



**DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA
AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO**

INFORME TÉCNICO N° A 6682



**INSPECCIÓN TÉCNICA DEL REPRESAMIENTO DEL
RÍO COTAHUASI EN EL SECTOR CHAYMI O CHIPITO**

(Distrito Cotahuasi, Provincia La Unión, Región Arequipa)



Por:

**Lucio Medina Allcca
Edwin Calderón Vilca**

Junio, 2015



CONTENIDO

- 1.0 INTRODUCCIÓN
 - 2.0 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA
 - 3.0 ASPECTOS GEOLÓGICOS
 - 4.0 ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS
 - 4.1 UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS
 - 5.0 PELIGROS GEOLÓGICOS IDENTIFICADOS
 - 6.0 SUSCEPTIBILIDAD A LA OCURRENCIA DE MOVIMIENTOS EN MASA
 - 7.0 PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS
- CONCLUSIONES
- RECOMENDACIONES
- REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA
- ANEXO I: MAPAS



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL DEL CALLAO



Ing° CIP. Lucio Medina Allica
ING. GEOLOGO

“REPRESAMIENTO DEL RÍO COTAHUASI EN EL SECTOR CHAYMI O CHIPITO”

DISTRITO COTAHUASI – PROVINCIA LA UNIÓN – REGIÓN AREQUIPA

1.0 INTRODUCCIÓN

El Alcalde de la Municipalidad Provincial de La Unión, mediante Oficios N° **384-2014-MPLU-A-DEF.CIV**, de fecha 22 de setiembre 2014, se dirige a la Presidenta del Consejo Directivo del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico - Ingemmet para solicitar la Inspección Técnico Científico del embalsamiento de agua que presenta Peligro Inminente en el río Cotahuasi.

Asimismo, el Jefe de la Oficina Regional de Defensa Nacional y Defensa Civil del Gobierno Regional de Arequipa, mediante **Oficio N° 1388 – 2014-GRA/ORDNDC**, de fecha 21 de agosto 2014 se dirige a la Presidenta del Ingemmet para solicitar Opinión Técnica sobre el derrumbe ocurrido sobre en el río Cotahuasi el día 02 de agosto del año 2014.

Atendiendo a los documentos antes mencionados y por encargo de la Presidenta del Consejo Directivo del Ingemmet, el Director de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico, designó al Ing. Lucio Medina Allcca y al Bach. Edwin Calderon Vilca para realizar la inspección técnica del caso.

Los trabajos de inspección se realizaron con la presencia del Jefe de Defensa Civil y Seguridad Ciudadana (Sr. Cirilo Merma) y del Ingeniero de Obras (Sr. Hugo Contreras), ambos profesionales pertenecientes a la Municipalidad Provincial de la Unión

El presente informe de inspección, contiene datos de observaciones realizadas en campo e información disponible de trabajos anteriores realizados en el área. Incluye texto, ilustraciones y fotografías del área, así como conclusiones y recomendaciones.

2.0 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA

El área evaluada está comprendida entre las coordenadas UTM: 8317200 - 8319200 Norte y 723600 – 726400 Este (Figura 1).

Dentro del área de estudio se ubican: la Urbanización “Pampa de Aymaña” III Etapa (lugar conocido como “Chaymi o Chipito”) y parte de los ríos Cotahuasi y Pampamarca.

Se accede al área desde Lima, por vía aérea hasta Arequipa. De Arequipa se viaja por vía terrestre pasando por los poblados de Aplao, Chuquibamba hasta Cotahuasi.

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL DEL CALLAO

Ing. CIP. Lucio Medina Allcca
ING. GEOLOGO

Según el SENAMHI (2003), las precipitaciones pluviales durante el periodo lluvioso normal (Mayo-Septiembre) se encuentra entre el rango de 200 a 500 mm, y durante el fenómeno El Niño entre 200 a 400 mm.

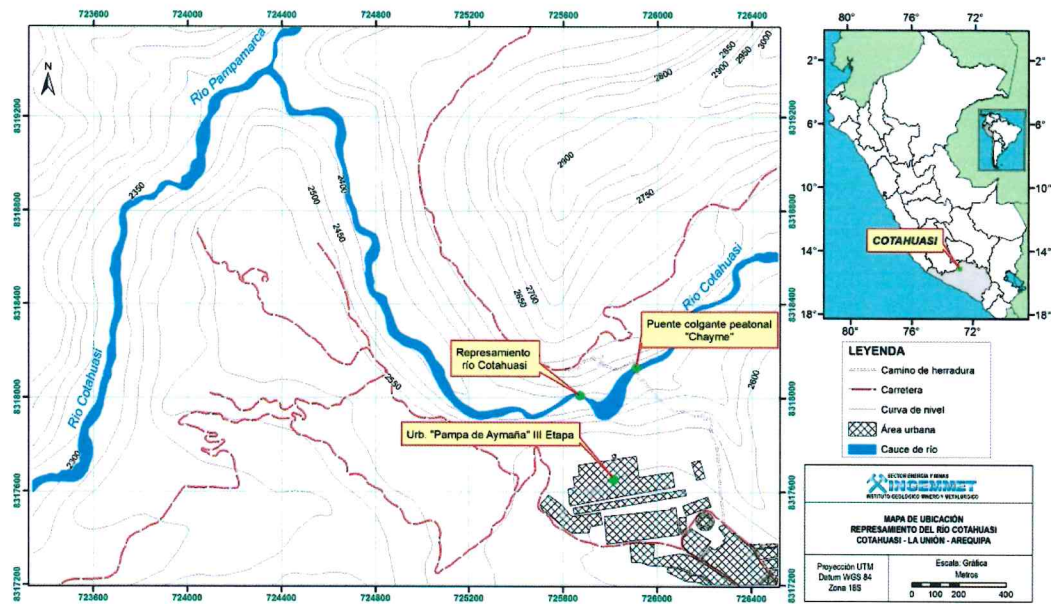


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio.



Foto 1. Vista panorámica del área de estudio. Se observa el río Cotahuasi y el área urbana del distrito de Cotahuasi donde se ubica la urbanización "Pampa de Aymaña" III Etapa.

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 CONSEJO DEPARTAMENTAL DEL CAYLÁN
 Ing. CIP. Lucio Medina Allica
 ING. GEOLOGO

3.0 ASPECTOS GEOLÓGICOS

El análisis geológico del área de estudio se desarrolló teniendo como base la Carta Geológica del Perú (Mapa Geológico del Cuadrángulo de Cotahuasi, Hoja 31-q, escala 1:100 000), interpretación de fotografías aéreas e imágenes de satélite disponibles en ArcGIS Online y observaciones de campo.

Las unidades geológicas que afloran en el área de estudio, corresponden a rocas sedimentarias del Cretáceo y depósitos cuaternarios (Mapa 1), diferenciándose las siguientes formaciones:

Formación Arcurquina (Kis-ar)

Nombre dado por Jenks (1948) para describir un conjunto de calizas que afloran en los valles adyacentes al cerro Arcurquina, situado a 11 km al SE del pueblo Huanca, departamento de Arequipa (Salas et al., 2003).

En la zona de estudio, la Formación Arcurquina está compuesta por calizas de color gris, se presentan en estratos gruesos que llegan hasta 2 m de espesor. Foto 2.

Estructuralmente el macizo rocoso de la Formación Arcurquina se halla muy fracturado y diaclasado (Foto 3). Los estratos tienen rumbo norte 8° oeste y buzamiento 20° al noreste.

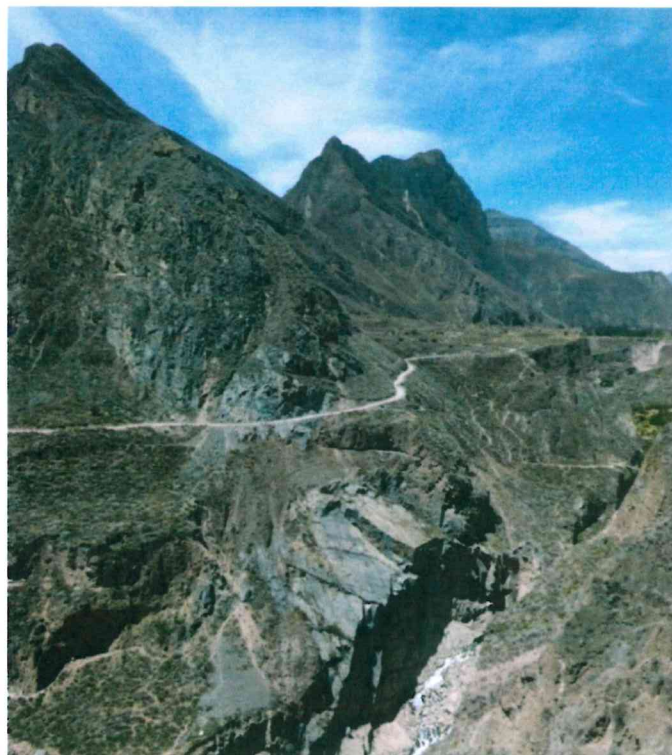


Foto 2. Fotografía tomada mirando a la margen derecha del río Cotahuasi. Se observan los estratos de calizas de la Formación Arcurquina.



Foto 3. Se observa afloramiento rocoso compuesto por caliza fracturada y diaclasada perteneciente a la Formación Arcuquina. Se ubica en la margen izquierda del río Cotahuasi y dentro del área de influencia directa del represamiento.

Depósito coluvial (Q-cd)

Agrupar depósitos de origen gravitacional y fluvio-gravitacional, acumulado en las vertientes o márgenes del valle; en muchos casos, son resultado de una mezcla de ambos, constituyendo escombros de laderas que cubren parcialmente a los afloramientos de la Formación Arcuquina y a los depósitos proluviales.

En la zona de estudio, se reconoce a los depósitos coluviales, por su geometría y se originan por eventos de deslizamientos, pequeños derrumbes y caídas de roca, su fuente de origen es cercana.

Están conformados por material grueso de naturaleza heterogénea y heterométricas provenientes de las Formación Arcuquina y de los depósitos proluviales, mezclados con materiales finos como arena, limo y arcilla. Su distribución es caótica y constituyen depósitos de piedemonte.

Los depósitos deluviales están referidos a acumulaciones de depósitos de vertiente con taludes fuerte a muy fuerte, su origen está asociado a caídas de rocas y a flujos no canalizados. Se les encuentra como capas de suelo fino y arcillas arenosas con inclusiones de fragmentos rocosos pequeños y subangulosos.

Depósito proluvial (Q-pr)

Compuesto por fragmentos rocosos heterométricos (bloques, bolos y detritos) en matriz limoarenarcilloso, depositado en forma de cono en la confluencia de los ríos Cotahuasi y Pampamarca donde se observan por lo menos tres secuencias sedimentarias (Foto 4). Los materiales son provenientes de los cerros Llapsaccacca, Lucmani y Condorcinca. Sobre estos depósitos se asienta la población urbana del distrito de Cotahuasi.

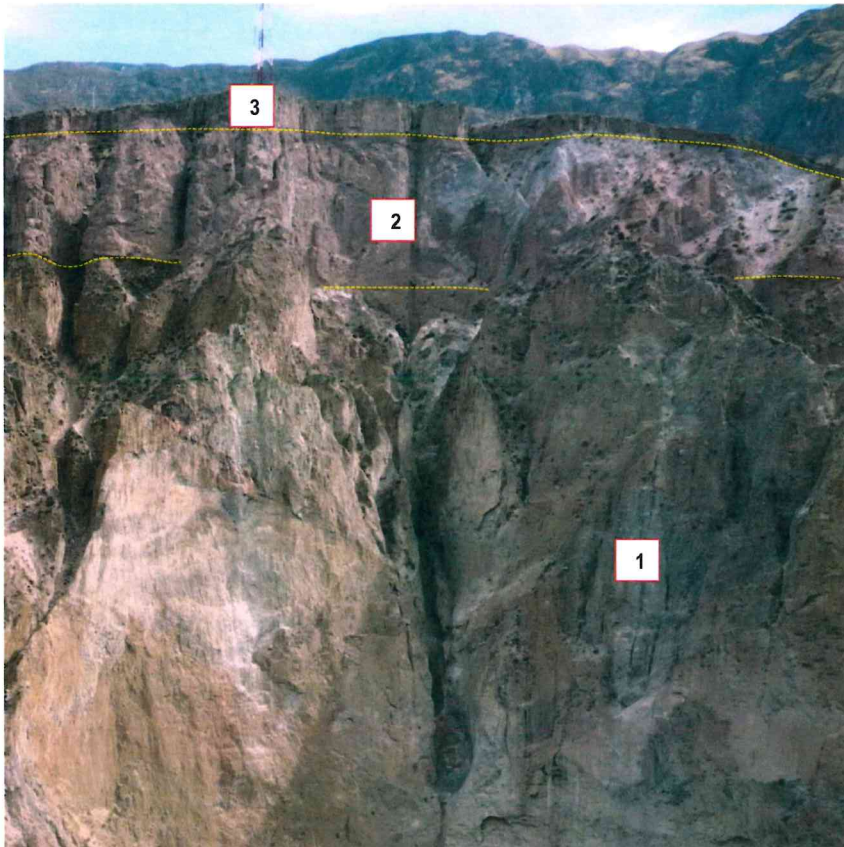


Foto 4. Se observa tres horizontes de depósitos proluviales.

Depósito fluvial (Q-fl)

Caracterizado por presentarse en el cauce de río. Litológicamente está compuesto por fragmentos rocosos heterogéneos (bloques, bolos, cantos gravas, arenas, etc.) transportados por la corriente del río Cotahuasi y sus tributarios a grandes distancias y depositados en forma de terrazas, removibles por el curso actual del río. Foto 5.

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 CONSEJO DEPARTAMENTAL DEL CALLAO

 Ing. CIP. Lucio Medina Alfaro
 ING. GEÓLOGO



Foto 5. Depósitos fluviales (Q-fl) ubicados en el cauce del río Cotahuasi.

4.0 ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

Desde el punto de vista morfoestructural regional la zona de estudio, se ubica en la Cordillera Occidental del Perú.

Localmente, en algunos sectores se exhiben valles encañonados modelados en el contacto entre el macizo rocoso sedimentario y el depósitos no consolidados, con profundidades que varían entre 100 y 150 metros. Foto 6.



Foto 6. Valles encañonado por erosión del río Cotahuasi. Vista aguas arriba.

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL DEL CALCA
Ing° CIP. Lucio Medina Alarcón
ING. GEOLOGO

4.1 UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

A falta de base topográfica detallada de la zona, los mapas geomorfológicos como herramienta para el análisis de la susceptibilidad a los movimientos en masa y erosión fluvial, se consideran indispensables, pues están relacionados con los procesos geodinámicos.

La geomorfología del área de estudio (Mapa 2) se caracteriza por el predominio de unidades de carácter tectónico-degradacional y denudacional, y unidades asociadas a procesos de acumulación:

Unidades de carácter tectónico-degradacional y erosional

Resultan del efecto progresivo de los procesos morfodinámicos degradacionales sobre los relieves iniciales originados por la tectónica o sobre algunos paisajes construidos por procesos exógenos agradacionales, estos procesos conducen a la modificación parcial o total de estos a través del tiempo geológico y bajo condiciones climáticas cambiantes (Villota, 2005).

En la zona de estudio, los paisajes morfológicos resultantes de los procesos denudativos forman parte del conjunto de montañas y está representado por colinas y laderas modeladas en rocas sedimentarias con alturas inferiores a los 300 m respecto al nivel de base local.

Unidades asociadas a procesos de agradación o acumulación

Estas geoformas son resultado del conjunto de procesos geomorfológicos constructivos, determinados por fuerzas de desplazamiento, como por agentes móviles, tales como: el agua de escorrentía, los cuales tienden a nivelar hacia arriba la superficie de la tierra, mediante el depósito de materiales resultantes de la denudación de terrenos más elevados.

Según el ambiente de depositación y la fuerza o agentes de transporte responsable del proceso agradacional, este recibe distintas denominaciones (Villota, 2005), es así, que para la zona de estudio corresponde a las siguientes geoformas:

Piedemonte o vertiente de detritos

Son depósitos inconsolidados acumulados al pie de las laderas de montañas, colinas y acantilados, en forma de talús de detritos de origen coluvial, de edad reciente, que descienden hacia los valles principales o quebradas tributarias; no presentan una geoforma característica.

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL DEL CALLAO
Ing. CIP. Lucio Medina Alceda
ING. GEOLOGO

Por encontrarse cerca de su fuente de origen, presentan una naturaleza litológica homogénea, sin embargo su granulometría es variable, con fragmentos angulosos y su grado de compacidad es bajo.

Las vertientes de detritos en la zona de estudio, están asociados a pequeñas ocurrencias sucesivas de derrumbes, flujos y caídas de roca.

Vertientes de deslizamiento

Corresponde a la acumulación en ladera, originada por procesos de movimientos en masa del tipo deslizamiento ocurrido en las márgenes del río Cotahuasi. Por su corto recorrido en la ladera presenta una naturaleza litológica homogénea y ligeramente consolidado. Su morfología es convexa y su disposición es semicircular a elongada en relación a la zona de arranque o despegue del movimiento en masa.

Vertiente coluvio-deluvial

Esta subunidad corresponde a las acumulaciones de ladera originadas por procesos de movimientos en masa pre-históricos, antiguos y recientes (deslizamientos y derrumbes principalmente), así como también a acumulaciones de material fino y detrítico, caído o lavado por escorrentía superficial, los cuales se acumularon sucesivamente en las laderas.

Se componen de depósitos inconsolidados a ligeramente consolidados muestran una composición litológica homogénea, tratándose de depósitos con corto a mediano recorrido relacionados a las laderas superiores adyacentes de áreas fluviales. Su morfología es convexa y su disposición semicircular a elongada en relación a la zona de arranque o despegue del movimiento en masa.

Vertiente de avalancha

Subunidad compuesta por depósitos inconsolidados a ligeramente consolidados de composición litológica homogénea.

Esta subunidad se ubica en la confluencia en los ríos Pampamarca, Huarcaya y Cotahuasi, corresponde a las acumulaciones de ladera originadas por procesos de movimientos en masa violentos (avalancha) provenientes de los cerros Ccaccapa, Llapsaccacca, Lucmani y Condorcinca.

Vertiente aluvio-torrencial

Superficie extendida al pie de los sistemas montañosos o estribaciones andinas, formada por el acarreo de material aluvial, arrastrado por corrientes de agua estacional y de carácter excepcional, en ocasiones a manera de flujos y



Lucio Medina Alcega
ING. GEÓLOGO

avalanchas de detritos. Se depositan cerca a la confluencia entre los ríos Pampamarca, Huarcaya y Cotahuasi.

Terraza fluvial

Son porciones de terreno alargado que se encuentran dispuestas a los costados del cauce principal de los ríos. Su composición litológica es resultado de la acumulación de fragmentos de roca de diferente granulometría (bloques, bolos, cantos, gravas con escasa presencia de arenas y limos) que corresponden principalmente a rocas polimigíticas. Estos materiales fueron acarreados y depositados por el caudal de los ríos Pampamarca, Huarcaya, Cotahuasi y sus quebradas afluentes.

Otros

Además de las subunidades geomorfológicas mencionadas, existen geoformas que resaltan en la zona como es el valle cañón (Foto 7) afectada por proceso de erosión en cárcavas y procesos de movimientos en masa.

Localmente, el valle encañonado o valle cañón es un valle estrecho con laderas muy escarpadas, verticales, formados principalmente sobre depósitos de avalanchas.

En algunos sectores, el valle encañonado tienen laderas escalonadas y se han formado en el contacto entre los depósitos inconsolidados (depósitos de avalanchas) y el macizo rocoso sedimentario.

Las profundidades estimadas varían entre 100 a 150 m y el ancho de la cima del valle cañón varía entre 250 m a 390 m y el ancho en el fondo del valle varía de 10 a 60 m.

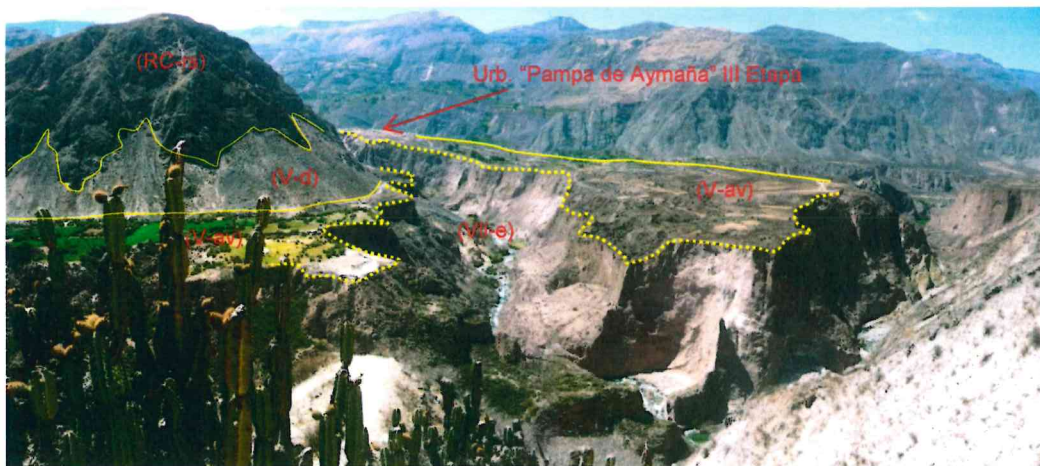


Foto 7. Se observa colina modelada en roca sedimentaria (RC-rs), vertientes de detritos (V-d), vertiente con depósito de avalancha (V-e) y valle encañonado, ubicados entre los ríos Pampamarca, Huarcaya, Cotahuasi

5.0 PELIGROS GEOLÓGICOS IDENTIFICADOS

Los peligros geológicos identificados en el área de estudio, están asociadas principalmente a los procesos de movimientos en masa y erosión en cárcava.

El término movimientos en masa incluye todos aquellos movimientos ladera abajo de una masa de roca, de detritos o de tierras por efectos de la gravedad (Cruden, 1991 en PMA: GCA, 2007). Los movimientos en masa representan procesos geológicos superficiales, que involucran la remoción de masas rocosas con características inestables, depósitos inconsolidados de diferente origen, competencia y grado de cohesión, o la combinación de ambos, por efecto de la gravedad. Su ocurrencia en la zona está estrechamente ligada a factores detonantes como lluvias de gran intensidad o gran duración asociadas a eventos excepcionales; en menor porcentaje se asocian a sismicidad, así como a las modificaciones en los taludes naturales realizadas al construir obras de infraestructura vial, agrícola, etc. Como factores condicionantes o intrínsecos destacan la litología (calidad de la roca y permeabilidad en algunas formaciones geológicas), morfología y pendiente de los terrenos, tipos de cobertura vegetal existentes, entre otros.

Los movimientos en masa identificados dentro del área de estudio corresponden a caídas de rocas, derrumbes, deslizamientos, avalanchas y flujos de detritos. Ver Mapa 3.

Caída de rocas.

Las caídas de rocas constituyen uno de los mecanismos de erosión y transporte sobre las laderas. Está asociada a rocas fracturadas o diaclasadas.

Se producen a partir de las cornisas ubicadas en las laderas del valle y escarpas dejadas por los derrumbes.

En la zona de estudio, los bloques o detritos producto de la caída de rocas, se acumulan al pie de las laderas de montañas y colinas.

Derrumbe.

Son desprendimientos de masas de roca, suelo, detritos o combinaciones de estos materiales. Se originan a lo largo de varias superficies irregulares o anisotropías (discontinuidades o fracturas). Se generan en zonas de arranque irregulares, con desplome visible de material como una sola unidad, alcanzando dimensiones y longitudes variables desde pocos metros hasta decenas y centenas de metros.

En el área de estudio, los derrumbes ocurren en las laderas del valle encañonado y es causado principalmente por la erosión fluvial o socavamiento del pie de talud (Foto 8). También influyen en su ocurrencia la existencia de

materiales de movimientos en masa antiguos susceptible a derrumbes (Foto 9) y la pendiente del terreno muy escarpado

Las ocurrencias de derrumbes en la zona afecta directamente a la estabilidad de las laderas del valle encañonado causado por la corriente de agua del río Cotahuasi (Foto 10); además provoca represamientos temporales como el ocurrido el día 02 de agosto del año 2014.

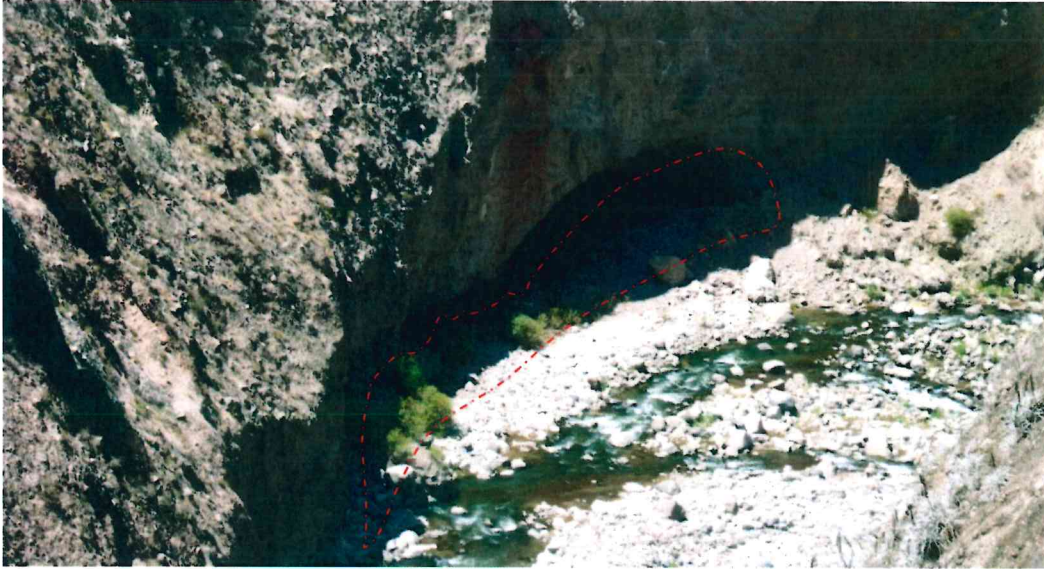


Foto 8. Erosión fluvial o socavamiento del pie de talud en la margen izquierda del río Cotahuasi.



Foto 9. Depósito de movimiento en masa antiguo susceptible a derrumbes, también se observa una grieta paralela al valle cañón ocasionado posiblemente por la erosión del río Cotahuasi.

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
 CONSEJO DEPARTAMENTAL DEL CALLAO

 Ing. C.P. Lucio Medina Alfcca
 ING. GEOLOGO

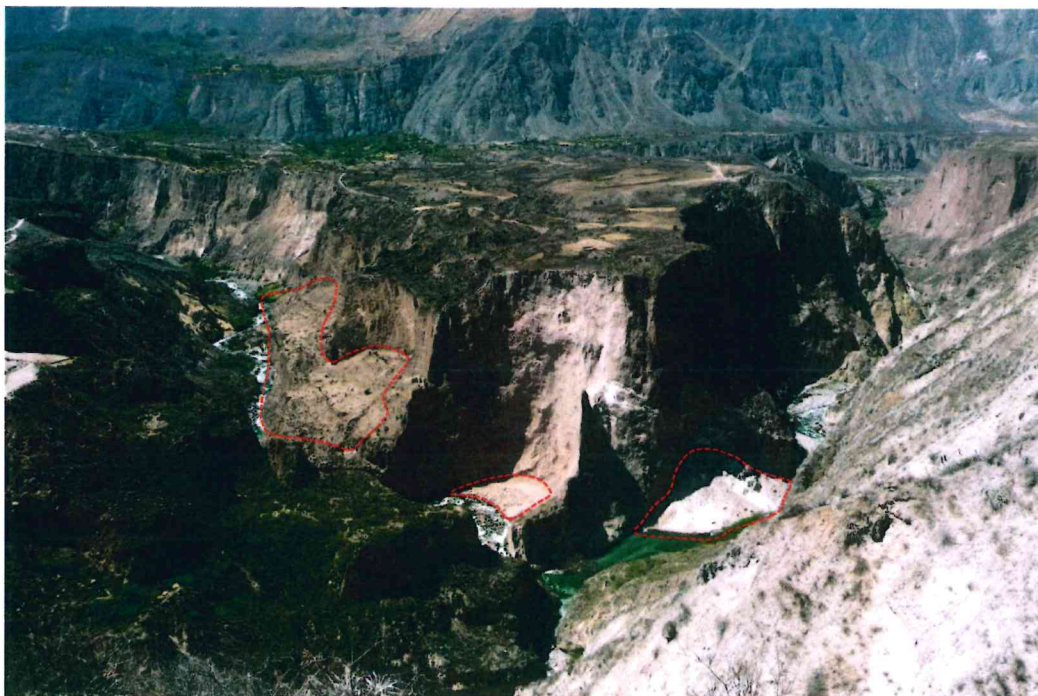


Foto 10. Las líneas discontinuas rojas delimitan depósitos de derrumbes ubicados en la margen izquierda del río Cotahuasi.

Deslizamiento.

Un deslizamiento se define como un movimiento de ladera que involucra una masa de suelo o roca, con la particularidad de que su desplazamiento se realiza a lo largo de una superficie de falla plana u ondulada (traslacional), o curva y cóncava (rotacional).

En el área de estudio, los deslizamientos son de tipo rotacional y traslacional, ocurren principalmente en las laderas del valle encañonado. Imagen satelital 1.

Por las características morfológicas que presenta, uno de los deslizamientos identificados dentro del área de estudio es de naturaleza activa y de desplazamiento o velocidad extremadamente lento, su distribución o actividad es retrogresivo. Se ubica a 1 km del represamiento y en la margen derecha del río Cotahuasi. Ocupa un área aproximado de 8 hectáreas (longitud de escarpa mide 200 m, ancho promedio del deslizamiento mide 240 m, desnivel entre el pie y la escarpa 250 m).

Las observaciones geológicas realizadas in situ, permiten inferir las causas del deslizamiento activo y estas son: presencia de substrato rocoso fracturado cubierto por depósitos coluviales, pendiente del terreno muy fuerte (36°) y depósitos de movimientos en masa antiguos. Además, se presume que el factor detonante son las precipitaciones pluviales e infiltración de agua hacia el terreno.

El deslizamiento activo, afecta principalmente la carretera afirmada que une los poblados de Cotahuasi, Pampamarca y Mungui.

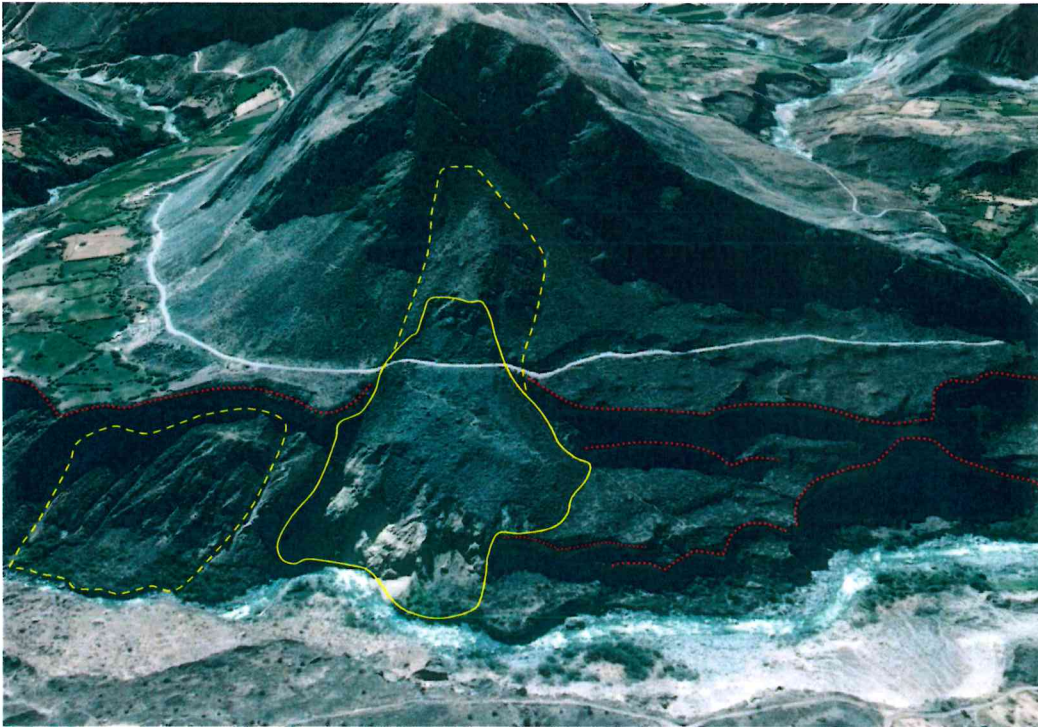


Imagen satelital 1. Se observan delimitados con línea continua amarilla el depósito de deslizamiento traslacional activo y con línea discontinuas amarilla los depósitos de deslizamientos antiguos. También se observan marcadas con líneas discontinuas rojas las escarpas de derrumbes antiguos. Margen derecha del río Cotahuasi.

Avalancha

Las avalanchas son flujos de gran longitud extremadamente rápidos, de roca fracturada, que resultan de deslizamientos de roca de magnitud considerable. Pueden ser extremadamente móviles y su movilidad parece que crece con el volumen. Sus depósitos están usualmente cubiertos por bloques grandes, aun cuando se puede encontrar bajo la superficie del depósito material fino derivado parcialmente de roca fragmentada e incorporada en la trayectoria. Algunos depósitos de avalanchas pueden alcanzar volúmenes del orden de kilómetros cúbicos y pueden desplazarse a grandes distancias; con frecuencia son confundidos con depósitos morrénicos.

Las avalanchas pueden ser muy peligrosas, pero afortunadamente no son muy frecuentes incluso en zonas de alta montaña. Algunas avalanchas de roca represan ríos y pueden crear una amenaza secundaria asociada al rompimiento o colmatación de la presa. Las velocidades pico alcanzadas por las avalanchas de rocas son del orden de 100 m/s, y las velocidades medias pueden estar en el rango de 30–40 m/s (PMA: GCA, 2007).

Dentro del área de estudio, se ha identificado depósitos de ocurrencias de avalanchas antiguas de grandes volúmenes, por las evidencias morfológicas del terreno, se asume que la zona de arranque se ubica entre los cerros Ccaccapa, Llapsaccacca, Lucmani y Condorcinca. Las avalanchas durante su ocurrencia represaron los ríos Cotahuasi, Huarcaya y Pampamarca. Imagen satelital 2.

En la actualidad, los depósitos de avalanchas son erosionados por la corriente de aguas de los ríos Cotahuasi, Huarcaya y Pampamarca formando un valle cañón; además, sobre los depósitos de avalancha se encuentra asentado el pueblo de Cotahuasi.



Imagen satelital 2. Delimitada con líneas amarillas discontinuas se observa el depósito de avalancha y las flechas de color negro indican la trayectoria del flujo.

Flujo de detritos y lodo

Se refieren a movimientos en masa que durante su desplazamiento se comportan como un fluido; pueden ser lentos, saturados o secos. Generalmente se originan a partir de otro movimiento en masa, ya sea por un deslizamiento, derrumbe o incluso procesos de erosión de laderas.

En el área de estudio, éste tipo de movimientos en masa (flujo de detritos y lodo) es de naturaleza antigua y se ubica entre los sectores de Cachana y Piro; su zona de arranque probablemente haya sido en los cerros Ccaccapa, Llapsaccacca, Lucmani y Condorsinga.

Actualmente el área ocupada por los depósitos de flujo de detritos y lodo, es utilizada por los pobladores de la zona como tierras de cultivo.

Erosión en cárcava.

Son procesos intensos de erosión hídrica causados por escurrimiento superficial concentrado, capaz de remover material de suelo hasta profundidades considerables.

La intensidad y la amplitud de la formación de cárcavas guardan una íntima relación con la cantidad de agua de escurrimiento y la velocidad de esta. Además, están reguladas por las características del suelo (permeabilidad y cohesión), del relieve (la pendiente), del clima y de la cobertura vegetal protectora. Las cárcavas pueden incrementar sus dimensiones en profundidad, amplitud y longitud, gracias a diversos procesos que pueden ocurrir aislada o simultáneamente. El perfil transversal de las cárcavas puede ser en V o en U, esto dependerá del tipo de material existente. En la actualidad, su avance se acelera con una serie de pequeños derrumbes

Dentro del área del estudio, los procesos de erosión en cárcava ocurren en las laderas del valle cañón del río Cotahuasi (Fotos 11 y 12). Las causas son: naturaleza del suelo incompetente, precipitaciones pluviales y escasas o nula cobertura vegetal.

Afecta el talud superior del valle cañón formado por el río Cotahuasi; además, el avance retrogresivo de las cárcavas podría afectar a la población de la urbanización Pampa de Aymaña III Etapa.

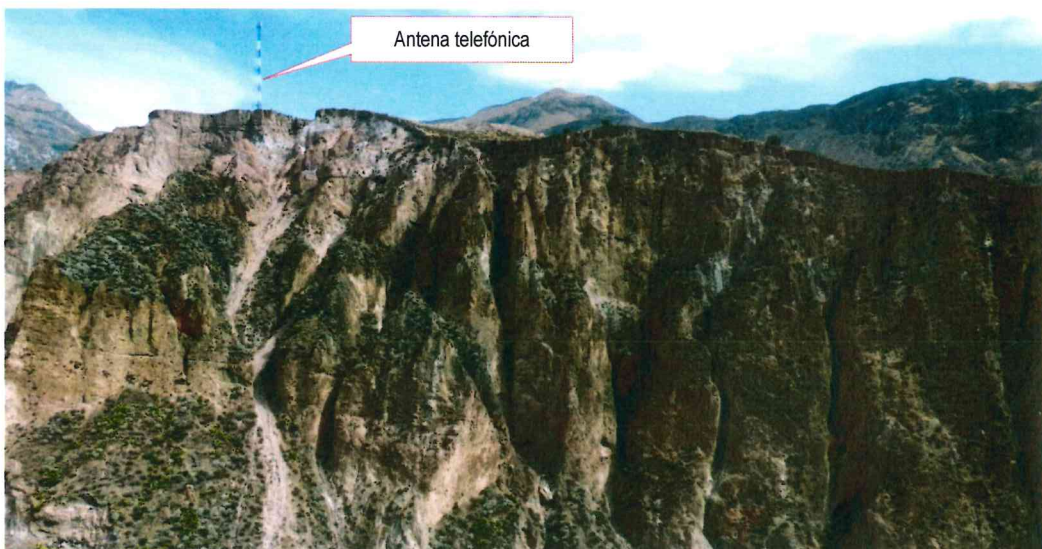


Foto 11. Se observa procesos de erosión en cárcava en talud de pendiente muy escarpado ($>60^\circ$), ubicada en el talud de la margen izquierda del valle cañón del río Cotahuasi y a 50 m de la urbanización Pampa de Aymaña III Etapa.

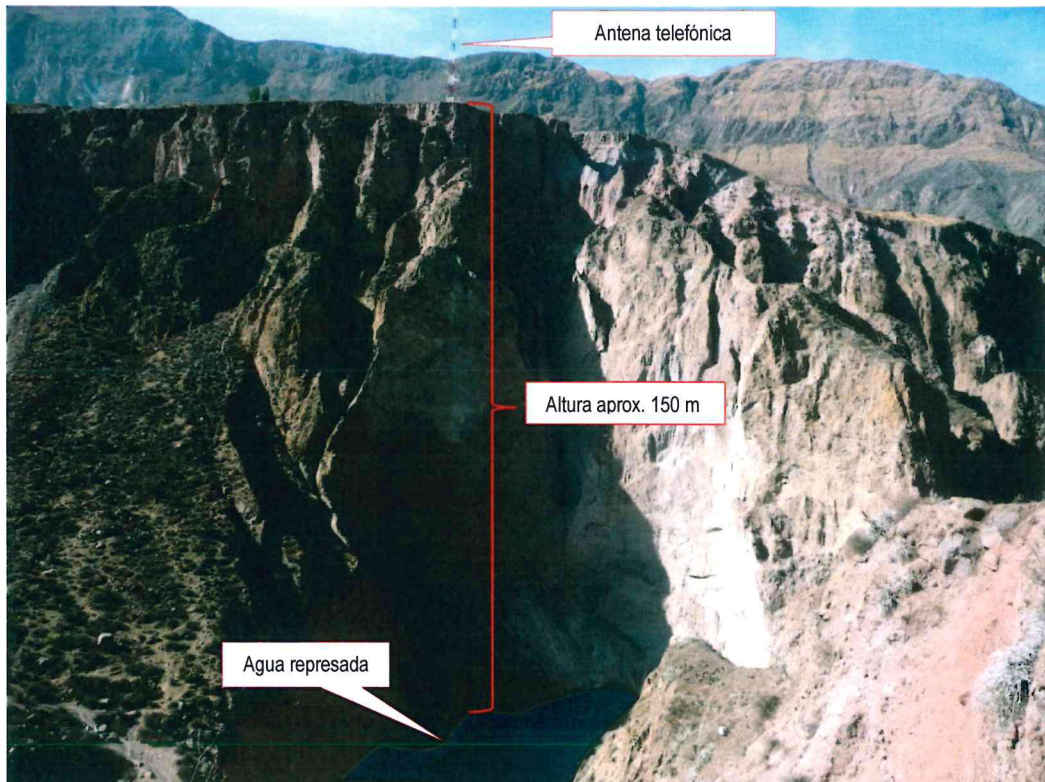


Foto 12. Se observa procesos de erosión en cárcava en talud donde la altura aproximada es de 150 m: Se ubicada en la zona de represamiento del río Cotahuasi y a 50 m de la urbanización Pampa de Aymaña III Etapa.

Represamiento del río Cotahuasi ocurrido el 02 de agosto del año 2014

El represamiento natural del río Cotahuasi (también denominado río Huarcaya según la Carta Topográfica Nacional) ocurrido el 02 de agosto del 2014 se ubica en la zona denominada "Chaymi o Chipito", norte de la urbanización "Pampa de Aymaña" III Etapa. Lugar donde el cauce del río es encañonado y su ancho estimado es de 10 m. Foto 13.

El represamiento fue por causa de un derrumbe de rocas sedimentarias (calizas) fracturadas ocurrido en la margen izquierda del río Cotahuasi. Las dimensiones estimadas del derrumbe son: ancho 10 m, altura 30 m (Foto 13).

El tamaño de los bloques de roca del depósito es variable desde 10 m a 1 m lo que favoreció que el agua de río siga circulando (Fotos 14 y 15); sin embargo, el río se represó parcialmente formando una laguna de 1.7 ha. Foto 16.

Las posibles causas para la ocurrencia del derrumbe son: sustrato rocoso diaclasado y fracturado, erosión fluvial y presión de poros o presión de confinamiento.

El efecto de capilaridad del agua represada humedeció los taludes de río hasta los 2 m.

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
 CONSEJO DEPARTAMENTAL DEL CALLAO
 Ing° CIP. Lucio Medina Alfaro
 ING. GEÓLOGO

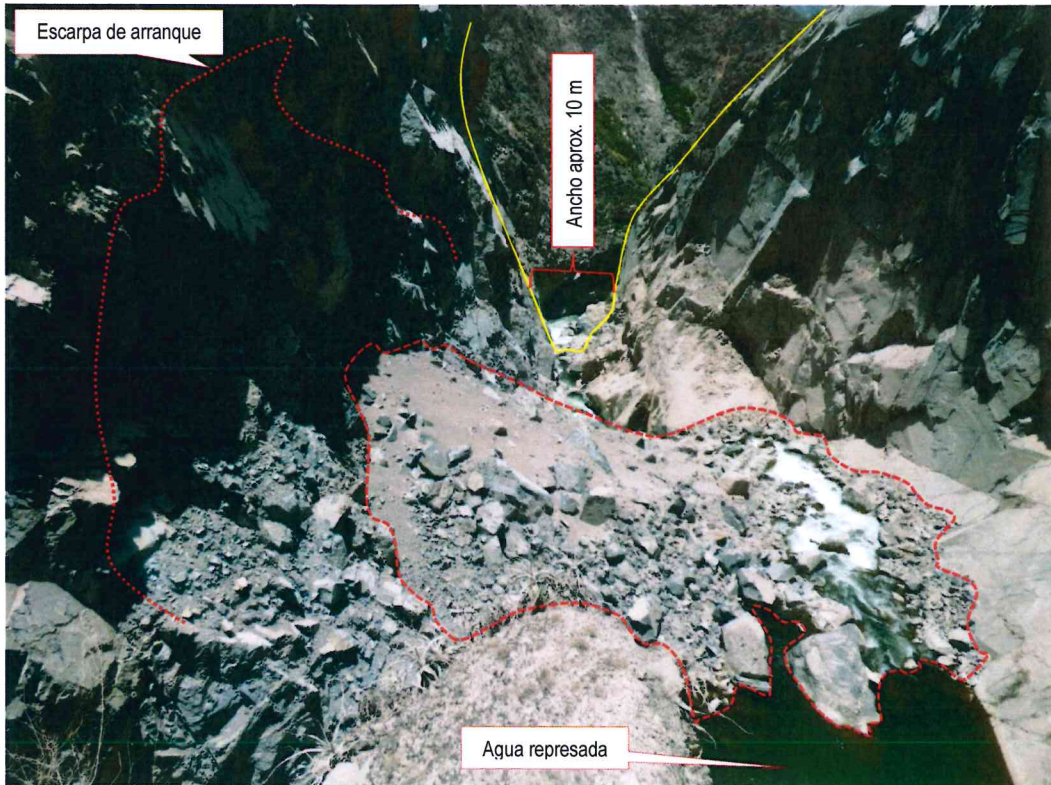


Foto 13. Se observa la escarpa de arranque y el depósito del derrumbe que represó el río Cotahuasi donde el cauce del río es encañonado con ancho aproximado de 10 m. Vista aguas abajo.



Foto 14. Se observa el tamaño de bloques del depósito de derrumbe y como escala se tiene la llanta de camión. Vista aguas abajo.

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 CONSEJO DEPARTAMENTAL DEL CALLAO
 Ing° CIP. Lucio Medina Alfaro
 ING. GEOLOGO



Foto 15. Vista aguas del represamiento del río Cotahuasi



Foto 16. Parte del agua represada por el derrumbe ocurrido en el río Cotahuasi.

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL DEL CAJAMA
Ing. CIP. Lucio Melina Allica
ING. GEOLOGO

6.0 SUSCEPTIBILIDAD A LA OCURRENCIA DE MOVIMIENTOS EN MASA

Dentro del área de estudio, las condiciones intrínsecas del terreno: morfología, pendiente, naturaleza de los materiales, ausencia o escasez de vegetación, socavamiento del pie de talud (dinámica fluvial), entre otros, condicionan a que las laderas del valle cañón formada por el río Cotahuasi como de muy alta susceptibilidad a la ocurrencia de movimientos en masa.

7.0 PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS

7.1 Prohibir la expansión en la urbanización “Pampa de Aymaña” III Etapa

Debido a la inestabilidad de las laderas del valle cañón formado por el río cotahuasi, se debe de prohibir la expansión en la urbanización “Pampa de Aymaña” III Etapa. Ver mapa 3.

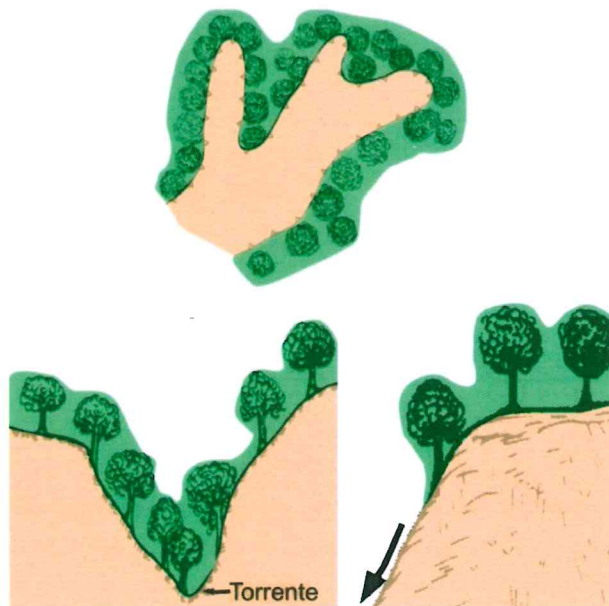
7.2 Forestar con especies forestales nativas el borde del valle cañón y las zonas accesibles de la zona de derrumbe y cárcavas.

Con el fin de reducir la erosión de la ladera del valle cañón originado por el río Cotahuasi. El sector norte de la urbanización “Pampa de Aymaña” III Etapa, debe ser forestada (Ver Mapa 4) por lo menos una franja de 20 m.

Para realizar los trabajos de forestación, se debe consultar a un especialista de la materia (Agrónomo o Forestal) y esta debe ser realizada con especies forestales nativas Figura 2.

El riego en el área propuesta para forestación (Mapa 4) debe ser tecnificado y controlado para evitar sobresaturación del suelo con agua que pueda activar nuevos derrumbes o deslizamientos.


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 CONSEJO DEPARTAMENTAL DEL CAJAMARCA
 Ing. CIP. Lucio Medina Afreco
 ING. GEOLOGO



Figuras 2. Obras de forestación en zonas de carcavamiento.

7.3 Construcción de barrera, rellenos y cortacorrientes en las zonas afectadas por la erosión cárcava.

Adicional a los trabajos de forestación, para evitar el ensanchamiento y el avance retrogresivo de la cárcava, en las áreas accesibles a la zona de cárcavas y derrumbes (ver Mapa 4) se debe construir obras complementarias hidráulicas y de control, mediante diques transversales como trinchos de madera, de enrocado o gaviones. Figura 3.

El objetivo de esta medida, es disminuir la energía del agua, retener sedimentos para estabilizar la cárcava y proceder a sembrar vegetación.

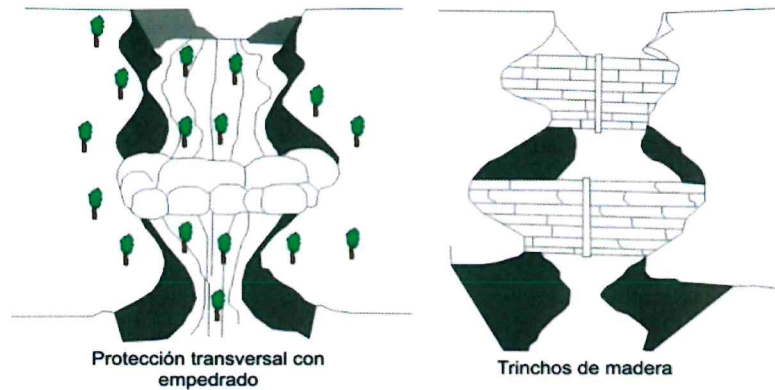


Figura 3. Obras hidráulicas transversales para cárcavas, fijación de sedimentos y protección de desagüeros naturales (Tomado de Instituto Nacional de Vías-Colombia-1998).

7.4 Los pequeños represamientos que ocurren en el río Cotahuasi, debe ser desaguada naturalmente, tal como ocurrió con el represamiento del 02 de agosto del año 2014.

Por las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas, los represamientos que ocurren en el río Cotahuasi dependiendo de su tamaño, debe ser desaguada naturalmente por la corriente del río, tal como ocurrió con el represamiento del 02 de agosto del año 2014.

7.5 Monitoreo mensual de los taludes donde está construido el puente colgante peatonal "Chayme".

Por el tipo de suelo, la presencia de fisuras y la ocurrencia de erosión fluvial (Fotos 17 y 18) en los taludes donde está construido el puente colgante peatonal "Chayme" debe ser monitoreada mensualmente.

En caso de que las fisuras se amplíen y la erosión fluvial continúe, el puente colgante "Chayme" debe ser clausurado.

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
 CONSEJO DEPARTAMENTAL DEL CALLAO

 Ing. CIP. Lucio Medina Alcaza
 ING. GEOLOGO



Foto 17. Puente colgante peatonal "Chayme" construido sobre depósitos de avalancha. Con flecha roja se señala la erosión fluvial del pie de talud.



Foto 18. Con flechas rojas se señala las pequeñas fisuras en el talud que soporta al puente peatonal "Chayme". Margen izquierdo del río Cotahuasi.

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS DEL CANTÓN
 Ing. C.P. Elicio Medina Alfocca
 ING. GEOLOGO

CONCLUSIONES

1. Desde el punto de vista morfoestructural regional la zona de estudio, se ubica en la Cordillera Occidental del Perú. Localmente, en algunos sectores se exhiben valles encañonados modelados en el contacto entre el macizo rocoso sedimentario y el depósitos no consolidados, con profundidades que varían entre 100 y 150 metros.
2. Los peligros geológicos identificados en lugares cercanos al represamiento del 02 de agosto del año 2014 o área de estudio, corresponden a proceso de movimientos en masa de tipo: caída de rocas, derrumbes, deslizamientos, avalancha flujo de detritos y erosión en cárcava.
3. La mayoría de los procesos de movimientos en masa nombrados en el párrafo anterior, se ubican en las laderas del valle encañonado formado por el río Cotahuasi y son de naturaleza antigua, a excepción de los procesos de erosión en cárcava.
4. El represamiento natural del río Cotahuasi ocurrido el 02 de agosto, se ubica en la zona denominada "Chaymi o Chipito", norte de la urbanización "Pampa de Aymaña" III Etapa. En el lugar, el cauce del río es encañonado y su ancho de fondo estimado es de 10 m.
5. El represamiento del río fue por causa de un derrumbe de rocas sedimentarias (calizas) fracturadas ocurrido en la margen izquierda del río Cotahuasi. Las dimensiones estimadas del derrumbe son: ancho 10 m, altura 30 m. El tamaño de los bloques de roca del depósito es variable desde 10 m a 1 m lo que favoreció que el agua de río siga circulando; sin embargo, el río se represó parcialmente formando una laguna de 1.7 ha.
6. Las posibles causas para la ocurrencia del derrumbe son: erosión fluvial, sustrato rocoso diaclasado y fracturado.
7. Según la información verbal recibida del Ingeniero de Obras (Sr. Hugo Contreras) de la Municipalidad Provincia de La Unión, la represa fue desaguada naturalmente por la corriente de agua de río Cotahuasi.
8. Dentro del área de estudio, las condiciones intrínsecas del terreno: morfología, pendiente, naturaleza de los materiales, ausencia o escasez de vegetación, socavamiento del pie de talud (dinámica fluvial), entre otros, condicionan a que las laderas del valle cañón formada por el río Cotahuasi como de muy alta susceptibilidad a la ocurrencia de movimientos en masa



RECOMENDACIONES

1. Prohibir la expansión en la urbanización “Pampa de Aymaña” III Etapa
2. Forestar con especies forestales nativas el borde del valle cañón y las zonas accesibles de la zona de derrumbe y cárcavas.
3. Construcción de barrera, rellenos y cortacorrientes en las zonas afectadas por la erosión cárcava.
4. Permitir que los pequeños represamientos que ocurren en el río Cotahuasi, se desagüen naturalmente, tal como ocurrió con el represamiento del 02 de agosto del año 2014.
5. Monitoreo mensual de los taludes donde está construido el puente colgante peatonal “Chayme”.



INGEMMET
INSTITUTO NACIONAL DE
GESTIÓN DE RIESGOS
Y EMERGENCIAS
ING. Ciro Julio Medina Alfaro
ING. GEOLOGO

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

PROYECTO MULTINACIONAL ANDINO: GEOCIENCIAS PARA LAS COMUNIDADES ANDINAS – PMA: GCA (2007). Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas. Servicio Nacional de Geología y Minería, Santiago, Chile. Publicación Multinacional N° 4, 432p.

SALAS, G., CHÁVEZ A., AGUILAR, E., CHÁVEZ, E., LAJO, J. A., DÍAZ, J., UMPIRE, A. Y BARREDA, M. (2003) - Memoria descriptiva de la revisión y actualización de los cuadrángulos de Chulca (30-q), Cayarani (30-r), Cotahuasi (31-q) y Orcopampa (31-r), Escala 1:100 000. Lima: INGEMMET.

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ-SENAMHI (2003) - Mapa de Precipitación Anual-Periodo Normal (Septiembre-Mayo). En INDECI, Atlas de Peligros Naturales. Lima. Págs. 310-311.

VILLOTA, H. (2005) Geomorfología Aplicada A Levantamientos Edafológicos Y Zonificación De Tierras. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Departamento Administrativo Nacional de Estadística, Bogotá, Colombia.

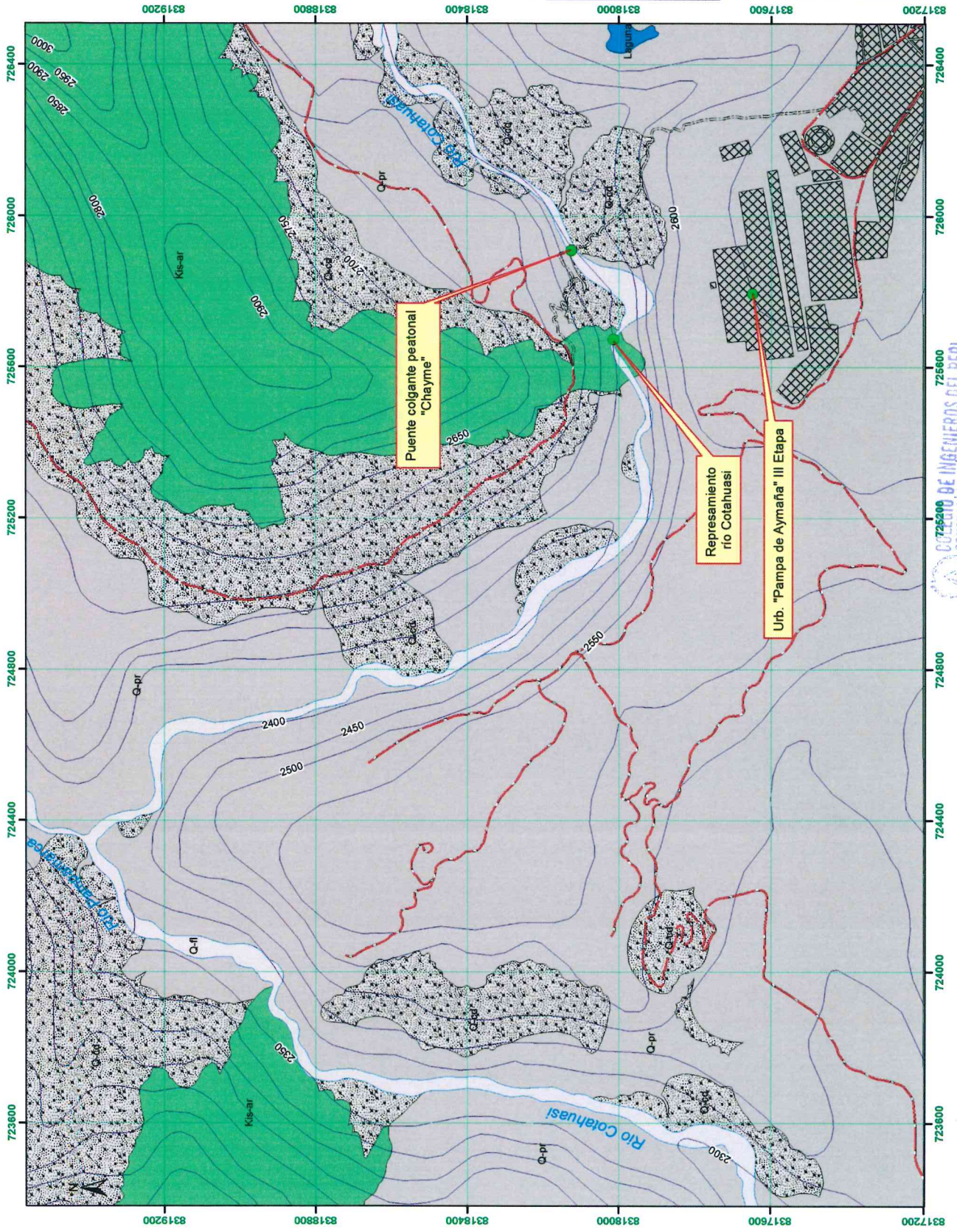


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL DEL CALLAO
Ing. Liccio Medina Alcaza
ING. GEOLOGO

ANEXO I: MAPAS



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL DEL CALLAO
Ing. G.P. Alcino Medina Alfrán
ING. GEOLOGO



SIMBOLOGÍA

	Camino de herradura
	Carretera
	Curva de nivel
	Cauce de río
	Laguna
	Área urbana

LEYENDA

ERA	SISTEMA	SERIE	UNIDAD ESTRATIGRAFICA
CUATERNARIO	Holoceno	Q-fl	Depósito fluvial
		Q-pr	Depósito proluvial
MESOZOICO	CRETACEO	Superior	Depósito coluvio-deluvial
		Inferior	Formación Acurquina

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGENIERÍA
 INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

MAPA 1: GEOLOGÍA
REPRESAMIENTO DEL RÍO COTAHUASI
COTAHUASI - LA UNIÓN - AREQUIPA

Proyección UTM
 Datum WGS 84
 Zona 18S

Escala: Gráfica
 0 100 200 400 m

Puente colgante peatonal
 "Chayme"

Represamiento
 río Cotahuasi

Urb. "Pampa de Aymaña" III Etapa

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 CONSEJO DEPARTAMENTAL DEL CALLAO

[Handwritten signature]

SIMBOLOGÍA

	Camino de herradura
	Carretera
	Curva de nivel
	Cauce de río
	Laguna
	Represa natural
	Área urbana de Cotahuasi
	Cárcava
	Escarpa de deslizamiento
	Escapa de acanillado y derrumbe
	Dirección de avalancha

LEYENDA

UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS DE CARÁCTER TECTÓNICO DEGRADACIONAL Y EROSIONAL

Unidad	Sub unidad	
Montaña	Ladera en rocas sedimentaria	LD-rs
	Colina en roca sedimentaria	RC-rs

UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS DE CARÁCTER DEPOSICIONAL O AGRADACIONAL

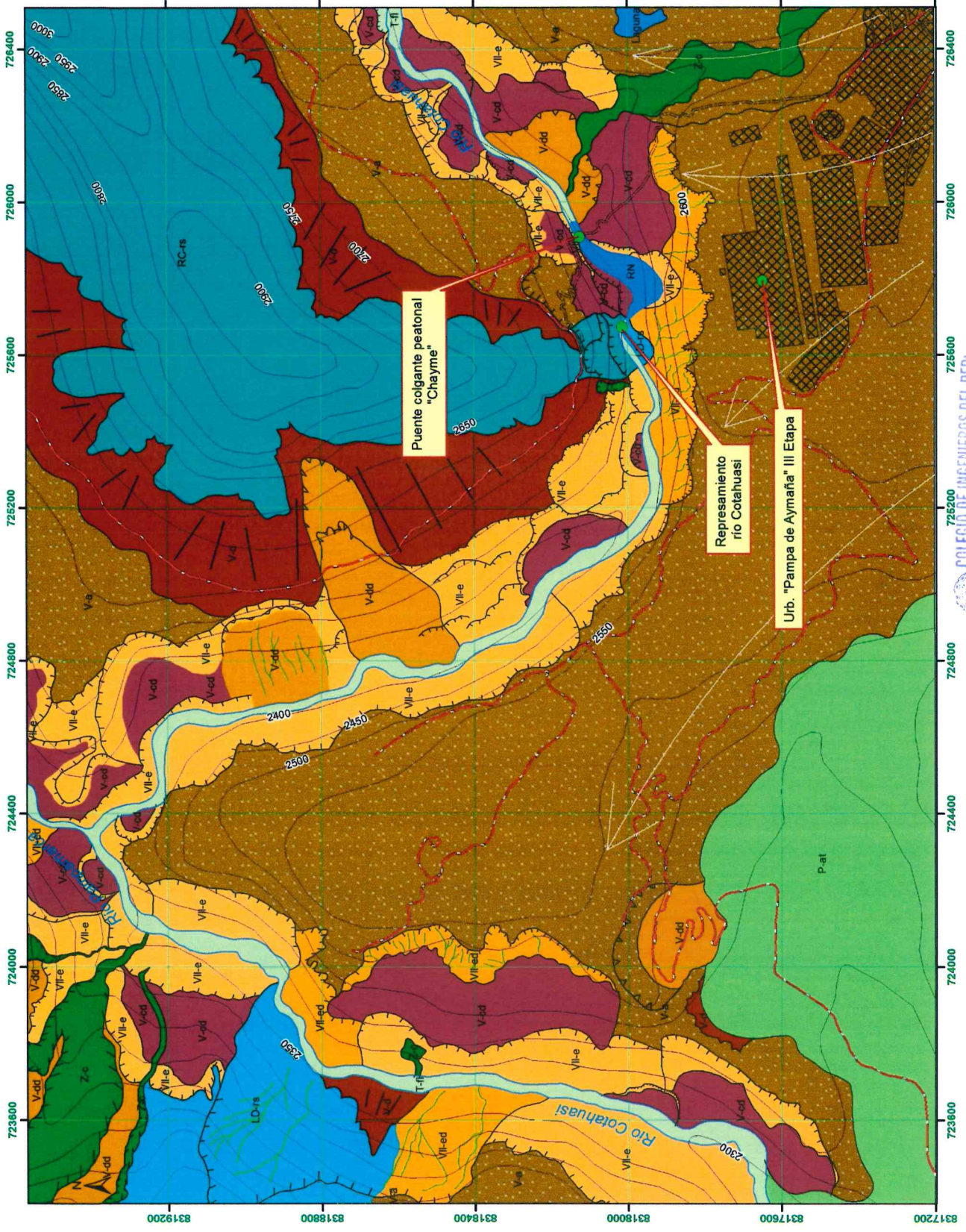
Unidad	Sub unidad	
Predomonte o vertiente	Vertiente de desiertos	V-d
	Vertiente de deslizamiento	V-dd
	Vertiente colino-deluvial	V-cdd
	Vertiente de avalancha	V-aa
	Vertiente aluvio-terracial	V-at
Planicie	Terraza fluvial	T-fl
	Valle encanionado	Vll-e
Otros	Valle encanionado diseccionado	Vll-ed
	Zona con erosión en cárcavas	Zc

SECTOR ENERGY MINAS
INGEMMET
INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO

**MAPA 2. GEOMORFOLÓGICO
REPRESAMIENTO DEL RÍO COTAHUASI
COTAHUASI - LA UNION - AREQUIPA**

Proyección UTM
Datum WGS 84
Zona 18S

Escala: Gráfica
0 100 200 400 m



725600
725200
724800
724400
724000
723600

8319200
8318800
8318400
8318000
8317600
8317200

726400
726000
725600
725200
724800
724400
724000
723600

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL DEL CALLAO

Ing° CIP. Lucio Medina Alfaro

SIMBOLOGÍA

	Camino de herradura
	Carretera
	Curva de nivel
	Cauce de río
	Laguna
	Represa natural
	Área urbana
	Cárcava
	Escarpa de deslizamiento
	Escarpa de acanillado y derrumbe
	Dirección de avalancha

LEYENDA

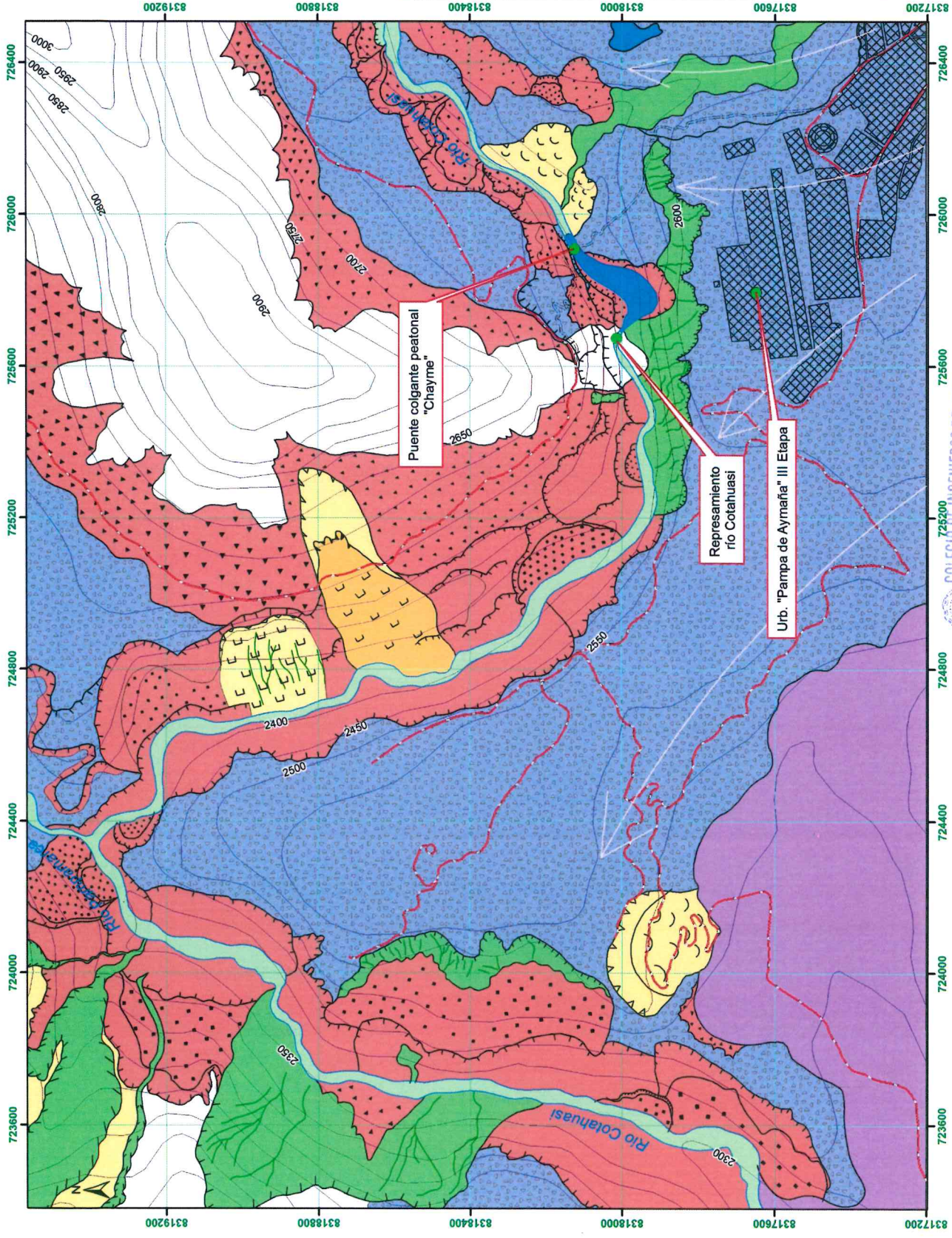
	Caída de rocas
	Derrumbe
	Zona de derrumbes
	Deslizamiento traslacional activo
	Deslizamiento traslacional antiguo
	Deslizamiento rotacional antiguo
	Avalancha de escombros antiguo
	Flujo de detritos y lodo antiguo
	Zona de erosión en cárcavas
	Cauce funcional o inundables

XINGEMMET
SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INSTITUTO GEOLOGICO INGENIERO Y METALURGICO

**MAPA 3: PELIGROS GEOLÓGICOS
REPRESENTAMIENTO DEL RÍO COTAHUASI
COTAHUASI - LA UNIÓN - AREQUIPA**

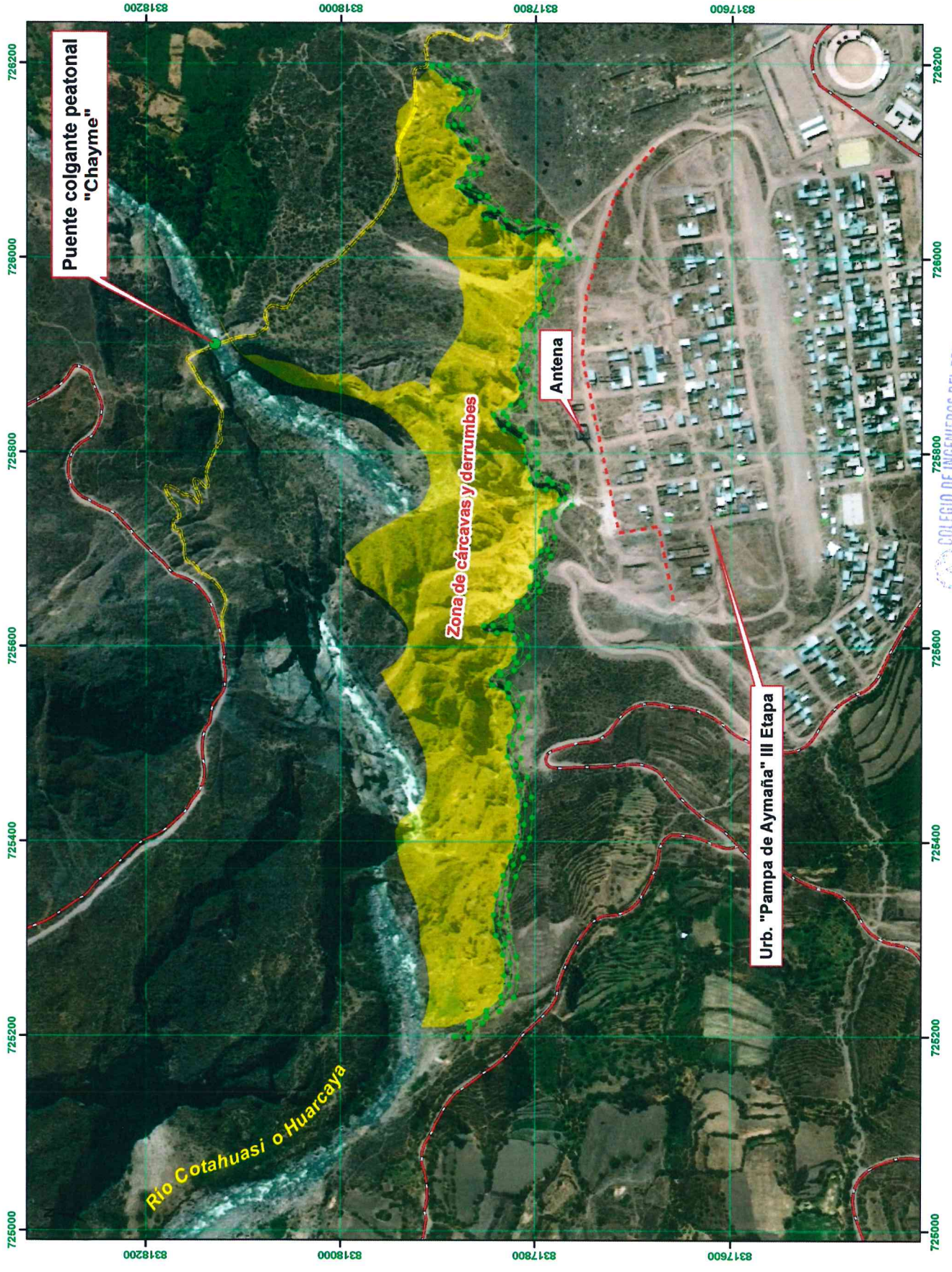
Proyección UTM
Datum WGS 84
Zona 18S

Escala: Gráfica
0 100 200 400 m



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL DEL CALLAO

Ing. CP. Lucio Medina Alcocer
ING. GEOLOGICO



SIMBOLOGÍA

	Camino de herradura
	Carretera afirmada
	Zona de cárcavas y derrumbes

Propuesta de actividades de prevención

	Franja de forestación
	Limite de expansión urbana

INGEMMET
SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO

MAPA 4: PROPIETA DE ACTIVIDADES DE PREVENCIÓN
URB. "PAMPA DE AYMAÑA" III ETAPA
COTAHUASI - LA UNIÓN - AREQUIPA

Proyección UTM
Datum WGS 84
Zona 18S

Escala: Gráfica
0 25 50 100 m

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL DEL CALLAO

[Signature]