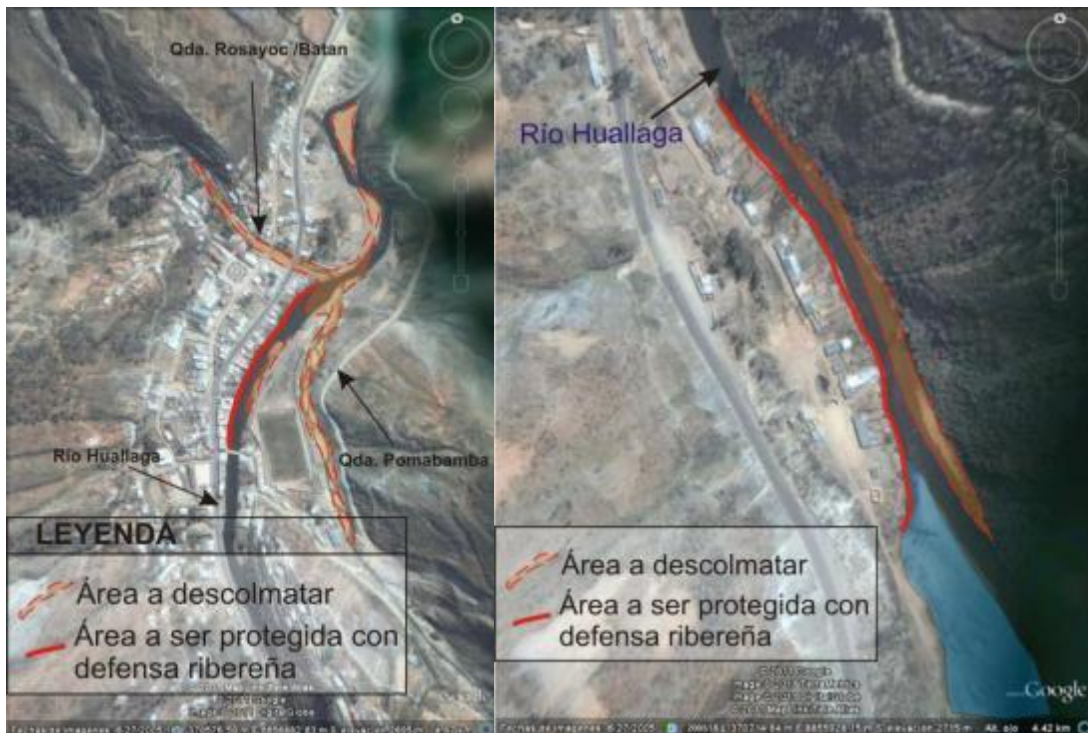


Figura 12.- Áreas a intervenir para atenuar los efectos de erosión e inundación fluvial.

MEDIDAS CORRECTIVAS PARA LOS FLUJOS DE DETRITOS

- Construir diques transversales a lo largo de la quebrada Rosayoc/Batán, con la finalidad de atenuar la carga del flujo de detritos. Figuras 12, 13, 14 y 15.
- Hacer un programa de forestación, con la finalidad de evitar la aceleración de los movimientos en masa (derrumbes y deslizamientos) y erosiones de las laderas (Figura 14).

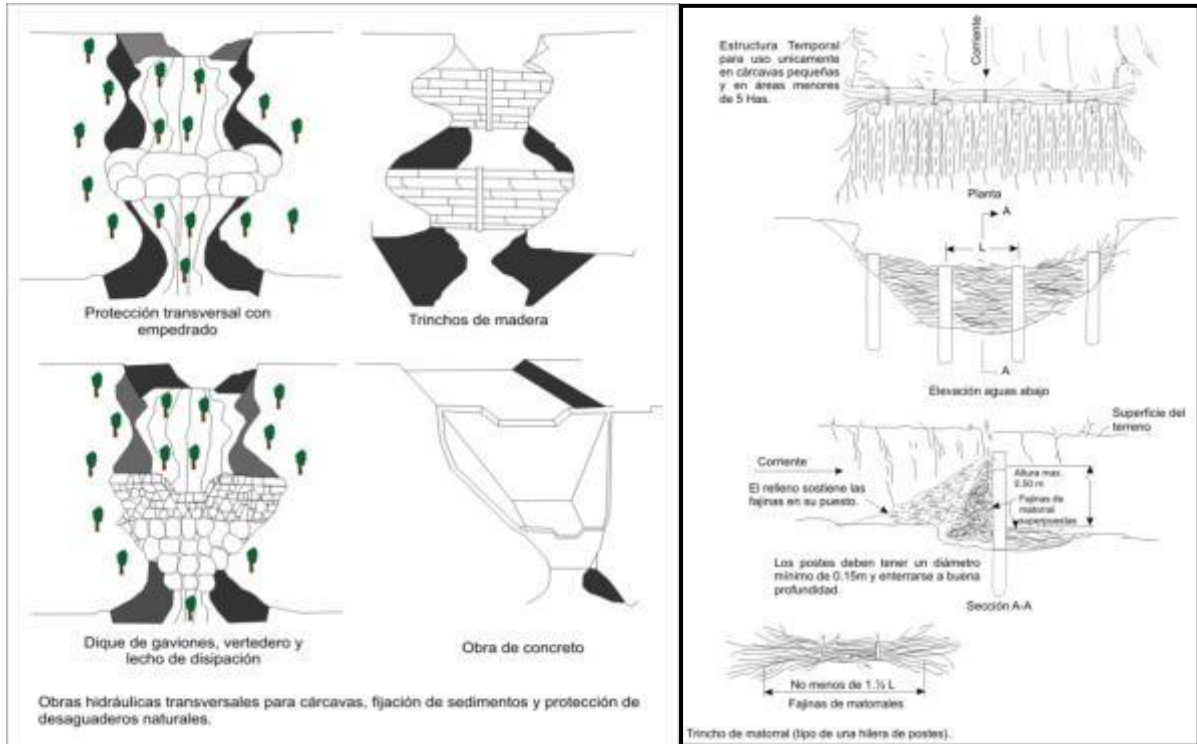


Figura 13 y 14: Medidas correctivas para flujos de detritos.

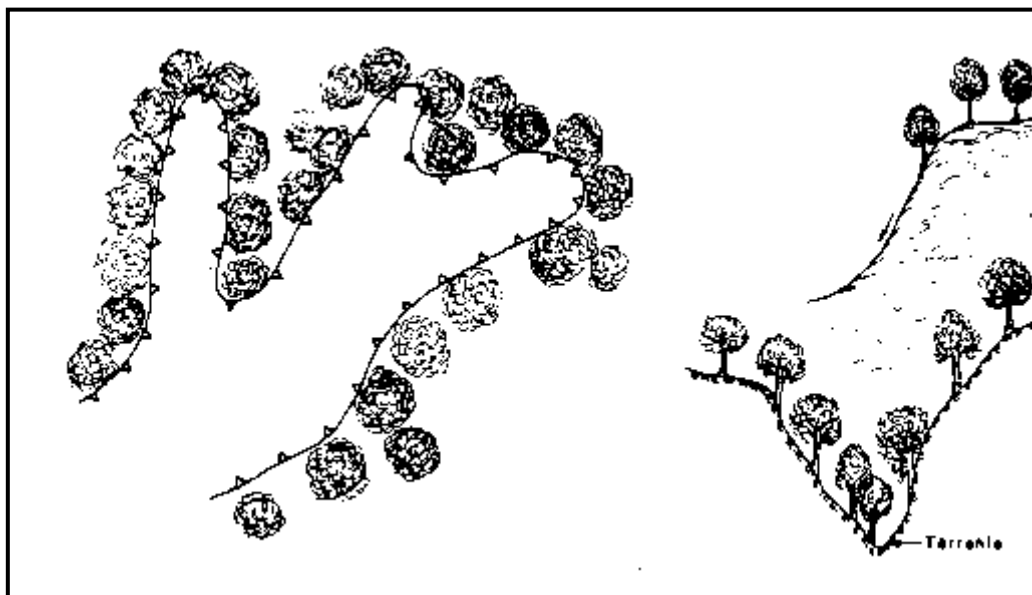


Figura 15: Vista en perfil y en planta de los procesos de forestación en cabeceras y márgenes inestables.

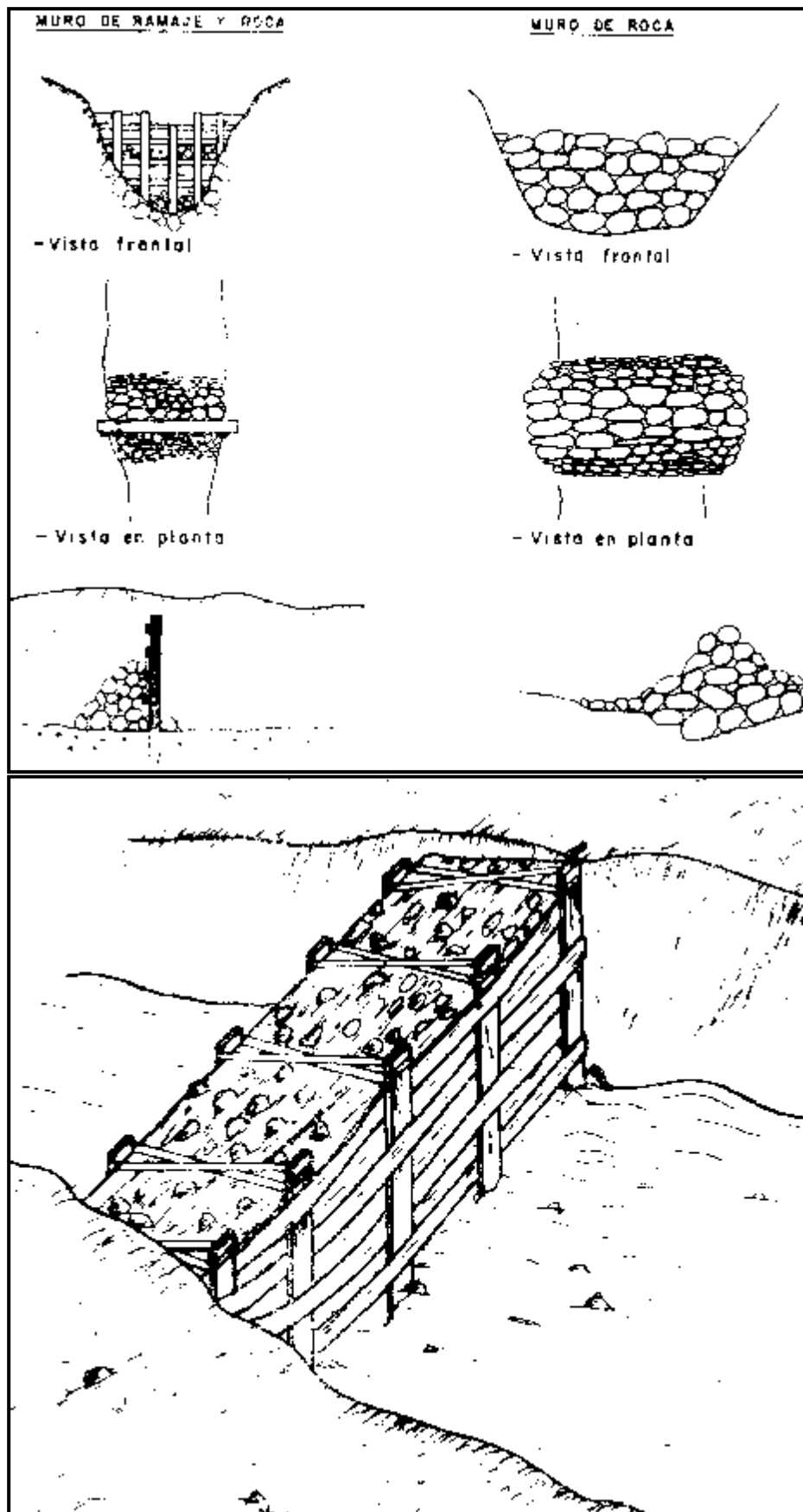


Figura 16: Tipos de presas escalonadas para la protección de fondo de cárcavas y huaycos incipiente.