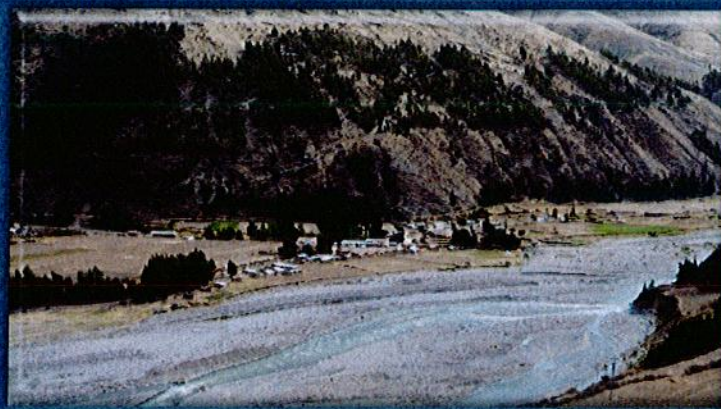


Informe Técnico N° A6648

# Inspección de Peligros Geológicos en los Sectores Ccapana y Markjopata

Distrito de Ccatcca, provincia de Quispicanchis, Región Cusco



POR:  
MANUEL VILCHEZ MATA  
NORMA SOSA SENTICALA

FEBRERO 2014

**INSPECCIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LOS SECTORES  
CCAPANA Y MARKJOPATA  
(DISTRITO DE CCATCCA, PROVINCIA DE QUISPICANCHIS, REGIÓN  
CUSCO)**

**CONTENIDO**

1.0	INTRODUCCIÓN	3
2.0	TRABAJOS ANTERIORES	3
3.0	ASPECTOS GENERALES	4
4.0	HIDROGRAFÍA	5
5.0	GEOLOGÍA	6
6.0	GEOMORFOLOGÍA	9
7.0	PELIGROS GEOLÓGICOS	11
7.1	Sector Markjopata	11
7.1.1	Inundaciones y erosión fluvial	12
7.1.2	Flujos de detritos	17
7.2	Sector Ccapana	19
7.2.1	Erosión fluvial	19
7.2.2	Deslizamiento rotacional	23
7.2.3	Flujo de detritos	27
8.0	ESTADO ACTUAL DEL ÁREA	30
9.0	CONCLUSIONES	31
10.0	RECOMENDACIONES	35
	BIBLIOGRAFÍA	

  
UNIVERSIDAD DE INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO DEPARTAMENTAL DEL CALLAO  
  
CIP. Mando Salomón Vilchez-Mota  
ING. GEOLOGO  
REG. N° 012187

## 1.0 INTRODUCCIÓN

El Sr. Graciano Mandura Crispin Alcalde de la Municipalidad Provincial de Quispicachis, mediante Oficio N° 065-A-MPQ-U-2013, de fecha 06 de febrero de 2013, se dirige al Presidente del Consejo Directivo del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), solicitando la evaluación técnica y elaboración de un informe técnico científico de los sectores de Ccapana y la Asociación Nueva Esperanza, del distrito de Ccatcca, afectados por las crecidas del río Mapacho. Es por estos motivos que el Director de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR) del INGEMMET, designó al Ing. Geólogo Manuel Vilchez Mata y la Bach. Norma Sosa Senticala, para que realice la inspección técnica por peligros geológicos en el sitio mencionado.

Los trabajos de campo, fueron coordinados con el Sr. José Francisco Montalvo C., Secretario Técnico de Defensa Civil de la Municipalidad distrital de Quispicanchis – Urcos y se realizaron el día 28 de mayo del 2013.

Este informe se pone en consideración de la Municipalidad Provincial de Quispicachis-Urcos de Cusco; y se basa en las observaciones de campo realizadas durante la inspección, interpretación de fotos aéreas e imágenes satelitales, relatos orales y versiones de los hechos sucedidos dados por los pobladores de la zona, así como de la información disponible de trabajos realizados anteriormente en el área de estudio.

## 2.0 TRABAJOS ANTERIORES

Existen trabajos previos realizados en la provincia de Quispicanchis-distrito de Ccatcca relacionados a temas de geología y geodinámica externa, de los cuales destacan las publicaciones hechas por INGEMMET:

- Boletín N° 25 serie A: Geología de los cuadrángulos de Ocongate y Sicuani. Carta geológica nacional (1973). Se describe la geología de la zona estudiada.
- Boletín N° 28 Serie C: Estudio de Riesgos Geológicos del Perú – franja N° 3. Geodinámica e ingeniería geológica (2003). Se determina en el mapa de zonas de peligros múltiples e infraestructura, que el valle del río Mapacho es considerado con riesgo moderado.
- Estimación del riesgo río Mapacho Zona Ccapana del distrito de Ccatcca. Trabajo realizado por Raul Quispe Escalante. ODN-GRC (2013). Se ubica las zonas inspeccionadas, se describen los peligros identificados y la vulnerabilidad, se calcula el riesgo y se emiten conclusiones y recomendaciones.

Estos trabajos de carácter técnico, en los cuales existe valiosa información geológica, de peligros por movimientos en masa y geohidrológicos, ha sido utilizada para la elaboración del presente informe.



Ing. CIP. Manuel Salomón Vilchez Mata  
ING. GEOLOGO  
Reg N° 01212

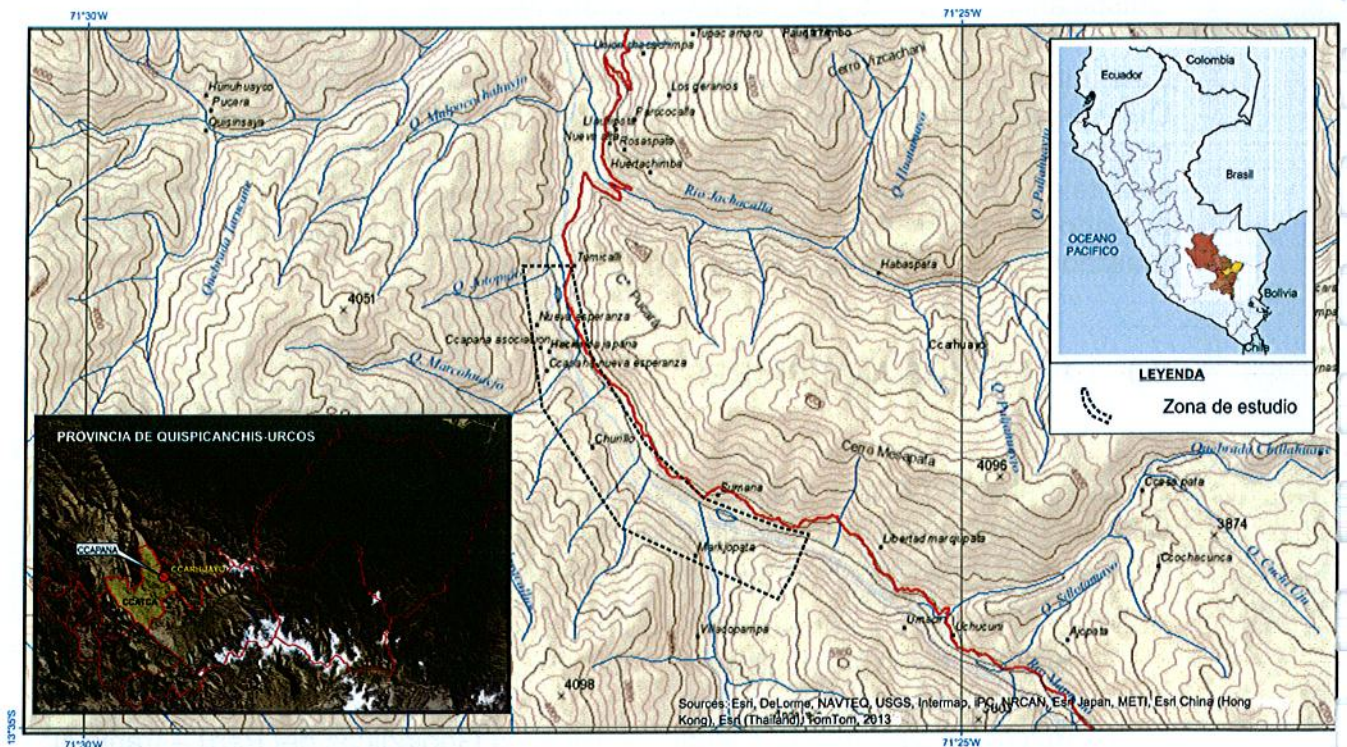
### 3.0 ASPECTOS GENERALES

Políticamente los sectores inspeccionados se ubican dentro del distrito de Ccatcca, provincia de Quispicanchis-Urcos, Región Cusco (Figura 1), cuyas coordenadas centrales UTM (WGS-84) son:

Markjopata	Norte: 8499019
	Este: 235765

Ccapana	Norte: 8500827
	Este: 234146

Estos poblados morfológicamente se encuentran dentro un valle interandino que corta la cordillera Oriental en dirección sureste noroeste, a una altitud de 3340 m.s.n.m.



**Figura 1.** Mapa de ubicación de las zonas inspeccionadas (sectores de Markjopata y Ccapana en el distrito de Ccatcca).

El acceso hacia la zona de estudio se realiza por vía terrestre desde Lima, utilizando la carretera Panamericana Sur hasta la Ciudad de Nazca, de ahí se desvía hacia el este y se continua por la vía asfaltada que pasa por las localidades de Puquio, Chahuanca, Abancay y Cusco. Desde el Cusco se continúa hacia las localidades de Saylla y Urcos, desde donde se toma la carretera transoceánica que conduce hacia Puerto Maldonado, a unos dos kilómetros antes de llegar al distrito de Ocongate, se desvía hacia la izquierda

por una trocha carrozable que va por la margen izquierda del río Mapacho el cual permite acceder hacia las localidades de Markjopata y Ccapana.

Otro acceso vía terrestre desde el Cusco, es utilizando la vía que conduce hacia Paucartambo, desde donde se desvía hacia el sur pasando por las localidades de Umamarca, Ccarhuayo y Ocongate, para de ahí tomar la trocha carrozable que permite acceder a la zona de estudio.

También se puede acceder desde Lima a la zona de trabajo por vía aérea hasta Cusco y desde ahí se sigue por los tramos carreteros descritos línea arriba.

Según el Servicio Nacional de Metrología e Hidrología (SENAMHI), en la zona estudiada la precipitación pluvial acumulada durante el periodo lluvioso normal (setiembre – mayo) es de 500 a 700 mm, y para el período de precipitación acumulado en el evento del fenómeno “El Niño” 1997/1998 fue de 600 mm.

#### 4.0 HIDROGRAFÍA

La red hidrográfica de la zona estudiada, tiene como curso principal al río Mapocho, el cual recibe aportes en sus cabeceras de las lagunas Ampatume, Singrenoccocha y Armaccocha, a través de los ríos Singrena, Totorenemayo, Pichimuro, Lauramarca, Paljamayo, y de otras tantas quebradas mas. El río Mapocho atraviesa la zona de estudio en dirección sureste-noroeste, luego toma una dirección norte-sur por unos dos kilómetros y recupera nuevamente su dirección inicial sureste-noroeste.

El río Mapocho, adopta el nombre de río Paucartambo a la altura del poblado de Paucartambo, para luego ser denominado río Yavero, este confluye por su margen izquierda al río Urubamba, este a su vez en el río Vilcanota, el cual finalmente aporta sus aguas al río Amazonas.

Los afluentes que alimentan la red hidrográfica del río Mapocho en la zona evaluada esta conformada por el río Ccatca, las quebradas Markjohuayjo y Jotopujo, otras torrenteras y quebradas de menor dimensión las cuales solo se activan esporádicamente en periodos de lluvia. El río Mapocho en este tramo tiene una pendiente promedio de 0,9° (2%), con un ancho que varía de 77 m a 317 m.

 **CONSEJO DE INGENIEROS DEL PERU**  
**CONSEJO DEPARTAMENTAL DEL CALLAO**  
  
**Ing° CIP. Manuel Salomón Vilchez Matz**  
**ING. GEÓLOGO**  
**Reg. N° 01210**

## 5.0 GEOLOGÍA

A nivel regional, en la zona de estudio afloran rocas de origen sedimentario y metamórfico (Paleozoico) al Neogeno (Holoceno). La base de la secuencia está conformada por el Grupo Sandia, encima se tiene a la Formación Ananea y el Grupo Cabanillas, además de los depósitos resultantes de la acumulación fluvial y coluvio-deluvial (Figura 2).

Se presenta a continuación de manera resumida una descripción de las principales formaciones geológicas que afloran en los sectores de Ccapana y Markjopata.

### A. PALEOZOICO

**Formación Sandia:** Secuencia que presenta cierto grado de metamorfismo, se encuentra conformado por cuarcitas y metarenitas, lutitas, pizarras con nódulos calcáreos, en estratos delgados a gruesos con estratificación sesgada, con estructuras de ripple marks y laminaciones paralelas. Se le atribuye una edad Ordovícico superior. Se considera una roca de resistencia media por la presencia de niveles de cuarcitas.

**Formación Ananea:** Conformado por una secuencia de lutitas y limolitas grises finamente laminadas, intercaladas con areniscas lenticulares, esporádicamente también pizarras negras. Se le atribuye una edad Siluro-Devoniana. Se considera a esta secuencia como rocas de mala calidad, fracturadas, muy deleznable que se rompen fácilmente.

**Grupo Cabanillas:** Conformado por una intercalación de areniscas y lutitas micáceas en estratos medianos a delgados, con slumps de areniscas, diamictitas y bioturbación. Se le atribuye a la secuencia una edad Devoniana. Se considera una secuencia de rocas de mala calidad, muy fracturada y deleznable.

### B. CENOZOICO-NEÓGENO

Se reúne dentro de esta categoría a todos los depósitos que tienen poca o nula consolidación, acumulados durante el Holoceno a lo largo de vertientes y valles; así se tienen:

#### **Depósitos coluvio-deluviales (Qh-co, de)**

Conformado por la acumulación de material, que provienen del movimiento ladera abajo de materiales sueltos, por efectos de la gravedad (derrumbes, deslizamientos) o por acumulaciones del material lavado por escorrentía superficial no canalizada. Constituido por material generalmente grueso, heterométricos y heterogéneos, mezclados con material fino de limo, arenas y arcillas como matriz.

### **Depósitos aluviales (Qh-al)**

Se considera dentro de este grupo a los materiales que conforman las terrazas de ríos y quebradas, que en muchos de los casos es difícil de representar gráficamente en los mapas por efectos de escala.

Los depósitos de terrazas pueden presentar cierto grado de consolidación y están sujetos a procesos de erosión fluvial. Conformados por mezclas de bolos, gravas, arenas y limos, con formas redondeadas a subredondeadas, dependiendo de las distancias que han sido transportadas.

### **Depósitos fluviales (Qh-flu)**

Se considera dentro de esta clase, al material que es constantemente movilizado por las aguas de los ríos, conformado por bolos, arenas, gravas y limos, que no presentan consolidación.

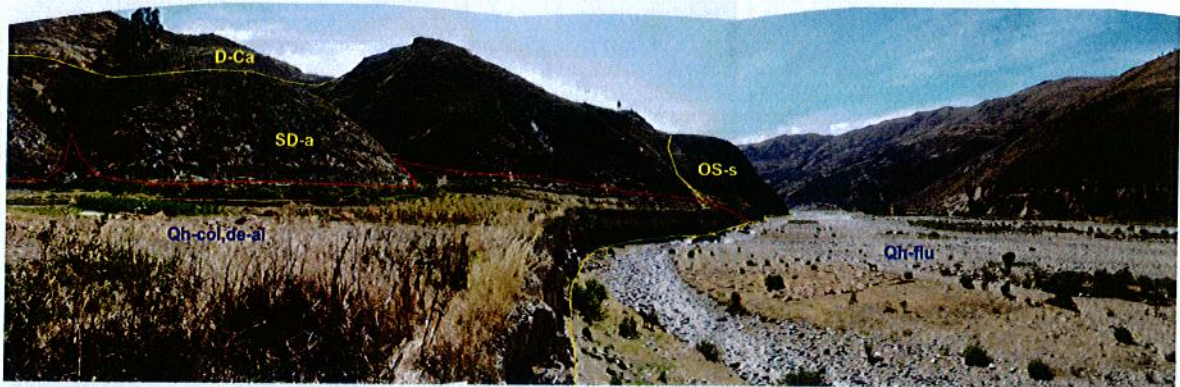


Foto 1: Vista al norte, donde se han trazados los límites aproximados de las formaciones que afloran en el sector de Ccapana, Formación Sandia (OS-s), Formación Ananea (SD-a), Grupo Cabanillas (D-ca), depósitos coluvio-deluviales con fluviales (Qh-col,de-al) y depósitos fluviales (Qh-flu).

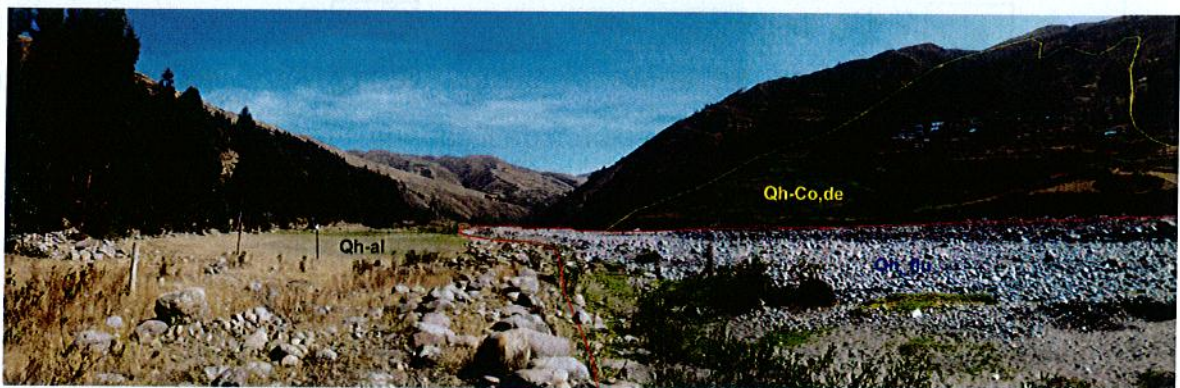


Foto 2: Depósitos inconsolidados de tipo aluvial (Qh-al), que se encuentra conformando terrazas aluviales, depósitos fluviales (Qh-flu) que forman el lecho del río y son sometidos a constante transporte; y depósitos coluvio-deluviales (Qh-co,de), que conforma piedemontes.

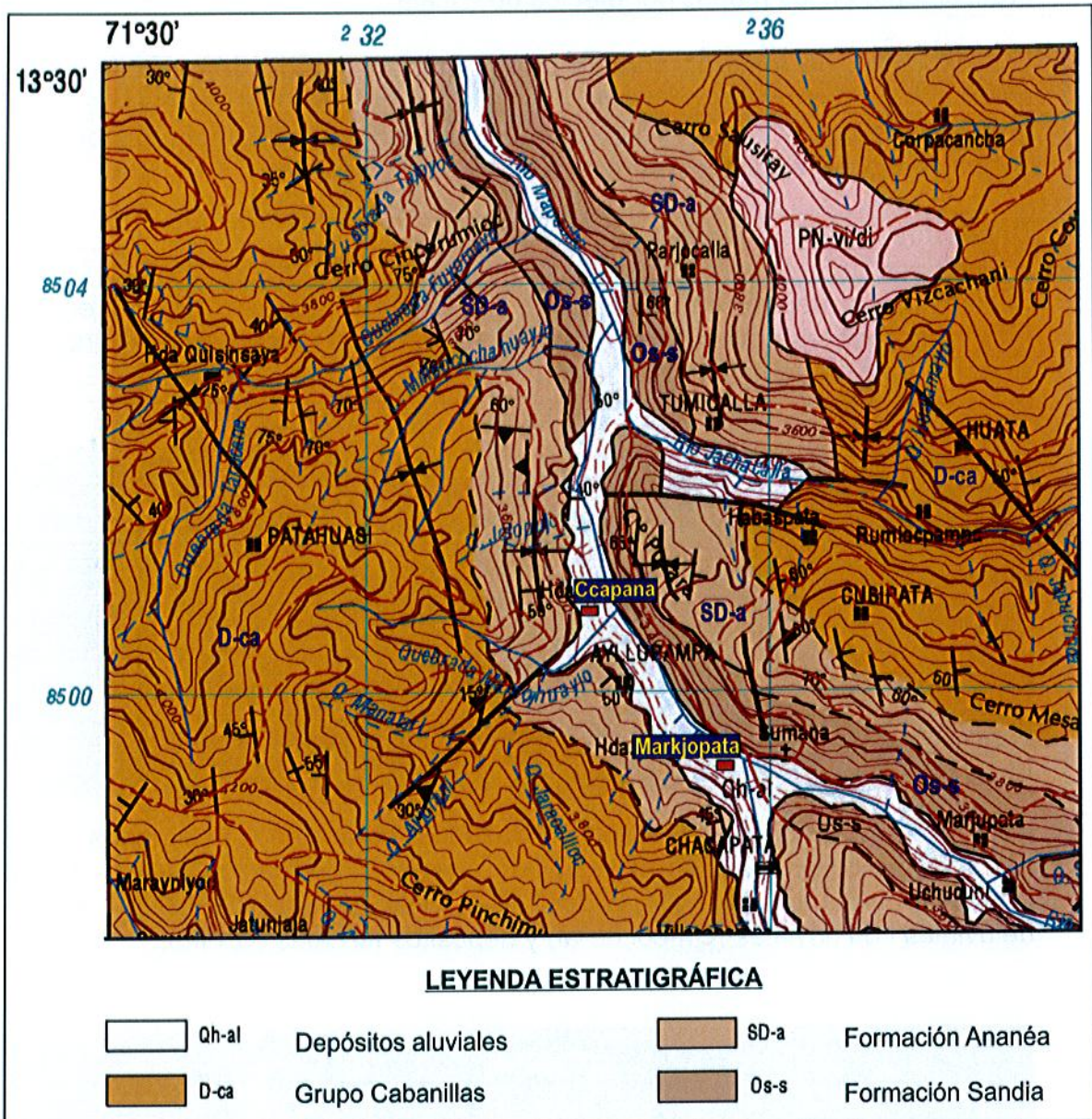


Figura 2: Mapa geológico de los sectores de Ccapana y Markjopata.



## 6.0 GEOMORFOLOGÍA

En los sectores inspeccionados se han identificado las siguientes geoformas:

### ***Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional***

#### Relieve montañoso en rocas sedimentarias y metamórficas (RME-rsm)

Amplia zona de distribución de relieve en el sector de Ccapana y Markjopata (Foto 1), expuesta en ambos márgenes del río Mapocho, que conforman los cerros Pichimuro y Luychomojo por la margen izquierda, y cerros Pucará y Mesapata a la margen derecha. Incluyen laderas de montañas, cuya asociación litológica es principalmente sedimentaria, con presencia de rocas metamórficas (pizarras) de los Grupos Sandia y las Formaciones Ananea y Cabanillas. Geoformas que alcanzan alturas mayores a los 300 m respecto al nivel de base local (fondo de valle del río Mapocho). Sus pendientes varían desde moderadas a fuertes en algunos sectores el terreno es muy escarpado.

Geodinámicamente se asocian a ocurrencias de caída de rocas, derrumbes, deslizamientos, erosión de laderas y flujo de detritos (huaicos).

### ***Subunidades de acumulación***

#### Valle fluvial (V)

Se consideran dentro de esta subunidad, a los terrenos planos de ancho variable, ubicados en el cauce o en la llanura de inundación del río Mapocho (Foto 3).

El río Mapocho presenta en la zona evaluada un valle amplio, de ancho variable, al parecer controlado por la presencia de afloramientos de roca de diferente competencia, se tienen estratos de mayor dureza, como de las cuarcitas de la Formación Sandia; lo que hace que se presenten tramos del valle más estrechos. Así se tiene que a la altura del poblado de Libertad Marjupata el cauce se estrecha hasta un ancho de 77 m, luego se abre agua abajo hasta los 185 m de ancho, se estrecha nuevamente a la entrada del poblado de Markjopata hasta los 105 m; a la altura de la entrada de Ccapana se abre nuevamente hasta los 220 m; alcanza un ancho máximo de 317 m en el sector donde terminan los terrenos de cultivo de Ccapana, para nuevamente estrecharse hasta los 140 m. Sub unidad asociada a procesos de erosión e inundación fluvial.



Ing.º CIP. Manuel Salomón Vilchez Mata  
ING. GEOLOGO  
Reg. N.º 01217



Foto 3: Vista aguas arriba de valle del río Mapocho, con su cauce ancho anastomosado, laderas de fuerte pendiente. En la vista se señala la ubicación del poblado de Ccapana.

Abanicos proluviales (Ap)

Conos y abanicos con ligera pendiente hacia el valle, desde suave ( $2^{\circ}$ ) hasta moderadas ( $10^{\circ}$ - $15^{\circ}$ ), formados por acumulaciones en la desembocadura de quebradas o río tributarios. Están compuestos por depósitos de detritos clásticos de tamaños variados (foto 1).

Pueden generar el represamiento de valles o desviaciones de cursos fluviales, controlando la morfología de un valle. Originados por eventos individuales de diferente magnitud, muestran depósitos de extensiones y altura variable, así como ligera pendiente hacia el valle, confundiendo en algunos casos con terrazas aluviales. Sus principales exposiciones se pueden apreciar en la desembocadura de la quebrada Marcohuayjo, Sillotamayo y otras torrenteras de corto recorrido que se activan estacionalmente.

Están asociados a flujos de detritos (huaicos) periódicos y excepcionales, y proceso de erosión de laderas.

Piedemontes coluvio-deluviales (P-co, de)

Corresponde a las acumulaciones de laderas originadas por procesos de movimientos en masa (deslizamientos, derrumbes, caídas de rocas, avalanchas de rocas y/o movimientos complejos), así como también por la acumulación de material fino y detrítico, caídos o lavados por escorrentía superficial, los cuales se acumulan sucesivamente al pie de laderas. Generalmente son gravas y bloques cuya composición litológica es heterogénea; son depósitos de corto recorrido, relacionados a laderas superiores adyacentes, su morfología es esencialmente convexa y su disposición semicircular a alargada en relación a la zona de arranque o

despegue del movimiento en masa (foto 2). Asociada a procesos de tipo deslizamientos, derrumbes y flujos no canalizados.

#### Terrazas (T)

Planicies adyacentes a la llanura de inundación principal de un río, diferenciables a escala de trabajo. Pendiente suave entre 1° y 2°, localizadas principalmente hacia la margen izquierda del río Mapocho, de ancho variable, su extensión está limitada al valle (fotos 1 y 2).

Geodinámicamente se asocian a procesos de erosión fluvial en las márgenes de ríos por socavamiento, con generación de derrumbes, áreas con ocurrencia de inundaciones y flujos de detritos.

## **7.0 PELIGROS GEOLÓGICOS**

Los peligros geológicos reconocidos en las zonas inspeccionadas, corresponden a los de tipo movimientos en masa (flujo de detritos y deslizamientos) (PMA:GCA, 2007) y geohidrológicos (inundación y erosión fluvial). El proceso de modelamiento de terreno, así como la incisión del curso del río Mapocho en la Cordillera de los Andes y sus demás afluentes, conllevaron a la generación de diversos movimientos en masa, que movilizaron cantidades variables de materiales desde las laderas hacia el curso del valle y los deposita a manera de pie de montes.

Durante los trabajos de campo, fue posible identificar movimientos del terreno en los sectores inspeccionados, encontrándose zonas de arranque de deslizamientos de tipo rotacional y flujos de detritos (huaicos).

Estos movimientos en masa, tienen como causas factores intrínsecos (como puede ser la geometría del terreno, el tipo de suelos, el drenaje superficial-subterráneo y la cobertura vegetal), combinados con factores extrínsecos (construcción de viviendas en zonas no adecuadas, carreteras, canales, tala de árboles, etc.). El "detonante" de estos eventos son las precipitaciones pluviales que caen en la zona y en las cabeceras de la cuenca del río Mapocho.

A continuación se presenta una breve descripción de los movimientos en masa y pligros geohidrológicos identificados en diferentes sectores inspeccionados, para poder tener una visión más clara de lo que viene ocurriendo.

### **7.1 Sector de Markjopata**

La comunidad campesina Markjopata, se encuentra a una distancia de 8 km al noroeste desde el desvío en la Carretera Interoceánica, en coordenadas UTM-WGS84, 8499007 N y 235777 E. Los peligros identificados son del tipo geohidrológicos (inundación fluvial y erosión fluvial) y movimientos en masa (flujos de detritos, comúnmente conocidos como huaycos) (Mapa 1).



Ing. CIP. Manuel Salomón Vilchez Mata  
ING. GEOLOGO  
Reg. N° 01210

### **7.1.1 Inundaciones y erosión fluvial**

#### **Descripción del área**

La comunidad campesina Markjopata se encuentra localizada en la confluencia del río Catca y río Mapocho (margen izquierda), ocupa una terraza fluvial depositada por ambos ríos, que alcanza una altura de 1,0 m a 1,5 m,. Esta terraza está conformada por materiales aluviales (gravo-areno limosos), con mezclas de materiales coluviales gravo-limosos que se depositan al pie de las laderas. Aquí se han construido las viviendas y la infraestructura básica de la comunidad, así como también es usada como terreno de cultivo, donde se desarrollan actividades agrícolas que les permite obtener ingresos económicos a las familias de la zona.

La configuración geomorfológica es de un valle interandino (río Mapocho), con un curso principal que se abre paso entre secuencia de rocas cuarcíticas, lutitas, pizarras, limolitas y areniscas, donde la pendiente de sus vertientes pueden alcanzar los 30°, con un afluente principal (Río Ccatca) por el cual discurren también caudales importantes de agua.

El ancho de valle del río Mapocho es variable, en la zona evaluada tiene un ancho máximo de 317 m y un mínimo de 77 m, controlado por la presencia de afloramientos de cuarcitas (Formación Sandia).

#### **Descripción del evento**

A consecuencia de las fuertes precipitaciones pluviales (periódicas y excepcionales) que caen en las cabeceras del río Mapocho, su caudal, su capacidad erosiva y de carga de sedimentos aumenta; esto aunado a la configuración geomorfológica del valle que se estrecha y ensancha por sectores, provoca la depositación de la carga sólida que acarrea, ocasionando la colmatación del cauce. Esta colmatación favorece los procesos erosivos y de inundación de las terrazas fluviales, ya que el curso del río puede divagar y pegarse hacia estas zonas. El tramo afectado por erosión fluvial en el sector de Markjopata es de 1,3 km (fotos 4 al 7).

Por otro lado, el río Catca afluente del río Mapocho por su margen izquierda, también ve incrementado su caudal de agua en periodos lluviosos, produciéndose procesos de erosión fluvial en ambas márgenes, que afectan principalmente la terraza localizada en la margen izquierda cerca a la confluencia, aquí se asienta parte de las viviendas del poblado de Markjopata. El río Catca tiene un ancho máximo de 130 m y se estrecha hasta los 17 m a la altura del puente vehicular que permite el acceso hacia Ccapana, por lo que un aumento de caudal favorece la erosión aguas arriba (fotos 8 a la 12).

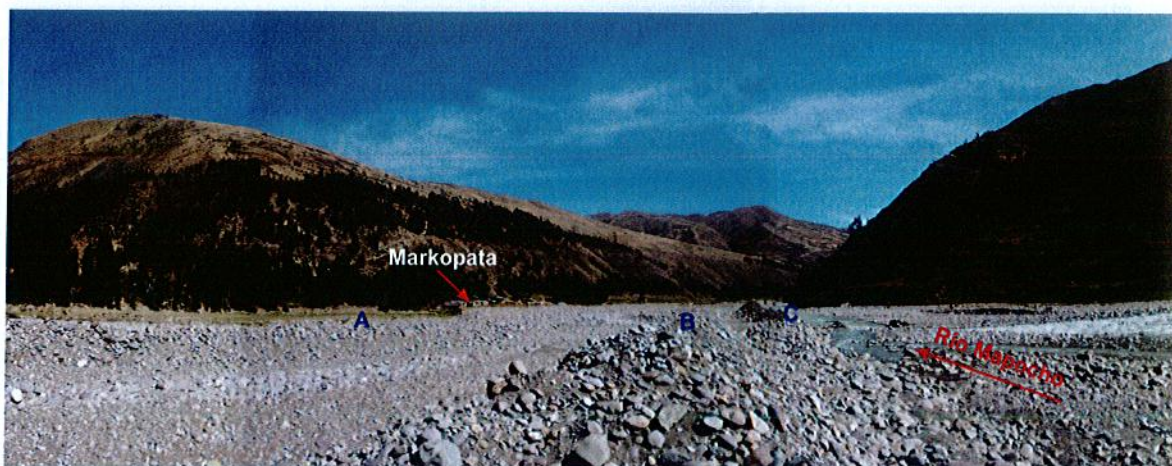


Foto 4: Vista aguas abajo del río Mapacho, donde se han señalado las defensas rivereñas existentes, conformadas con el arrimado de material fluvial (A, B y C) y el poblado de Markopata.



Foto 5: Vista aguas arriba del río Mapacho es posible ver las defensas rivereñas colocadas en una longitud de aproximadamente 750 m.

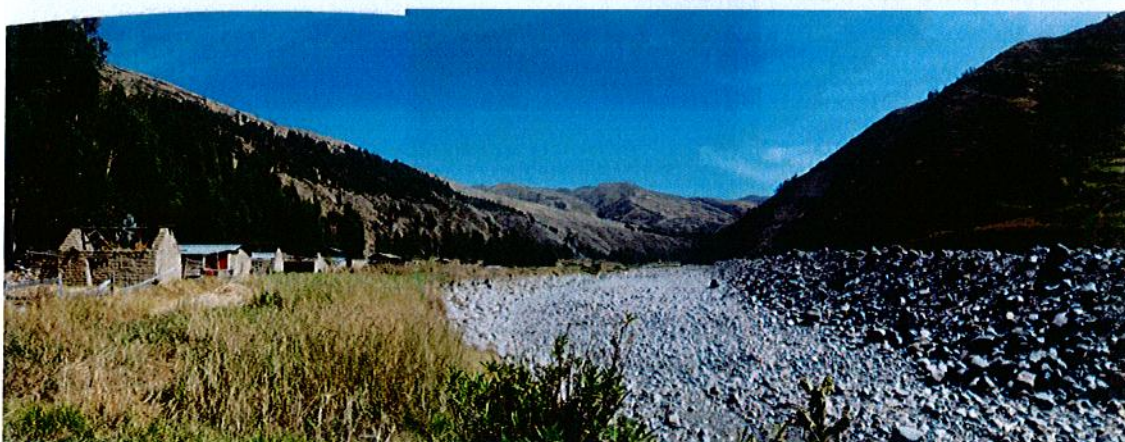


Foto 6: Imagen del sector de Markjopata donde es posible observar la zona erosionada por el río Mapacho; se realizaron trabajos de arrimado de material para proteger las viviendas y los cultivos localizados en la terraza fluvial.

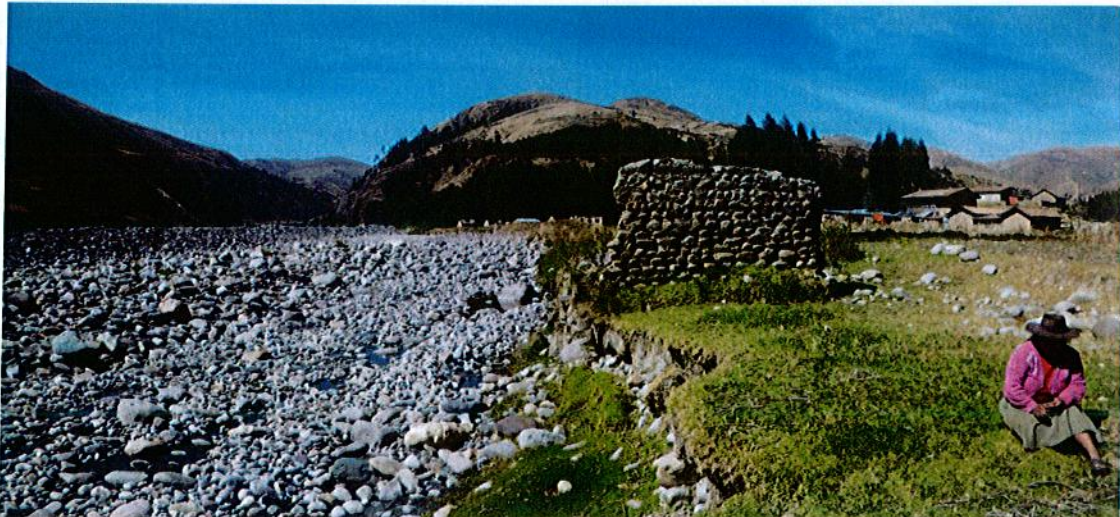


Foto 7: Zona de erosión que afecto terreno de cultivos en la margen izquierda del río Mapocho, sector de Markjopata.

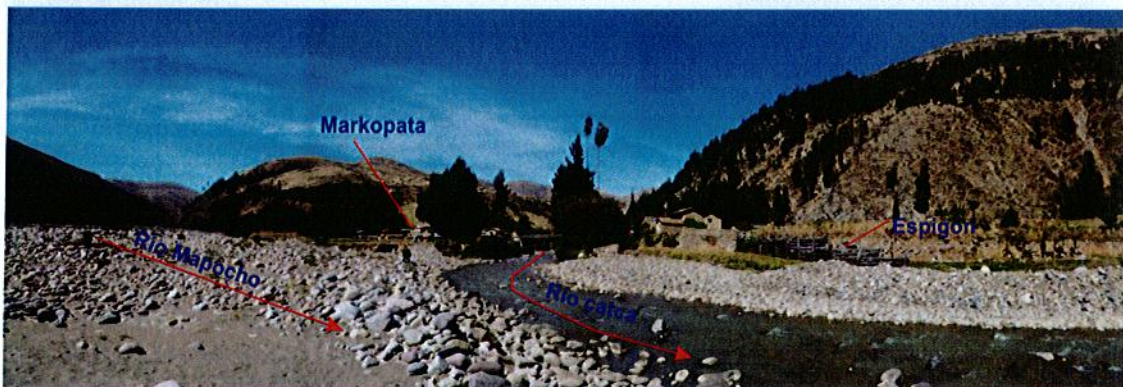


Foto 8: Confluencia del río Catca en el río Mapocho, se señala también la ubicación del poblado de Markjopata y de los espigones hechos con troncos, colocados para controlar la erosión.

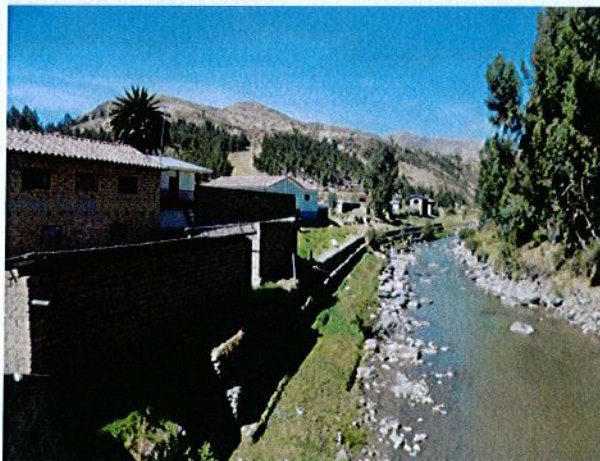


Foto 9: Vista aguas arriba desde el puente vehicular de Markjopata donde se puede observar los muros de gaviones colocados en la margen derecha del río Catca para controlar la erosión.

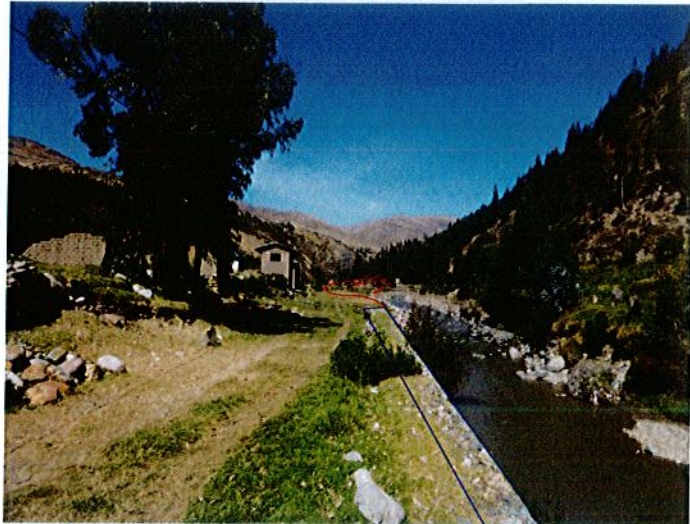


Foto 10: Otra vista aguas arriba donde se puede observar el final del muro de gaviones (línea azul) y el ensanchamiento de la zona erosiva por detrás de esta (línea roja).

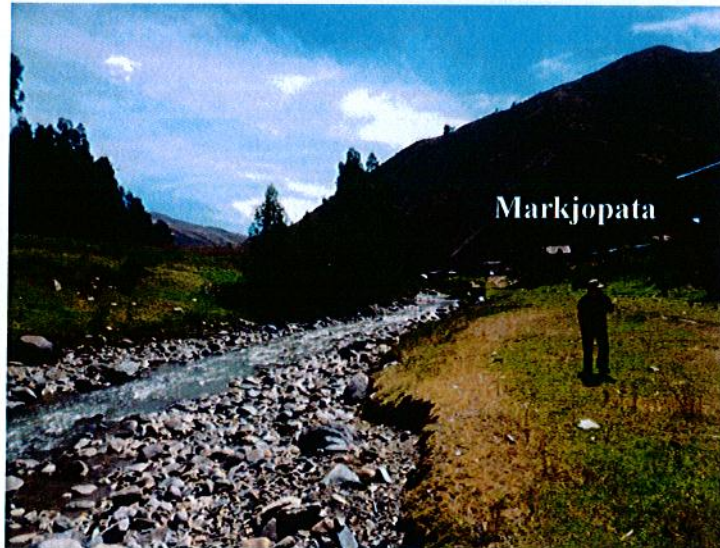


Foto 11: Vista aguas abajo donde es posible observar la margen derecha del río Catca sin muro de gaviones.

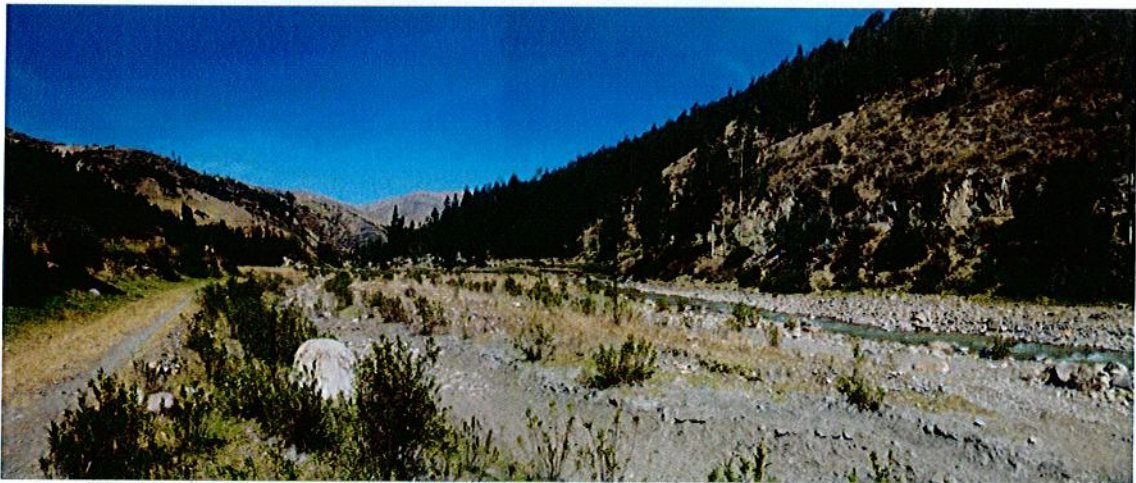


Foto 12: Vista agua arriba del valle del río Catca, donde se puede observar la zona afectada por erosión fluvial detrás del muro de Gaviones.

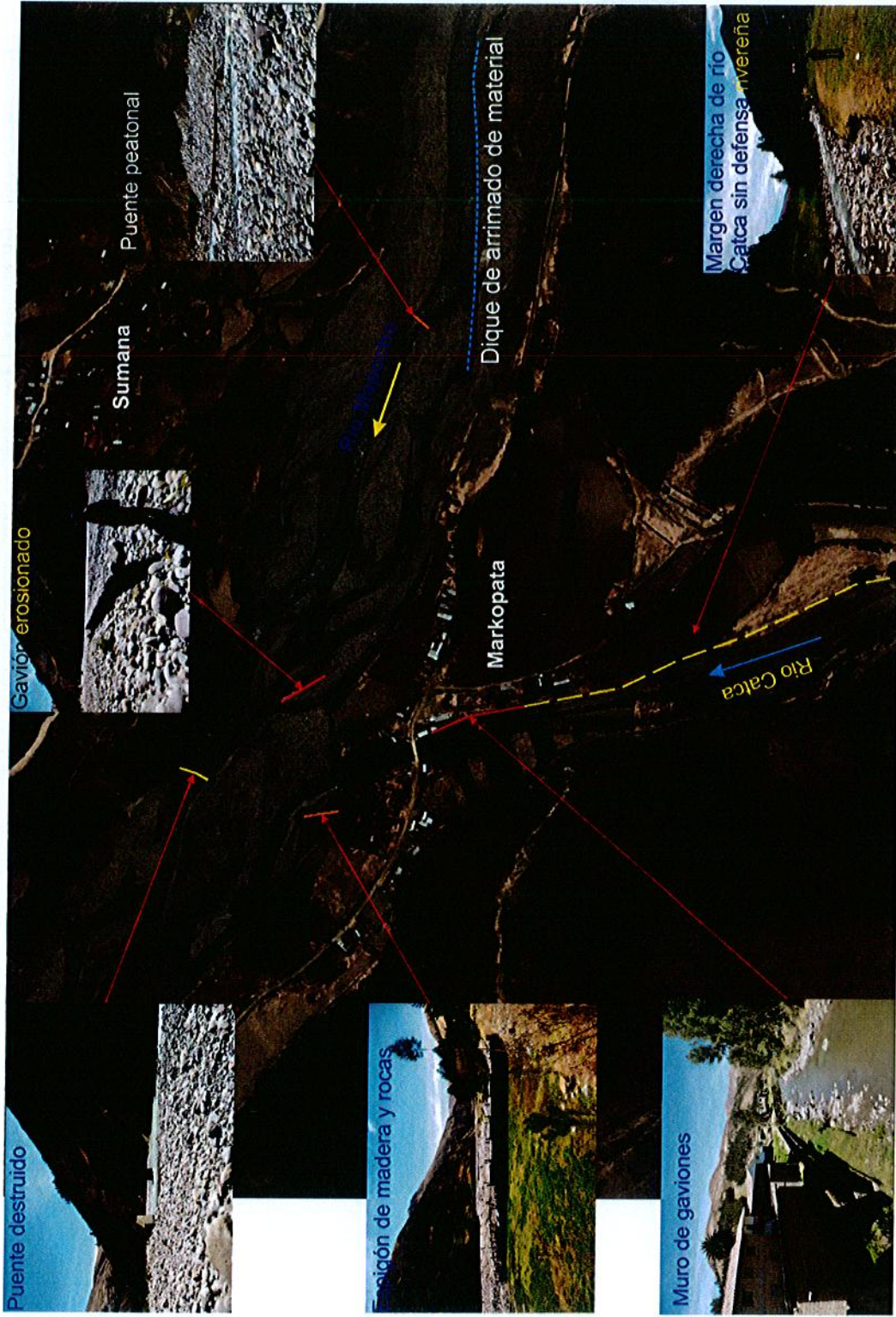


Figura 3: Imagen Google Earth, donde se señalan las zonas erosionadas, las obras realizadas para controlar el proceso de erosión, así como las zonas donde deberían de implementarse o ampliarse los trabajos de defensa riverseña.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIEROS DEL PERU  
 CONSEJO DEPARTAMENTAL DEL CALLAO  
 Ing. CIP. Manuel Salomón Vilchez Mata  
 ING. GEOLOGO  
 Reg. N° 01212



### **7.1.2: Flujos de detritos (huaicos)**

#### **Descripción del área**

En la actualidad existen aproximadamente 33 viviendas construidas en las terrazas aluviales y el abanico proluvio-aluvial depositados por los ríos Mapocho y Catca (foto 13).

El material de los depósitos de flujos antiguos (abanico proluvial) están compuesto por bloques de roca mayores a 0,5 m de diámetro, grava y arena soportados en matriz de limos. Los bloques y detritos corresponden a rocas de diferente naturaleza.

Los materiales que conforman el abanico, provienen de la intensa actividad geodinámica que se tiene en las márgenes de la cuenca media – alta del río Catca, encontrándose allí cicatrices de deslizamientos antiguo, deslizamientos activos, derrumbes y procesos de erosión de laderas.

#### **Descripción del evento**

Las características morfológicas del río Catca, que presenta vertientes con pendientes moderadas a fuertes, en rocas de tipo lutitas, pizarras y arenicas, así como los depósitos de flujos antiguos encontrados en la desembocadura del río y la presencia de movimientos en masa en la cuenca superior, hace suponer que es posible que se generen nuevos huaycos que puedan comprometer la seguridad física de las viviendas, cultivos y pobladores de Markjopata.

Una fuerte precipitación pluvial puede constituirse en el detonante de un nuevo huaico que discurrirá por el cauce del río Catca (Fotos 5, 10 y 11).

#### **Causas**

##### *Factores de sitio:*

- Pendiente del terreno
- Configuración geomorfológica del área (valle interandino con anchos variables)
- Características litológicas del área (afloramiento de roca de diferente competencia).
- Naturaleza del suelo: Material aluvial depositado por el río que se dispone y forma terrazas, ocupadas actualmente por la población.

##### *Del entorno geográfico:*

- Precipitaciones pluviales intensas (periódicas y/o excepcionales).
- Dinámica fluvial (desbordes y socavamientos del pie de terrazas).

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS  
INIA  
CALLE J. P. RAMÍREZ 100  
LIMA, PERÚ

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO DEPARTAMENTAL DEL CALLAO

Ing. CIP. Manuel Salomón Vilchez Mata  
ING. GEOLOGO  
Reg. N° 01217

- Colmatación del cauce fluvial.
- Otros peligros geológicos (deslizamientos y derrumbes producidos en la cuenca media y alta).

*Actividad antrópica:*

- Ocupación inadecuada del terreno (áreas vulnerables), llanuras de inundación y terrazas bajas.

**Daños**

- Afectó terrenos agrícolas (Maíz, cebada, trigo, quinua), pérdidas por la erosión ocasionada por la corriente del río Mapocho.
- Afecto diques de encausamiento rivereño construido con el arrimado del material aluvial.
- Espigones de gaviones colocados como defensa rivereña se encuentran actualmente dentro del cauce del río Mapocho.
- Puente peatonal que permite el paso hacia el poblado de Sumana fue destruido.
- Varias viviendas localizadas cerca de la margen izquierda del río Mapocho han tenido que ser desocupadas y abandonadas.
- Dique de gaviones colocado en el río Catca, presenta problemas de erosión en su base.

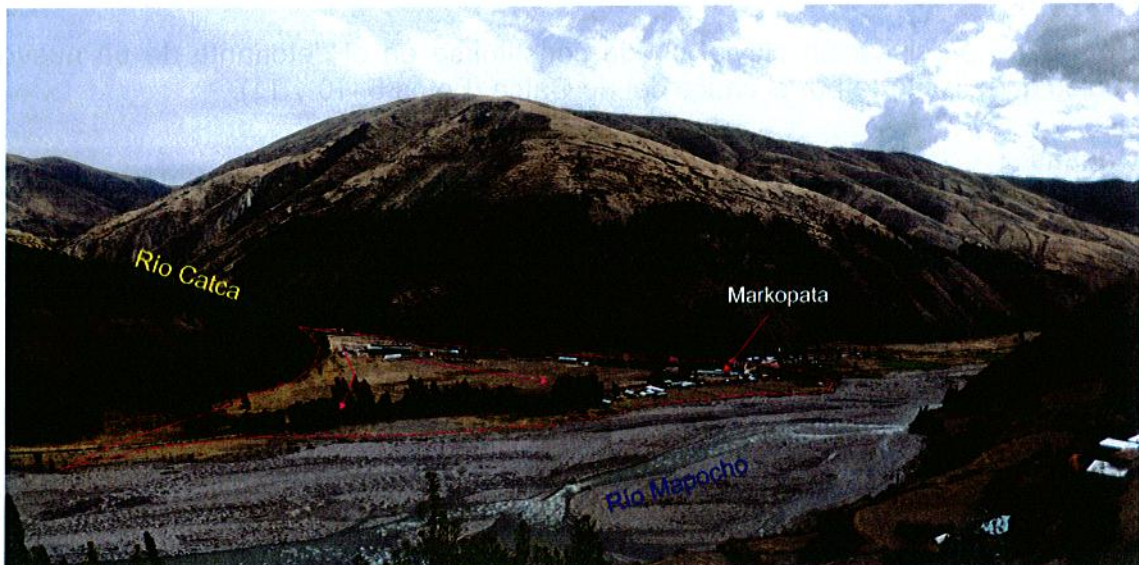


Foto 13: Vista donde se puede observar el material depositado por el río Catca en su confluencia al río Mapocho, ocupado por las viviendas del poblado de Markopata.

UNIVERSIDAD DE INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO DEPARTAMENTAL DEL CALLAO

Ing. CIP. Manuel Salomón Vilchez Matz  
ING. GEOLOGO  
Reg. N° 01217

## 7.2 Sector de Ccapana

La comunidad campesina Ccapana, se encuentra a una distancia de 10,4 km al noroeste desde el desvío en la Carretera Interoceánica que permite el acceso a su jurisdicción; en coordenadas UTM-WGS84, 8500827 N y 234146 E. Los peligros identificados son del tipo geohidrológicos (erosión fluvial) y movimientos en masa (flujos de detritos – huaycos y deslizamientos) (Mapa 1 y foto 14).

### 7.2.1 Erosión fluvial

#### Descripción del área

La comunidad campesina Ccapana se encuentra localizada en la confluencia de la quebrada Marcohuayjo y el río Mapocho (margen izquierda), ocupa una terraza fluvial que tiene una altura de aproximadamente 6 - 8 m (foto 15). Esta terraza está conformada por materiales aluviales (gravo-areno limosos), con mezclas de materiales coluvio-deluviales (gravo-limosos) que bajan y se depositan al pie de las laderas. Sobre estos terrenos se han construido viviendas y la infraestructura básica de la comunidad, así también se utilizan como terreno de cultivo, donde se desarrollan actividades agrícolas (foto 16).

La configuración geomorfológica es de un valle interandino (río Mapocho), con un curso principal que se abre paso entre secuencia de rocas cuarcíticas, lutitas, pizarras, limolitas y areniscas.

El ancho de valle del río Mapocho es variable, en la zona evaluada tiene un ancho máximo de 317 m, controlado por la presencia de afloramientos poco competentes de lutitas, limolitas y pizarras de la Formación Ananéa.

#### Descripción del evento

Al igual que en el sector de Markjopata, las fuertes precipitaciones pluviales (periódicas y/o excepcionales) que caen en las cabeceras del río Mapocho, incrementan su caudal, su capacidad erosiva y de carga de sedimentos; esto aunado a la configuración geomorfológica del valle del río que se estrecha y ensancha por sectores, provoca la depositación de la carga sólida que acarrea, ocasionando la colmatación del cauce. Esta colmatación favorece los procesos erosivos de las terrazas aluviales en el sector de Ccapana, ya que el curso del río se presenta anastomosado (trenzado) y puede divagar en toda el ancho del cauce. El tramo afectado por erosión fluvial en el sector de Ccapana es de 1,1 km (fotos 16 y 18) y puede poner en riesgo la seguridad física de las obras de saneamiento básico de la comunidad (pozo séptico).



Ing. CIP. Manuel Salomón Vilchez Mata  
ING. GEOLOGO  
Reg. N° 01217



Foto 14: Vista hacia el oeste desde la margen derecha del río Mapocho donde se puede observar el poblado de Ccapana, en la imagen se puede distinguir las terrazas altas ocupadas por el poblado y sus terrenos de cultivo, así como también se ubican los diferentes peligros geológicos por movimientos en masa identificados en masa identificadas en las laderas contiguas, así se tiene: deslizamientos (amarillo), flujos de detritos o huaycos (rosado), erosión en cárcavas (líneas verdes), derrumbes (rojo).

UNIVERSIDAD DE INGENIEROS DEL PERU  
CONSEJO DEPARTAMENTAL DEL CALLAO

*Manuel Salomón Vilchez Mata*

Ry° CIP. Manuel Salomón Vilchez Mata  
ING. GEOLOGO  
Reg N° 91217



Foto 15: Vista de la terraza conformada por material aluvial y coluvio-deluvial, donde se desarrollan actividades agrícolas.

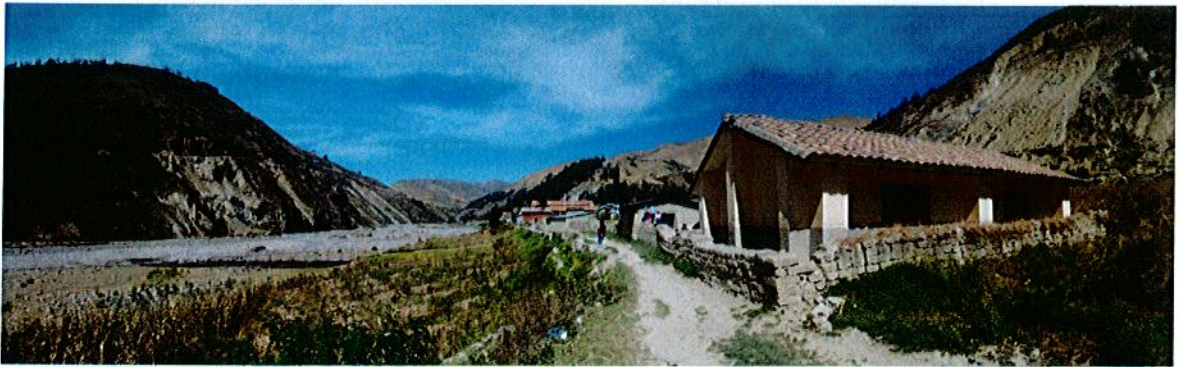


Foto 16: Viviendas y colegio de Ccapana asentadas sobre la terraza, construidos muy cerca del borde.

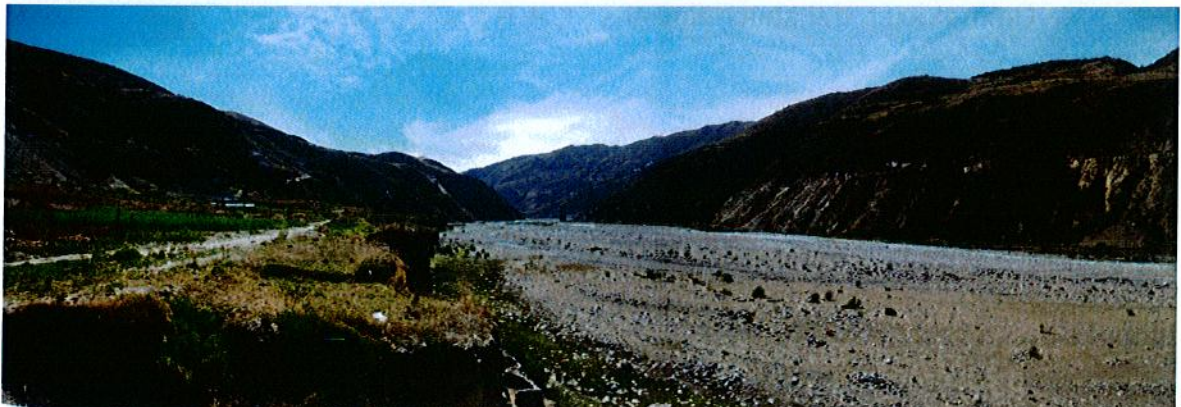


Foto 17: Vista aguas abajo del río Mapocho donde se puede observar el cauce ancho y la terraza alta ocupada por terrenos de cultivo.

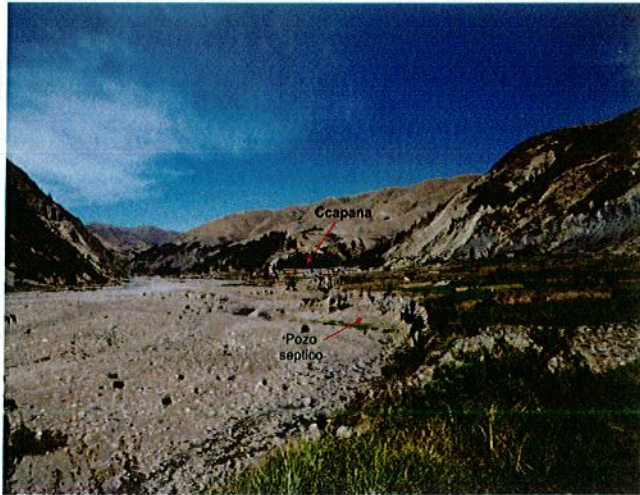


Foto 18: Vista aguas arriba del río Mapocho, donde se puede observar los límites de la zona de erosión en la margen izquierda. Se señala la ubicación del poblado de Ccapana.

## Causas

### *Factores de sitio:*

- Pendiente del terreno
- Configuración geomorfológica del área (valle interandino con anchos variables)
- Características litológicas del área (afloramiento de roca de diferente competencia).
- Naturaleza del suelo: Material aluvial depositado por el río que se dispone y forma terrazas, ocupadas actualmente por la población.

### *Del entorno geográfico:*

- Precipitaciones pluviales intensas (periódicas y/o excepcionales).
- Dinámica fluvial (desbordes y socavamientos del pie de terrazas).
- Colmatación del cauce fluvial.

### *Actividad antrópica:*

- Ocupación inadecuada del terreno (áreas vulnerables), llanuras de inundación y bordes de terrazas aluviales.

## Daños

- Puede afectar terrenos agrícolas (Maíz, cebada, trigo, quinua), perdidas por la erosión fluvial.
- Puede afectar espigones de defensa riveraña construidos en la margen izquierda del río Mapocho.
- De continuar avanzando la erosión fluvial hacia la margen izquierda del río Mapocho, puede comprometer la seguridad física de las viviendas, el

centro educativo, cultivos y obras de saneamiento (pozo séptico), que se ubican cerca del borde de la terraza alta (foto 19 y 20).

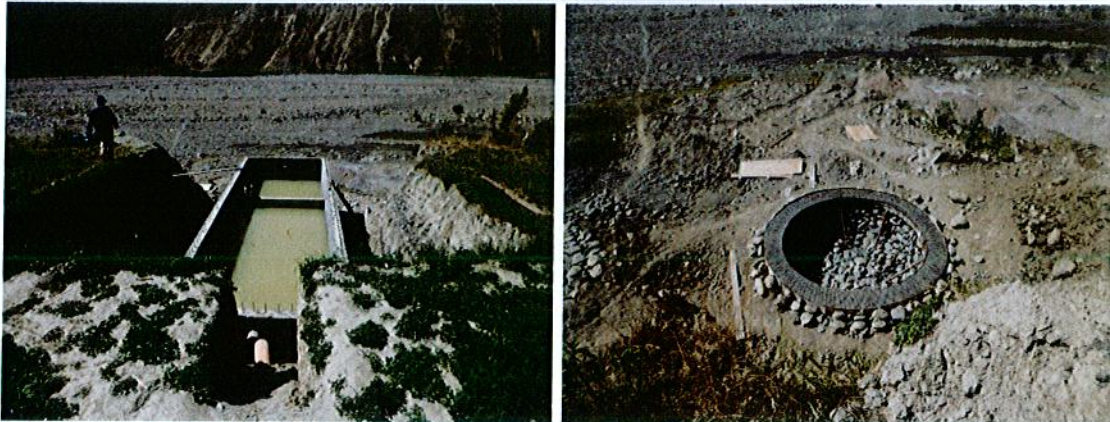


Foto 19 y 20: Pozos sépticos construidos en el borde de terraza alta y dentro del cauce del río Mapocho.

## 7.2.2 Deslizamiento rotacional

### Descripción del área

La ladera Este del cerro Luychomojo, en cuyo pie se encuentra asentado y desarrolla todas sus actividades los pobladores de la comunidad de Ccapana tienen una diferencia de altura de 950 m, con respecto al fondo del valle del río Mapocho, estas laderas tiene en promedio unos  $30^\circ$  de pendiente, y son producto de la incisión del río Mapocho en secuencias de rocas sedimentarias y metamórficas. Este proceso evolutivo del valle trae como consecuencia el transporte y remoción de materiales pendiente abajo, generando movimientos en masa que en la actualidad pueden representar peligros muy serios a las comunidades que se desarrollan en su pie ó en sus áreas de influencia.

### Descripción del evento

Los trabajos de evaluación por peligros geológicos en el área de Ccapana, no solo se limitó al problema que suscita el aumento del caudal del río Mapocho, que trae como consecuencia problemas de erosión fluvial; sino que también nos permitió identificar la presencia de dos deslizamientos activos, los cuales se desconoce la fecha de su ocurrencia, pero que al observar el depósito de material desplazado, la escarpa y el salto principal tan claros, nos hace suponer que ocurrieron recientemente. Los deslizamientos comprometen secuencias de lutitas y limolitas grises finamente laminadas, intercaladas con areniscas lenticulares y pizarras negras de la Formación Ananéa; se considera a esta secuencia como rocas de mala calidad, fracturadas, muy deleznable que se rompen fácilmente.

A continuación se describen los deslizamientos identificados en la zona de Ccapana:

- **Deslizamiento D1:**

Este evento se encuentra muy cerca del poblado de Ccapana en la ladera superior, en coordenadas UTM-WGS 84, 8500865 N y 234015 E, a 3360 m.s.n.m.

En forma general se puede tipificar al evento como un deslizamiento rotacional, de desplazamiento rápido. Presenta una zona de arranque circular continua, con un depósito de forma alargada que se acumuló principalmente en la ladera, solo parte del material removido se acumuló al pie de la ladera (foto 21). Las dimensiones del deslizamiento son:

- Ancho de escarpa: 86 m
- Salto principal: 5 m
- Saltos secundarios: 1-2 m
- Diferencia de altura de la corona a la punta del deslizamiento: 110 m
- Longitud horizontal corona a punta: 200 m
- Dirección (azimut) del movimiento: 80°
- Longitud total (inclinada): 230 m
- Área del deslizamiento: 17 000 m<sup>2</sup>
- Volumen de material: se estima un volumen aproximado de 34 000 m<sup>3</sup> de material comprometido del deslizamiento.
- Presencia de fracturas abiertas localizadas dentro del cuerpo del deslizamiento.
- Depósito conformado por material arcillo-limo-gravoso.

- **Deslizamiento D2:**

Este evento se localiza a unos 220 metros al norte de las viviendas del poblado de Ccapana, en coordenadas UTM-WGS 84, 8501039 N y 233933 E, a 3350 m.s.n.m.

En forma general se puede tipificar al evento como un deslizamiento rotacional, de desplazamiento rápido. Presenta una zona de arranque irregular continua, con un depósito de forma elíptica que se acumuló solo en la ladera, el material removido se encuentra colgado en la ladera (foto 22). Las dimensiones del deslizamiento son:

- Ancho de escarpa: 65 m
- Salto principal: 5 m
- Saltos secundarios: no presenta
- Diferencia de altura de la corona a la punta del deslizamiento: 80 m
- Longitud horizontal corona a punta: 125 m
- Dirección (azimut) del movimiento: 80°
- Longitud total (inclinada): 150 m
- Área del deslizamiento: 8 100 m<sup>2</sup>
- Volumen de material: se estima un volumen aproximado de 16 200 m<sup>3</sup> de material comprometido del deslizamiento.



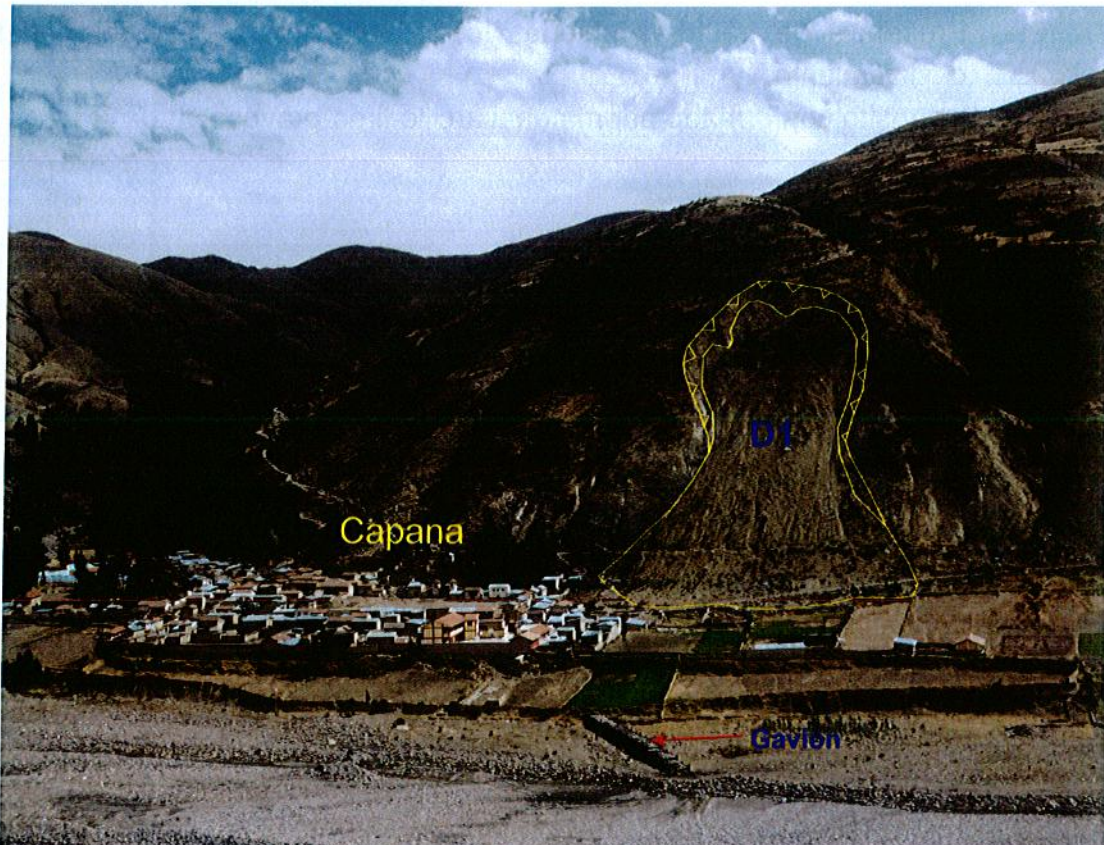


Foto 21: Vista del poblado de Ccapana, donde se señala con líneas amarillas el deslizamiento D1 localizado muy cerca de las viviendas.



Foto 22: Vista Panorámica donde es posible observar los deslizamientos D1 y D2, el poblado de Ccapana, el huayco que baja de la quebrada Marcohuayjo y las defensas rivereñas (gaviones) colocados en la margen izquierda del río Mapocho.

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN GEOLÓGICA  
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN GEOLÓGICA  
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN GEOLÓGICA  
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN GEOLÓGICA

JUNTA DE INGENIEROS DEL PERÚ  
 CONSEJO DEPARTAMENTAL DEL CALLAO  
 Ing° CIP. Manuel Salomón Vilchez Mata  
 ING. GEOLOGO  
 Reg N° 01213

### 7.2.3 Flujos de detritos

#### Descripción del área

La ladera este del cerro Luychomojo, presenta forma convexa, con una pendiente promedio de 30° y una diferencia de altura de 950 m con respecto al fondo del valle del río Mapocho. Esta ladera en las proximidades del poblado de Ccapana se encuentra disectada por varias cárcavas y torrenteras de corto recorrido, las cuales se activan de forma estacional, por donde discurren la escorrentía superficial, también es posible que por estas discurren pequeños flujos de detritos.

Por las quebradas Jojopujo y Marcohuayjo que es el tributario principal por la margen izquierda del río Mapocho en la zona de Ccapana también discurren flujos de detritos.

#### Descripción del evento

Los flujos de detritos son eventos muy rápidos a extremadamente rápidos de detritos saturados, no plásticos (índice de plasticidad menor al 5%), que transcurre principalmente confinado a lo largo de un canal o cauce con pendiente pronunciada. Se inician como uno o varios deslizamientos superficiales de detritos en las cabeceras o por inestabilidad de segmentos del cauce en canales de pendientes fuertes. Los flujos de detritos incorporan gran cantidad de material saturado en su trayectoria al descender en el canal y finalmente los depositan en abanicos de detritos. (PMA:GCA, 2007)

Los flujos de detritos identificados en la zona de Ccapana se presentan de las siguientes formas:

Flujo de detritos o huaicos, que se generan en las porciones superiores de cárcavas y pequeñas torrenteras, con recorridos que alcanzan como máximo longitudes de 1,6 km. Estas cárcavas y torrenteras se encuentran profundizando y ensanchando sus cauces a través de secuencias de areniscas, lutitas, limolitas y pizarras del Grupo Cabanillas y la Formación Sandía, y en consecuencia se producen derrumbes y deslizamientos hacia la cara libre de sus márgenes, estos materiales sueltos al estar saturados pueden fluir por los cursos de las cárcavas a maneras de pequeños huaycos, para finalmente depositarse formando cono sobre la terraza coluvio-aluvial, también pueden alcanzar el curso principal del río Mapocho. Los materiales acareados son de tipo gravo-limo arenoso (Foto 23).

La quebrada Marcohuayjo localizada a la entrada del poblado de Ccapana, tiene una cuenca amplia; con varios tributarios en su cabecera, dispuestos de forma dendrítica. Estos tributarios cortan secuencias de areniscas y lutitas del Grupo Cabanillas en la cuenca alta y media; y es en la cuenca media donde se

han producido derrumbes hacia la cara libre de ambas márgenes, los cuales proveen material suelto que es acareado como flujo de detritos que alcanza el curso principal del río Mapocho, los materiales sueltos también provienen de la erosión en surcos que afecta las vertientes de la cuenca.

La quebrada Marcohuayjo en su desembocadura ha formado un pequeño abanico, que es ocupado actualmente por algunas vivienda, así como también es usado como terreno de cultivo: El cauce actual de la quebrada a la altura del puente vehicular tiene un ancho de aproximadamente 10 m; los materiales que acarrea son de tipo gravo-arenoso con bloques de hasta 1 m de longitud (Foto 24 y 25).



Foto 23: Vista panorámica de la ladera este del cerro Luychomojo, cortada por surcos, cárcavas y torrenteras, por donde discurren pequeños huaycos.



Foto 24: Cauce de la quebrada Marcohuayjo, con presencia de material gravo arenoso con bloques.



Foto 25: Vista de panorámica de la quebrada Marcohuayjo, donde se ha resaltado con línea color guinda el curso y depósito actual del huayco que discurre por la quebrada; en líneas rojas se indican los límites del abanico del huaico antiguo, actualmente ocupado por viviendas y terrenos de cultivo. También se señala la ubicación que debería tener el muro de encausamiento (gaviones) localizado en la margen izquierda de la quebrada (líneas amarillas). Finalmente se indica la ubicación de los pozos sépticos en el cauce del río Mapocho y su respectivo gavión colocado a manera de espigón como defensa contra procesos de erosión fluvial.

## Causas

### *Factores de sitio:*

- Pendiente del terreno
- Configuración geomorfológica del área (valle interandino con tributarios muy activos)
- Características litológicas del área (afloramiento de roca de diferente competencia).

### *Del entorno geográfico:*


 CONSEJO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
 CONSEJO DEPARTAMENTAL DEL CALLAO  
  
 Ing. CIP. Mandel Salomón Vilchez Mata  
 ING. GEOLOGO  
 Reg. N° 01210

- Precipitaciones pluviales intensas (periódicas y/o excepcionales).
- Dinámica fluvial (desbordes).
- Colmatación del cauce fluvial.
- Otro peligro geológico (deslizamientos y derrumbes producidos en la cuenca media y alta que aportan material suelto susceptible de ser acarreado como flujo de detritos).

*Actividad antrópica:*

- Ocupación inadecuada del terreno (áreas vulnerables), abanico proluvial de huayco antiguo.

**Daños**

- Un huaico de media a gran magnitud, puede afectar terrenos agrícolas (Maíz, cebada, trigo, quinua) que ocupan el deposito de abanico de huaycos antiguos.
- También afectaría viviendas localizadas sobre al abanico de huayco, así como las que se localizan cerca de sus límites.
- Los pequeños flujos que se generan en torrenteras y cárcavas afectan terrenos de cultivo, los materiales que acarrear enterran los sembríos.
- La profundización y ensanchamiento de torrenteras y cárcavas, así como los huaycos que por ellas discurren cortan en varios tramos la trocha carrozable que comunica Ccapana con otras comunidades.

**8.0 CONDICIONES ACTUALES DEL SITIO**

En la actualidad, las características intrínsecas que condicionan el proceso de erosión fluvial en ambas márgenes del río Mapocho; así como los condicionantes que favorecen la ocurrencia del deslizamientos, procesos de erosión de laderas y generación de flujos de detritos persisten; motivo por el cual se debe tener presente que con lluvias extraordinarias, los procesos erosivos pueden continuar; así como también los deslizamientos ya existentes pueden seguir moviéndose ladera abajo; por otro lado se pueden producir nuevos deslizamientos y flujos de detritos por las torrenteras y quebradas localizadas en la zona estudiada; esta apreciación se sustenta en las siguientes condiciones observadas:

- El ángulo fuerte (mas de 30°) de la pendiente de la ladera, que es cortada por torrenteras y cárcavas, y se generaron los deslizamientos.
- Morfología de la zona, constituida por un valle fluvial con un cauce de anchos variables, controlado por la litología que aflora a lo largo de su curso.

- Presencia de cobertura de suelos gravo arcillo-limosos, de poco espesor que cubren las laderas.
- Suelos gravo-areno limoso que conforman la terraza aluvio-proluvial en donde se encuentran asentados los poblados de Ccapana y Markjoppata.
- Presencia de un substrato rocoso de diferente competencia (intercalación de estratos duros y blandos) de tipo areniscas, limolitas, lutitas y pizarras, muy deleznable y fracturadas, por donde se infiltra rápidamente las aguas de precipitación pluvial.
- Cauce fluvial colmatado que favorece la divagación del curso de agua del río Mapocho.
- Ocupación inadecuada del terreno: Las comunidades de Ccapana y Markjopata, ocupan y desarrollan sus actividades económicas muy cerca de ríos tributarios y el mismo río Mapocho, ocupando terrazas fluviales, piedemontes, llanuras de inundación y antiguos abanicos proluviales.

## 9.0 CONCLUSIONES

1. El substrato rocoso que aflora en la zona está compuesto por rocas de origen sedimentario y metamórfico (Paleozoico) al Neogeno (Holoceno). La base de la secuencia está conformada por el Grupo Sandia (cuarcitas, metarenitas, lutitas y pizarras), encima se tiene a la Formación Ananéa (lutitas, limolitas, areniscas y pizarras) y el Grupo Cabanillas (areniscas y lutitas), además de los depósitos resultantes de la acumulación fluvial y coluvio-deluvial.
2. El poblado de Markjopata viene siendo afectado por procesos de erosión fluvial y puede ser afectado por flujos de detritos que discurran por el cauce del río Ccatcca.
3. Los eventos identificados en la comunidad de Markjopata son condicionados por:
  - La pendiente del terreno
  - La configuración geomorfológica del área (valle interandino con anchos variables)
  - Las características litológicas del área (afloramiento de roca de diferente competencia).
  - La naturaleza del suelo: Material aluvial depositado por el río que se dispone y forma terrazas, ocupadas actualmente por la población.
  - La dinámica fluvial (desbordes y socavamientos del pie de terrazas).
  - La colmatación del cauce fluvial.
  - La ocurrencia de otro peligro geológico (deslizamientos y derrumbes producidos en la cuenca media y alta).

- La ocupación inadecuada del terreno (áreas vulnerables), llanuras de inundación y terrazas bajas.

#### 4. Daños causados en la comunidad de Markjopata:

- Afectó terrenos agrícolas (Maíz, cebada, trigo, quinua), pérdidas por erosión.
- Afecto diques de encausamiento rivereño construido con el arrimado del material aluvial.
- Espigones de gaviones colocados como defensa rivereña se encuentran actualmente en el cauce actual del río Mapocho.
- Puente peatonal que permite el paso hacia el poblado de Sumana fue destruido.
- Varias viviendas localizadas cerca de la margen izquierda del río Mapocho han tenido que ser desocupadas y abandonadas.
- Dique de gaviones colocado en el río Catca, presenta problemas de erosión en su base.

#### 5. El poblado de Ccapana viene siendo afectado por procesos de erosión fluvial, deslizamientos rotacionales y flujos de detritos (huaycos).

#### 6. Los eventos de tipo movimientos en masa y geohidrológicos reconocidos en la comunidad de Ccapana fueron condicionados por:

- Pendiente del promedio de la ladera de la montaña supera los 30°.
- Configuración geomorfológica del área (valle interandino con anchos variables)
- Características litológicas del área (afloramiento de roca de diferente competencia, conformado por secuencias de lutitas y limolitas finamente laminadas, intercaladas con areniscas lenticulares y pizarras negras de la Formación Anaéa; se considera a esta secuencia como rocas de mala calidad, fracturadas, muy deleznales que se rompen fácilmente).
- Presencia de varias familias de discontinuidades (laminación, estratificación y fracturamiento), que favorecen la generación de zonas de debilidad, por donde falla el terreno.
- Naturaleza del suelo: Material aluvial depositado por el río que se dispone y forma terrazas, ocupadas actualmente por la población.
- Dinámica fluvial (desbordes y socavamientos del pie de terrazas).
- Colmatación del cauce fluvial.
- Ocupación inadecuada del terreno (áreas vulnerables), parte baja de ladera donde se presentan problemas de movimientos en masa, llanuras de inundación y bordes de terrazas aluviales.
- Otro peligro geológico (deslizamientos y derrumbes producidos en la cuenca media y alta que aportan material suelto susceptible de ser acarreado como flujo de detritos).

#### 7. Daños causados en la comunidad de Ccapana.

- Puede afectar terrenos agrícolas (Maíz, cebada, trigo, quinua), pérdidas por erosión.
- Puede afectar espigones de defensa riveraña construidos en la margen izquierda del río Mapocho.
- De continuar avanzando la erosión fluvial hacia la margen izquierda del río Mapocho, puede comprometer la seguridad física de viviendas, centro educativo, cultivos y obras de saneamiento (pozo séptico), que se ubican cerca del borde de la terraza alta.
- Afecto no muy seriamente terrenos de cultivo, pues el material desplazado por el deslizamiento fue de poco volumen y solo los cubrió.
- En la actualidad no se han visto afectadas las viviendas del poblado de Ccapana; pero si se debe tener presente que un avance retrogresivo y de ensanchamiento del deslizamiento D1, puede comprometer la seguridad física de las personas y las viviendas que se encuentran en el extremo norte del poblado; así mismo nuevas reactivaciones de los deslizamientos pueden afectar los terrenos de cultivo.
- Un huayco de media a gran magnitud, puede afectar terrenos agrícolas (Maíz, cebada, trigo, quinua) que ocupan el deposito de abanico de huaycos antiguos.
- También afectaría viviendas localizadas sobre al abanico de huayco antiguo, así como las que se localizan cerca de sus límites.
- Los pequeños flujos que se generan en torrenteras y cárcavas afectan terrenos de cultivo, los materiales que acarrear enterran los sembríos.
- La profundización y ensanchamiento de torrenteras y cárcavas, así como los huaycos que por ellas discurren cortan en varios tramos la trocha carrozable que comunica Ccapana con otras comunidades.

8. El detonante de los eventos identificados en las comunidades de Markjopata y Ccapana son las precipitaciones pluviales excepcional y extraordinaria que caen en la cuenca del río Mapocho y sus tributarios.

9. Según la evaluación por peligros geológicos (movimientos en masa) y geohidrológicos (erosión fluvial) en las comunidades de Ccapana y Markjopata, se pueden considerar como críticos los siguientes sectores:

- a) Viviendas y terrenos de cultivo asentados en la llanura de inundación y terrazas bajas del río Mapocho, afectados por procesos de erosión fluvial; así como las viviendas que se encuentran muy cerca del cauce del río Ccatca, que pueden ser afectados por flujos de detritos y erosión fluvial.
- b) Viviendas, terrenos de cultivo e infraestructura básica de saneamiento del poblado de Ccapana, asentadas debajo de laderas inestables, en llanuras de inundación, al borde de terrazas aluviales altas y en abanicos de huaycos antiguos, los cuales pueden ser afectadas por deslizamientos, procesos de erosión fluvial y flujos de detritos.



10. Se considera que la susceptibilidad a los peligros geológicos y geohidrológicos en la zona es muy alta y está condicionada por la naturaleza litológica de la zona, la pendiente del valle, la configuración geomorfológica de valle, la presencia de material de remoción antiguo, presencia de eventos antiguos y reactivaciones en las cabeceras de la quebrada y las precipitaciones pluviales excepcionales.
11. La actividad antrópica (humana), la cual ocupa áreas que no son recomendables para la construcción de viviendas o para el desarrollo de infraestructura importante, contribuye a aumentar la vulnerabilidad de la zona.
12. La posibilidad de que se produzcan nuevos colapsos o asentamientos de terreno en la zona afectada por deslizamientos, dependerá de que persistan las condicionantes, entre estas la presencia un substrato de poca resistencia, suelos inestables, una pendiente alta en la ladera y la presencia de precipitaciones pluviales intensas.

## 10.0 RECOMENDACIONES

1. Realizar trabajos de encauzamiento del río Mapocho (principalmente en la margen izquierda), a la altura del poblado de Markjopata, mediante la utilización de diques de gaviones o de arrimado de material del río, desde por lo menos un kilómetro antes de la confluencia del río Ccatca en el río Mapocho (Mapa 1, figura 3).
2. En la zona de Ccapana, también se deberá colocar defensas rivereñas en la margen izquierda del río Mapocho.
3. Considerar la colocación de espigones junto con los diques de encausamiento, que reduzcan los efectos erosivos del río.
4. Realizar el descolmatado del cauce del río Mapocho, frente a la zona donde se observan los efectos de la erosión fluvial, los materiales que se remuevan pueden ser colocados a manera de dique en la margen izquierda.
5. Entre las alternativas a considerar para realizar los trabajos de encauzamiento de los ríos se tienen:
  - a.- Construcción de gaviones, cuyo diseño debe de considerar una altura mayor a la altura que alcanzaron las aguas en las últimas inundaciones, además de que estos deben estar debidamente cimentados (Figura 4).
  - b.- Colocar enrocados y espigones en la margen izquierda del río Mapocho, que sean capaces de resistir los caudales excepcionales que discurren por este (Figuras 5 y 6).

  
UNIVERSIDAD DE INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO DEPARTAMENTAL DEL CALLAO  
  
Ing. CIP. Manuel Salomón Vilchez Mata  
ING. GEOLOGO  
Reg. N° 01212

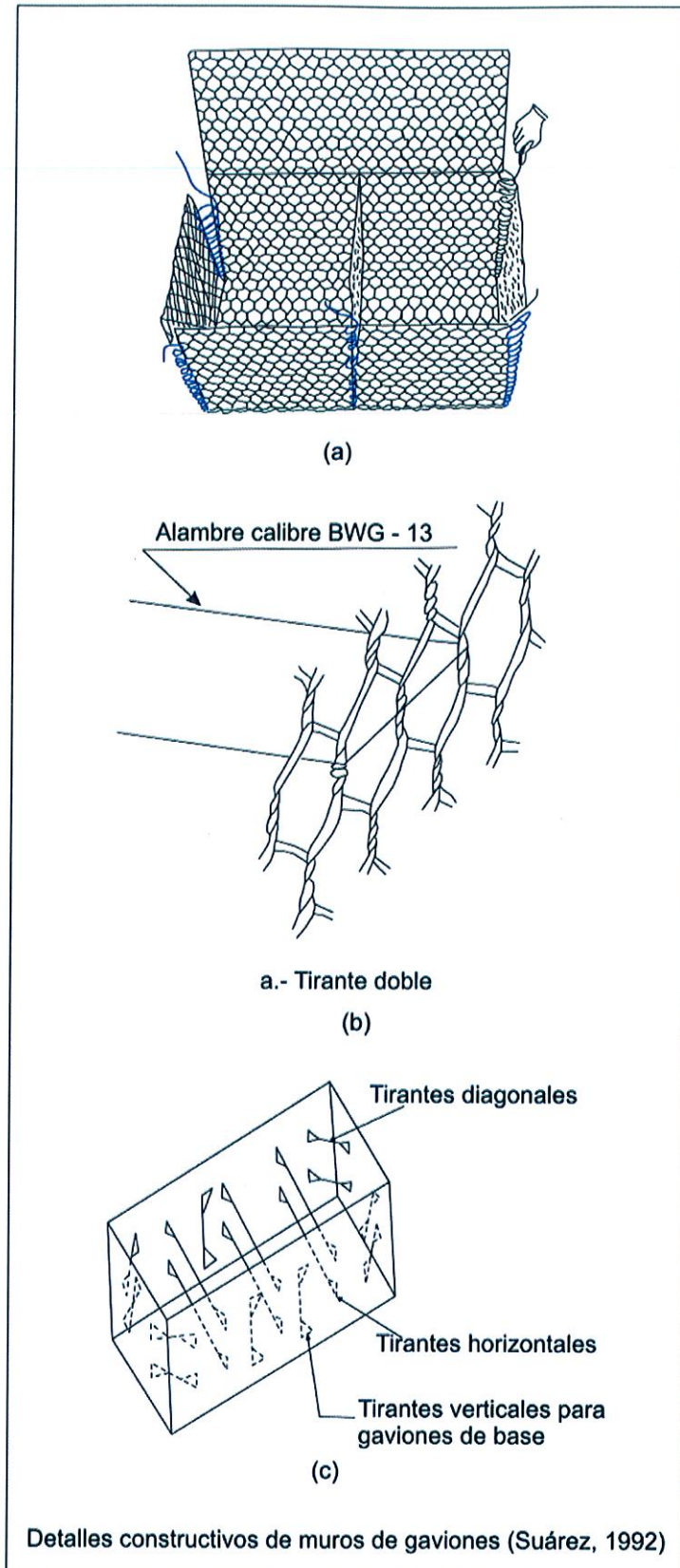
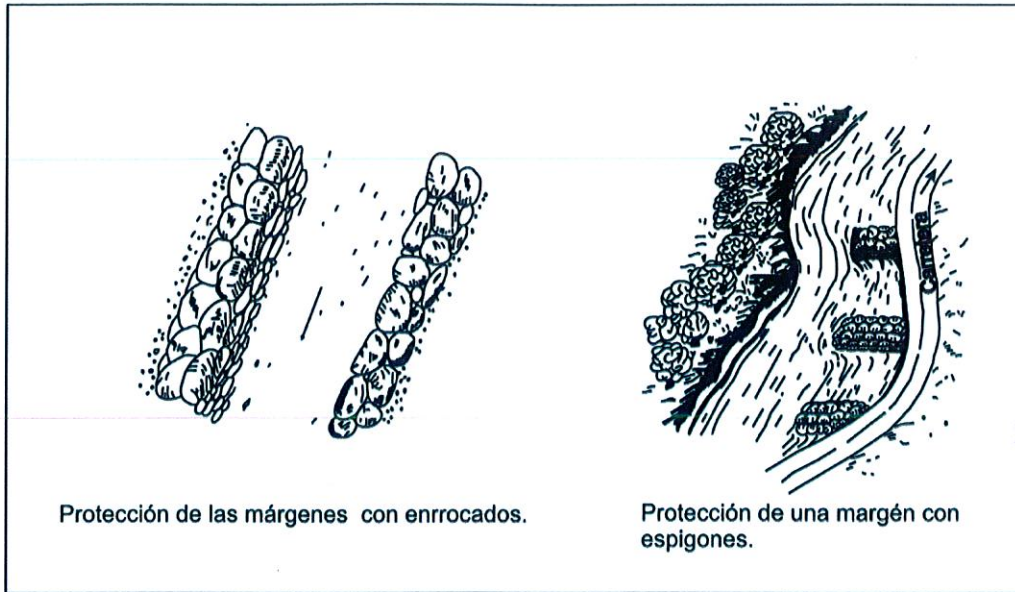


Figura 4: Detalles constructivos de muro de gaviones.

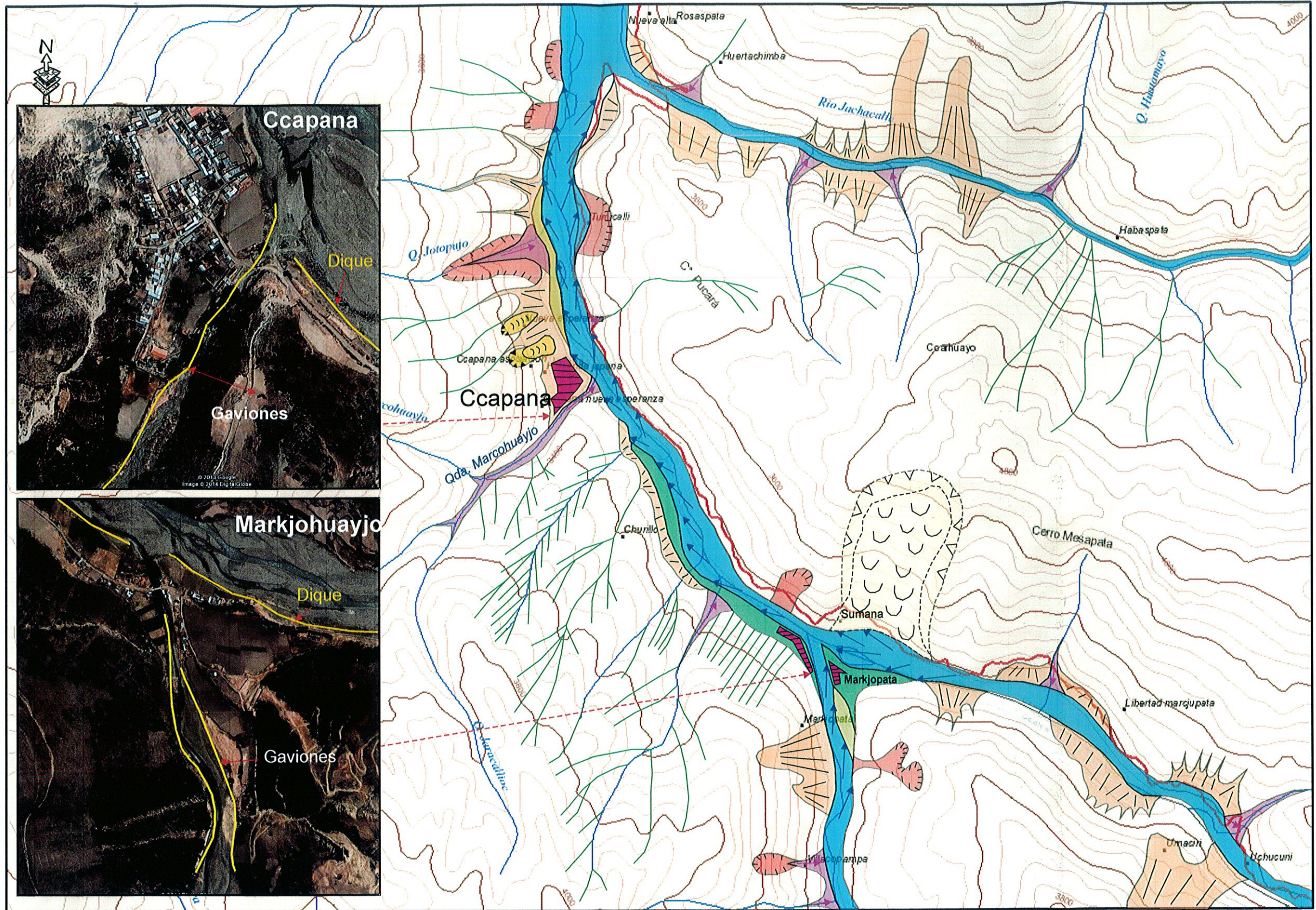


Figuras 5 y 6: Enrocados y espigones utilizados para defensas ribereñas.

Los gaviones o enrocados deben de considerar tener una extensión mucho mayor a la que resultó afectada por los últimos eventos de erosión fluvial e inundación (para ello se debe de tener en cuenta las zonas marcadas como afectadas por erosión e inundación fluvial en el mapa 1 de peligros adjunto).

6. Evitar o prohibir la construcción de nuevas viviendas en las zonas susceptibles a inundaciones, procesos de erosión fluvial, como son la llanura de inundación y las terrazas bajas.
7. Las zonas afectadas por deslizamientos y flujos de detritos, así como las zonas donde se hayan producido anteriormente estos eventos y solo se tienen sus depósitos (por ejemplo abanicos de huaycos), no deben ser utilizadas para la construcción de viviendas, así como también de cualquier obra de infraestructura importante.

8. Realizar el sellado con arcilla de grietas abiertas, localizadas sobre la corona de los deslizamientos identificados en el sector de Ccapana.
  
10. Construir un nuevo puente peatonal en la zona de Markjopata que permita el paso hacia el poblado de Sumana, este deberá estar bien cimentado, tener mayor luz que el que existió anteriormente, así mismo se deberá proteger los estribos del mismo con enrocados o gaviones.
  
11. Realizar trabajos de limpieza permanente, descolmatación y profundización del cauce del río Ccatca y la quebrada Marcohuayjo; mejorar las defensas ribereñas, por medio de la colocación de gaviones o muros de concreto (figura 3 y mapa 1)
  
12. Los pobladores de Markjopata y Ccapana, deben organizarse y poner en práctica un sistema de alerta temprano, que les permita informarse rápidamente de la ocurrencia de flujos de detritos (huaycos), que puedan generarse tanto en el río Ccatca, como en la quebrada Marcohuayjo. Este sistema de alerta, puede estar constituido por radios de comunicación, campanas, silbatos, etc., donde los pobladores deben estar muy bien habituados con el significado de su sonido.
  
13. Para controlar los efectos de posibles flujos de detritos (huaycos), se puede construir diques de gaviones, concreto o de mampostería, transversales al curso de la quebrada (Figura 7). El diseño de los diques debe incluir orificios que permitan el paso del agua y de materiales finos.
  
14. Se debe de realizar en los poblados de Markjopata y Ccapana un trabajo de identificación y señalización de rutas de evacuación hacia las zonas altas, así como de las zonas de refugio de producirse nuevos flujos de detritos (huaicos), o si la erosión fluvial pone en riesgo la seguridad física de los pobladores.



**LEYENDA**

- |  |                   |  |                  |  |                    |  |                       |
|--|-------------------|--|------------------|--|--------------------|--|-----------------------|
|  | Zona Urbana       |  | Rios Secundarios |  | Secundaria         |  | Deslizamiento activo  |
|  | Via Nacional      |  | Rios Poligono    |  | Señal Geodesica    |  | Deslizamiento antiguo |
|  | Via Departamental |  | Cota             |  | Limite de Frontera |  | Derrumbe              |
|  | Via Vecinal       |  | Primaria         |  |                    |  | Erosión fluvial       |



Sistema de Coordenadas: WGS 1984 Web Mercator Auxiliary Sphere  
 Proyección: Mercator Auxiliary Sphere  
 Datum: WGS 1984

Mapa 1: Peligros geológicos.  
 Ubicación de defensas rivereñas (Gaviones).