

Informe Técnico N° A6597

# Peligro de erosión e inundación fluvial en el sector de Santa Rosa y Catute

Región Ayacucho, Provincia La Mar,  
Distrito Santa Rosa, Paraje Santa Rosa-Catute



POR:  
SEGUNDO NÚÑEZ JUÁREZ

OCTUBRE 2011

## CONTENIDO

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1.    | INTRODUCCIÓN .....                       | 1  |
| 2.    | CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA .....           | 1  |
| 3.    | MORFOLOGÍA Y DINÁMICA FLUVIAL .....      | 4  |
| 3.1   | RÍOS SANTA ROSA, CATUTE Y APURÍMAC ..... | 4  |
| 4.    | ASPECTOS GEOLÓGICOS .....                | 6  |
| 4.1   | FORMACIÓN CABANILLAS .....               | 6  |
| 4.2   | DEPÓSITOS ALUVIALES .....                | 6  |
| 4.3   | DEPÓSITOS FLUVIALES .....                | 6  |
| 5.    | PELIGROS GEOLÓGICOS .....                | 8  |
| 5.1   | OBSERVACIONES DE CAMPO .....             | 9  |
| 5.1.1 | EROSIÓN E INUNDACIÓN FLUVIAL .....       | 9  |
| 5.1.2 | DESLIZAMIENTOS Y DERRUMBES .....         | 16 |
| 6.    | MEDIDAS PREVENTIVAS .....                | 18 |
| 7.    | MANEJO DEL PROBLEMA .....                | 19 |
|       | CONCLUSIONES .....                       | 22 |
|       | RECOMENDACIONES .....                    | 23 |
|       | REFERENCIAS .....                        | 24 |
|       | ANEXOS .....                             | 25 |

## **FOTOS**

- Foto 1 Poblado de .Santa Rosa, ubicado en la margen izquierda del río Santa Rosa.
- Foto 2. Cauce del río Santa Rosa, se muestra islas conformadas por gravas, bloques y arenas.
- Foto 3 Secuencia de lutitas intercaladas con areniscas.
- Fotos 4 y 5 Cauce del río Catute (vista superior) y del río Santa Rosa (Vista inferior), conformado por bloques y grava, de forma subredondeada.
- Foto 6 Río Santa Rosa, se vuelve muy torrencioso en épocas de crecida excepcional.
- Foto 7 Se muestra las áreas inundadas por la margen izquierda del río Santa Rosa.
- Fotos 8 y 9 Se muestra las zona erosionadas por el río Catute.

## **FIGURAS**

- Figura 1 Mapa de Ubicación.
- Figura 2 Imagen del Google Earth, sector Santa Rosa, se muestra el drenaje del río.
- Figura 3 Imagen del Google Earth, se muestra el drenaje del río Apurímac.
- Figura 4 Mapa geológico del sector de Santa Rosa y alrededores.
- Figura 5 Imagen satelital del Google Earth, se muestra el sector de Santa Rosa y la zona de estrechamiento de cauce.
- Figura 6. Se muestra los gaviones afectados por la erosión fluvial.
- Figura 7 El río ha colmatado la margen derecha.
- Figura 8 Se muestra la zona afectada por la erosión fluvial del río Catute.
- Figura 9 Terrenos de cultivo del sector de Luciana que fueron afectados por inundaciones del 2012.
- Figura 10 Se muestra el área afectada por la inundación fluvial.
- Figura 11 Deslizamiento ubicado en la margen derecha del río Santa Rosa.
- Figuras 12 – 16: Modelos de gaviones y enrocados
- Figura 17 Medidas correctivas para el sector de Santa Rosa.
- Figura 18 Medidas correctivas para el sector de Catute.
- Figura 19 Vista en perfil y en planta de los procesos de forestación en cabeceras y márgenes inestables.
- Figura 20 Tipos de presas escalonadas para la protección de fondo de cárcavas y huaycos incipiente.
- Figura 21 Construcción de gaviones y ubicación al pie de la ladera

# **“PELIGRO DE EROSIÓN E INUNDACIÓN FLUVIAL EN EL SECTOR DE SANTA ROSA Y CATUTE”**

**DISTRITO DE SANTA ROSA, PROVINCIA DE LA MAR, REGIÓN AYACUCHO**

## **1. INTRODUCCIÓN**

Entre los meses de enero y febrero del 2012, intensas lluvias se precipitaron sobre el valle de los ríos Apurímac y Ene (VRAE), provocando avenidas extraordinarias que ocasionaron erosiones e inundaciones fluviales; así como también movimientos en masa (deslizamientos); siendo las localidades de Santa Rosa y Catute las mas afectadas. Ambas jurisdicción de la provincia de La Mar, región Ayacucho.

Las fuertes precipitaciones pluviales y la carga sólida acarreada por los tributarios principales y quebradas, provocaron el incremento del caudal de los ríos Santa Rosa, Catute y Apurímac, por consiguiente crecimiento de nivel, provocando erosión fluvial, desbordes e inundaciones en las áreas aledañas; generando daños en viviendas, terrenos de cultivo, colapsos de obras de defensa ribereña, etc.

El Alcalde de la Municipalidad Distrital de Santa Rosa, mediante Oficio N°091-2012-MDLL/AL de fecha 28 de febrero, dirigida a la Presidenta del Consejo Directivo del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), solicitó la designación de un profesional, para realización de identificación de peligros naturales, en distrito de Santa Rosa-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 14 al 20 de marzo del 2012, previas coordinaciones con el Dr. Hector Gaspar Alcoser. En los trabajos de campo se contó con la presencia del Profesor Meliton Pariona Pareja, Alcalde de la Municipalidad de Santa Rosa, y los Ingenieros Teófilo Flores y Edward Flores, consultores de la municipalidad.

El presente informe contiene una interpretación de los procesos de dinámica fluvial del río Santa Rosa, Catute y Apurímac, ocurridos en estas fechas donde se registraron las lluvias excepcionales, así como los daños ocasionados por los ríos mencionados. Se emiten las conclusiones y recomendaciones pertinentes que la Municipalidad de Santa Rosa debe tomar en cuenta, para la prevención y mitigación de los procesos geohidrológicos – geológico, así evitar desastres futuros en las poblaciones evaluadas.

## **2. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA**

La localidad de Santa Rosa se ubica en la margen derecha del río del mismo nombre (Figura 1), a una altitud de 750 m.s.n.m. Cuenta con aproximadamente 11,200 habitantes, que se dedican principalmente a la agricultura y pesca (INE-2007).

El área está comprendida entre las coordenadas UTM: 8595000 – 8600000 Norte y 636000 – 642000 Este.

Se accede a Santa Rosa desde Ayacucho, a través de la carretera Ayacucho – Tambo – Machente – Rosario – Ayna-Santa Rosa, con 208 km de longitud (ocho horas de viaje en camioneta).

La zona presenta un **clima** tropical y húmedo. Actualmente no cuenta con una estación hidrometeorológica. Sin embargo de la estación de Pichari, la más cercana al área de trabajo (ultima en funcionar), se tiene registrada precipitaciones de 2184,6 mm anuales (SENAMHI, 2003).

El poblado de Santa Rosa (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 muy susceptibles a ser erosionadas por la dinámica fluvial.



*Foto 1.- Poblado de .Santa Rosa, ubicado en la margen izquierda del río Santa Rosa.*

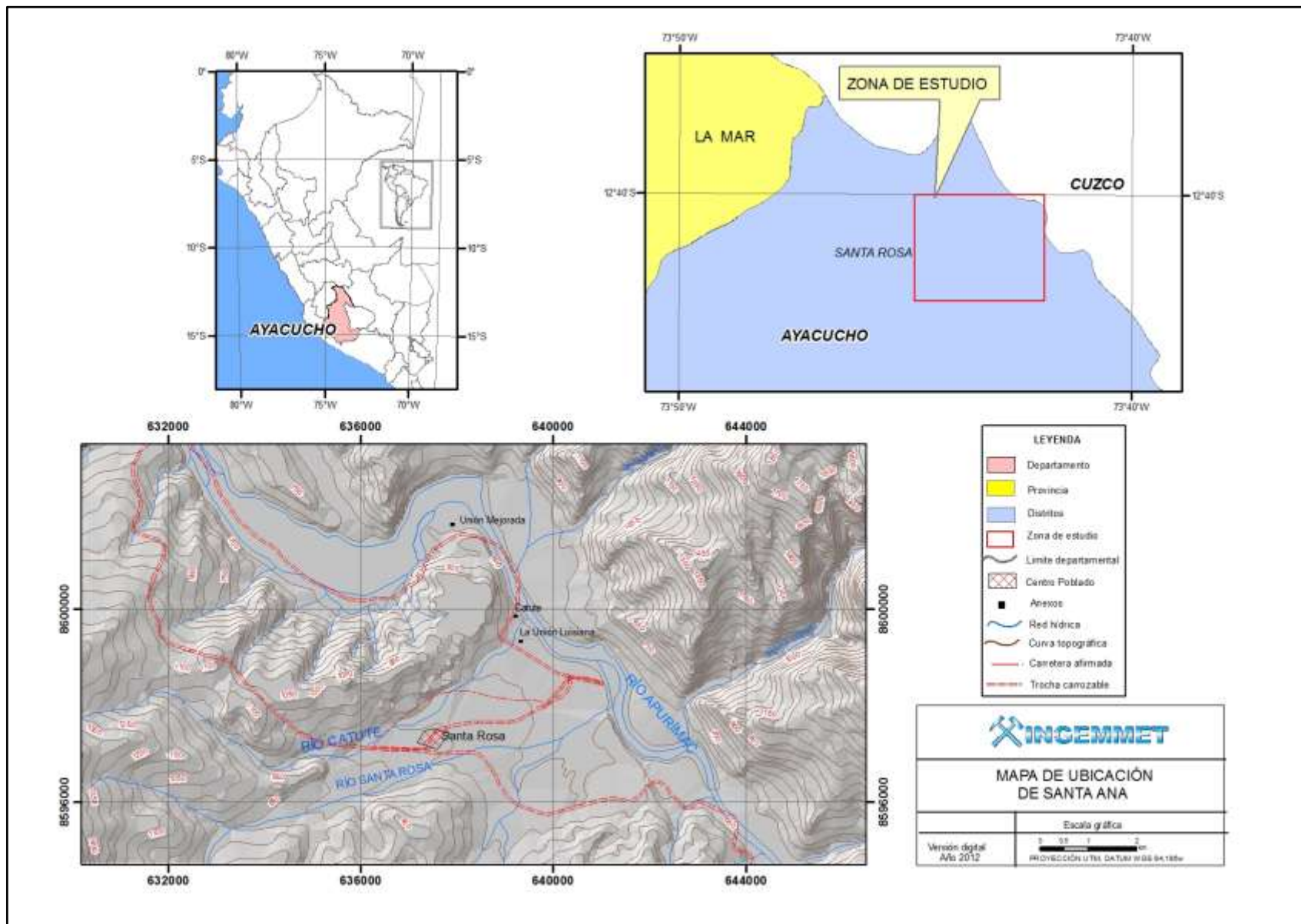


Figura 1.-Mapa de Ubicación.

### 3. MORFOLOGÍA Y DINÁMICA FLUVIAL

Para entender los procesos ocurridos en el Sector de Santa Rosa, es necesario conocer las características morfológicas y comportamiento de los ríos.

#### 3.1 RÍOS SANTA ROSA, CATUTE y APURÍMAC

Los ríos de curso tipo anastomosado, está condicionados por la gradiente muy baja que presentan, originándose una serie de canales que se interconectan mostrando alta sinuosidad; siendo estos 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, limitados por depósitos areno – arcillosos de muro natural (Smith, S 1980).

Díez – Herrero et al (2008), clasifica a los ríos de tipo anastomosados, por el tipo de sinuosidad, en baja y alta (según la forma de los canales); por la multiplicidad de ellos, que puede ser sencilla a moderada.

Para nuestro caso, estos ríos son anastomosados de múltiples canales de baja sinuosidad y de multiplicidad sencilla a moderada (Figura 2, 3 y Foto 2).



Figura 2.- Imagen del Google Earth, sector Santa Rosa, se muestra la forma del curso del río (anastomosado).



Figura 3.- Imagen del Google Earth, se muestra el tipo de curso del río Apurímac.



Foto 2.- Cauce del río Santa Rosa, se muestra islas conformadas por gravas, bloques y arenas.

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. 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.



#### 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 4.

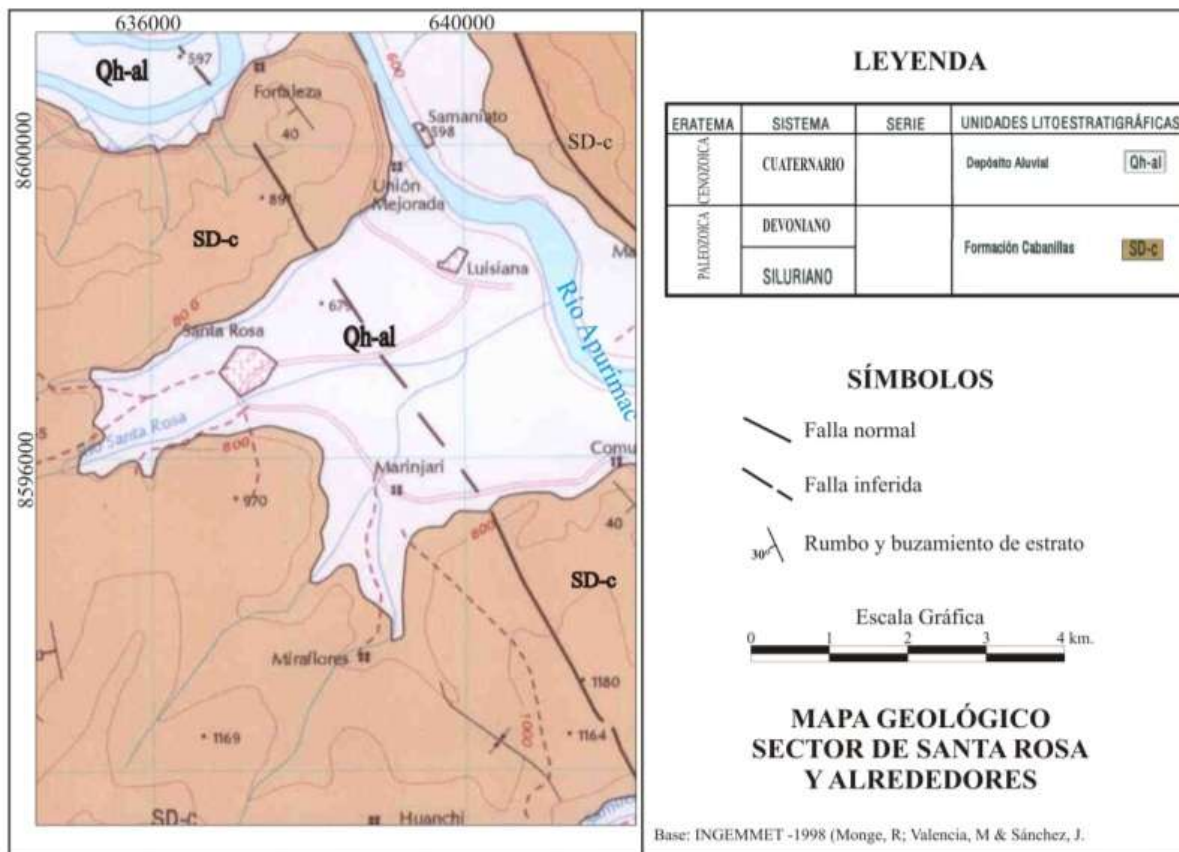


Figura 4.- Mapa geológico del sector de Santa Rosa y alrededores.

##### 4.1 FORMACIÓN CABANILLAS

Esta unidad aflora en la margen derecha del río Catute y el margen izquierda del río Apurímac (sectores de Santa Rosa y Unión Mejorada). Consiste de una alternancia de areniscas cuarzosas y limolitas pizarrosas, de color gris claros muy fracturadas (bloques pequeños a medianos), ver Foto 3. En menor proporción alternan las limolitas pizarrosas, estratificadas en capas delgadas. Cuando se producen cambios en su morfología, pueden generar movimientos en masa, como caídas de rocas, derrumbes y deslizamientos.

##### 4.2 DEPÓSITOS ALUVIALES

Estos depósitos se encuentran distribuidos en las márgenes de los ríos, conformando terrazas.

##### 4.3 DEPÓSITOS FLUVIALES

Distribuidas a lo largo de los cauces de los ríos Santa Rosa, Catute y Apurímac, formando el cauce actual de los mismos. Esta unidad está conformada por grava en una matriz arenosa, los fragmentos de roca son de forma redondeada (Fotos 4 y 5).



*Foto 3.- Secuencia de lutitas intercaladas con areniscas.*



Foto 4.-



Fotos 4 y 5.- Cauze del río Catute (vista superior) y del río Santa Rosa (Vista inferior), conformado por bloques, grava, de forma subredondeada a redondeada, en una matriz arenosa.

## 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 autorregulable, 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 una inundación o huayco periódico o excepcional, 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, Santa Rosa y Catute.

Según Guzmán. et. Al, 2003, el sector de Santa Rosa, 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 en el sector de Santa Rosa, se identificaron los siguientes peligros geológicos: erosión fluvial y deslizamiento, que a continuación se detallan.

### 5.1.1 EROSIÓN E INUNDACIÓN FLUVIAL

En el presente año las crecidas de los ríos Santa Rosa, Catute y Apurímac; provocaron intensa erosión en sus márgenes, afectando a los sectores de Santa Rosa, Catute, Unión Mejorada y Luciana

**SECTOR DE SANTA ROSA:** En la Foto 6, se observa el caudal de crecida del río en épocas de intensas precipitaciones, situación que se agrava con el estrechamiento del cauce en este sector (ver Figura 5), causado por la presencia de afloramientos rocosos en ambas márgenes, construcción del puente Santa Rosa y el crecimiento poblacional.



Foto 6.- Río Santa Rosa, torrentoso en épocas de crecida excepcional. Foto cortesía Municipalidad de Santa Rosa (nov 2011)

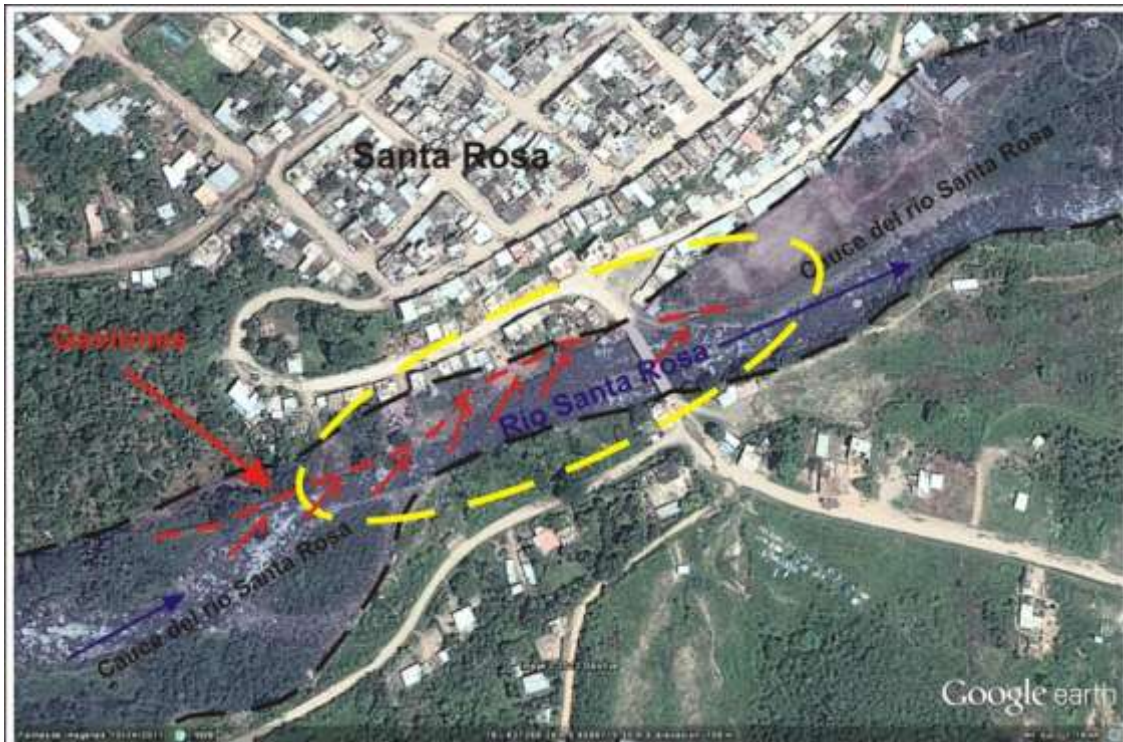


Figura 5.-Imagen satelital (Google Earth), donde se muestra el sector de Santa Rosa y la zona de estrechamiento de su cauce.

Debido a las lluvias excepcionales que se presentaron en noviembre del 2011 y en el periodo lluvioso del 2012, las defensas ribereñas (gaviones de hasta 4.0 metros de alto construidos en 2005) de la margen izquierda del río Santa Rosa fueron afectadas en un tramo aproximado de 250 m (Figura 6). En la actualidad estas estructuras se tienen formas sinuosas y ondulantes.

A la altura del Camal Municipal, en noviembre del 2011, el río se desbordo e inundó afectando terrenos de cultivo (Foto 7).

En la actualidad, el río está colmatando la margen derecha, es muy probable que el río en la próxima temporada lluviosa tienda a migrar hacia la margen izquierda (Figura 7), lo cual afectaría viviendas de esa margen.

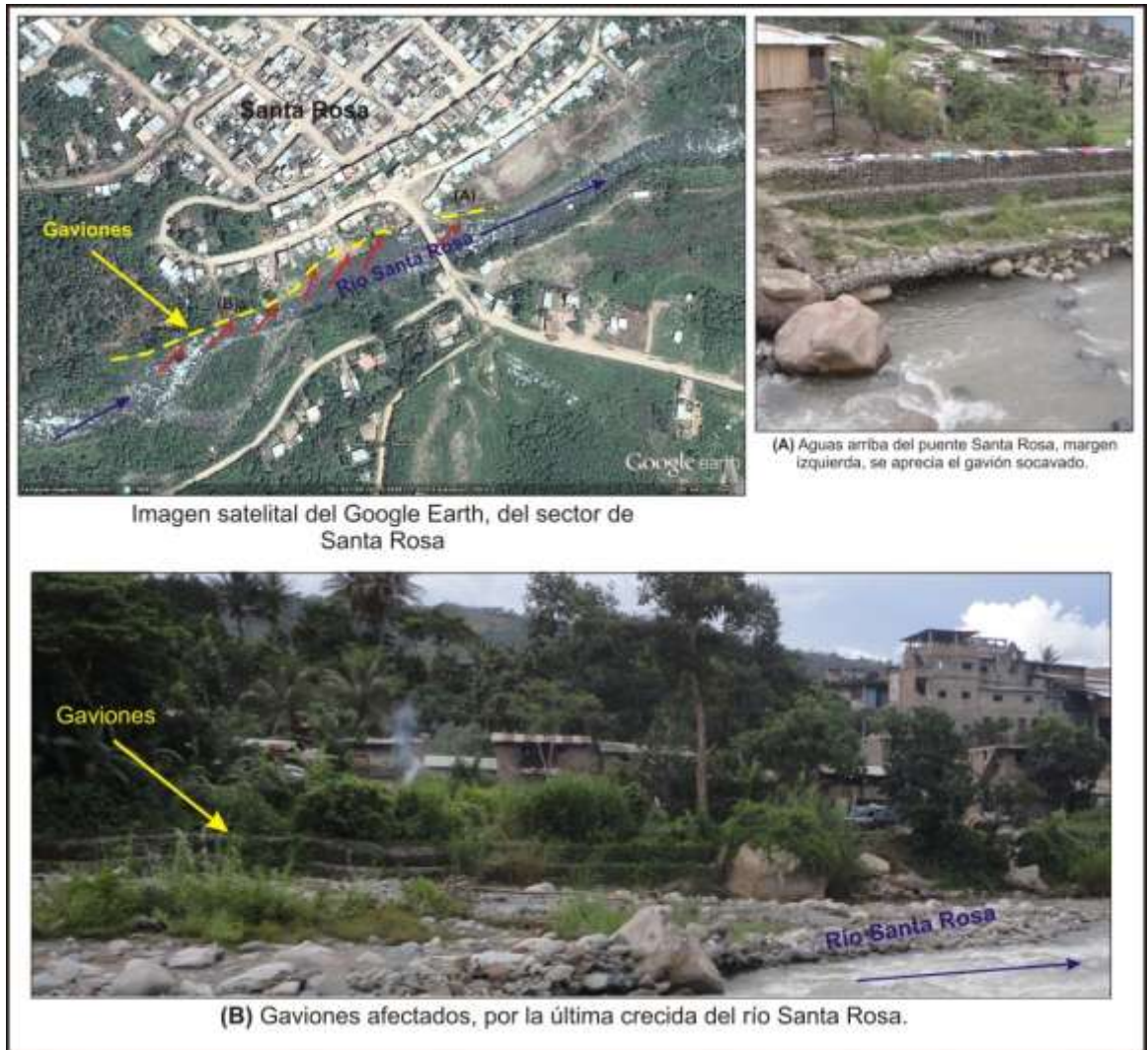


Figura 6.- Se muestra los gaviones afectados por la erosión fluvial.



Foto 7.- Se muestra las áreas inundadas por la margen izquierda del río Santa Rosa (Foto cortesía de la Municipalidad de Santa Rosa).



Imagen satelital del Google Earth, sector de Santa Rosa.



Margen derecha del río Santa Rosa colmatada por gravas, bolones y arenas.

Figura 7.- En su dinámica, el río está colmatado su margen derecha.

**SECTOR DE CATUTE:** Este sector se ubica en la margen derecha del río del mismo nombre. En el periodo lluvioso del 2011, fueron afectados tres viviendas y terrenos de cultivo de cacao y frutales (Fotos 8, 9 y Figura 8). Siendo nuevamente afectados en el periodo lluvioso del 2012.

El río Catute está migrando hacia su margen derecha, de continuar es muy probable que afecte a viviendas del sector de Catute y futuras área de expansión urbana<sup>1</sup>, por erosión fluvial (Figura 8).

<sup>1</sup> La zona de expansión urbana, fue manifestada por las autoridades que estuvieron en el momento de inspección de los trabajos de campo.



Foto 8



Fotos 8 y 9.- Se muestra las zonas erosionadas por el río Catute.

Se cartografió un movimiento en masa tipo **flujo de detritos hiperconcentrado (Huayco)** en la margen derecha del río Catute (Figura 8). Las causas del flujo se deben a la presencia de materiales formados por conglomerados inconsolidados (gravas con matriz areno – limosa); intensa deforestación del área, pendiente moderada de la ladera e intensas precipitaciones pluviales

El depósito generado por el huayco está conformado por gravas y escasos bloques en una matriz areno – limosa. Este fenómeno ha hecho migrar ligeramente al río Catute hacia la margen derecha.

El flujo del 2011, formó un cono de 40 m. aproximadamente. En este periodo lluvioso, el río Catute no se ha activado.





Imagen satelital del Google Earth, se muestra el sector de Catute y las área afectadas por erosión fluvial.



Sector de Catute, se muestra el área inundada y erosionada



Sector de enrocado, afectado por la erosión fluvial.

Figura 8.- Se muestra la zona afectada por la erosión fluvial del río Catute.

**SECTOR UNIÓN LUISIANA:** Sector localizado en la margen izquierda del río Apurímac, en una antigua terraza, ver Figura 9.

Las intensas precipitaciones registradas entre los meses de enero a marzo de 2012, provocaron la crecida excepcional del río, desbordándose e inundado el sector hasta en tres ocasiones, con alturas de hasta 0.80 m. Dañando 120 hectáreas de cultivos entre cacao, platanales y cítricos, cubriéndolas de sedimentos arenosos con alturas de hasta 0.30 m. Ver Figura 8.



Figura 9.- Terrenos de cultivo del sector de Unión Luciana que fueron afectados por inundaciones del 2012.

**SECTOR UNIÓN – MEJORADA:** Este sector se ubica en la margen izquierda del río Apurímac, sobre una terraza baja.

El 20 de febrero y 08 de marzo, se generaron lluvias extraordinarias que generaron inundación en este sector. Las aguas llegaron alcanzar hasta 1 metro de altura, dejando a su paso sedimentos finos (arenas y limos) cubriendo la terraza con alturas de hasta 0.5 m.

Otra de las causas de la inundación, es la colmatación del río Apurímac por la margen derecha, por lo que en este periodo lluvioso su acción se ha recargado hacia la margen izquierda.

La inundación afectó a terrenos de cultivo, como plantaciones de cacao y frutales (Figura 10). En total fueron afectadas 180 hectáreas.



Figura 10.- Se muestra el área afectada por la inundación fluvial, en el sector Unión – Mejorada.

### 5.1.2 DESLIZAMIENTOS Y DERRUMBES

Se ha identificado un *deslizamiento rotacional* en la margen derecha del río Santa Rosa, carretera Santa Rosa – Ranramayo (Figura 11). Se observa importante aporte de material suelto al cauce del río. Las causas de este deslizamiento son:

- Roca conformada por lutitas intercaladas con arenisca altamente meteorizada y saturada de agua.
- Corte de talud de carretera.
- Pendiente del terreno.
- Intensa deforestación.
- Erosión fluvial.
- Filtraciones de agua.

Por versiones de los lugareños, este deslizamiento se activó en el año 1988, el evento “arrimó” al río Santa Rosa hacia la margen izquierda, afectando tres (3) viviendas. En el año 2003, la construcción de la carretera Santa Rosa – Luisiana, reactivó el deslizamiento, condición que mantiene hasta en la actualidad.

El factor “detonante” que reactivó el deslizamiento, fue la intensa precipitación pluvial entre los meses de enero a febrero de 2012.

La escarpa principal del deslizamiento, tiene una longitud de 50 m y salto de 5 m. La distancia del pie del talud hacia la escarpa es de 130 m.

Está afectando a la carretera San Rosa – Ranramayo en un tramo de 150 m.



Figura 11.- Deslizamiento ubicado en la margen derecha del río Santa Rosa.

## 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). Esta acción pueden gestionarla con SENAMHI.

- 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.

En el ANEXO se presentan las medidas correctivas a realizar. Al respecto es importante recordar lo que decía Francis Bacon en 1620, que “para que la naturaleza nos obedezca, antes debemos respetarla”.

## **7. MANEJO DEL PROBLEMA**

En función del objetivo de esta evaluación, las alternativas de manejo que a continuación se exponen, están dirigidas esencialmente al manejo de los sectores críticos descritos.

En este Capítulo trataremos de plantear algunas soluciones a los problemas localizados en el área de estudio, teniendo en cuenta que se tienen que proteger las viviendas e infraestructura cercanas al cauce de los ríos Apurímac, Santa Rosa y Catute.

Las medidas que se proponen, están orientados a minimizar los desbordes, erosiones e inundaciones que ocurren en las márgenes de los ríos mencionados, así como recomendar medidas para estabilizar su cuenca media y superior. Este último con el propósito de estabilizar las laderas y disminuir sustancialmente el aporte de sedimentos finos y gruesos al cauce de los ríos. En el ANEXO se presentan los diagramas recomendados de algunas de las medidas de protección a nivel de cuenca y laderas.

Para la protección a nivel de cauce, se recomienda la construcción de gaviones, por su fácil construcción, no necesitan cimentaciones profundas, no requieren mano de obra calificada y resultan más económicas que las que emplean soluciones rígidas o semi rígida (relación vida útil vs. costo total favorables). En las Figuras 12, 13, 14, 15 y 16 tenemos ejemplos de estas estructuras que pueden ser usadas en las obras de defensa.



Figura 12



Figura 13



Figura 14



Figura 15



Figura 16



## CONCLUSIONES

1. El curso de los ríos Santa Rosa, Catute y Apurímac es de tipo **anastomosado**, que se caracteriza por colmatar sus cauces y por ello a migrar y tender a formar nuevos cauces. Este es el origen de las variaciones en la dirección de su curso (cauces) en el tiempo.
2. Las rocas que conforman las laderas son de la Formación Cabanillas, están compuestas por lutitas intercalaciones de areniscas, son de mala calidad geomecánica
3. La inundación fluvial del 2012, que afectaron los sectores de Luisiana y Unión Mejorada, fue producto de las lluvias excepcionales que se produjeron en las cuencas alta y media de los ríos. Estos terrenos se encuentran sobre una terraza baja.
4. La erosión fluvial fue producto de los cambios en la dinámica natural del río Apurímac, al estar colmatada la margen derecha, el río migró hacia la margen izquierda.
5. Es muy probable que en la próxima temporada de lluvias el río Santa Rosa, en el sector del Camal Municipal (aguas arriba del puente Santa Rosa), en la próxima temporada, migre hacia la margen izquierda, ya que la margen derecha esta colmatada.
6. El sector Santa Rosa, es susceptible a generarse erosiones fluviales, en época de avenida.
7. El factor desencadenante o “detonante” para la ocurrencia de erosiones fluviales e inundaciones, que afectaron la zona de estudio, fueron las intensas precipitaciones pluviales que se presentaron en el periodo lluvioso 2012.
8. El deslizamiento que se ubica en la margen derecha del río Santa Rosa, están aportando material suelto al cauce del río. Este se encuentra reactivado, como consecuencia de las precipitaciones intensas del periodo lluvioso reciente.
9. El río Catute, en las últimas crecidas del año 2012, ha afectado a terrenos de cultivo, y esta erosionado la futura área de expansión urbana.
10. El área de Unión Luisiana y Unión Mejorada, están ubicadas sobre una terraza baja inundables, formada por el río Apurímac. Las últimas crecidas del río Apurímac han inundados este sector, afectando cultivos de cacao y frutales.
11. El área de Santa Rosa se considera como zona de alta susceptibilidad a las erosiones fluviales e inundaciones considerándose en **PELIGRO INMINENTE**.

## RECOMENDACIONES

1. En el sector de Santa Rosa se debe reemplazar la defensa ribereña con gaviones y/o enrocados.
2. El cauce de los ríos Santa Rosa y Catute debe ser descolmado (con maquinaria pesada) después de cada temporada de lluvias.
3. No se debe permitir el crecimiento urbano en áreas aledañas al cauce de los ríos, considerado como zonas inundables.
4. Para estabilizar el deslizamiento ubicado en la carretera Santa Rosa – Ranramayo, se debe realizar canales de coronación, drenar los puquiales canalizándolos hacia quebradas cercanas.
5. Realizar un programa de forestación con la finalidad disminuir los procesos de movimientos en masa.
6. En la margen derecha del río Catute, se deben construir defensas ribereñas (gaviones o enrocados), a fin de proteger terrenos de cultivos y futuras áreas de expansión urbana.
7. En los sectores de Unión Luisiana y Unión Mejorada, se deben construir defensas ribereñas (enrocado), a fin de proteger las zonas agrícolas. Esto estará supeditado a un balance de costo/beneficio.
8. La Municipalidad de Santa Rosa, debe emprender un programa de comunicación con la población, para que tome conciencia de los peligros geológicos que se presentan en su comunidad.

## 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.

Díez –Herrero A., Laín-Huerta, L. & Llorente-Isidro, M. (2008) **Mapas de peligrosidad por avenidas e inundaciones. Guía metodológica para su elaboración**. Instituto Geológico y Minero de España.190. Pág.

IGME – Instituto Geológico y Minero de España (1985), Geología y Prevención de daños por inundaciones. ISBN 84-7474-324-9. 421 p

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.

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: Marzo 2012).

[http://www.geologia.uson.mx/academicos/grijalva/ambientesfluviales/sistemaderiosa\\_nastomosados.htm](http://www.geologia.uson.mx/academicos/grijalva/ambientesfluviales/sistemaderiosa_nastomosados.htm)

# **ANEXO**

## MEDIDAS CORRECTIVAS

### A) Para el sector de Santa Rosa

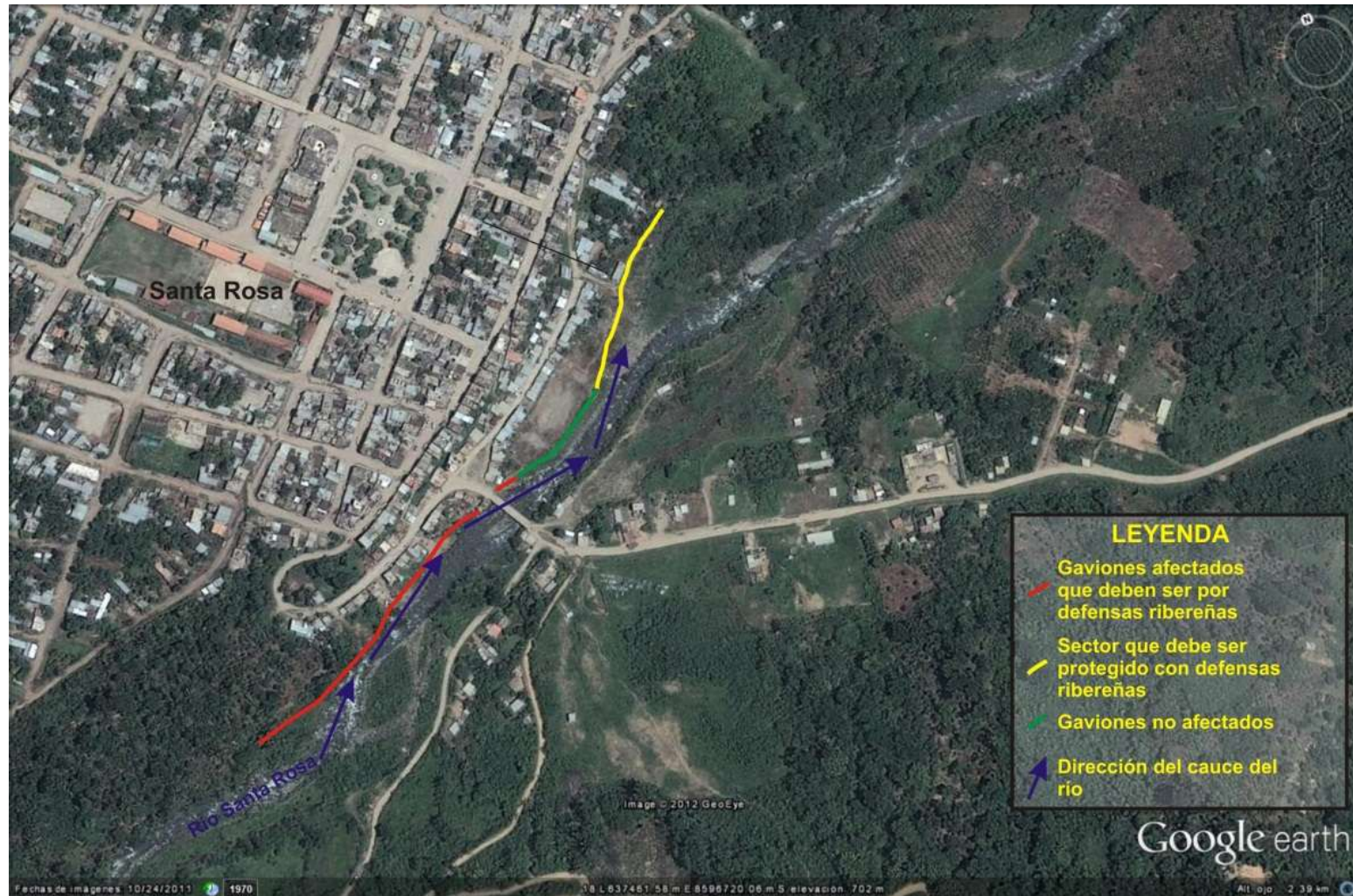


Figura 17.- Medidas correctivas para el sector de Santa Rosa: a) en rojo, los gaviones afectados que deben ser reparados; b) en amarillo, márgenes que se deben proteger con nuevos gaviones y c) en verde, se observan los gaviones que están funcionando en la actualidad y no han sido afectados.

B) Para el sector de Catute

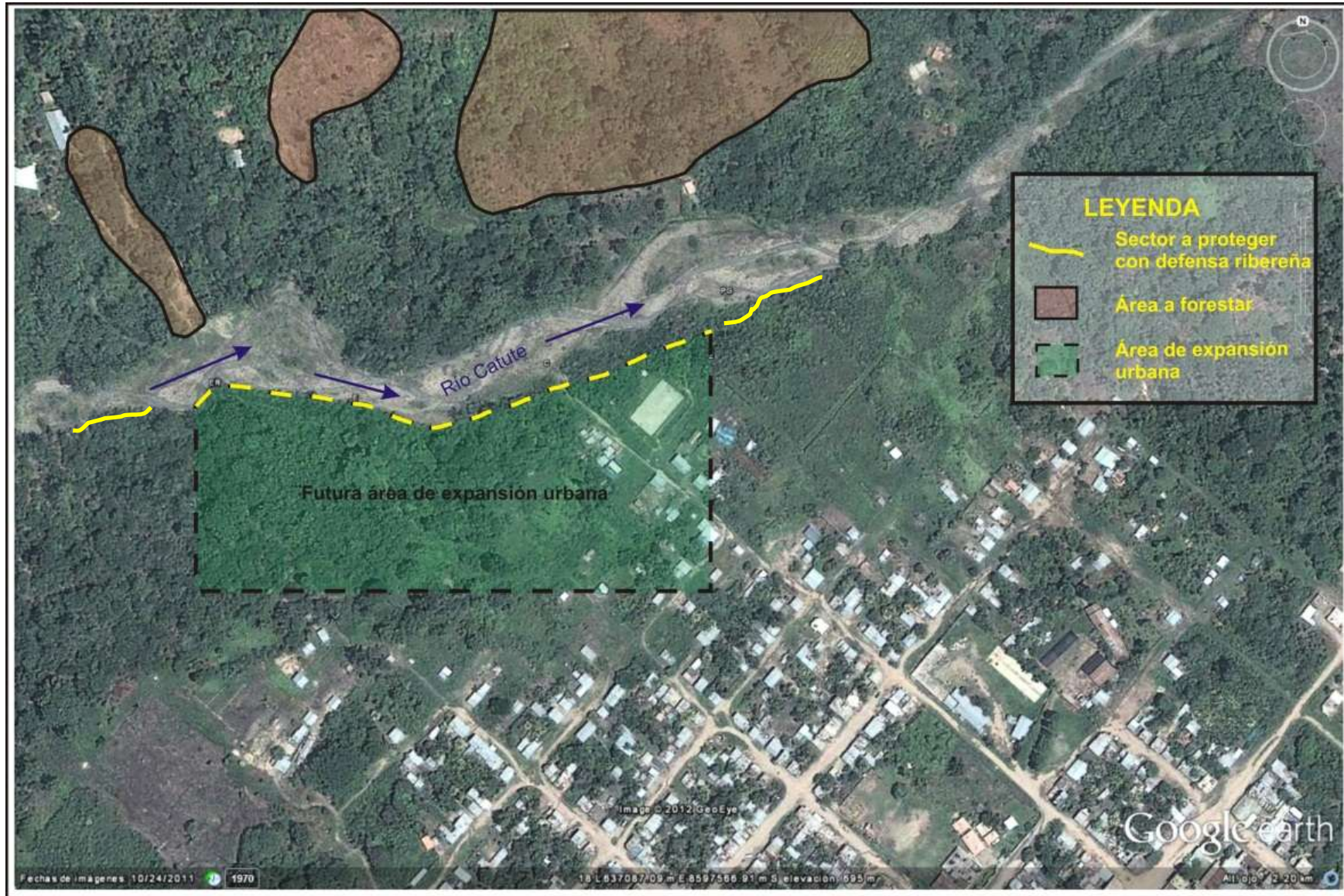


Figura 18.- Medidas correctivas para el sector de Catute.

C) Medidas correctivas para flujo de detritos (huaycos) y deforestación.

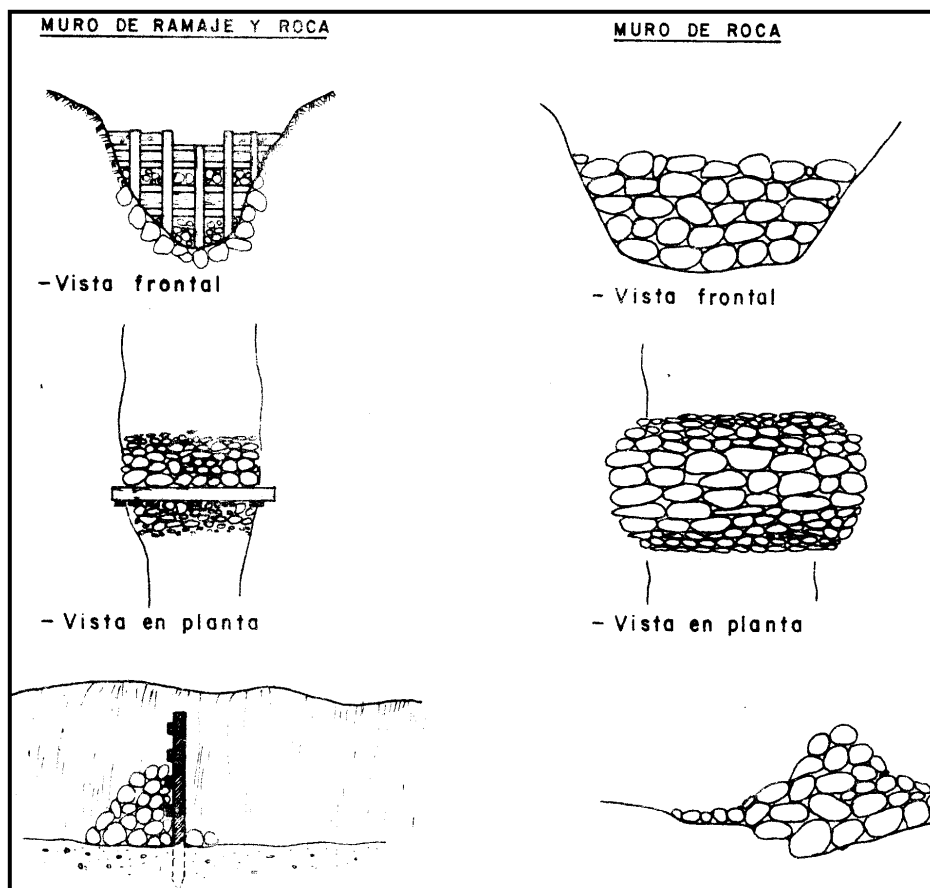
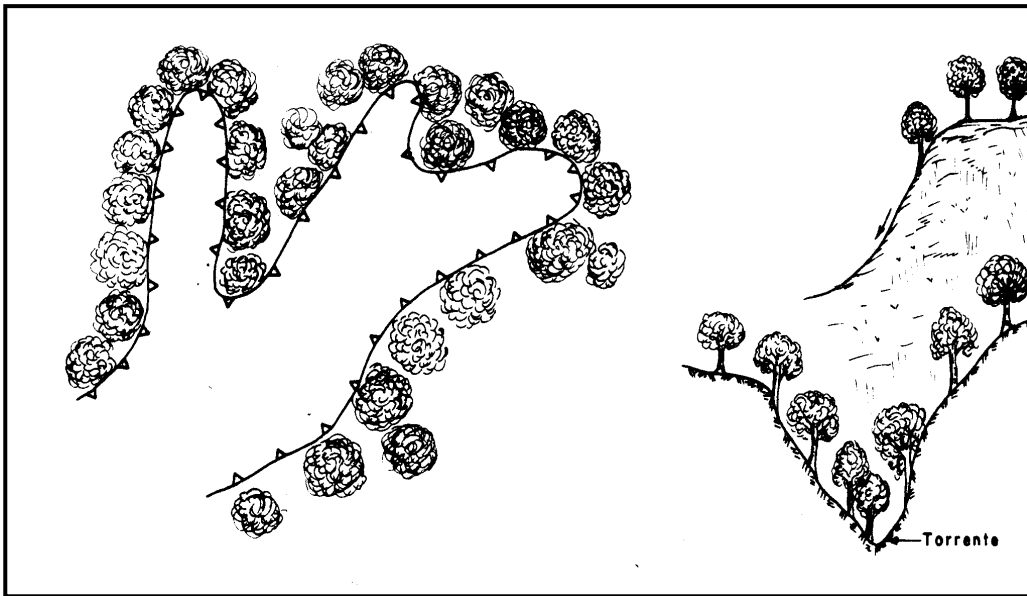


Figura 19.- Vista en perfil y en planta de los procesos de forestación en cabeceras y márgenes inestables

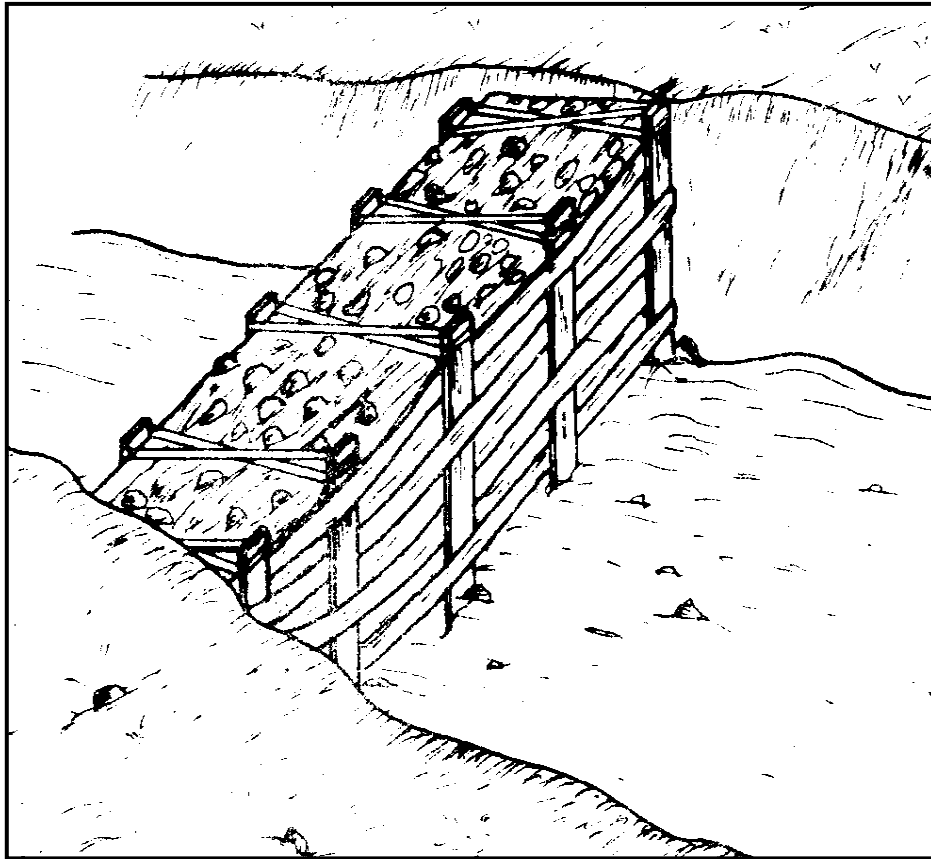


Figura 20.- Tipos de presas escalonadas para la protección de fondo de cárcavas y huaycos incipiente



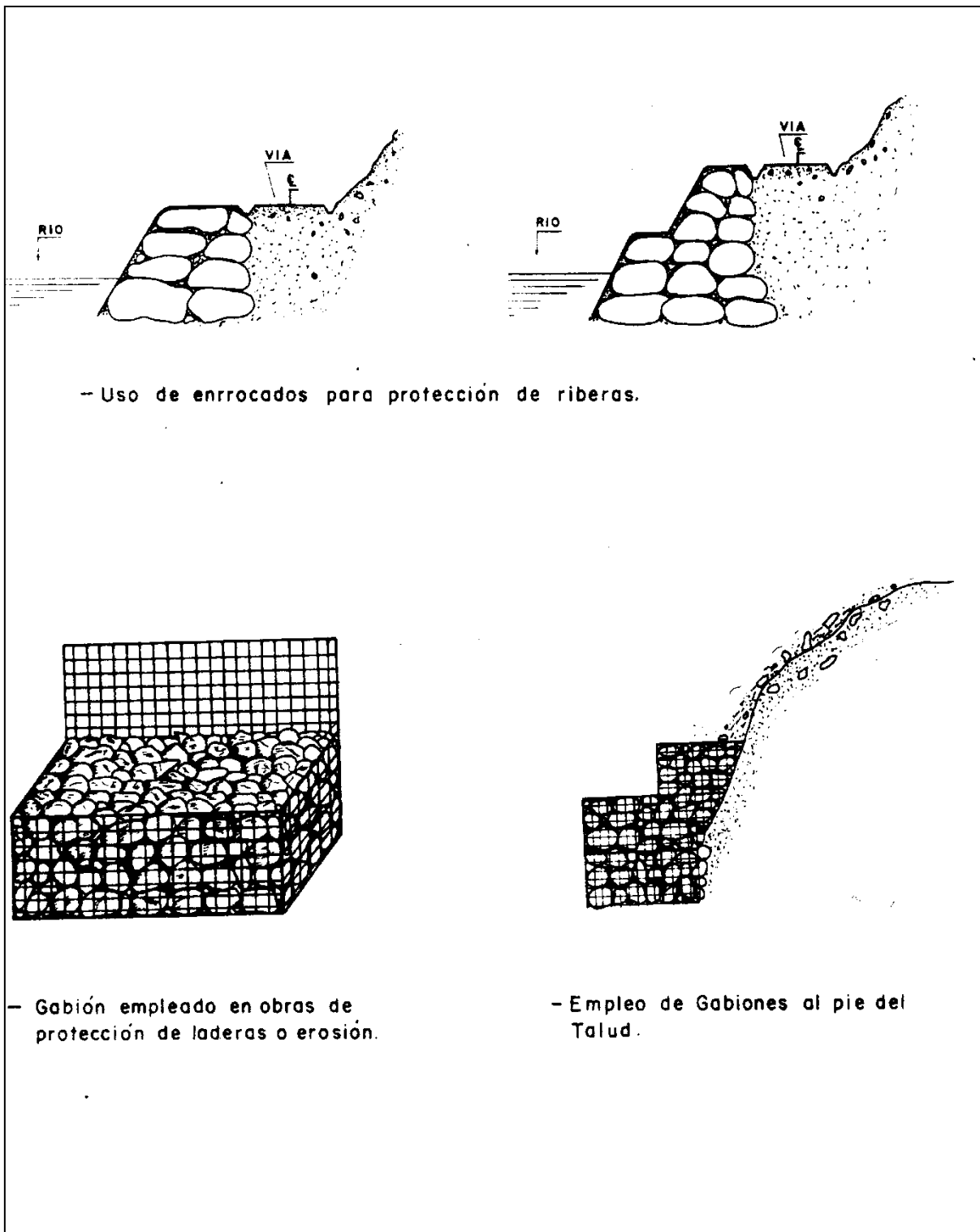


Figura 21: Construcción de gaviones y ubicación en el pie del talud