

REPÚBLICA DEL PERÚ

SECTOR ENERGÍA Y MINAS

INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

**INFORME TÉCNICO  
GEOLOGÍA AMBIENTAL**

**ZONAS CRÍTICAS POR PELIGROS GEOLÓGICOS  
EN LA CUENCA DEL RÍO CAMANÇA-MAJES-COLCA**

**PRIMER REPORTE**

POR  
**BIERTO ZAVALA C.  
MANUEL VILCHEZ M.  
MALENA ROSADO S.**



DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

LIMA - PERÚ  
NOVIEMBRE 2008

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	2
MARCO GEOGRÁFICO, CLIMÁTICO, HIDROGEOLÓGICO .....	3
INVENTARIO, CARTOGRAFÍA Y BASE DE DATOS GEOREFERENCIADA.....	6
DEFINICIÓN DE ZONAS CRÍTICAS.....	7
ANEXO 1: DESCRIPCIÓN DE ZONAS CRÍTICAS .....	8
CUADRO N° 2 ZONAS CRÍTICAS POR PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA PROVINCIA DE CAYLLOMA.....	9
CUADRO N° 3 ZONAS CRÍTICAS POR PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA PROVINCIA DE CONDESUYOS.....	23
CUADRO N° 4 ZONAS CRÍTICAS POR PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA PROVINCIA DE CASTILLA .....	25
CUADRO N° 5 ZONAS CRÍTICAS POR PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA PROVINCIA DE CAMANÁ.....	35
ANEXO 2: CONTENIDO PROPUESTO DEL ESTUDIO GEOAMBIENTAL DE LA CUENCA DEL RÍO CAMANÁ-MAJES.....	37

### RELACIÓN DE FIGURAS

1. Mapa Geológico de la cuenca
2. Estadística de Peligros Geológicos en la cuenca
3. Estadística por Peligros Específicos dentro de la Cuenca
4. Estadísticas de peligros geológicos y Zonas Críticas
5. Distribución de Zonas Críticas en la cuenca

## INTRODUCCIÓN

El proyecto denominado “**Estudio Geoambiental en la Cuenca del río Camaná -Majes**”, iniciado en el presente año 2008, es parte Programa Nacional Riesgos Geológicos del Territorio, Subprograma Estudios Geoambientales, que realiza la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET).

Los estudios geoambientales son herramientas útiles que contribuyen en la tarea de zonificación ecológica-económica y al ordenamiento territorial del país, donde principalmente se abordan temáticas del medio físico. Estos estudios iniciados en el año 2004, se desarrollaron el presente año en la cuenca del río Camaná-Majes-Colca, una de las cuencas de mayor extensión de la Vertiente Pacífica. Se realizaron tres campañas de campo de 25 días, trabajos de fotointerpretación geológica usando fotografías aéreas e imágenes satelitales y de avance en la elaboración de mapas temáticos.

Los objetivos trazados con este proyecto son los de contribuir al desarrollo socioeconómico y medioambiental de la cuenca, generando información actualizada sobre:

- Peligros geológicos y geohidrológicos, que afectan su territorio, basados en una cartografía, inventario y base de datos georeferenciada. Identificación de centros poblados y obras de infraestructura vulnerables a la ocurrencia de peligros geológicos y, definición de zonas críticas.
- Mapas de peligros, susceptibilidad, peligrosidad y Áreas críticas a los peligros, con fines de ordenamiento del territorio e instrumentos de política de gestión en la prevención y reducción de desastres.
- Información temática del medio físico de la cuenca (geomorfología, pendiente, litología, hidrogeología), para una adecuada Zonificación Minero Geológica del territorio nacional y Zonificación Ecológica-Económica y el posterior Ordenamiento Territorial.

Los productos previstos en este proyecto son una recopilación de síntesis bibliográfica, una base de datos geocientífica (peligros, zonas críticas, pasivos ambientales); elaboración de mapas temáticos sobre cartografía de peligros, susceptibilidad, peligrosidad y zonas críticas, entre otras. Esta información permitirá elaborar una memoria descriptiva en un informe Técnico debidamente ilustrado, comunicación del proyecto en las diferentes municipalidades locales, gobierno regional e instituciones involucradas en la cuenca como la Autoridad Autónoma de Majes. Conjuntamente con los estudios hidrogeológicos y de geoquímica de aguas superficiales se esbozará un informe técnico final, en el cual se incluirán valores sobre calidad de aguas y presencia de los tipos de acuíferos existentes.

Como resultados preliminares de este estudio, se tiene avanzado:

- La evaluación socioeconómica en la cuenca
- La cartografía de peligros a escala 1:50000 de 41 hojas topográficas, con información de campo y gabinete.
- El mapa e informe de zonas críticas.
- Base de Datos Georeferenciada de peligros, que incluye 769 ocurrencias.
- Inventario de pasivos ambientales generados por la actividad minera y urbana.
- Se presenta un bosquejo del contenido del informe final (Ver Anexo 2).

A continuación, presentamos un reporte preliminar, sobre áreas afectadas por peligros o potencialmente susceptibles a los peligros, la cual se pone a consideración del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), Gobierno Central y Regional. Resume de forma sucinta, las zonas o áreas consideradas como críticas, con peligros potenciales de acuerdo a la vulnerabilidad asociada, donde es necesario considerarlas dentro de los planes o políticas nacionales, regionales y/o locales sobre prevención y atención de desastres. Sobre estas se dan recomendaciones generales para prevención y mitigación de desastres.

## MARCO GEOGRÁFICO, CLIMÁTICO, HIDROGEOLÓGICO

La Cuenca del Río Camaná – Majes - Colca está ubicada en el flanco Sur-occidental de la Cordillera de los Andes y abarca un área de 17 180 Km<sup>2</sup>, limita por el norte con la Cuenca del río Apurímac, por el sur con la Cuenca del Río Quilca, al este con la Cuenca del Río Ramis, Cabanillas y Tambo y por el oeste con la Cuenca del Río Ocoña y el Océano Pacífico.

Varía en altitudes entre el nivel del mar y algunas que sobrepasan los 6000 m. en la divisoria de aguas con las cuencas vecinas, siendo la mayor elevación el nevado Coropuna con 6305 msnm .

La cuenca está comprendida en 15 hojas topográficas del IGN a escala 1:100 000, correspondientes a los cuadrángulos de Cayarani, Cotahuasi, Orcopampa, Cailloma, Condorama, Ocuvi, Chuquibamba, Huambo, Chivay, Callalli, Lagunillas, La Yesera, Aplao, Camaná y Mollendo.

El río principal tiene una longitud de 365 Km, con una pendiente promedio de 1,3%. En sus orígenes se denomina Colca y posee afluentes como el Blanquillo, Negrillo, Pañe que son actualmente trasvasados en parte al río Sumbay (afluente del Chili).

Al confluir el Colca con el Andamayo, forman el Majes que tiene este nombre hasta el paraje denominado Palo Parado, desde donde adopta el nombre de Camaná hasta su desembocadura en el mar. Lo mas significativo en esta cuenca es el uso ampliamente mayoritario del agua del río Colca para el Proyecto Majes; acompañado de una postración económica del valle, lo que puede apreciarse en pueblos como Chivay, Achoma, Cabanaconde, Huambo, Maca, Callalli, Tapay, Madrigal, Lari, etc. La parte media y baja se abastece de la escorrentía superficial proveniente del río Mamacocha, cuyas aguas provienen de la infiltración de aguas del río Orcopampa-Andahua, que se pierden en un campo de lavas del valle de Volcanes de Andahua.

### INFORMACIÓN GEOLÓGICA

En el área de la cuenca, se exponen una variedad de unidades litológicas tanto sedimentarias, ígneas, metamórficas y depósitos superficiales, con una edad que varía desde el Precámbrico hasta el Cuaternario reciente. Aquí tratamos de resumir los aspectos geológicos más importantes de la cuenca. (FIDEL & ZAVALA, 1994)

La nomenclatura que aparece entre paréntesis es la usada en los planos geológicos a escala 1: 250,000 proporcionada por el INGEMMET.

Estratigráficamente, en la región se diferencian unidades geológicas cuyas edades comprenden rocas del Precámbrico (rocas metamórficas e intrusivas), Paleozoico (Grupo Ambo, Formación Toran), Mesozoico (Jurásico - Cretácico: Grupo Yura, Formaciones Socosani, Murco, Arcurquina, Seraj), Cenozoico (Grupo Tacaza, Palca, Maure, Barrosa y las Formaciones Orcopampa, Confital, Alpabamba, Huaylillas, Patapampa, Sillapaca, Sencca) y depósitos cuaternarios (Ver Mapa. 01 y Cuadro N° 01).

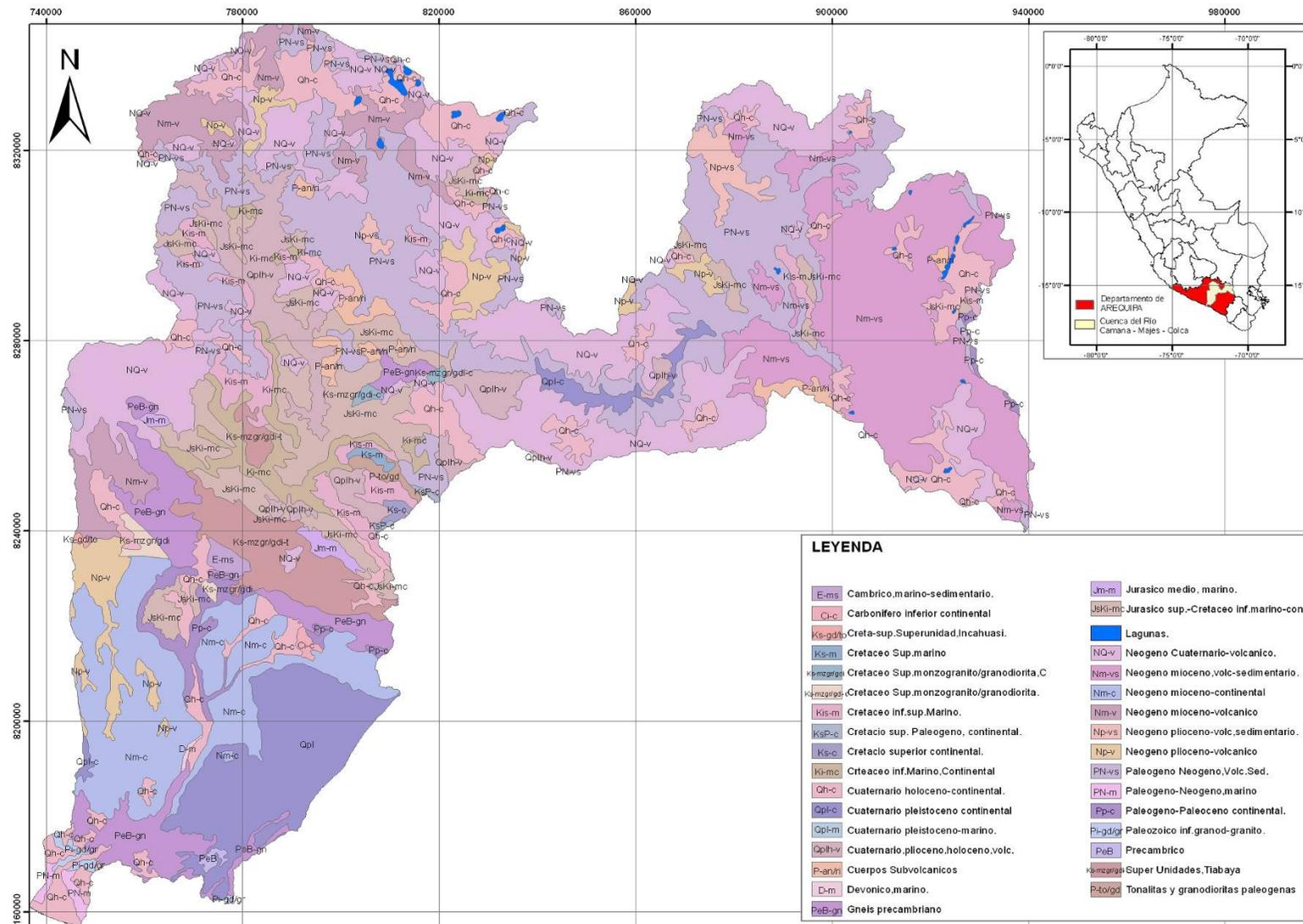


Figura N° 1 Mapa Geológico de la Cuenca del Río Camaná – Majes - Colca

**CUADRO N° 01 COLUMNA ESTRATIGRÁFICA GENERALIZADA**

ERA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES ESTRATIGRAFICAS	ROCAS INTRUSIVAS
CENOZOICO	CUATERNARIO	RECIENTE	Depósitos Aluviales / Eólicos / Coluviales. Depósitos Fluviales Depósitos Fluvio-glaciares Depósitos Proluviales Fm. Colca Fm. Andahua	
		PLEISTOCENO	Depósitos Glaciares Morrenas Grupo Barroso (superior)	
	TERCIARIO	SUPERIOR	Fm. Sencca Gpo. Barroso (inferior)	
		MEDIO	Gpo. Maure Fm. Sillapaca Fms. Alpbamba, Huaylillas, Patapampa. Fm. Confital, Gpo. Palca Gpo. Tacaza, Fm. Orcopampa	Pórfidos e intrusivos. Riodacita (Tm - rd)
		INFERIOR	Fom. Moquegua	Superunidad Tiabaya e Incahuasi (Kti): Monzogranito, granodiorita, tonalita, diorita.
	MESOZOICO	CRETACICO	SUPERIOR	Fm. Seraj
MEDIO			Fm. Arcurquina	
INFERIOR			Fm. Murco	
JURASICO		SUPERIOR	Gpo. Yura	Andesitas (JK-an)
		MEDIO	Fm. Socosani	
PALEOZOICO		SUPERIOR	Gpo. Ambo	Granodiorita, monzogranito (Batolito de San Nicolás)
		INFERIOR	Fm. Torán	
	PRECAMBRICO		Complejo Basal	Monzogranitos, dioritas precambrianos

### INVENTARIO, CARTOGRAFÍA Y BASE DE DATOS GEOREFERENCIADA

El trabajo de cartografiado geomorfológico-geodinámico detalla la ocurrencia de peligros de movimientos en masa y geohidrológicos, sobre mapas a escala 1:50 000 que han sido ingresados al Sistema de Base de Datos Geológica (SISBDGEO), para lo cual se realizaron transectos en el terreno, en tres campañas de campo (75 días), así como identificación y mapeo geológico con ayuda de fotografías aéreas e imágenes satelitales tanto de movimientos en masa antiguos y recientes.

Esta base de datos registra la ocurrencia de 769 procesos geológicos entre flujos de detritos, caída de rocas, deslizamientos, avalanchas de rocas, derrumbes, movimientos complejos, erosión de laderas, etc. (Ver Fig. 02 y 03), donde se consignan la tipología del evento, su georeferenciación en coordenadas UTM, las causas del evento, características geomorfológicos, litológicas del substrato, así como los daños ocasionados y una estimación de su peligro potencial y grado de riesgo.

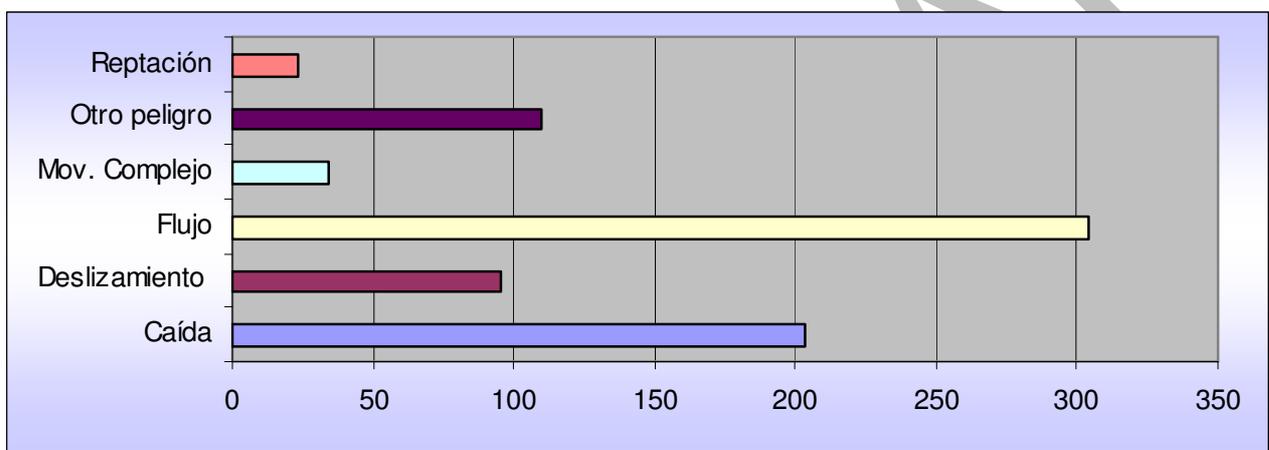


Figura N° 2 Estadística de Peligros Geológicos en la cuenca

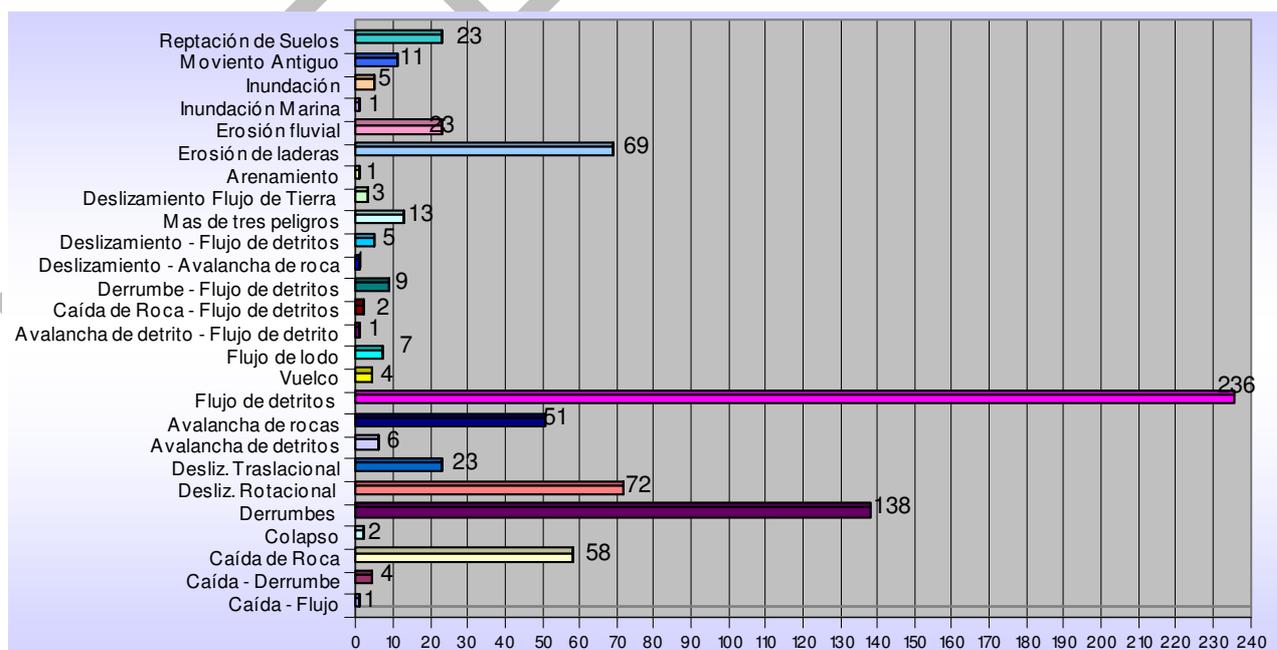


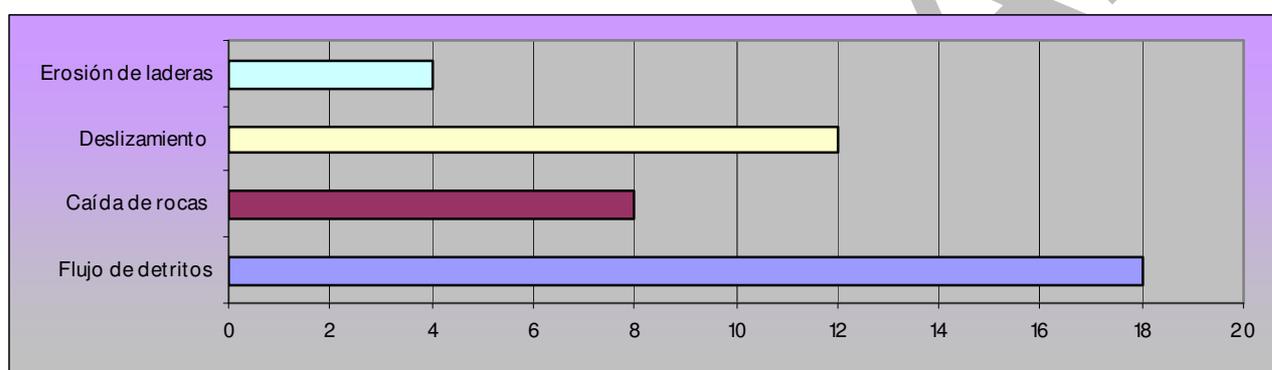
Figura N° 3 Estadística por Peligros Específicos dentro de la Cuenca

## DEFINICIÓN DE ZONAS CRÍTICAS

Para la identificación y descripción de “Zonas Críticas”, se determinó la el grado de peligro potencial individual y/o el análisis de densidad de ocurrencias de peligros potenciales en un área o sector, donde se exponen infraestructura o poblaciones, vulnerables a uno o más peligros geológicos.

En estas zonas críticas se resalta las áreas o lugares, que luego del análisis de él o los peligros geológicos identificados, la vulnerabilidad a la que están expuestas (infraestructura y centros poblados), por estos peligros, se consideran con peligro potencial de generar desastres, y que necesitan que se realicen obras de prevención y/o mitigación o mejorar las existentes.

Dentro de las 35 zonas críticas que se han inventariado dentro de la cuenca se ha podido identificar que el peligro predominante es el de flujos de detritos, seguido por deslizamientos y caída de rocas y en menor proporción erosión de laderas. (Ver Fig. 04)



**Figura N° 4 Estadísticas de peligros geológicos y Zonas Críticas.**

En la Figura N° 5 se muestra la distribución de zonas críticas dentro de la Cuenca Camaná – Majes – Colca, y en los Cuadros N° 2 al 5, en el anexo adjunto, se describen resumidamente las características de estas zonas, indicando las características geodinámicas, la vulnerabilidad asociada así como las recomendaciones pertinentes.

## **ANEXO 1: DESCRIPCIÓN DE ZONAS CRÍTICAS**

PRELIMINAR

**CUADRO N° 2 ZONAS CRÍTICAS POR PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA PROVINCIA DE CAYLLOMA**

<b>SECTOR (Distrito)</b>	<b>ÁREAS SUJETAS A / COMENTARIO GEODINÁMICO</b>	<b>VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCASIONADOS</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>
Maca (Maca)  001	<p>Presencia de deslizamiento rotacional y procesos de erosión de laderas.</p> <p>Las cárcavas presentan derrumbes en sus márgenes, los cuales aportan material suelto a su cauce, que es acarreado como flujos de detritos (huaycos), en periodos de lluvias excepcionales, estos son de pequeña magnitud.</p> <p>Deslizamiento antiguo reactivado, escarpa de forma elongada, ha causado el asentamiento de la ladera en la margen izquierda del río Colca. Reactivaciones en el cuerpo del deslizamiento antiguo, al lado izquierdo del poblado de Maca, produce pérdida de terrenos de cultivo, pastizales y tramo de unos 400 m de la carretera entre Chivay y Cabanaconde. Deslizamiento con avance progresivo desde 1990, luego de sismo, características inadecuadas de suelo lacustre y presencia de filtraciones.</p>	<p>El deslizamiento ha producido la pérdida total de la plataforma de la carretera, es necesario realizar rellenos, para hacer posible el tránsito de vehículos. Entre 1994 y 2008 el asentamiento de la plataforma tiene unos 15-20 m de altura.</p>	<p>Colocar drenajes para evacuar agua subterránea y evitar la formación de bofedales en el cuerpo del deslizamiento antiguo, que producen sobrepeso, aumento de la presión de poros, humedecimiento del material del cuerpo y por ende la desestabilización de la masa y formación de reactivaciones. Monitoreo de deslizamiento utilizando interferometría radar y geodésica.</p>
Lari-Madrigal (Lari)  002	<p>Procesos de erosión de laderas y deslizamientos rotacionales, activos y antiguos en la margen derecha del río Colca entre Madrigal y Lari, es afectado por deslizamientos de tipo rotacional. Algunos de estos deslizamientos son antiguos y en ellos es posible observar trabajos de estabilización por medio de la construcción de andenerías. Asentamiento constante del terreno, así como la reactivación en depósitos antiguos.</p> <p>Se observan bofedales y presencia de agua subterránea, en el cuerpo de los deslizamientos.</p> <p>Procesos de erosión en cárcavas en las laderas superiores al poblado de Lari. Deslizamiento reciente con gran afectación de áreas de cultivo, acelerado posteriormente por sismo de Chuquibamba, en julio del 2008.</p>	<p>El avance del deslizamiento produce la pérdida de terrenos de cultivo.</p>	<p>Es imprescindible prohibir la construcción de viviendas en el cuerpo y cerca de la escarpa de los deslizamientos.</p> <p>Realizar trabajos de forestación de las laderas.</p>
Cerro	Deslizamiento rotacional, antiguo reactivado en el cuerpo, la	Asentamientos en la plataforma	Las aguas no deben de

Antahuilque (Maca) 003	inestabilidad se produce por la apertura de nueva carretera entre Lari y Maca. Se observan asentamientos en la plataforma de carretera de hasta 1,5 m. El canal de agua revestido de concreto, que pasa por la carretera, ha sido afectado por los asentamientos, produciéndose roturas, el agua de los reboses, es conducida hacia el cuerpo del deslizamiento activo, humedeciendo el terreno, aumentando el peso de la masa e incrementando la presión de poros, condiciones que hacen muy crítica la zona.	de carretera, que dificultan el tránsito de vehículos, se puede producir la pérdida total de la plataforma de carretera, inclusive la parte superior de la carretera principal entre Maca y Cabanaconde.	ser drenadas hacia el cuerpo del deslizamiento. Canalizar o entubar las aguas que pasan por el canal, evitando de esta manera su infiltración.
Lacayaque (Coporaque) 004	Deslizamiento rotacional – flujo de tierra. Terreno irregular, con formas cóncavo convexas, asentamientos y movimientos del terreno, formación de terrazetas (“pisadas de vaca”) y basculamiento del terreno. Salto principal del deslizamiento de 10 aproximadamente, ancho de escarpa de unos 1 000 m, desnivel entre el pie y la escarpa es de unos 150 m.	Afecta terrenos de cultivo y puede afectar tramo de la Carretera Chivay - Lari.	Realizar monitoreos continuos, para detectar movimientos en el evento, especialmente en periodos de lluvia. De evidenciarse movimientos, se debe prohibir el tránsito de vehículos, personas y animales por la zona.
Cocha (Tisco) 005	Deslizamiento rotacional – flujo de tierra. Ladera afectada por deslizamiento rotacional, cuyo cuerpo se encuentra fluyendo ladera abajo, provocando el empuje del terreno. Se evidencia la formación de lóbulos en el pie del depósito y la formación de lagunas pequeñas, por afloramientos de agua subterránea.	Produce ondulamientos y deterioro de la única carretera de acceso al distrito de Tisco, en un tramo de 250 m.	Realizar trabajos de nivelado en la carretera para posibilitar el tránsito de vehículos. Drenajes para evacuación de aguas subterráneas.
Callalli (Callalli) 006	Derrumbes y flujos de detritos (huayco). Talud superior de tramo de carretera de unos 600 m, afectado por derrumbes; el corte realizado para la construcción de la carretera, ha desestabilizado depósitos aluviales. Cortes de la carretera por flujos de detritos que discurren por quebradas.	Los derrumbes y flujos pueden cortar el tránsito en la carretera (Carretera Arequipa-Cailloma).	Se deben de construir alcantarillas, en la medida de lo posible realizar desquinchado de los taludes.
La Calera, Pucaloma, Hospedaje El Bosque (Chivay)	Caída de rocas, deslizamiento rotacional y deslizamiento – flujo. Caída de rocas desde acantilado fracturado, bloques colgados inestables y bloques caídos depositados a media ladera.	Asentamiento de terreno dentro del complejo turístico Pedregal, con la consecuente pérdida de infraestructura. Caída de rocas sobre vehículos	Realizar trabajos de reforestación en las laderas. Drenaje para evacuación de aguas subterráneas.

007	<p>Deslizamiento – flujo, produjo el asentamiento de material desde la parte alta de la ladera.</p> <p>Deslizamiento antiguo en cuyo cuerpo se construyó el complejo de Baños Termales La Calera, se han producido reactivaciones en el cuerpo del deslizamiento antiguo, que causaron el colapso pérdida de un mirador ubicado dentro del complejo, en la margen izquierda del río Colca, posiblemente causado por la sobrecarga colocada en el terreno, al existir una piscina detrás de la zona reactivada, así como a la presencia de aguas subterráneas de origen termal, que afloran en la zona reactivada.</p>	e infraestructura de hospedaje.	
Tapay-Malata (Lari)  008	<p>Derrumbe – flujo de detritos, caída de rocas – flujo de detritos, deslizamiento – flujo de detritos.</p> <p>Caída de rocas desde laderas superiores del poblado de Malata, por mecanismo de vuelco.</p> <p>Deslizamiento rotacional antiguo que produjo el asentamiento de la ladera.</p> <p>Movimiento complejo de gran magnitud, dejó depósito de forma alargada, donde se encuentra asentado poblado de Malata, es posible observar procesos de erosión fluvial en el material removido, que genera derrumbes, por pérdida de soporte en la base del depósito. Bloques inestables y movidos en afloramiento ubicado sobre poblado de Tapay.</p>	Pueden ser afectadas las viviendas de los poblados de Tapay y Malata, así como terrenos de cultivo, pobladores y animales.	Restringir el tránsito por la zona donde se produce la caída de rocas, no construir viviendas cerca de zonas inestables y de derrumbe.
Quebrada Huayuray (Cabanacón)  009	<p>Flujo de detritos, deslizamiento rotacional.</p> <p>Cauce de la quebrada de unos 60 m de ancho, con presencia de material gravo arenoso, se ha construido badén de mampostería de rocas para proteger del paso de flujos de detritos (huaycos) al canal Majes, que en este tramo es cubierto. El año 1994 bajo por esta quebrada un lahar, el material removido es posible observarlo en las terrazas ubicadas en las márgenes de la quebrada.</p> <p>Deslizamiento en la margen izquierda de quebrada frente a afloramiento de agua termal que aflora a alta presión, puede represar la quebrada y genera un flujo por rompimiento del dique.</p>	Puede afectar tramo de unos 60 m, del canal Majes que atraviesa esta quebrada, así como la carretera.	Realizar trabajos de mantenimiento del badén, realizar trabajos de limpieza del cauce de la quebrada.

Quebrada Pahuana (Huambo)  010	Quebrada por donde discurren flujos de detritos (huaycos), el último evento acarrió material arcillo-gravoso, que rebasó la capacidad de la alcantarilla, construida para posibilitar el paso de flujos, ya que el canal Majes cruza esta quebrada. Material del flujo colmato el cauce y afecto bocatomas de canales de riego, también produjo erosión de puente carrozable.	Puede afectar canal Majes y puente carrozable.	Realizar trabajos de limpieza y descolmatación de la quebrada, para que posteriores flujos puedan discurrir sin obstáculos, reduciendo de este modo en algo la posibilidad de atoros en la alcantarilla.
Aji (Cabanaconde)  011	Deposito de material removido antiguo, reactivado con derrumbes que producen la perdida de terrenos. La zona se presenta inestable, por la socavación efecto de la erosión fluvial sufrida en la base del depósito antiguo. Se evidencia constantes caídas de material hacia la quebrada, con formación conos.	Perdida de terrenos de cultivo, pueden resultar afectadas las viviendas que se ubican cerca del derrumbe.	Restringir el transito de personas y animales por la zona de inestable, no construir viviendas cerca del derrumbe. Viviendas del poblado de Aji han sido reubicadas.
Quebrada Mulapampa (Huambo)  012	Flujo de detritos (huayco), derrumbes. Quebrada con material gravo-arenoso en el cauce, presencia de barro en puente vehicular, posiblemente provenga de un flujo que rebaso la luz de unos 15 m del puente. En la parte alta de la quebrada se observa colmatación de cauce con material gravo-arenoso. Derrumbe desde la margen derecha de la quebrada, que la obstruye, con bloques de hasta 5 m de longitud.	Puede ser afectado puente vehicular y tramo del canal Majes, que cruza esta quebrada aguas abajo por medio de tuberías.	Realizar trabajos de descolmatación del cauce las cabeceras de la quebrada.
Quebrada Tucullune (Yanque)  013	Deslizamiento – flujo. Agrietamientos abiertos (15 cm) y 10 m de longitud, en un dique de tierra de reservorio de agua, se evidencian ondulamientos en el frente del dique. El colapso de la estructura podría generar un flujo que puede afectar viviendas y terrenos de cultivo ubicados aguas abajo.	Pueden ser afectadas viviendas y terrenos de cultivo ubicados aguas abajo si colapsa el reservorio.	Reforzar el dique con muro de contención.
Bocatoma Tuti (Tuti)  014	Deslizamiento rotacional, escarpe discontinuo de 150 m de longitud, 200 m de altura entre el pie y la escarpa, salto de 4 m. El año 2005, produjo asentamiento de terrenos desde la margen derecha, afecto casa de maestranza de bocatoma de Tuti, también produjo perdida de terrenos de cultivo.	Compromete seguridad física de construcciones en la bocatoma de Tuti y terrenos de cultivo.	Reforestar la ladera, construir muro de contención, drenar aguas superficiales fuera de la zona del deslizamiento.

Cabanaconde (Cabanaconde)  015	Flujo de detritos (huayco). Ladera disectada por cárcavas las cuales confluyen en una principal, por la cárcava principal discurren flujos de gran magnitud, que dejan depósitos proluviales de forma de abanico. Dentro del material removido se tienen bloques que alcanzan los 10 m de longitud.	Afecta terrenos de cultivo y puede afectar viviendas construidas en el material proluvial, así como también tramo de la carretera en varios desarrollos.	Es necesaria la construcción de badenes en la carretera.
Quebrada Huacoto (Callalli)  016	Escarpas múltiples, de forma irregular – discontinua, superficie rotacional, saltos secundarios de 10m., movimiento extremadamente lento, progresivo. Produce asentamiento del terreno, afecta pastizales, tramo de carretera Callalli – Condorama, puede afectar torres de transmisión eléctrica. Terreno irregular con ondulamientos. Procesos de reptación de suelos en el cuerpo principal, ondulamientos en la carretera.	Puede producirse la pérdida total de la carretera, así como de la torres de transmisión eléctrica.	Realizar un cambio del trazo de la carretera.



Deslizamientos rotacionales que afectan al distrito de Maca y carretera a Cabanaconde.  
Deslizamiento de Maca.



Deslizamientos rotacionales que afectan al distrito de Maca y carretera a Cabanaconde. Deslizamiento de Antahuilque.



Deslizamiento reciente en el pie del poblado de Lari, margen derecha del río Colca.



Sector Tapay – Malata, deslizamiento antiguo que produjo el asentamiento de la ladera donde se han ubicado dichos poblados. Además, caída de rocas desde laderas superiores.



Carretera en el sector de Coccha, que accede al distrito de Tisco, se ve afectada por un deslizamiento rotacional.



Deslizamiento rotacional que en el año 2005 produjo asentamientos de terrenos que afecto casa de maestranza de la bocatoma de Tuti.



Sector de Callalli. Tramo de carretera de unos 600m que se ve afectado por derrumbes y huaycos.



Sector La Calera, Pucaloma y Hospedaje el Bosque del distrito de Chivay que se ven afectadas por deslizamientos, caídas de rocas y flujos que afectan la infraestructura del lugar y a los vehículos que transitan por la zona.



Constantes derrumbes en el poblado de Ajpi por lo que los pobladores han tenido que se reubicados.



Huayco de gran dimensión que acarrea bloques de hasta 10 m. de longitud y que esta afectando a la carretera que conduce al poblado de Cabanaconde.



Quebrada Huaccoto puede afectar torres de alta tensión y carretera.

### CUADRO N° 3 ZONAS CRÍTICAS POR PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA PROVINCIA DE CONDESUYOS

SECTOR (Distrito)	ÁREAS SUJETAS A / COMENTARIO GEODINÁMICO	VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCASIONADOS	RECOMENDACIONES
Huanco (Pampacolca) 017	Flujo de detritos (huayco). Quebrada por donde discurren flujos, el año 2006 bajo un huayco que duro aproximadamente 3 horas, que afecto carretera y 2 viviendas. Se evidencia intensa erosión en surcos y cárcavas en las cabeceras de la quebrada.	Afecta 25 m de la carretera San Antonio – Pampacolca, afectó dos viviendas.	Mantener limpio el cauce de la quebrada, evitar la construcción de viviendas cerca y en la quebrada.
Viray (Iray) 018	Flujo de detritos (huayco). Huayco excepcional, provocó el hundimiento de aproximadamente 20 cm de la carretera, ha causado la perdida del asfalto de la carretera, dificulta el transito de vehículos.	Produce la perdida de 150 m de asfalto de la carretera de acceso a Chuquibamba.	Es necesaria la construcción de un badén.



Sector Huanco. Huayco que en el año 2006 afecto a la carretera y a dos viviendas



En el sector de Viray se observa que la carretera que conduce a Chuquibamba se ha hundido 20 cm. debido un flujo de detritos.

**CUADRO N° 4 ZONAS CRÍTICAS POR PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA PROVINCIA DE CASTILLA**

<b>SECTOR (Distrito)</b>	<b>ÁREAS SUJETAS A / COMENTARIO GEODINÁMICO</b>	<b>VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCASIONADOS</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>
Lomas de Mamas (Tipan) 019	Ladera de fuerte pendiente, que se encuentran disectados por una intensa erosión en cárcavas, forma una torrenteras, por la cual discurren huaycos, que cortan 3 desarrollos de la carretera ha Viraco, trazados en la ladera.	Puede afectar aproximadamente 1 km de carretera, en los tramos que corta los tres desarrollos de la carretera.	Colocar badenes, rellenar tramos de la carretera afectados por la erosión y los flujos.
Loma Mamas (Tipan) 020	Ladera de fuerte pendiente, donde se producen derrumbes y caída de rocas y detritos desde la cima, este material caído se acumula a manera de conos de talus, los cuales son disectados por cárcavas, que acarrear flujos de detritos.	Afecta tres desarrollos de la carretera ha Viraco, en una extensión de 1,5 km, por tramos.	Construir badenes.
Cerro Huancarqui (Huancarqui) 021	Derrumbes en el talud superior de carretera, de unos 25 a 30 m de alto, a lo largo de unos 500 m, desde la salida del puente que conduce de Aplao a Huancarqui. Los taludes de corte son verticales, se presentan con fracturas abiertas de hasta 5 cm. Bloques colgados inestables en el talud, compromete una secuencia de aglomerados muy deleznable.	La caída de rocas puede obstruir el tránsito e incluso aplastar un vehículo.	Realizar trabajos de limpieza de la carretera.
Recodo Cerro Huancarqui (Castilla) 022	Zona de derrumbes, talud de corte de carretera vertical de unos 30 m de alto y 900 m de longitud. Presencia de grietas en el talud con aberturas de hasta 15 cm. Material caído depositado al pie del talud superior de carretera, es posible encontrar bloques de hasta 7 m de longitud.	Obstrucción de la carretera, vehículos pueden ser aplastados por bloques que caen.	Realizar trabajos de limpieza de la carretera.
Caspani Km 61 de la carretera Corire – Aplao (Aplao) 023	Flujo de detritos (huayco). Se observa presencia de material suelto depositado al pie de las márgenes, que provienen de derrumbes, los cuales son acarreados a manera de huaycos con lluvias excepcionales, en el depósito de material proluvial es posible encontrar bolones de hasta 3 m de diámetro. Es evidente también la expansión de viviendas hacia la parte alta de la torrentera, las cuales pueden ser afectadas con la generación nuevos huaycos.	Nuevos flujos pueden afectar viviendas construidas sobre de huayco.	Detener la expansión de viviendas hacia las partes altas de la torrentera. Encausar la torrentera.

<p>Aplao (Aplao)</p> <p>024</p>	<p>Ladera de cerro de alta pendiente, forma un acantilado en la cima, desde donde se produce la caída de rocas y detritos. Este material suelto es posteriormente acarreado por escorrentías superficiales a maneras de huaycos, con lluvias excepcionales. El poblado de Aplao se encuentra asentado sobre este abanico proluvial.</p> <p>Las Caídas de rocas desde el talud superior se producen por efectos del viento y por sismos, como el ocurrido el 9 de julio del 2008 a las 3:40 am, donde según relatos de los pobladores, era posible escuchar fuertes sonido producidos por el golpe de bloques caídos.</p>	<p>Pueden ser afectadas viviendas del poblado de Aplao.</p>	<p>Encausar y darle libre paso a los flujos que se pueden formar en la ladera.</p>
<p>Andamayo – Ladera del cerro Andamayo – quebrada Higuerayoc (Aplao)</p> <p>025</p>	<p>Flujo de detritos (huaycos), erosión de laderas y derrumbes. Tramo de unos 10 km de la carretera de acceso a los distritos de Tipan y Viraco, se encuentra cortado por cárcavas, torrenteras y quebradas que acarrear huaycos de manera ocasional a excepcional.</p> <p>Talud de carretera en algunos sectores inestable, desde donde se producen derrumbes.</p> <p>Esta zona por ser arida, la acumulación de material por efectos de meteorización y derrumbes, es acarreado como flujos cuando se presentan lluvias, que las sobesatura y permiten su movilidad al hacerlos fluidos. La zona se presenta intransitable en esos periodos.</p>	<p>Puede producir la interrupción total del tránsito de vehículos hacia Viraco y Tipan.</p>	<p>Construcción de badenes, desquinchado de taludes.</p>
<p>Quebrada Andamayo – Quebrada Puente Viejo. (Tipan)</p> <p>026</p>	<p>Flujo de detritos, deslizamiento. Quebradas que en períodos de lluvia acarrear huaycos de grandes magnitudes, que cortan el tránsito hacia Tipan y Viraco.</p> <p>Deslizamiento de unos 300 m de ancho de escarpa, 250 m de alto, produjo el asentamiento de 1 m aproximadamente de la carretera, el deslizamiento compromete un substrato de limonitas rojas y arcillitas, poco compactas.</p>	<p>Afecto tramo de unos 500 m de carretera, que hizo necesario cambio en el trazo por los asentamientos sufridos. Afecto una vivienda.</p>	<p>Monitoreo del deslizamiento, construcción de baden.</p>
<p>Ladera NE del cerro Lomas de Mamas (Tipan)</p>	<p>Caída de rocas, erosión de laderas, Flujo de detritos (huaycos). Tramo de carretera de 5 km, que da acceso al poblado de Tipán y Viraco, afectados por huaycos, derrumbes y erosión</p>	<p>El tránsito se ve interrumpido con la caída de un huayco, o por derrumbes de la carretera, por tramos.</p>	<p>Realizar trabajos de limpieza de los taludes y construcción de badenes que posibiliten un paso</p>

027	en cárcavas que interrumpen el tránsito, estos se presentan con lluvias ocasionales a excepcionales.		flujos sin afectar la carretera.
Huatiapilla, Quebrada Ongoro (Aplao)  028	Flujos de detritos (huaycos). Derrumbes y caídas de rocas en las cabeceras y márgenes de las laderas de las quebradas, formación de conos de talud, aportes de flujos desde torrenteras tributarias. El material suelto es removido por escorrentías superficiales de lluvias excepcionales, a manera de huaycos, que cortan tramo de la carretera hacia Viraco. Huayco que discurre por torrentera tributaria de la quebrada Ongoro, ha depositado un abanico proluvial, en donde actualmente se encuentra asentado el poblado de Huatiapilla.	Afecta 300 m de carretera y terrenos de cultivo y viviendas de Huatiapilla.	Realizar trabajos de limpieza de cause, construcción y mantenimiento de badenes.
Quebrada Cosos (Aplao)  029	Flujos de detritos (huaycos). Quebrada que acarrea flujos de manera excepcional, formación de conos de talud en las cabeceras, estos materiales sueltos se sobresaturan y son movilizados, cuando se producen lluvias excepcionales. Depósito proluvial forma un abanico, que alcanza los 2100 m de ancho máximo en la parte distal.	Corta 100 m de la carretera Aplao al desvío Chuquibamba – Viraco, en dos tramos.	Limpieza de cauce, mantenimiento de badén.
Collaglla (Orcopampa)  030	Flujo de detritos de gran magnitud que bajo de la quebrada de Secque, depositó un abanico en su desembocadura al río Huancarama. Así mismo, parte del material se encausó y discurrió por el río Huancarama donde actualmente este material formó una terraza que aparece de manera discontinua en el cauce. Ancho de la quebrada de Secque es de 10 m.	Podría afectar la bocatoma de la C.C.H.H. Huancarama se ubica cerca de la quebrada y cortar el tránsito de la carretera.	Encauzar la quebrada Secque.
Quebrada Torcarpata – Chapacoco (Chilcaymarca)  031	Quebrada que acarrea flujos de manera excepcional, depósitos de forma de abanicos, conformado por material grueso heterogéneo sobre este depósito se encuentra asentado el poblado de Chapacoco. Otros flujos menores en la ladera del cerro Huiscatoni.	De producirse un nuevo flujo puede afectar viviendas del poblado de Chapacoco y la carretera.	Canalización del cauce principal de la quebrada.
Ladera Cerro Pichihua	Torrenteras secas que acarrear flujos en periodo de lluvias excepcionales, depósitos con forma de conos, conformado	Colmatación, posible afectación de bocatoma y	Control de erosión de cárcavas en cabecera de

(Carretera Orcopampa – Andahua) (Andahua )  032	por material grueso, obstruye unos 500 m. de carretera. Puede tapar bocatoma de canal de riego que va a Andahua.	canal de Andahua.	quebradas.
Ladera Cerro Jollevirca (Chachas)  033	Erosión de laderas, derrumbes y deslizamientos. Deslizamientos traslacionales y derrumbes en la margen izquierda del río Challahuire, con represamiento parcial originaron desembalse violento erosionando carretera y puente hacia Chachas. Colmatación del cauce del río está produciendo colmatación de laguna de Chachas.	Afectó tramo de carretera Andahua-Chachas.	Control de erosión de cárcavas.



Erosión de laderas en el sector Lomas de las Mamas, que han afectado la carretera en más de un kilómetro.



Derrumbes del Cerro Huancarqui afectan a aproximadamente 500 m. de carretera desde la salida del puente de Aplao.



Derrumbes y agrietamientos en el sector Recodo Cerro que afectan a la carretera Aplao – Huancarqui.



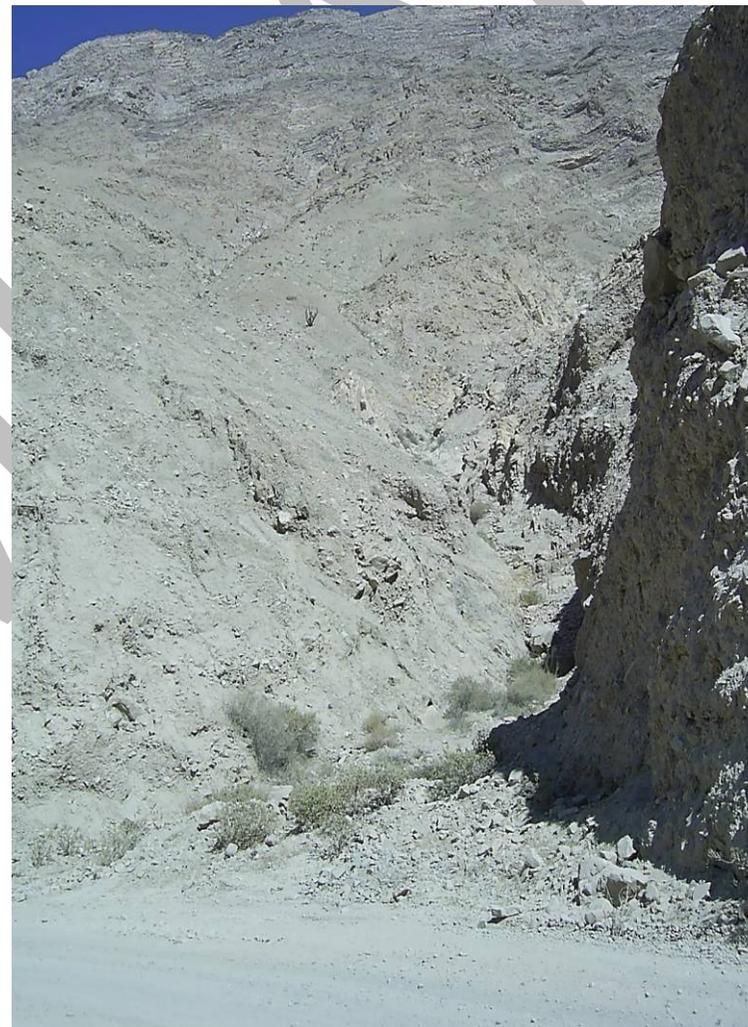
Viviendas asentadas en material proluvial que en épocas de precipitaciones fuertes se resultarían afectadas.



Viviendas del distrito de Aplao se ubican sobre un abanico por donde constantemente cae material de las laderas superiores.



Sector de Andamayo. Tramo de carretera de acceso a Tipan y Viraco que en épocas de lluvia es intransitable.



Ladera NE del Cerro Lomas de Mamas donde flujos de detritos, derrumbes y erosión de laderas afectan 5 km. de la carretera Tipan – Viraco.



Sector Collaglla. Flujo de detritos en épocas de precipitaciones puede cortar el tránsito por la carretera y destruir la bocatoma de la Central Hidroeléctrica de Huancarama.



Sector Quebrada Tarcapata – Chapacoco. Un próximo flujo (excepcional), puede afectar al poblado de Chapacoco y a la carretera.



Ladera del cerro Pichihua, susceptible a erosión de laderas y flujos de detritos que comprometen tramo de carretera Orcopampa-Andahua, así como bocatoma y canal de Andahua.

### CUADRO N° 5 ZONAS CRÍTICAS POR PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA PROVINCIA DE CAMANÁ

SECTOR (Distrito)	ÁREAS SUJETAS A / COMENTARIO GEODINÁMICO	VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCASIONADOS	RECOMENDACIONES
Poblado de Socso Quebrada Molles (Nicolás Pierola) 034	Flujo de detritos (huaycos). Material proluvial depositado por los flujos bajados de la quebrada Molles, forman un abanico en su desembocadura con el río Camaná, que en su parte distal tiene 1 km de ancho. El material proluvial esta conformado por gravas y arenas, con bolones de hasta 1 m de longitud. Sobre este depósito de huayco se encuentran asentadas las viviendas del poblado de Socso. Es posible identificar el curso seguido por el último huayco, el cual formo varios canales y se desbordo.	Pueden resultar afectados las viviendas y pobladores de Socso, con un huayco.	Reubicar y prohibir la construcción de viviendas dentro del cauce de la quebrada o en las zonas de influencia de flujos antiguos.
Playa Chorro-La Punta (Camaná) 035	El Inundación por Tsunami. Licuación de arenas. Morfología del litoral susceptible a ser afectada por olas de tsunami, como el ocurrido en el 2001. Terreno compuesto por arenas de playa casi sueltas, poco o nada densas susceptibles a licuación en caso de sismo.	Compromete balnearios de la ciudad de Camaná.	Simulacros de evacuación. Prohibir construcción de edificaciones sin estudios geotécnicos de cimentación adecuados.



Sector Quebrada Molles en su desembocadura en el Río Camaná. En época de crecida podría afectar a las viviendas del poblado de Socso.

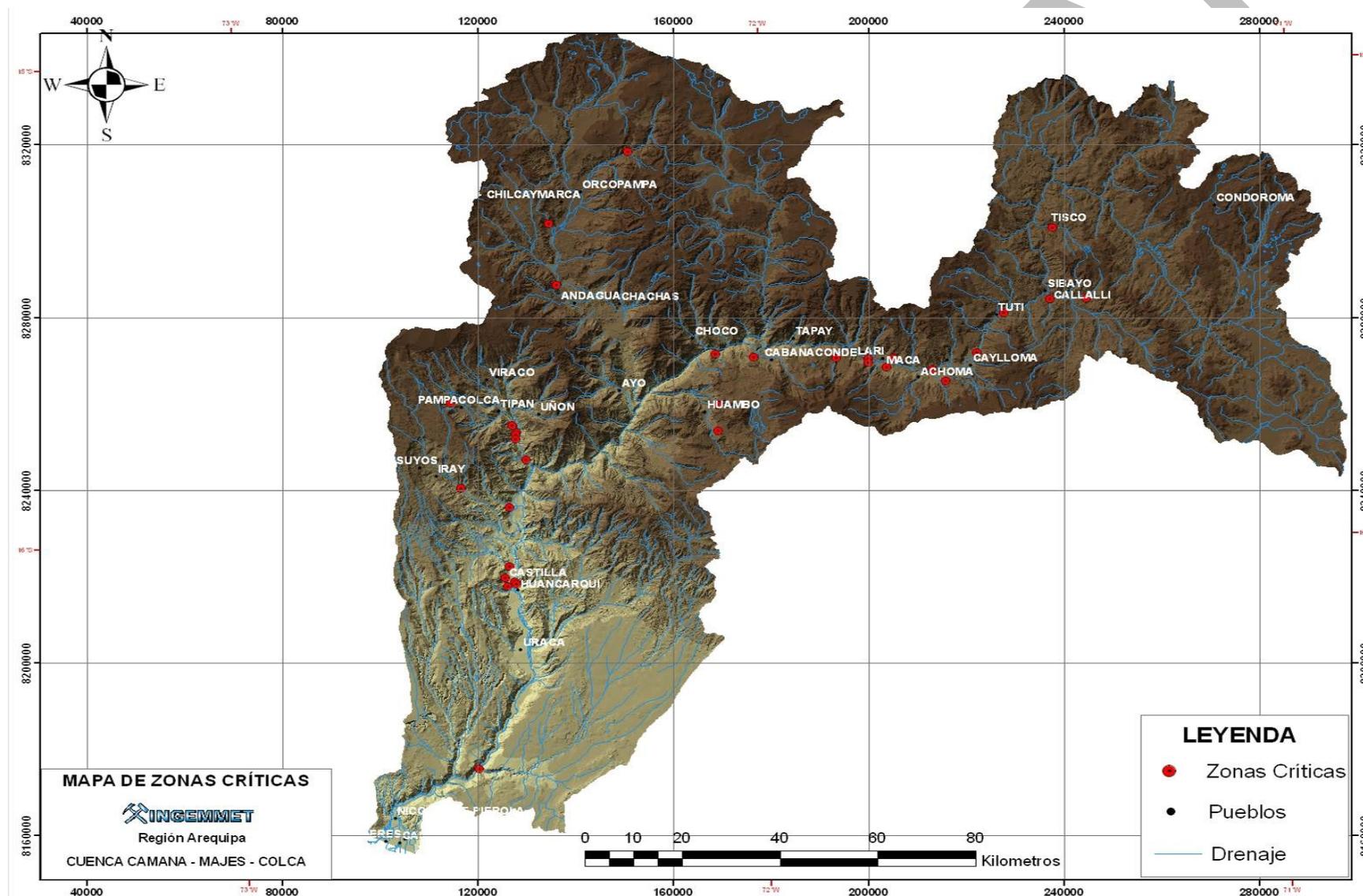


Figura Nº 05 Distribución de Zonas Críticas en la cuenca.

## **ANEXO 2: CONTENIDO PROPUESTO DEL ESTUDIO GEOAMBIENTAL DE LA CUENCA DEL RÍO CAMANÁ-MAJES**

### **RESUMEN**

#### **CAPITULO 1**

##### **INTRODUCCION**

- 1.1 OBJETIVOS
- 1.2 ANTECEDENTES
- 1.3 METODOLOGÍA
- 1.4 ALCANCE Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO
- 1.5 PARTICIPACIÓN

#### **CAPITULO 2**

##### **ASPECTOS GEOGRAFICOS Y CLIMÁTICOS**

- 2.1 SITUACIÓN DE LA CUENCA
- 2.2 MARCO CLIMÁTICO GENERAL
- 2.3 ESTACIONES CLIMÁTICAS
- 2.4 PARÁMETROS CLIMÁTICOS
  - 2.4.1 RÉGIMEN DE TEMPERATURAS
  - 2.4.2 RÉGIMEN DE PRECIPITACIONES
  - 2.4.3 VIENTOS DE SUPERFICIE
  - 2.4.4 HUMEDAD RELATIVA
  - 2.4.5 RADIACIÓN E INSOLACIÓN
  - 2.4.6 EVAPORACIÓN Y EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL
- 2.5 CLASIFICACION CLIMÁTICA
- 2.6 VEGETACIÓN Y UNIDADES DE COBERTURA VEGETAL

#### **CAPITULO 3**

##### **ASPECTOS HIDROLÓGICOS**

- 3.0 GENERALIDADES
- 3.1 HIDROGRAFÍA EN LA CUENCA
- 3.2 ESTACIONES DE AFOROS
- 3.3 ANÁLISIS HIDROLÓGICO
- 3.4 GLACIARES
  - 3.4.1 ANÁLISIS DE RETROCESO GLACIAR
- 3.5 LAGOS Y LAGUNAS
- 3.6 HUMEDALES

#### **CAPÍTULO 4**

##### **ASPECTOS HIDROGEOLOGÍCOS**

- 4.0 GENERALIDADES
- 4.1 FUENTES DE AGUA SUBTERRANEA
- 4.2 UNIDADES HIDROGEOLOGÍCAS
- 4.3 PELIGRO DE CONTAMINACIÓN DE ACUÍFEROS

#### **CAPITULO 5**

##### **CONTEXTO GEOMORFOLÓGICO**

- 5.0 GENERALIDADES
- 5.1 UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS
  - 5.1.1 MONTAÑAS
  - 5.1.2 COLINAS Y LOMADAS
  - 5.1.3 PIEDEMONTES
  - 5.1.4 PLANICIES
- 5.3 PENDIENTE DE LOS TERRENOS

#### **CAPITULO 6**

##### **CONTEXTO LITOLÓGICO-ESTRUCTURAL**

- 6.0 GENERALIDADES
- 6.1 DEPÓSITOS SUPERFICIALES INCONSOLIDADOS
  - 6.1.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS, PROBLEMAS Y USOS
- 6.2 UNIDADES DEL SUBSTRATO
  - 6.2.1 MACIZO ROCOSO: CARACTERÍSTICAS, PROBLEMAS Y USOS

#### **CAPITULO 7**

##### **EVALUACIÓN DE PELIGROS NATURALES**

- 7.0 GENERALIDADES
  - REGISTROS HISTÓRICOS DE EVENTOS DESASTROSOS EN LA CUENCA
- 7.1 ASOCIADOS A MOVIMIENTOS EN MASA
  - 7.1.1 EVIDENCIAS DE INESTABILIDAD RECONOCIDAS
  - 7.1.2 INVENTARIO Y OCURRENCIAS PRINCIPALES
  - CAIDAS

- VUELCOS
- DESLIZAMIENTOS
- FLUJOS
- MOVIMIENTOS COMPLEJOS
- REPTACIONES
- 7.1.3 FRECUENCIA DE OCURRENCIA DE MOVIMIENTOS EN MASA
- 7.1.3 SUSCEPTIBILIDAD A MOVIMIENTOS EN MASA
- 7.2 ASOCIADOS A PROCESOS GEO-HIDROLÓGICOS
  - 7.2.1 INUNDACIONES
  - 7.2.2 EROSION FLUVIAL
  - 7.1.3 FRECUENCIA DE OCURRENCIA
  - 7.2.3 SUSCEPTIBILIDAD A LAS INUNDACIONES Y EROSIÓN FLUVIAL
- 7.3 PELIGROS ASOCIADOS A OTROS PROCESOS GEOLÓGICOS
  - 7.3.1 EROSIÓN DE LADERAS
  - 7.3.2 HUNDIMIENTOS O KARST
  - 7.3.3 EROSIÓN MARINA
  - 7.3.4 ARENAMIENTOS
- 7.4 PELIGROS SÍSMICOS
  - 7.4.1 SISMICIDAD HISTÓRICA
  - 7.4.2 DISTRIBUCIÓN DE MÁXIMAS INTENSIDADES SÍSMICAS
  - 7.4.3 ESTUDIO SÍSMICO PROBABILÍSTICO
  - 7.4.4 ZONIFICACIÓN Y ACELERACIONES MÁXIMAS
  - 7.4.5 TSUNAMIS
  - 7.4.6 MOVIMIENTOS EN MASA DETONADOS POR SISMOS
  - 7.4.7 LICUACIÓN DE SUELOS Y DEFORMACIONES SUPERFICIALES
- 7.5 PELIGROS VOLCÁNICOS
  - ACTIVIDAD VOLCÁNICA HISTÓRICA Y VOLCANES ACTIVOS
  - 7.5.1 FLUJOS DE LAVAS
  - 7.5.2 FLUJOS PIROCLÁSTICOS
  - 7.5.3 CAÍDAS DE CENIZAS
  - 7.5.4 LAHARES
  - 7.5.5 GASES
- 7.6 PELIGROS ASOCIADOS A PROCESOS GLACIARES
- 7.7 PELIGROS CLIMÁTICOS
  - 7.7.1 SEQUIAS, HELADAS Y GRANIZADAS
- 7.7 PELIGROSIDAD EN LA CUENCA
- CAPITULO 8**
- RECURSOS Y POTENCIALIDADES DEL TERRITORIO DE LA CUENCA**
- 8.0 GENERALIDADES
- 8.1 HISTORIA Y OCUPACIÓN ANTRÓPICA
- 8.2 RECURSOS HUMANOS, POBLACIONES E INFRAESTRUCTURA BASICA
- 8.3 RECURSOS HÍDRICOS
  - 8.3.1 AGUAS SUPERFICIALES
  - 8.3.2 LAGOS, LAGUNAS
  - 8.3.3 GLACIARES
  - 8.3.4 AGUAS SUBTERRÁNEAS
  - 8.3.5 AGUAS TERMALES Y MINERALES
- 8.4 RECURSO SUELO
- 8.5 RECURSOS MINERALES: METÁLICOS Y NO METÁLICOS
- 8.6 RECURSOS GEOCULTURALES, ESPACIOS PROTEGIDOS Y GEOTURÍSTICOS
  - 8.6.1 ESPACIOS PROTEGIDOS Y BIODIVERSIDAD
  - 8.6.2 PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO
  - 8.6.3 PATRIMONIO GEOLÓGICO Y GEODIVERSIDAD
- 8.7 INFRAESTRUCTURA MAYOR
  - 8.7.1 VIAL TERRESTRE
  - 8.7.2 VÍA AÉREA
  - 8.7.3 PROYECTOS ESPECIALES
  - 8.7.4 INFRAESTRUCTURA DE IRRIGACIÓN
  - 8.7.5 INFRAESTRUCTURA ENERGÉTICA
- 8.8 ENERGÍA NO CONVENCIONAL
  - 8.8.1 ENERGÍA SOLAR
  - 8.8.2 ENERGÍA EÓLICA
  - 8.8.3 ENERGÍA HIDRÁULICA
  - 8.8.3 ENERGÍA DE LA BIOMASA
- CAPITULO 9**
- IMPACTO DE LAS ACTIVIDADES ANTRÓPICAS**
- 9.0 GENERALIDADES

- 9.1 IMPACTOS DE LA ACTIVIDAD MINERA
  - 9.1.1 DESCRIPCIÓN DE PASIVOS MINEROS
  - 9.1.2 IMPACTOS PRINCIPALES
- 9.2 IMPACTO DE LAS ACTIVIDADES AGROINDUSTRIALES
  - 9.2.1 IMPACTO DE LAS IRRIGACIONES DE MAJES-SIHUAS
  - 9.2.2 IMPACTOS PRINCIPALES
- 9.3 IMPACTO DE LAS ACTIVIDADES URBANAS E INDUSTRIALES
  - 9.3.1 DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS
  - 9.3.2 VERTIMIENTO DE AGUAS SERVIDAS
  - 9.3.3 ORIGINADOS POR LA CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS

## **CAPÍTULO 10**

### **CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES**

- 10.0 GENERALIDADES
- 10.1 MUESTREO DE AGUAS Y SEDIMENTOS
- 10.2 ANÁLISIS GEOQUÍMICOS DE AGUAS
- 10.3 ANÁLISIS GEOQUÍMICOS DE SEDIMENTOS
- 10.4 CRITERIOS Y ESTÁNDARES DE CALIDAD
- 10.5 APTITUD DE AGUAS PARA CONSUMO HUMANO
- 10.6 APTITUD DE AGUA PARA RIEGO

## **CAPITULO 11**

### **VULNERABILIDAD DE LA CUENCA Y ZONAS CRITICAS**

- 11.0 GENERALIDADES
- 11.1 VULNERABILIDAD Y ZONAS CRÍTICAS POR PELIGROS GEOLÓGICOS E HIDROLÓGICOS
- 11.2 VULNERABILIDAD DE LA CUENCA A LAS ACTIVIDADES MINERA E INDUSTRIAL
- 11.3 VULNERABILIDAD DE LA CUENCA AL CAMBIO CLIMÁTICO

## **CONCLUSIONES**

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **RELACION DE FIGURAS**

- UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO
- POBLACIÓN Y DENSIDAD POBLACIONAL DE LA CUENCA
- MÁXIMAS INTENSIDADES SÍSMICAS
- SISMICIDAD EN PERU Y PERFIL SISMICO EN LA REGION SUR.
- ZONIFICACION SÍSMICA DE PERÚ
- ISOSISTAS DEL SISMO DEL 23/06/2001
- CURVA DE PELIGRO ANUAL BOCATOMA AZÁNGARO – PUNO
- MÁXIMA INUNDACIÓN POR TSUNAMI EN CAMANÁ.
- PRECIPITACIONES MÁXIMAS ACUMULADAS EN LAS DIFERENTES ESTACIONES.
- CAUDALES MEDIOS MENSUALES ESTACION PUENTE CARRETERA
- ANÁLISIS DE TENDENCIA DE CAUDALES
- PELIGROS GEOLÓGICOS INVENTARIADOS
- FRECUENCIA DE OCURRENCIA DE PELIGROS DE MOVIMIENTOS EN MASA
- PELIGROS GEOLÓGICOS PRINCIPALES
- DISTRIBUCIÓN DE LA PEA POR ACTIVIDADES ECONOMICAS

### **RELACION DE MAPAS (A3)**

- ISOYETAS DE PRECIPITACIÓN (PERIODO LLUVIOSO)
- ISOYETAS DE PRECIPITACIÓN (NIÑO 1997-98)
- COBERTURA VEGETAL Y USO DE SUELO
- ISOACELERACIONES SÍSMICAS PARA UN 10% DE EXCEDENCIA EN 30 AÑOS
- ISOACELERACIONES SÍSMICAS PARA UN 10% DE EXCEDENCIA EN 50 AÑOS
- ISOACELERACIONES SÍSMICAS PARA UN 10% DE EXCEDENCIA EN 100 AÑOS

### **RELACION DE MAPAS (ESCALA 1:200,000)**

- UNIDADES HIDROGEOLOGICAS
- UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS
- PENDIENTES
- LITOLÓGICO-ESTRUCTURAL
- INVENTARIO DE PELIGROS
- SUSCEPTIBILIDAD A LOS MOVIMIENTOS EN MASA
- SUSCEPTIBILIDAD A LAS INUNDACIONES Y EROSION FLUVIAL
- PELIGROS VOLCÁNICOS
- PELIGROSIDAD POR MOVIMIENTOS EN MASA
- INFRAESTRUCTURA DE LA CUENCA
- ACTIVIDAD MINERA Y PASIVOS AMBIENTALES EN LA CUENCA
- CARACTERIZACION GEOQUÍMICA DE LAS AGUAS SUPERFICIALES Y SEDIMENTOS
- ZONAS CRITICAS POR PELIGROS GEOLÓGICOS

## **ANEXOS**