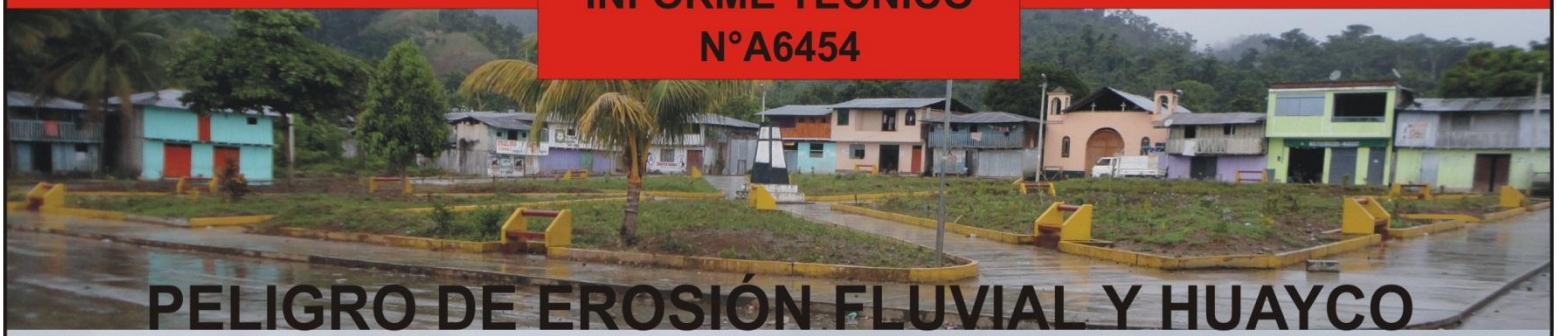
REPÚBLICA DEL PERÚ

SECTOR ENERGÍA Y MINAS

INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

INFORME TÉCNICO
N°A6454



PELIGRO DE EROSIÓN FLUVIAL Y HUAYCO EN EL SECTOR DE MAYAPO

(REGIÓN AYACUCHO, PROVINCIA HUANTA, DISTRITO LLOCHEGUA)

Por:
Segundo Núñez Juárez

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

INGEMMET

LIMA - PERÚ
MARZO - 2011

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN ***1***

2. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA ***1***

3. MORFOLOGÍA Y DRENAJE FLUVIAL ***4***

3.1 Río Apurímac ____ 4

3.2 Río Mayapo ____ 7

4. ASPECTOS GEOLÓGICOS ***8***

4.1 FORMACIÓN CABANILLAS ____ 9

4.2 GRUPO AMBO. ____ 9

4.3 GRUPO TARMA COPACABANA. ____ 10

4.4 FORMACIÓN LA MERCED. ____ 10

4.4 DEPÓSITOS ALUVIALES ____ 11

5. PELIGROS GEOLÓGICOS ***12***

5.1 OBSERVACIONES DE CAMPO ____ 12

5.1.1 EROSIÓN FLUVIAL 12

5.1.2 FLUJOS DE DETRITOS (HUAYCOS). 15

5.1.3 DERRUMBES 21

6. MEDIDAS PREVENTIVAS ***22***

CONCLUSIONES ***23***

RECOMENDACIONES ***24***

REFERENCIAS ____ 25

ANEXOS ***26***

MEDIDAS CORRECTIVAS ***27***

A) PARA LA EROSIÓN FLUVIAL ____ 27

B) PARA LOS FLUJOS DE DETRITOS ____ 28

FIGURAS:

Figura 1	Mapa de ubicación.
Figura 2	Se muestra los canales e islas formados.
Figura 3	Perfil esquemático de un río anastomosado.
Figura 4	Mapa topográfico e imágenes satelitales de diferentes años que muestran la dinámica del río Apurímac.
Figura 5	Flujo de detritos que hizo migrar al río Apurímac hacia la margen derecha.
Figura 6	Mapa Geológico del sector de Mayapo y alrededores.
Figura 7	Mapa de Peligros Geológicos del sector de Mayapo y alrededores.
Figura 8	Muestra la evolución de zona erosionada por el río Apurímac, de agosto 2010 a marzo 2011.
Figura 9	Imagen satelital del Google Earth, se muestra el depósito dejado por el flujo de detritos.
Figura 10	Esquema del sector que debe colocarse enrocado.
Figuras 11, 12	Medidas correctivas para flujos de detritos.
Figura 13	Vista en perfil y en planta de los procesos de forestación en cabeceras y márgenes inestables.

FOTOS

Foto 1	Poblado de Mayapo.
Foto 2	Isla de forma lenticular, formada frente al sector de Mayapo.
Foto 3	Cauce del río Apurímac, frente al sector de Mayapo.
Foto 4	Areniscas de la Formación Ambo, se muestra estratos conformados por areniscas de color gris.
Foto 5	Afloramiento de conglomerado masivo en la margen derecha del río Mayapo.
Foto 6	Barras de cauce, frente a Mayapo,
Foto 7	Cauce del río Mayapo.
Fotos 8, 9	Zona erosionada en agosto del 2010.
Fotos 10, 11	Se muestra parte de la terraza erosionada por el río Apurímac.
Foto 12	Grava y bloques dispuestos en la superficie del depósito.
Foto 13	Margen derecha del río Mayapo, se aprecia un depósito dejado por flujo de detritos, que alimenta con material suelto al río.
Foto 14	Defensas ribereñas (gaviones) (A) recientemente construidas, se aprecia también muros destruidos (B).
Foto 15	Gavión ubicado en la margen derecha del río Mayapo.
Foto 16	Desembocadura del río Mayapo en la margen izquierda del río Apurímac.
Foto 17	Se muestra el límite del depósito dejado por el flujo de detritos proveniente del río Mayapo.
Fotos 18, 19	Depósito dejado por el flujo de detritos, margen izquierda del río Apurímac.
Foto 20	Vista de norte a sur. Se muestra la dirección del flujo de detritos y la dirección de la corriente del río Apurímac.
Foto 21	Playa de arena afectada por la erosión fluvial.
Foto 22	Área afectada por la erosión fluvial del río Apurímac.
Foto 23	Camino de herradura, afectado por derrumbe.
Foto 24	Sector donde se puede colocar la defensa ribereña y la zona a descolmatar.

.

PELIGRO DE EROSIÓN FLUVIAL Y HUAYCOS EN EL SECTOR DE MAYAPO

DISTRITO DE MAYAPO – DISTRITO LLOCHEGUA-REGION AYACUCHO

1. INTRODUCCIÓN

En el mes de enero- del 2011, intensas lluvias se presentaron en las cuencas alta y media de los ríos Apurímac y Ene (VRAE), provocando avenidas extraordinarias que ocasionaron erosiones e inundaciones fluviales; así como también se generaron flujos de detritos (huaycos). Siendo el poblado de Mayapo, ubicado en la margen izquierda del río Apurímac y en la margen derecha del río Mayapo, jurisdicción del distrito de Llochegua, provincia de Huanta, región Ayacucho; una de las localidades más afectadas,

Las fuertes precipitaciones pluviales y la carga sólida acarreada por los tributarios principales y quebradas provocaron el incremento del caudal del río Apurímac y su consiguiente crecimiento de nivel, llegando a ocupar el ancho su cauce actual. Esto provocó la erosión de las áreas aledañas, generando daños en viviendas, terrenos de cultivo. Asimismo en el río Mayapo, afluente del río Apurímac se generó un huayco que afectó la trocha Mayapo – Junín.

El Alcalde de la Municipalidad Distrital de Llochegua, mediante Oficio N°S/N-2011-MDLL-HTA/GC de fecha 09 de febrero, dirigida al Presidente del Consejo Directivo del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), solicitó la designación de profesionales para la evaluación e identificación de peligros asociados a inundaciones en la comunidad de Mayapo – Llochegua – VRAE.

Atendiendo a esta solicitud, la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico de INGEMMET, comisiona al Ing. Segundo Núñez Juárez a realizar dicha evaluación. Los trabajos de campo se realizaron entre el 01 al 07 de marzo del 2011, previas coordinaciones con el Gerente Municipal de Llochegua Ing. Edgar Yupanqui. En los trabajos de campo se contó con la presencia del Alcalde del Consejo Menor de Mayapo, Adrián Pacheco Quisca y el morador Hugo Rojas Paredes.

El presente informe contiene una interpretación de los procesos de la dinámica fluvial del río Apurímac, así como de movimientos en masa ocurridos en estas fechas, donde se registraron las lluvias excepcionales, así como los daños ocasionados por los ríos Apurímac y Mayapo. En este informe se emiten las conclusiones y recomendaciones pertinentes que la municipalidad de Mayapo debe tomar en cuenta para la prevención y mitigación de los procesos geohidrológicos – geológicos ocurridos en su jurisdicción, para así evitar problemas futuros en las poblaciones ribereñas del VRAE.

2. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA

La localidad de Mayapo se ubica en la margen izquierda del río Apurímac (Figura 1) y en la margen derecha del río Mayapo, a una altura de 490 m.s.n.m. Cuenta con aproximadamente 3000 habitantes, que se dedican principalmente a la agricultura.

El área evaluada está comprendida entre las coordenadas UTM: 8628000 – 8636000 Norte y 609000 – 616000 Este

En época seca (no lluviosa), se accede a Mayapo desde Ayacucho, a través de la carretera Ayacucho – Tambo – Máchente – Rosario – Sivia – Llochegua – Mayapo, con 250 km de longitud (nueve horas). En el periodo lluvioso, el acceso se puede realizar por la carretera del sector Rosario – Sivia, pero problemas de derrumbes en los taludes de corte, hace necesario tomar la ruta Rosario – San Francisco – Kimbiri – Pichari – Jatun Rumi, de 30 km de longitud (una hora). Para luego trasladarse en embarcación desde el puerto Jatun Rumi a Sivia, cruzando el río Apurímac en un tramo de 300 m. Se continua luego por la trocha carrozable Sivia - Gloria Amargura – Mayapo de 35 km (una hora).

La zona presenta ***clima tropical húmedo***. Actualmente no se cuenta con estación hidrometeorológica, sin embargo en la estación de Picharí, la más cercana al área de trabajo (ultima en funcionar), se tiene registrada precipitaciones de 2,184.6 mm anuales (SENAMHI, 2003).

El poblado de Mayapo (Foto 1), 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.

Foto 1: Poblado de Mayapo

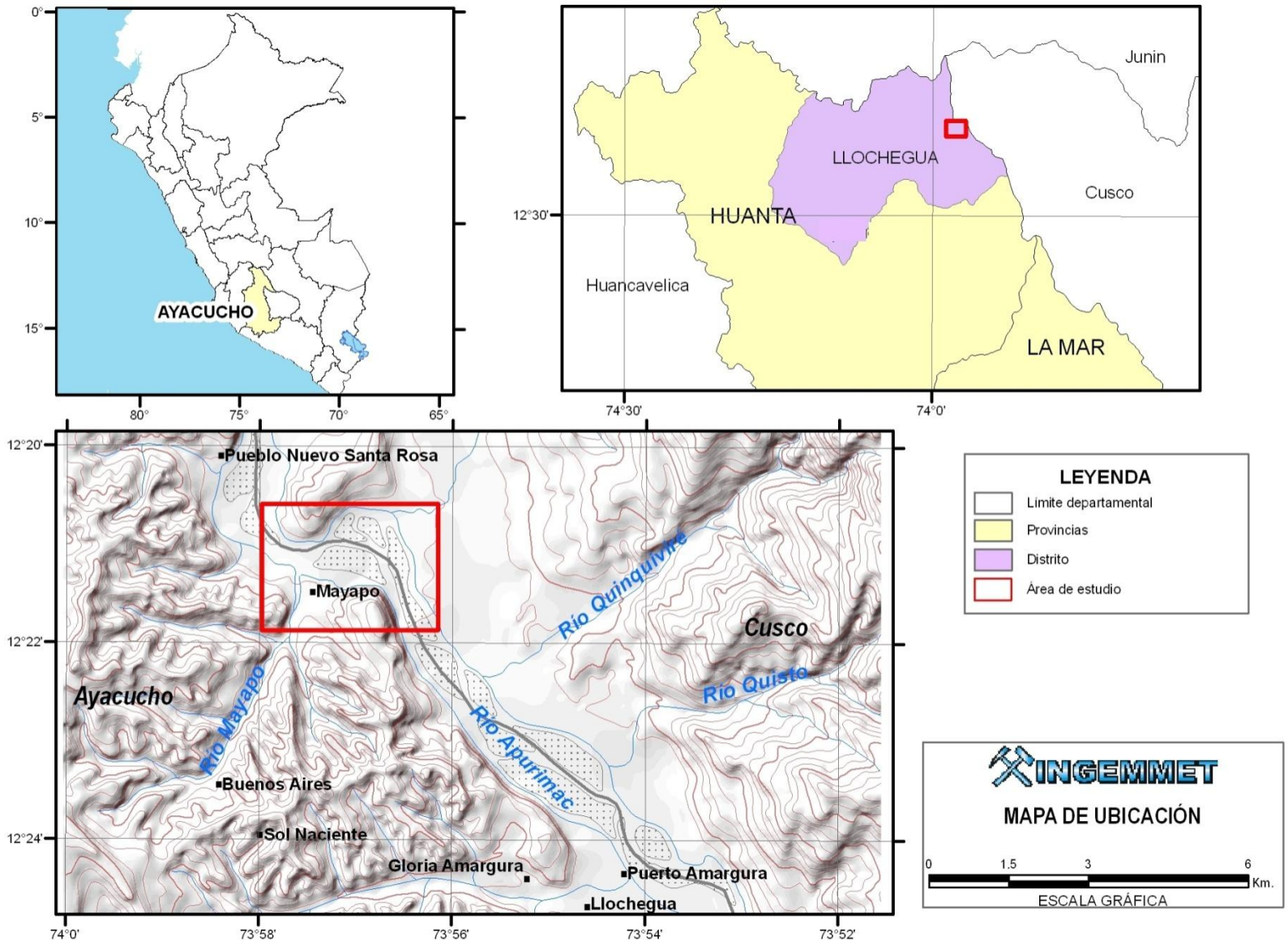


Figura N° 1: Mapa de Ubicación.

3. MORFOLOGÍA Y DRENAJE FLUVIAL

Para entender los procesos ocurridos en el área de estudio, cuenca media del valle de Apurímac, es necesario conocer las características morfológicas, drenaje y comportamiento fluvial que se presentan en el mismo.

3.1 Río Apurímac

En el sector de Mayapo – Llochegua, tiene un drenaje de tipo anastomosado, condicionado por la gradiente muy baja que presenta, originándose una serie de canales que se interconectan mostrando una alta sinuosidad, angostos y relativamente profundos. En estos sistemas los canales son separados por planicies de inundación que consisten en islas con vegetación, muros naturales y áreas donde pueden desarrollarse depósitos de desborde. Los canales, en estos sistemas, son rellenados con arena y grava, formando depósitos lenticulares (Foto 2), limitados por depósitos areno-arcillosos de muro natural (Smith, 1980).

Foto 2: Isla de forma lenticular, formada frente al sector de Mayapo.

Estas corrientes fluviales anastomosadas, tienen gran capacidad de transporte y sedimentación, pero menor energía que las corrientes rectilíneas, por lo que, al encontrarse con obstáculos, tienden a modificar su trayectoria adecuándose al relieve y a los sedimentos en el fondo del cauce. Su deposición en el fondo está compuesta por sedimentos de granulometría heterogénea durante la época de aguas bajas, causa principal de la división del cauce en los canales anastomosados, es decir, divididos dentro del propio cauce (ver Figuras 2, 3 y 4). A medida que se van estabilizando las islas de sedimentos, pueden llegar a desarrollarse en ellas una vegetación pionera primera y más estable después, aprovechando la dotación de agua que proporciona el propio río.

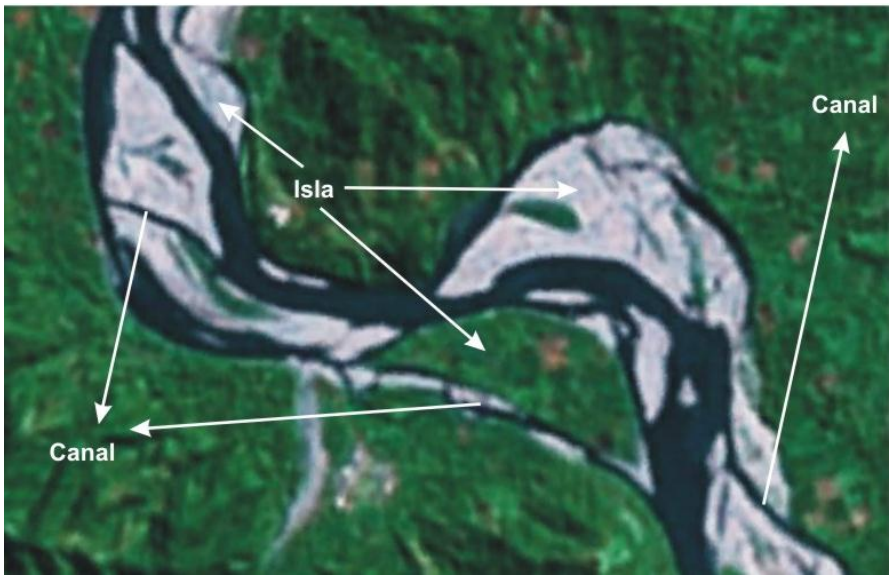


Figura 2.- Se muestra los canales e islas formados.

El río Apurímac en este sector no ha formado islas permanentes, es por ello que el cauce del río no tiene una dirección definida (Fotos 3, y 4).

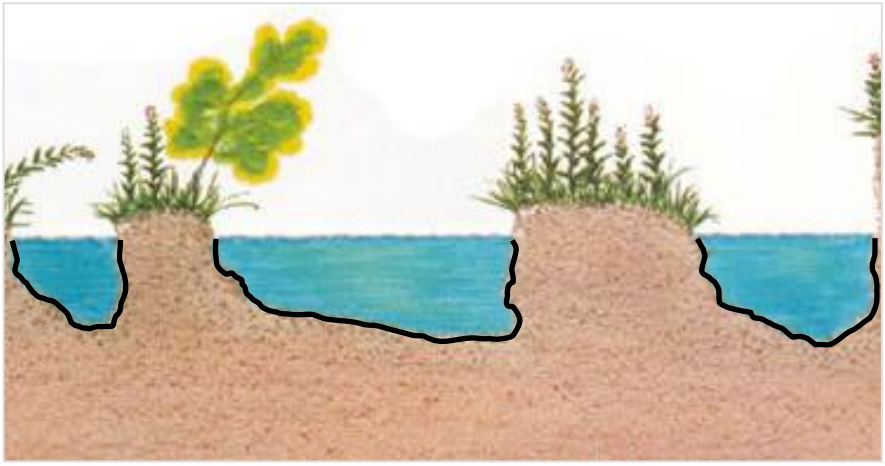


Figura 3.- Perfil esquemático de un río anastomosado.

Según lo observado en el plano topográfico (1990/1993), las imágenes satelitales para los años 2003, 2005 y 2010 (ver Figura 4), las mayores variaciones del cauce del río Apurímac, se localizan frente al sector de Mayapo, debido el río Mayapo al desembocar sus depósitos hacia el río Apurímac, genera una “barrera natural”, que hace que el río principal (Apurímac) cambie su dirección parcialmente. Estos depósitos en tiempos de avenida nuevamente son erosionados.

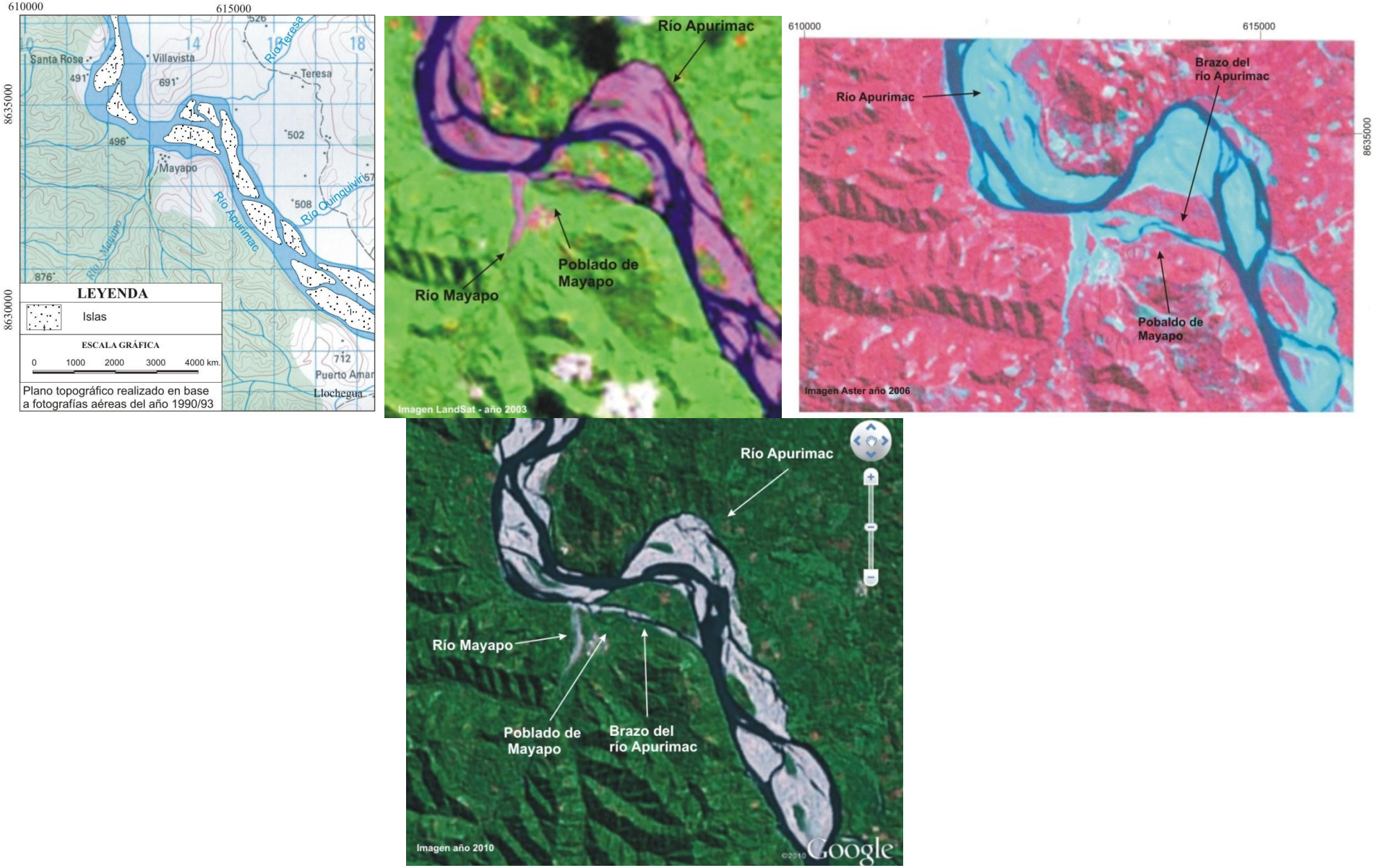


Figura 4.-Mapa topográfico e imágenes satelitales de diferentes años que muestran la dinámica del río Apurímac.

Es importante mencionar, que en la zona donde se ubica Mayapo, existen evidencias de un flujo de detritos (huayco) de gran magnitud, que se desplazó por el río Mayapo y originó que el río Apurímac migre hacia la margen derecha (Figura 5) y a través del tiempo este depósito se fue erosionando.

Figura 5.- Flujo de detritos que hizo migrar al río Apurímac hacia la margen derecha.

3.2 Río Mayapo

Este río presenta 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 (Foto 3). Por ser un río juvenil, con perfil típico en “V” (Foto 3), generalmente son muy inestables, y tienden a evolucionar a otros tipos de río; por ello que en su cuenca alta y media, erosionan sus paredes laterales, inestabilizando las laderas y generando derrumbes Tienen caudal de alta energía y gran capacidad erosiva. Es por ello que forman Huaycos.

Foto 3.- Cauce del río Mayapo, con abundante material suelto en su lecho (grava y arena).

4. ASPECTOS GEOLÓGICOS

Según la Cartografía Geológica en el cuadrángulo de Llochegua (Monge et. al., 1998), en el área de estudio se presentan las siguientes unidades geológicas (ver Figura 6)

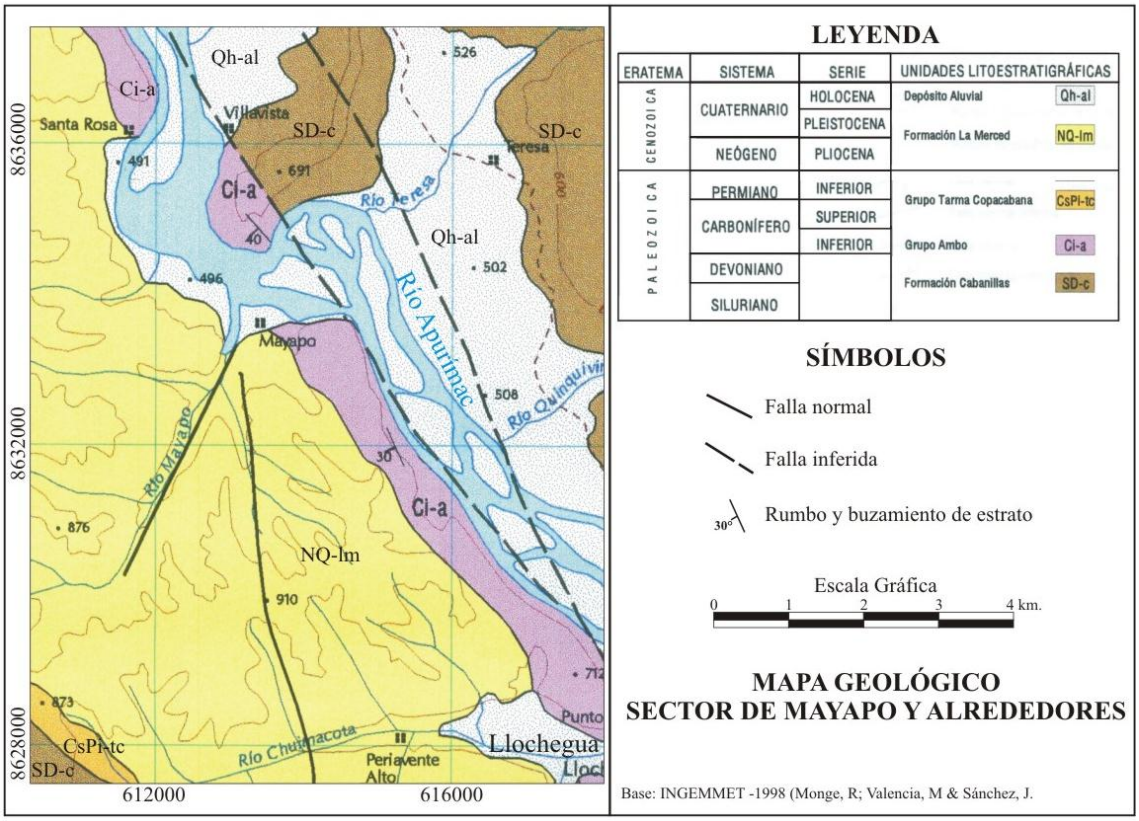


Figura 6.- Mapa Geológico del sector de Mayapo y alrededores.

4.1 FORMACIÓN CABANILLAS

Esta unidad aflora en las nacientes de la quebrada Mayapo, la cual se prolonga en dirección noroeste. También se encuentra en la margen derecha del río Apurímac en los sectores de Teresa y Bellavista entre los ríos Teresa y Quimquiviri. Monge, R. (1998) divide a la Formación Sandia en dos miembros:

a) Inferior.- Conformado por cuarcitas de color gris claro a blanquecino, en capas gruesas y medianas, tabulares. Presentan estructuras sedimentarias de estratificación sesgada. Se intercala con areniscas micáceas y capas delgadas de cuarcitas gris oscuras.
b) Superior.- Representada por una intercalación de areniscas y cuarcitas de grano fino que varían de gris claro a gris oscuro y blanquecinas, en capas delgadas a medianas tabulares. Limolitas con estratificación interna paralela.

En esta unidad se pueden generar deslizamientos, derrumbes como también flujos de detritos.

4.2 GRUPO AMBO.

Esta secuencia aflora en la margen izquierda del río Apurímac, en la zona de Mayapo, prolongándose hacia el noroeste. Se muestra como una secuencia de areniscas cuarzosas de color gris oscuro (foto 4), estratificadas en capas delgadas, intercaladas con limolitas pizarrosas micáceas en capas delgadas.

Morfológicamente forma montañas o colinas de formas cóncavas. Originan suelos poco potentes. Son rocas de baja susceptibilidad a los movimientos en masa, por sectores se pueden generar caída de rocas o derrumbes.

Foto 4.- Areniscas de la Formación Ambo, se muestra estratos conformados por areniscas de color gris.

4.3 GRUPO TARMA COPACABANA.

La exposición es muy aislada y localizada y de poca continuidad, siguiendo la dirección andina. Los materiales de este grupo se localizan en la naciente de la quebrada Mayapo.

Litológicamente se componen de calizas gruesas de color gris oscuro, estratificadas en capas gruesas a medianas de forma tabular y rectangular.

4.4 FORMACIÓN LA MERCED.

En el área de estudio, se distribuye en la margen izquierda del río Apurímac, entre el sector de Llochegua y Mayapo. Siguiendo una dirección noroeste.

Está constituida por una gruesa secuencia de conglomerados polimícticos (Foto 5). Los clastos son de formas subredondeadas a redondeadas, en matriz arenosa., con tamaños que llegan hasta de 20 cm, de cuarcitas, pizarras silicificadas, calizas, areniscas y en menor proporción de intrusivos. El grado de consolidación de esta unidad es semiconsolidada, son rocas de mala calidad, muy susceptibles a la generación de fenómenos de movimiento en masa, como flujos y derrumbes.

Los conglomerados de las Formación La Merced yacen discordantemente sobre el Grupo Ambo y la Formación Cabanillas.

Foto 5.- Afloramiento de conglomerado masivo en la margen derecha del río Mayapo.

4.4 DEPÓSITOS ALUVIALES

Estos materiales se encuentran distribuidos a lo largo de los cauces de los ríos Apurímac y Mayapo. En el sector del río Apurímac, esta unidad está conformada por gravas bien gradadas (GP) en una matriz arenosa, los fragmentos de roca son de forma redondeada a sub redondeada.

Las terrazas formadas en ambas márgenes del río Apurímac, indican las fluctuaciones del caudal y la migración lateralmente de las aguas, generalmente están conformadas por grava y arena. Se generan barras de cauce (Foto 6) que se disponen en formas paralelas a la dirección de la corriente de agua, llegando a constituir pequeñas islas, terrazas que indican las fluctuaciones del caudal y la migración lateral de las aguas.

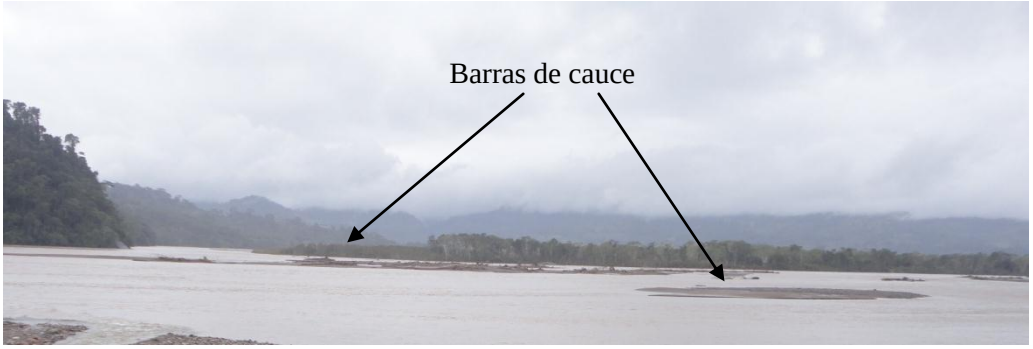


Foto 6.- Barras de cauce, frente a Mayapo.

En el río Mayapo, la unidad está conformada por grava mal gradada (GW), de formas lenticular, redondeadas a subredondeadas que provienen de la erosión de la Formación La Merced (Foto 7).

Foto 7.- Cauce del río Mayapo.

5. PELIGROS GEOLÓGICOS

Las crecidas de los ríos (avenidas) constituyen un proceso natural ligado a la dinámica geológica (morfología del cauce), en las cuales el río habilita un cauce amplio para almacenaje del caudal y su carga. La cuenca actúa como un sistema de proceso – respuesta autor regulable, en el cual todos los factores están interrelacionados. Cualquier modificación introducida en un punto, implicará un reajuste en su dinámica y morfología, que no se produce de forma progresiva, sino con cambios bruscos, originando en muchos casos desastres, cuando los caudales y la carga superan la capacidad de sus cauces.

Es importante mencionar que el origen más frecuente de las avenidas y flujos de detritos son los temporales de lluvias más o menos excepcionales por su intensidad, duración y/o extensión (lluvias cortas de gran intensidad o lluvias prolongadas de baja o gran intensidad).

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.

En consecuencia, las crecidas o avenidas excepcionales, es decir con caudales superiores a los normales, en mayor o menor grado, vienen asociadas normalmente con ingentes daños a bienes y personas, como el caso de los ríos Apurímac y Mayapo.

Según Guzmán. et. Al, 2003, el sector de Mayapo, está considerado como un área de alto peligro, frente a deslizamientos, movimientos complejos (deslizamientos-flujos), huaycos, inundaciones y erosión fluvial.

5.1 OBSERVACIONES DE CAMPO

Durante los trabajos de campo realizados en el sector de Mayapo, se identificaron los siguientes peligros geológicos: erosión fluvial, flujo de detritos (huaycos), deslizamiento y derrumbes (ver Figura 5), que a continuación se detallan.

5.1.1 EROSIÓN FLUVIAL: Haciendo comparaciones de los canales del cauce del río Apurímac, entre los años 1990-2011 (Figura 4) se aprecia cambios en su dirección, especialmente frente al sector de Mayapo.

Según los lugareños, entre el año 2009 al 2010, la erosión fluvial avanzó tierra adentro en 140 m, en una longitud de 200 m. De la inspección realizada en agosto 2010 a la actualidad ha erosionado hasta en 10 m. Ver fotos 8, 9, 10 y 11.

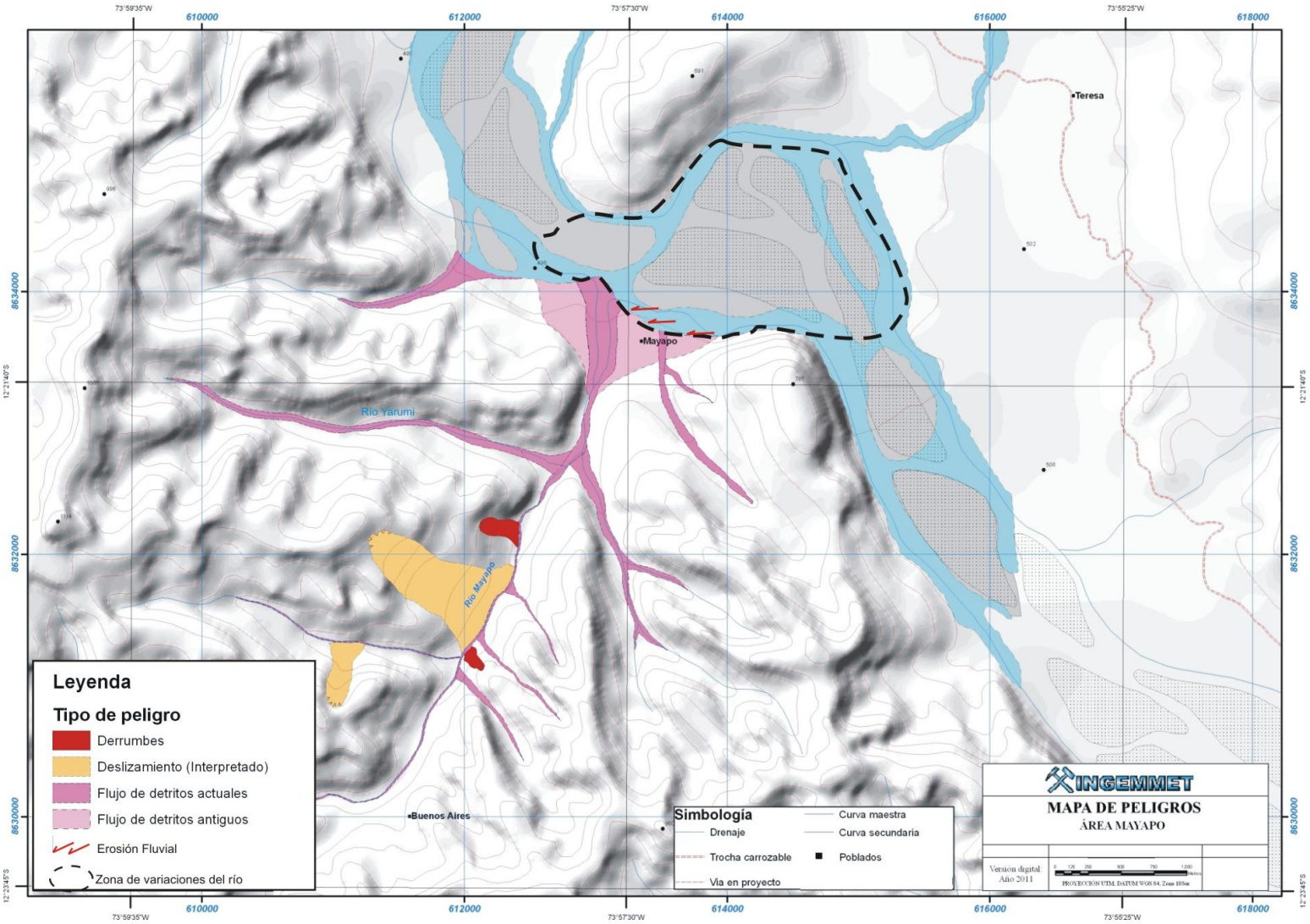


Figura 7.- Mapa de Peligros Geológicos del sector de Mayapo y alrededores

Foto 8

Fotos 8 y 9.- Zona erosionada en agosto del 2010.

Foto 10

Fotos 10 y 11.- Se muestra parte de la terraza erosionada por el río Apurímac.

Por los depósitos generados por los flujos de detritos (se explicará posteriormente) provenientes del río Mayapo y de la quebrada Umpiquiry, al desembocar al río Apurímac, han atenuado parcialmente la erosión fluvial, formando una pequeña barrera (Figura 8).

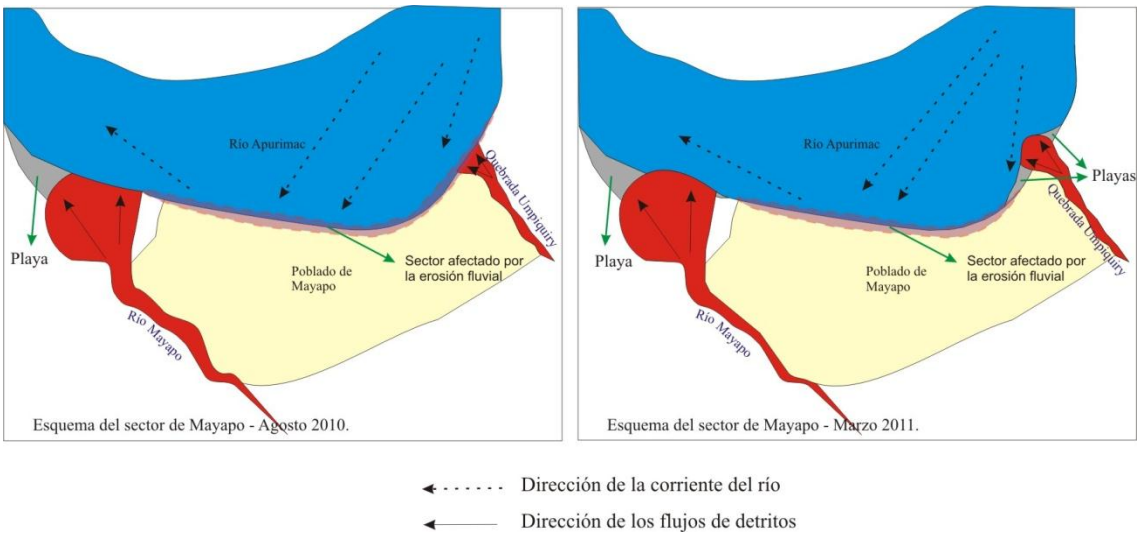


Figura 8.- Muestra la evolución de zona erosionada por el río Apurímac, de agosto 2010 a marzo 2011.

5.1.2 FLUJOS DE DETRITOS (HUAYCOS).

Las causas del flujo de detritos (huayco) son:

- Material suelto en su cauce fácil de ser acarreado o removido por las lluvias.
- En las quebradas afluentes como la Yarumi, se generaron flujos de detritos (huaycos) que alimentaron el cauce principal del río Mayapo (Foto 12).
- En las nacientes del río, se generaron derrumbes que acarreó material al cauce del río Mayapo.
- La intensa deforestación aceleró la generación de los procesos de movimientos en masa (flujos de detritos, y derrumbes).

Siendo el factor “detonante” las intensas precipitaciones pluviales que se presentaron el mes de enero.

Foto 12.- Margen derecha del río Mayapo, se aprecia un depósito dejado por flujo de detritos, aportando material suelto al río.

El depósito dejado por el flujo de detritos en el río Mayapo, se aprecia un ordenamiento de material detrítico; los clastos más grandes han quedado en la superficie, lo que se conoce como gradación inversa (Foto 13). Es probable que el flujo se presentara de forma sobresaturada o hiperconcentrado y se comportara en esta fase como una inundación de detritos.

Foto 13.- Grava y bloques dispuestos en la superficie del depósito.

Como se mencionó anteriormente el río Mayapo, generó flujos de grandes dimensiones, que hicieron migrar al río Apurímac hacia su margen derecha, tal como lo muestra la imagen satelital del Google Earth (Figura 9). Este flujo tiene un recorrido de 3 km (aproximadamente), y formó un abanico con una longitud de 1 200 m. Sobre la terraza formada por el flujo se encuentra asentado el poblado de Mayapo.

Figura 9.- Imagen satelital del Google Earth, se muestra el depósito dejado por el flujo de detritos.

En la parte baja del río Mayapo, en la margen derecha, había un muro de concreto, el cual actuaba como defensa ribereña, pero que a través de los años fue erosionado y destruido por la dinámica del río (Foto 14). El río está siendo canalizado, en la margen derecha se ha construido un gavión de 100 m de longitud (Fotos 15); es necesario reforzar y culminar esta obra (Núñez, 2010).

Foto 14.- Defensas ribereñas (gaviones) (A) recientemente construidas, se aprecia también muros destruidos (B).

Foto 15.- Gavión ubicado en la margen derecha del río Mayapo.

En la última temporada lluviosa - 2011, se generó un flujo de detritos, que acarreo fragmentos de roca de formas subredondeadas a redondeadas (Foto 16).

Foto 16.- Desembocadura del río Mayapo, margen izquierda del río Apurímac.

Hay que anotar que en la desembocadura del río Mayapo, en su margen derecha se está formando una playa de arena. Esto se debe, que al entrar el depósito generado por el flujo de detritos al río Apurímac, se formó una “barrera”, haciendo que el río Apurímac cambie ligeramente su dirección y deje de erosionar este sector (Figura 9 y Foto 17).

Foto 17.- Se muestra hasta el límite del depósito del flujo de detritos proveniente del río Mayapo.

Cerca del poblado de Mayapo, discurre la quebrada Umpiquiry que desemboca al río Apurímac, en la última temporada lluviosa generó un flujo de detritos donde amplió su cauce, de 5 m a 10 m (Fotos 18 y 19), esto quiere decir que la dinámica de la quebrada ha sido mucho mayor que el de las temporadas anteriores. Una de las causas es intensa deforestación en las nacientes de la quebrada.

Foto 18.-

Foto 18 y 19.- Depósito dejado por el flujo de detritos, margen izquierda del río Apurímac.

Al entrar el material suelto proveniente de flujo de detritos hacia el río Apurímac, forma una “barrera”, esto hace que la dirección del río Apurímac cambie ligeramente su dirección de cauce, atenuando parcialmente la erosión de la terraza (Figura N° 9 y Fotos 20 y 21).

Foto 20.- Vista de norte a sur, se muestra la dirección del flujo de detritos proveniente de la quebrada Umpiquiry, y la dirección de la corriente del río Apurímac.

Actualmente se ha formado una playa de arena (Foto 21), con un largo de 50 m y ancho máximo de 15 m. En el momento de la inspección, la playa está siendo erosionada (Foto 22), es muy probable que en próxima temporada de lluvias continúe la erosión.

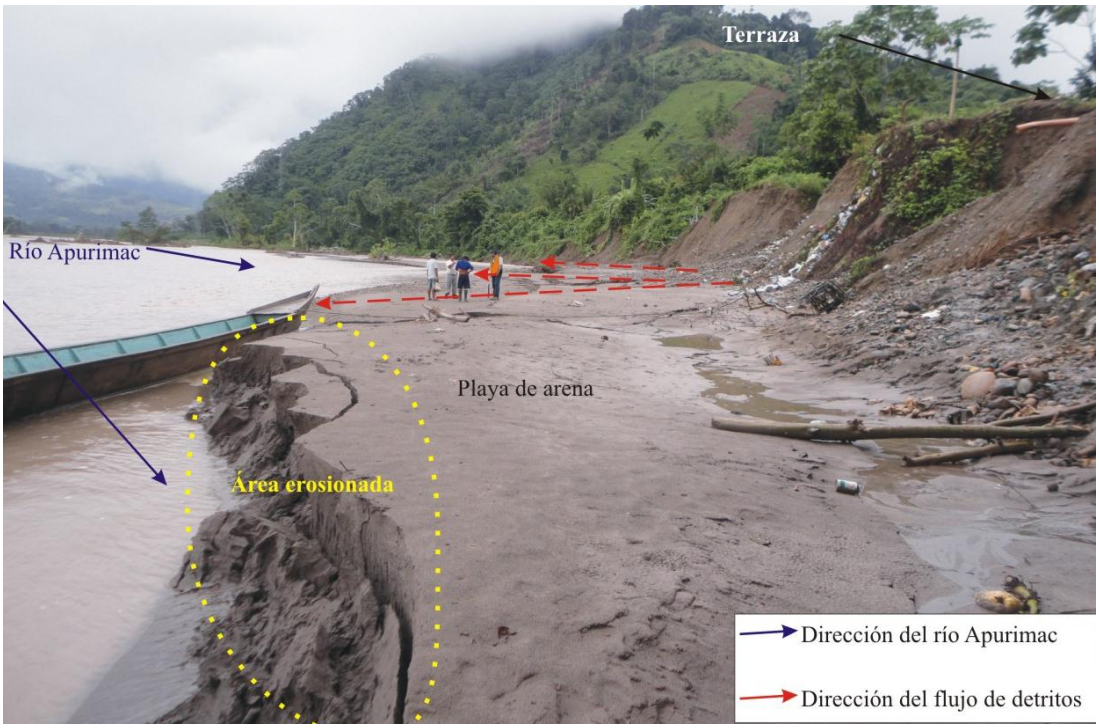


Foto 21.- Playa de arena afectada por la erosión fluvial.

Foto 22.- Área afectada por la erosión fluvial del río Apurímac.

5.1.3 DERRUMBES: Se han identificado áreas afectadas por derrumbes en ambas márgenes del río Mayapo.

Siendo las causas principales:

- Rocas de mala calidad (conglomerados no diagenizados). Ver Foto 23.
- Erosión fluvial.
- Corte de talud para los caminos de acceso.
- Intensa deforestación.
-

El factor "detonante" fueron las intensas precipitaciones pluviales entre los meses de enero a febrero 2011.

Los derrumbes por lo general, presentan la zona de arranque irregular y continuo, con longitudes que varían entre 10 m a 20 m.

En los cuerpos de los derrumbes se observa material suelto, conformado por grava en matriz arenosa, los clastos son de formas subredondeadas a redondeadas provenientes de la Formación La Merced.

Foto 23.- Camino de herradura, afectada por derrumbe.

Según Guzmán A.l-2003, el sector de Mayapo, está considerado como un área de alto peligro, frente a deslizamientos, movimientos complejos (deslizamientos-flujos), huaycos, inundaciones y erosión fluvial.

6. MEDIDAS PREVENTIVAS

Los ríos tienen su fondo de valle cubierto por depósitos fluviales (gravas, cantos, arenas). Estos son materiales de tránsito, que son retrabajados y removidos por el río, que excava en ellos su canal de flujo normal. En momentos de aumento de caudal (debido a intensas precipitaciones pluviales) el río puede llegar a ocupar la totalidad de su llanura aluvial y se producen las denominadas avenidas o crecidas produciendo inundaciones, desbordes, erosión y flujos de detritos.

El que este hecho natural derive en un "desastre" proviene de la competencia del hombre y el río por ocupar la llanura de inundación o los espacios cercanos a las orillas de los ríos. Los hechos resultan, a veces, catastróficos socialmente no sólo por la acción de las aguas sobre las actividades humanas, sino también y de forma significativa porque estas mismas actividades contribuyan a acrecentar los daños.

El planteamiento del control de avenidas deberá hacerse combinando una serie de medidas dentro del marco de la planificación regional. Las obras de control deben contemplarse también dentro del contexto, y enfocarlas fundamentalmente a la disminución de daños. Los aspectos básicos a considerar dentro de esta planificación serán (IGME, 1985)

1° Ordenación de la cuenca de recepción: Los objetivos son favorecer al máximo la infiltración en esta zona y evitar la erosión, reduciendo así la escorrentía superficial y retardando el tiempo de concentración de las aguas. Para ello hay que favorecer el mantenimiento de la estructura del suelo mediante el mantenimiento o restauración de la vegetación autóctona, la utilización de pastizales y prácticas de cultivo adecuadas (reforestación y utilización de especies nativas). Para impedir la erosión se empleará pequeñas estructuras o diques que favorezcan el depósito de sedimentos (IGME, 1985).

2° Regulación de las áreas de inundación y zonas afectadas por flujos de detritos: Consiste en la zonificación de usos de suelo en función de determinados periodos de recurrencia de las inundaciones y flujos de detritos. Esto permite evitar al máximo en los daños y al mismo tiempo no poner limitaciones de desagüe al canal. Esta acción debe tomarse en base a un mapa de riesgos y debe ir acompañada de propuestas para la gestión y desarrollo de medidas de protección en la zona (muros, gaviones, espigones, etc.).

3° Normas para la previsión y prevención de riesgos: La puesta en marcha y el éxito de un proyecto de planificación de gestión del riesgo, depende fundamentalmente en su mayor parte de la difusión y aceptación que tenga entre los usuarios del plan (las comunidades afectadas). Para llegar a esto es necesario establecer las bases para una labor paralela de información pública y desarrollo de medidas de prevención en que se aborden los siguientes puntos:

- Establecer sistemas de predicción meteorológica y de previsión de la magnitud de la avenida en función de las precipitaciones y del registro de caudales aguas arriba (estaciones hidrometeorológicas).

- Bases para el establecimiento de una normativa de medidas de seguridad y previsión de sistemas de alerta temprana (SAT) y evacuación de la población.

- Medidas de información y difusión pública entre la población sobre el riesgo existente y las medidas a tomar en caso de avenidas (Sensibilización sobre los peligros a que está expuesta la población e infraestructura).

- Potenciación de campañas de educación sobre peligros geológicos en todos los niveles educativos, divulgativos del problema, en este caso, de las inundaciones dentro del contexto ambiental y de control de erosión.

Al respecto es importante recordar lo que decía Francis Bacón en 1620, que "para que la naturaleza nos obedezca, antes debemos respetarla".

CONCLUSIONES

1. El drenaje del río Apurímac es de tipo anastomosado, una de sus características dinámicas es colmatar sus cauces y por ello tender a formar nuevos cauces, originando de esta manera las variaciones en la dirección de su curso en el tiempo.

2. El poblado de Mayapo ha sido erosionado por el río Apurímac, en el periodo 2009 - 2010, 140 m y en el periodo 2010 – 2011, 10 m.

3. El sector de Mayapo es recurrente a la peligrosidad **(peligro inminente)** de generarse desbordes y erosión fluvial, en épocas de avenida.

4. El factor desencadenante para las avenidas periódicas y/o excepcionales que provocan desbordes, inundaciones, erosión fluvial y huaycos (flujos de detritos), están relacionadas a las intensas precipitaciones pluviales; que en esta emergencia se presentaron en el mes de enero.

5. Las rocas que conforman las laderas son de la Formación La Merced, están compuestas por conglomerados con una matriz arenosa, son de mala calidad, de fácil erosión.

6. Los derrumbes y flujos de detritos que se han presentado en la cuenca del río Mayapo, están aportando material suelto al cauce del río.

7. El área de Mayapo es considera como una zona de alta susceptibilidad a los movimientos en masa (huaycos, derrumbes y deslizamientos) por presentar condiciones que propician estos fenómenos, tal como rocas de mala calidad, pendiente del terreno, deforestación y precipitaciones pluviales intensas.

8. Los últimos flujos de detritos (huaycos) generados por la quebrada Umpiquiry y por río Mayapo, al desembocar sus depósitos al río Apurímac, han generado una "barrera", de esta manera atenuaron la fuerza erosiva del río. Es muy probable que en la próxima temporada de lluvias estas barreras sean erosionadas.

RECOMENDACIONES

1. Para evitar que continúe la erosión fluvial del río Apurímac, en la terraza aluvial donde se asienta el poblado de Mayapo, se debe dragar o descolmatar los antiguos canales del río ubicados agua arriba que han sido rellenados por gravas y arenas (ver mapa de peligros).

2. En el sector de Mayapo, en la zona que está siendo erosionada por el río Apurímac, se debe de construir gaviones y/o enrocados.

3. Aguas arriba del río Apurímac, por la margen izquierda, en el área rocosa de deberá construir defensas ribereñas, con la finalidad de desviar el cauce hacia la margen derecha (Según Anexo).

4. Las futuras expansiones urbanas deben estar orientadas hacia las cumbres de los cerros, porque la planicie donde está ubicado el poblado de Mayapo es susceptible a ser afectada por flujos de detritos (huaycos).

5. El cauce del río Mayapo debe ser descolmatado (limpiado), después de cada temporada de lluvia, especialmente el tramo final.

6. El gavión ubicado en la margen derecha del río Mayapo debe de reforzarse y proyectarse hasta finalizar el poblado y trocha afirmada (Mayapo-Junín).

7. Hacer un programa de forestación y reforestación con la finalidad disminuir los procesos de movimientos en masa.

REFERENCIAS

Guzmán, A.; Fidel, L; Zavala, B; Valenzuela, G.; Núñez, S.; Rivera, M.; Vilchez, M.; Villacorta, S.; y Pari, W. (2003) ***Estudio de Riesgos Geológicos del Perú – Franja N° 3***. INGEMMET, Serie C: Geología e Ingeniería Geológica, Boletín N° 28, 373 pág.

Monge R.; Valencia, M. y Sánchez, J. (1998). ***Geología de los Cuadrángulos de Llochegua, Río Picha y San Francisco***. INGEMMET, Serie A: Carta Geológica, Boletín N°120, 253 pág.

Núñez, S. (2010). ***Inspección geodinámica del centro poblado de Mayapo***. INGEMMET, Informe Técnico N°A6451, Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico.

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) (2003), ***Mapa de Precipitación Anual-Periodo Normal (Septiembre-Mayo)***. En: Atlas de Peligros Naturales (INDECI). Lima. Págs. 310-311.

Smith, S (1980). ***Sistemas de río Anastomosados*** en línea (Consulta: agosto 2010) http://www.geologia.uson.mx/academicos/grijalva/ambientesfluviales/sistemaderiosanastomosados.htm.

ANEXOS

MEDIDAS CORRECTIVAS

A) PARA LA EROSIÓN FLUVIAL

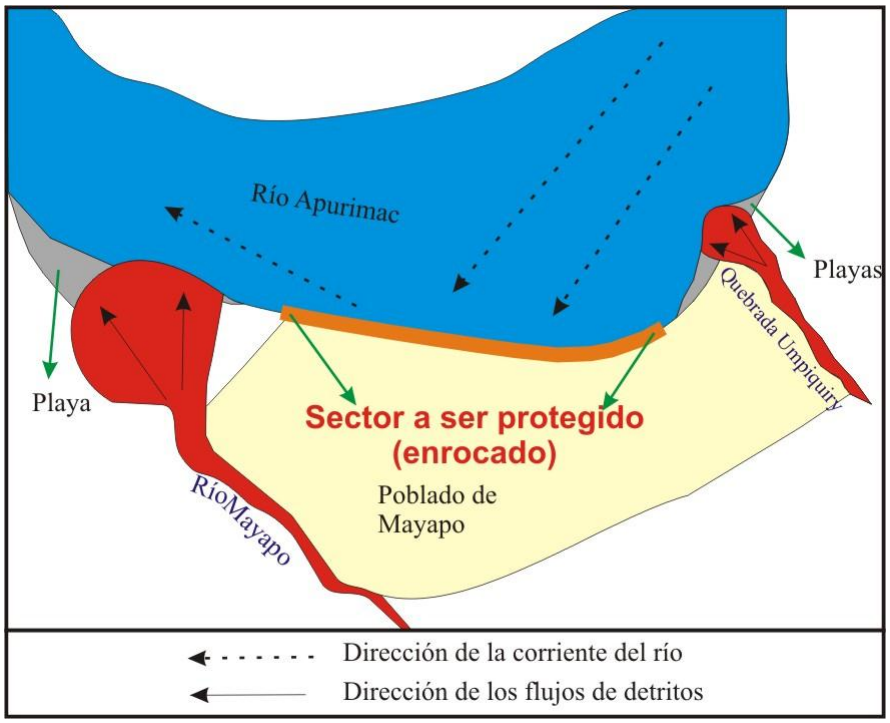


Figura 10: Esquema del sector que debe ser enrocado y/o gaviones.

Sector donde se puede colocar la defensa ribereña (gaviones) y la zona a descolmatar.

B) PARA LOS FLUJOS DE DETRITOS

- Construir diques transversales a lo largo de la quebrada, con la finalidad de atenuar la carga del flujo de detritos. Figuras 11, 12 y 14.
- 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 N° 13).

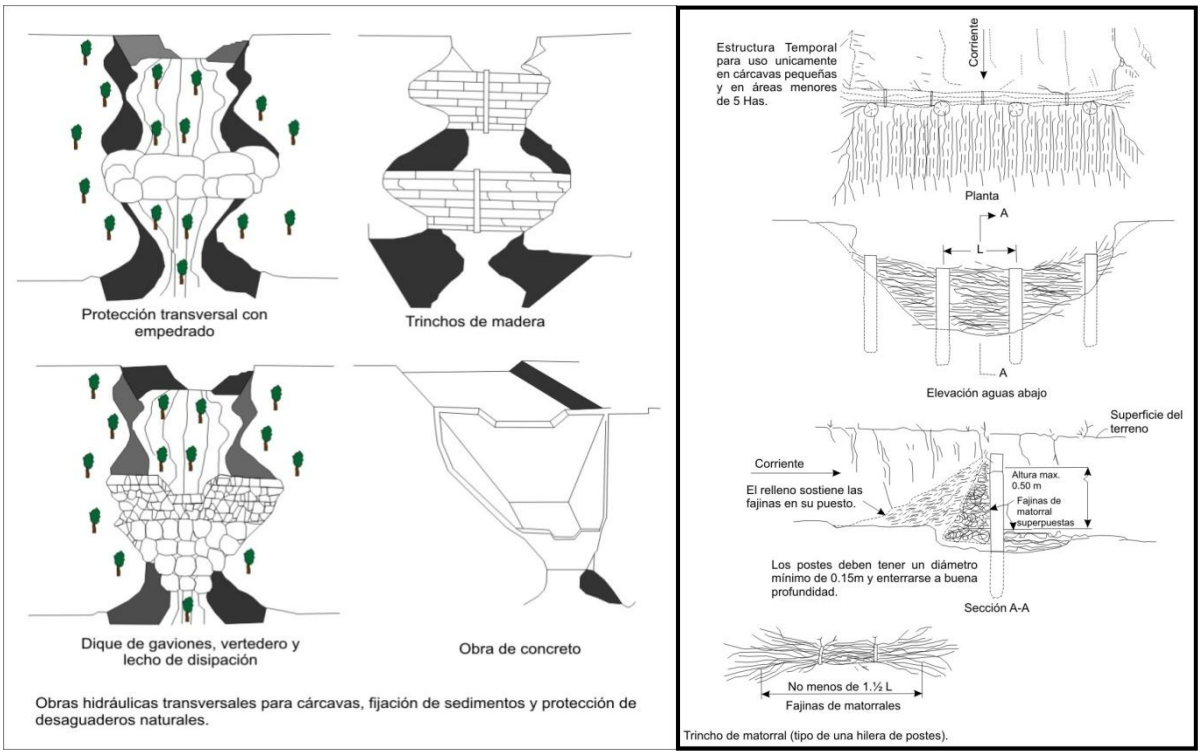


Figura 11 y 12.- Medidas correctivas para flujos de detritos.

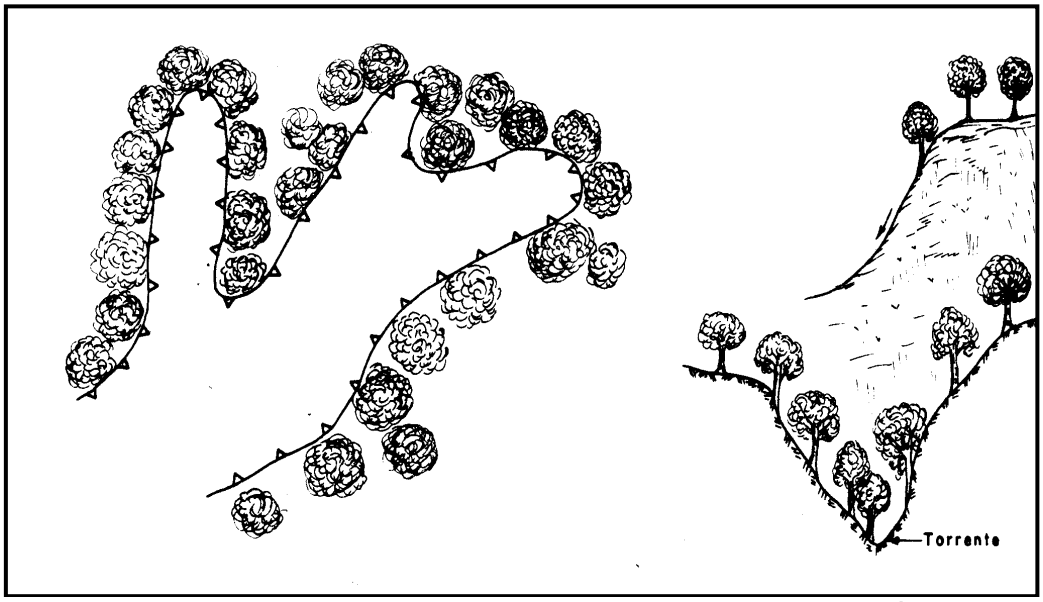


Figura 13.- Vista en perfil y en planta de los procesos de forestación en cabeceras y márgenes inestables

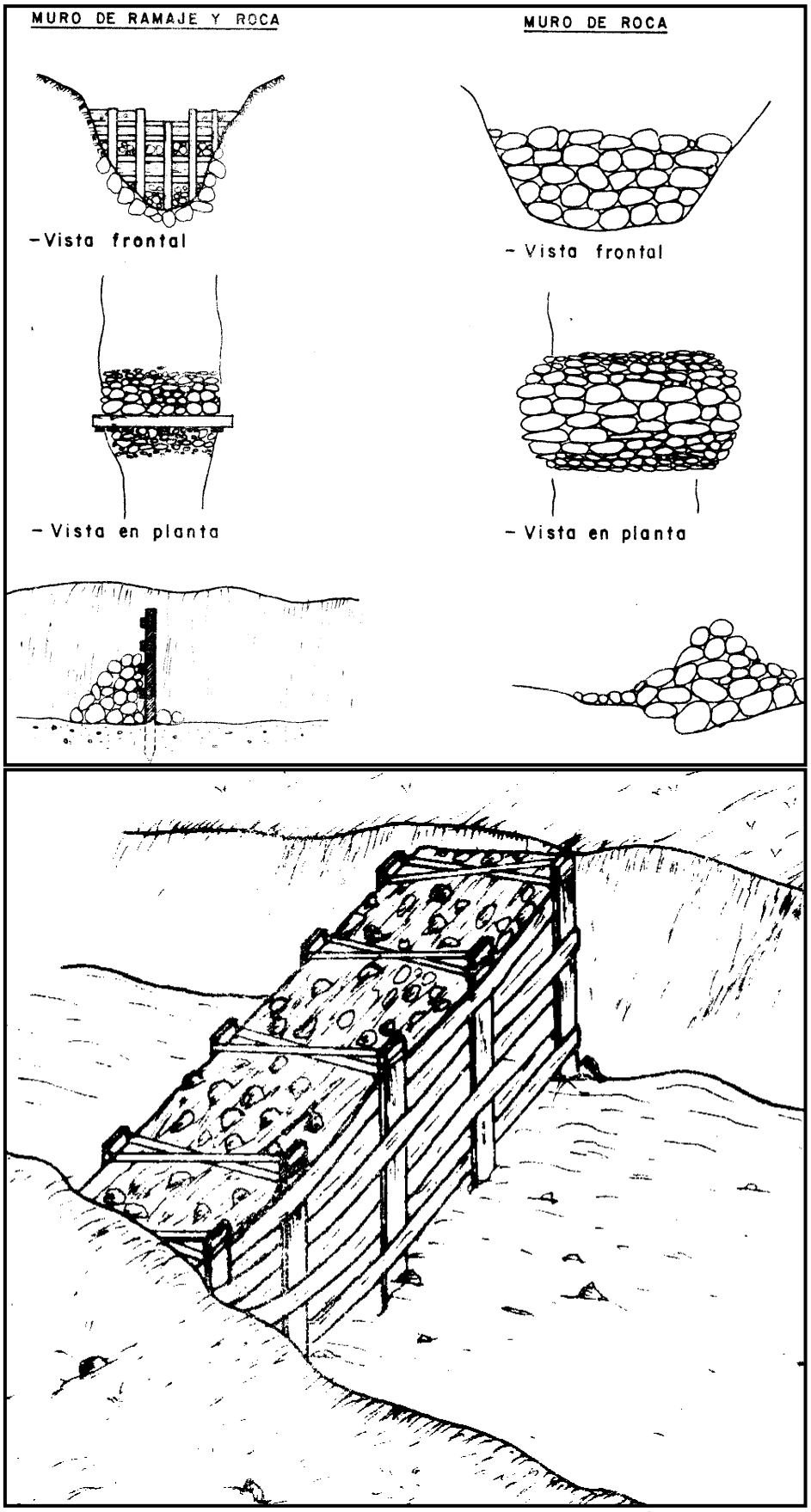


Figura 14.- Tipos de presas escalonadas para la protección de fondo de cárcavas y huaycos incipiente