

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA
AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

INFORME TÉCNICO

**ZONAS CRÍTICAS POR PELIGROS GEOLÓGICOS
EN LA REGIÓN MOQUEGUA**

PRIMER REPORTE



POR:

GRISELDA LUQUE POMA
MALENA ROSADO SEMINARIO

OCTUBRE 2014

REPORTE PRELIMINAR DE ZONAS CRÍTICAS POR PELIGROS GEOLÓGICOS DE LA REGIÓN MOQUEGUA

I.	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Generalidades	2
	Marco geográfico y poblacional	2
	Morfología	2
	Clima y Temperatura	4
	Hidrografía	4
	Aspectos Geológicos	5
1.2	Antecedentes	8
1.3	Metodología	8
II.	PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA REGIÓN MOQUEGUA	9
III.	ZONAS CRÍTICAS	10
IV.	CONCLUSIONES	58
	ANEXO	

REPORTE PRELIMINAR DE ZONAS CRÍTICAS POR PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA REGIÓN MOQUEGUA

I. INTRODUCCIÓN

El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), a través de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico, viene ejecutando desde el año 2000 trabajos de inventario y cartografiado de Peligros Geológicos a nivel nacional. A fin de contribuir con la prevención de desastres y ordenamiento territorial del País. En el año 2013 se inició el proyecto GA-45 denominado "**Estudio de Riesgos Geológicos por regiones: Arequipa y Moquegua**", enfocado en la identificación de las zonas con mayor susceptibilidad a ser afectadas por eventos geológicos de diversa índole. Actualmente el proyecto se encuentra en proceso levantamiento de información, siendo el presente un informe preliminar que señala las zonas críticas por este tipo de fenómenos, identificadas durante los trabajos de campo del año 2013.

Parte de este proyecto contempla evaluar e inventariar los peligros geológicos que afectan a la región Moquegua como a su población e infraestructura, generar información de gran importancia básica para el conocimiento del medio físico en relación a la prevención de desastres. Así mismo se generarán una serie de mapas temáticos básicos para la definición de una línea de base ambiental útil para el ordenamiento territorial de la cuenca.

Para la identificación de peligros geológicos, en el año 2013, se efectuaron trabajos de campo, en dos campañas de 25 días, y labores de gabinete con fotointerpretación geomorfológico-geodinámica.

En este primer reporte se da énfasis a la evaluación de peligros geológicos de movimientos en masa. La identificación, georeferenciación y determinación del grado de peligrosidad de las ocurrencias recientes y antiguas de movimientos en masa, resaltan las diferentes zonas comprometidas por deslizamientos, derrumbes, caídas de rocas, flujos (huaycos, flujos de lodo, avalanchas de rocas o detritos), así como también de zonas susceptibles a erosión e inundación fluvial, erosión de laderas; para esto se ha efectuado una cartografía geodinámica a escala 1: 50 000 en 30 hojas topográficas. Complementando los trabajos realizados en el año 2000 en el Estudio de Riesgos Geológicos de la Franja 01 y en el 2010, Estudio Geoambiental de la cuenca del río Tambo, estas ocurrencias suman **992 peligros identificados**. Actualmente se encuentran en preparación diferentes mapas temáticos (litología, geomorfología e hidrogeología). Conjuntamente con los trabajos sobre peligros geológicos, se efectuó una evaluación de seguridad física de centros poblados y obras de infraestructura vulnerables a los peligros geológicos, que permitieron definir las zonas críticas o con alto grado de riesgo. Además se cuenta actualmente con el mapa de peligros volcánicos de los volcanes Ubinas y Ticsani.

El presente reporte, constituye una parte del informe integral de estudio en la región, en elaboración. Se detalla información geológica útil sobre áreas afectadas por peligros o potencialmente susceptibles a los peligros y constituye un avance preliminar del estudio. Se describen las zonas o áreas consideradas como críticas, con evidencia de peligros potenciales activos y su relación con la vulnerabilidad asociada. Se toma en cuenta también en la definición de estas áreas la recurrencia en algunos casos periódica a excepcional de los eventos. En estas áreas es necesario considerarlas dentro de los planes o políticas regionales y/o locales sobre prevención y atención de desastres. Para tal se ha efectuado un cuadro resumen, para los diferentes distritos que integran la cuenca, donde se identifican para cada sector o zona crítica, él o los peligros geológicos, las zonas vulnerables que pueden o están siendo afectadas y se dan algunas recomendaciones generales para prevención y mitigación de desastres.

Al final se emiten conclusiones preliminares en relación los peligros geológicos.

1.1 Generalidades

Marco Geográfico y poblacional

La región Moquegua está ubicada al suroeste del Perú, sus coordenadas geográficas se sitúan entre 15°17' y 17°23' de latitud sur. El territorio abarca zonas de la costa y de la sierra con alturas que varían desde los 0 metros hasta más de 6 000 m s.n.m. En su suelo, se advierte la presencia de volcanes como el Ticsani y el Ubinas (5600 m s.n.m.) considerado este último de mayor actividad del país.

El territorio de Moquegua abarca una superficie de 15 802 Km², extensión que representa el 1,2 % del territorio nacional. Limita por el norte con Arequipa; por el sur con Tacna; por el este con Puno y por el oeste, con el Océano Pacífico. Políticamente está dividida en tres provincias: Mariscal Nieto, formada por seis distritos y tiene como capital la ciudad de Moquegua (1140 m s.n.m.) a su vez, la capital del departamento; General Sánchez Cerro, que subdivide en once distritos y cuya capital es Omate; e Ilo que posee tres distritos y tiene por capital la ciudad del mismo nombre. Siendo su capital la ciudad de Moquegua ubicada a 1410 m s.n.m. Según el XI Censo Nacional de Población (INEI, 2007), la región Moquegua cuenta con 161 533 habitantes. (Figura 1).

Morfología

Moquegua es una región de marcados contrastes en su territorio. Se distinguen principalmente: la cadena costanera que bordea el litoral y que incluso se extiende hacia el mar, formado relieves escarpados a ondulados, las pampas o penillanuras que configuran relieves casi horizontales o levemente inclinados, cortados por quebradas poco profundas. La zona andina del departamento presenta tierras fértiles que son bien aprovechadas para la agricultura, valles y zonas de puna que se destacan por ser llanas. En las zonas más altas, la conformación del suelo es agreste y con marcados accidentes. La región Moquegua abarca áreas de la Cordillera Occidental y de la alta meseta andina, que tienen alturas que superan los 6000 m.

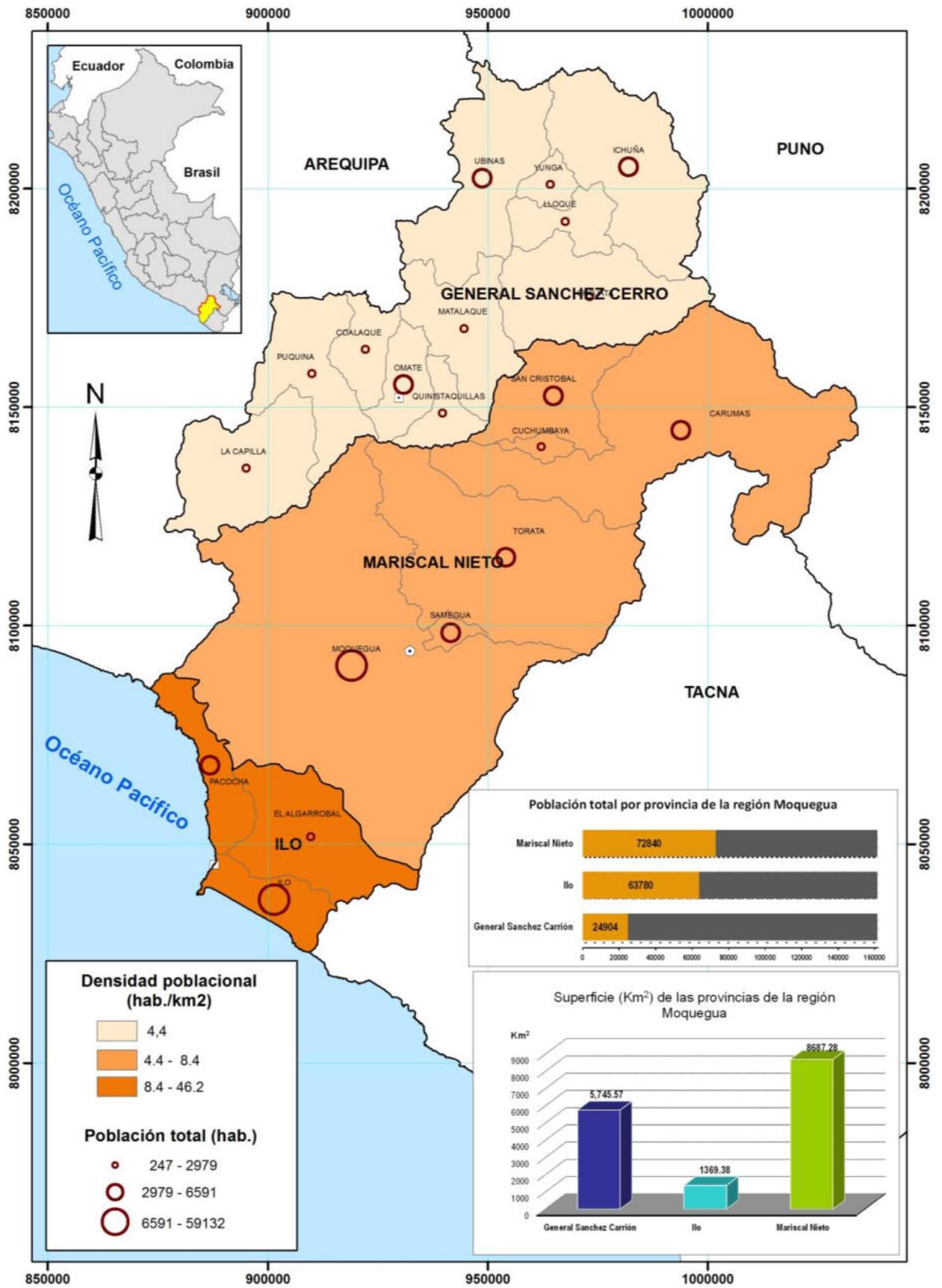


Figura 1: Mapa de ubicación y características demográficas de la región Moquegua

Clima y temperatura

En la costa moqueguana, el clima es templado durante gran parte del año. La temperatura máxima es de 25°C, en el mes de febrero y la mínima es de 14 °C en agosto. Las zonas próximas a la cordillera poseen un clima templado en los valles interandinos, donde existen óptimas condiciones para el desarrollo de la agricultura; pero desciende notablemente en las punas varios grados bajo cero. Al igual que en la costa del departamento, las precipitaciones ocurren con poca frecuencia en las partes bajas, y en las partes altas, no sobrepasan los 500 mm anuales. En periodo lluvioso normal las precipitaciones en la parte alta varían de 400 mm a 1400 mm anuales y en periodo de el Niño no sobrepasan los 400 mm anuales (SENAMHI, 2003). Figura 2.

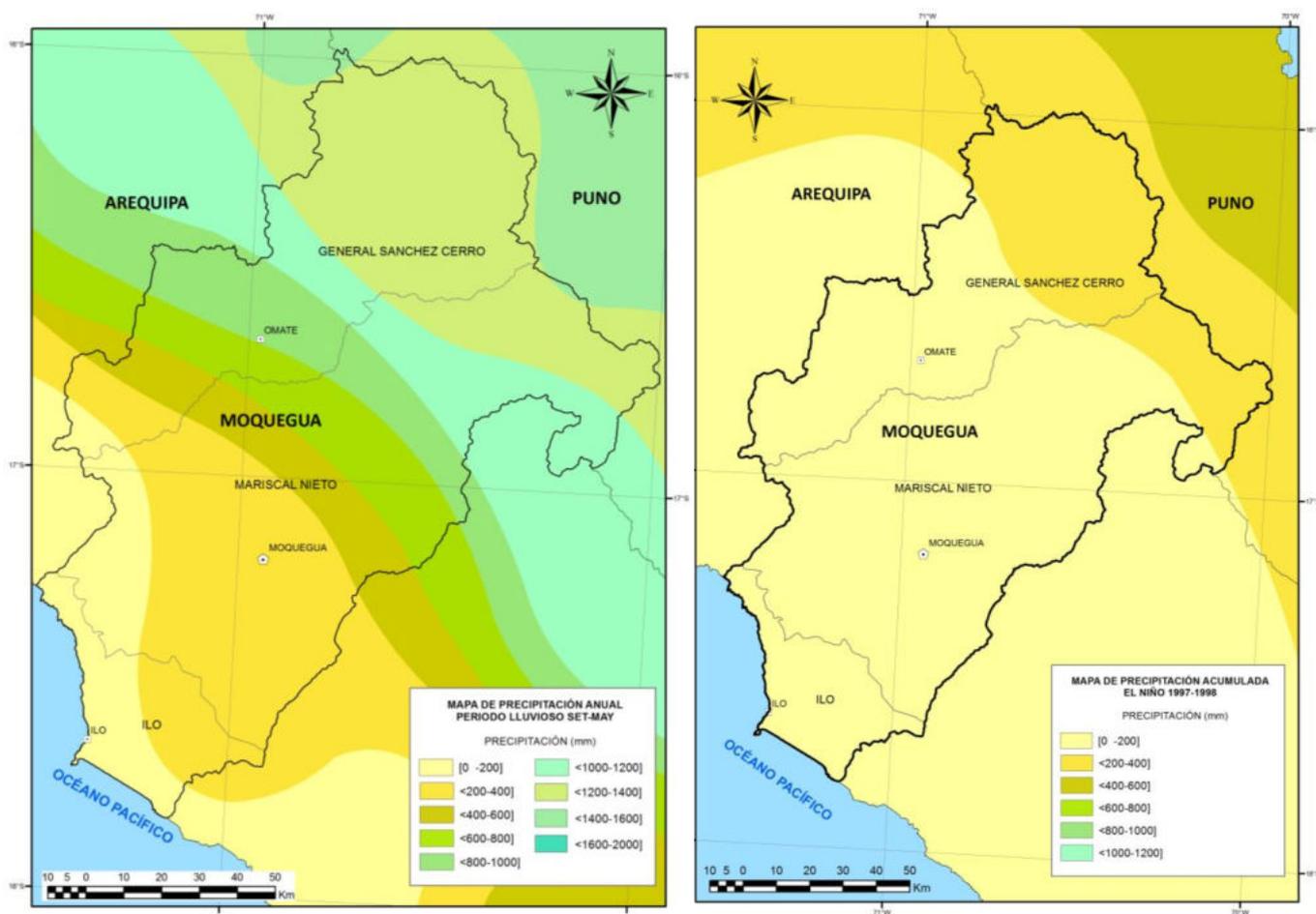


Figura 2: Mapa de isoyetas de la región Moquegua para el periodo lluvioso (setiembre-mayo) en la derecha y con presencia del Fenómeno El Niño 1997-1998 en la izquierda. Fuente: SENAMHI, 2002.

Hidrografía

Los ríos que recorren el departamento de Moquegua son pocos caudalosos y de corto trayecto. Los principales ríos son: el Moquegua, el Tambo y el Locumba. La red hidrográfica está formada por dos cuencas. La primera es la del río Moquegua, cuyo recorrido va de norte a sur y tiene una longitud de 139 km. Sus principales afluentes son los ríos Tumilaca, Torata e Ilo (Osmore). La segunda es la cuenca del río Tambo que nace en el distrito de Yunga, provincia de Sánchez Cerro y desemboca en el océano Pacífico en el departamento de Arequipa, toma el nombre de río Tambo, en la confluencia del río Ichuña y Paltiture. Tiene un recorrido total de 276 km y sus principales afluentes son los ríos Carumas, Ubinas, Omate, Puquina, entre otros. En Moquegua, también existen lagunas como Lariscota, Pasto Grande y Vizcachas, además de fuentes termales, entre ellas, Cadenas, Ichuña, Omate, Putina y Ullican. Figura 3.

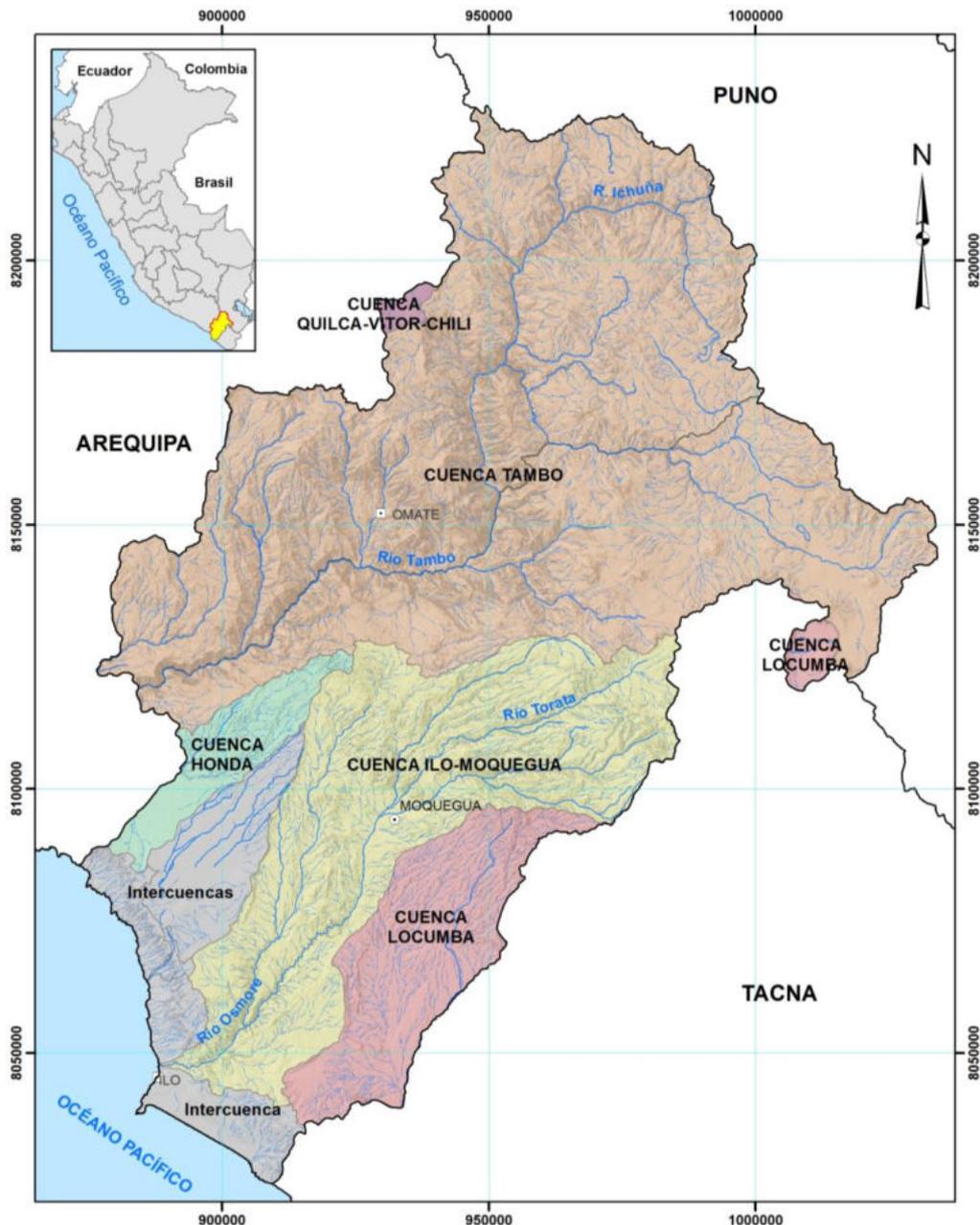


Figura 3: Mapa de cuencas hidrográficas de la región Moquegua

Aspectos Geológicos

La geología de la región Moquegua, muestra diversos eventos, que han originado la depositación de sedimentos de facies marinas y continentales, así como eventos plutónicos y volcánicos.

En la región, la faja costanera del área se encuentra ocupada por rocas metamórficas del Complejo Basal de la Costa de edad proterozoica (Bellido y Narvaez, 1960). El mosozoico está representado en gran parte por rocas jurásicas compuestas de secuencias volcánico-sedimentarias marinas con desarrollo de plataforma carbonatada descritas como las formaciones Chocolate y Socosani. Respecto a la formación Guaneros su composición litológica y posición estratigráfica hace presumir propia de ambiente marino-continental. Sobre una importante superficie de erosión labrada en rocas paleozoicas y mesozoicas se superponen secuencias continentales fluvio-aluviales (formaciones Sotillo y Millo) cubiertas por depósitos

piroclásticos de la formación Sencca; todas pertenecientes al Cenozoico. Las rocas plutónicas se agrupan en tres divisiones: intrusivos de basamento pre-mesozoicos asociados al Complejo Basal de la Costa, intrusivos de composición ácida a intermedia (Ilo, Punta coles).

Las rocas que afloran en la región, comprenden desde el Precámbrico hasta el Reciente, corresponden a secuencias sedimentarias clásticas y carbonatadas, facies metamórficas, plutones intrusivos y gran porcentaje de depósitos lávicos y flujos piroclásticos volcánicos asociados a un vulcanismo importante durante el Paleógeno-Neógeno. Con referencia a las rocas sedimentarias, se tienen areniscas, lutitas, calizas y niveles conglomerádicos, que en algunos casos se hallan estratificados con niveles de materiales volcánicos. Respecto a las rocas metamórficas, se presentan gneis (Complejo Basal de la Costa). Las rocas ígneas representativas son de composición granitoide e intrusivos menores como stocks, diques, etc. Las rocas volcánicas y volcanoclásticas cubren grandes extensiones de terreno a rocas de edades más antiguas. La edad de las rocas que se encuentran en la cuenca varía desde el Paleozoico hasta el Pleistoceno. Figuras 4 y 5.

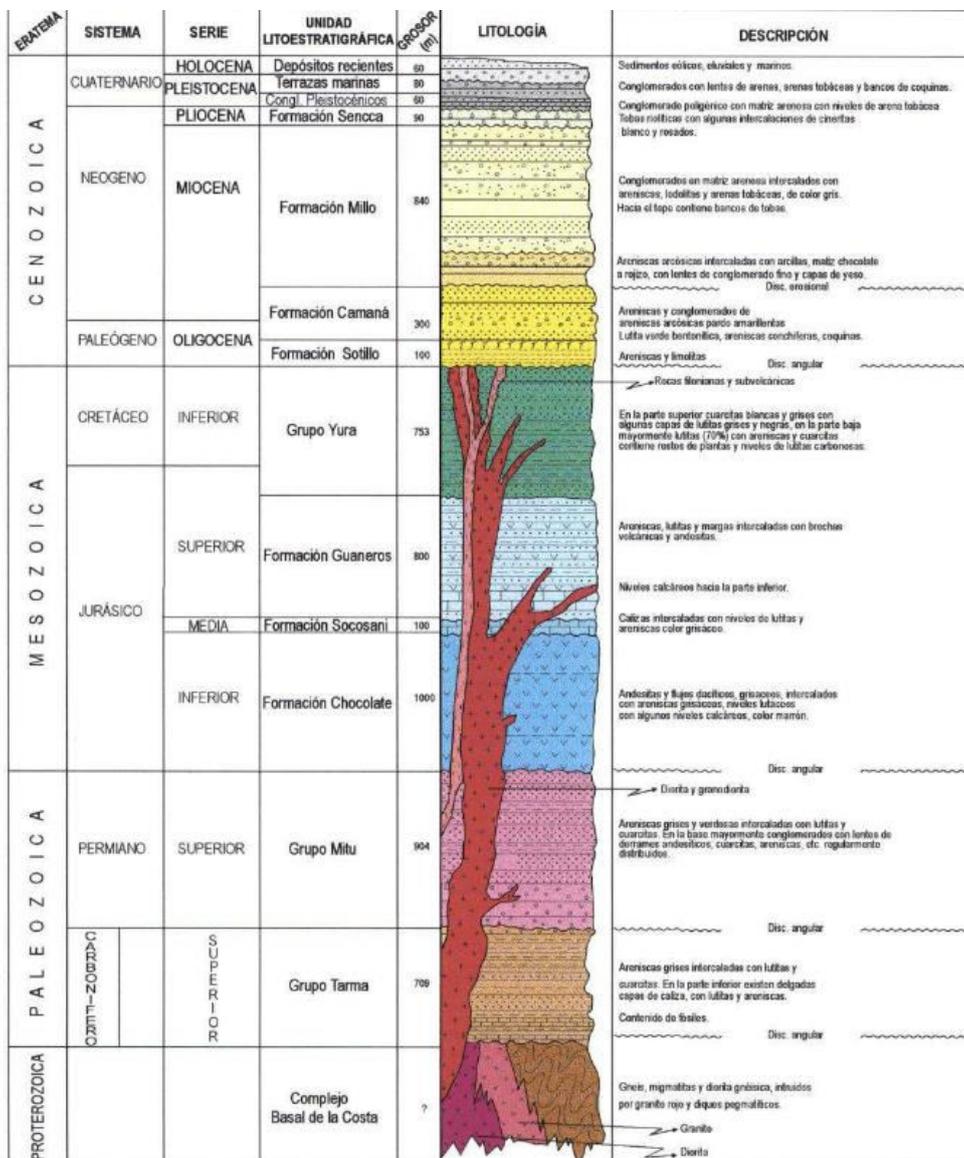


Figura 4: Columna estratigráfica de la Faja Costanera de la región Moquegua

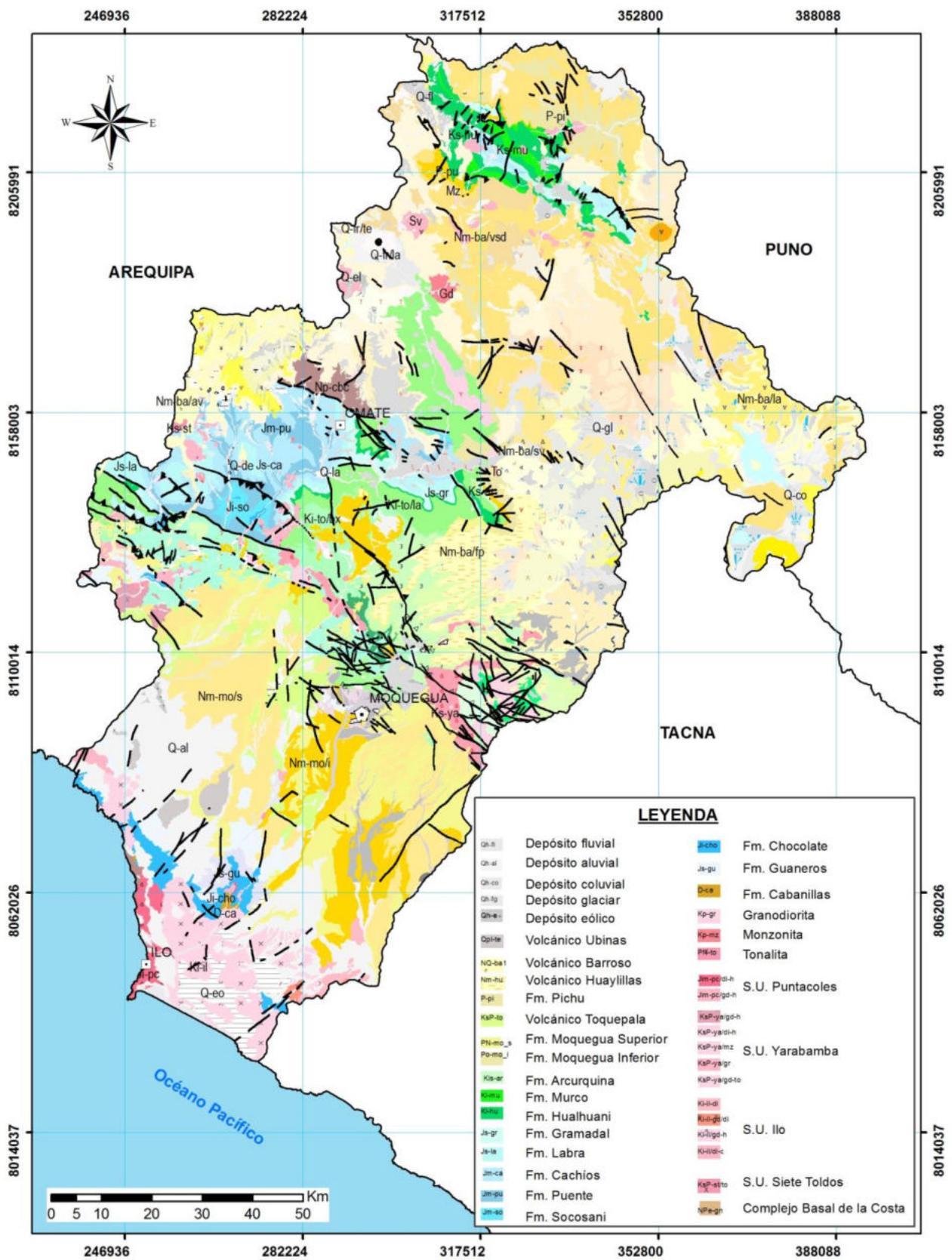


Figura 5: Mapa geológico de la región Moquegua

1.2 Antecedentes

En los estudios de Riesgos Geológicos del Perú Franjas N°1 (INGEMMET, 2002 y 2003) se analizó a escala regional la problemática de los peligros geológicos y se señalaron 10 zonas críticas por este tipo de procesos para la región Moquegua, así como el Estudio Geoambiental de la cuenca del río Tambo (2010) donde se señalaron 15 zonas críticas. También son importantes los informes como resultado de las evaluaciones técnicas realizadas por la Dirección de Geotecnia del INGEMMET (Dávila, S. & Herrera, I. 1997; Dávila, S. & Zavala, B. 1997; Dávila, S. 2000):

- Benavente, C., Rosado, M. (2011). Reactivación del deslizamiento de Amata, distrito de Coalaque. INGEMMET. Informe Técnico A6447, 25p.

El 15 de mayo del 2001 se produjo un terremoto de 8.4 Mw frente a las costas de Arequipa, el cual afectó a muchas localidades del sur del Perú. Como consecuencia del sismo, Amata sufrió rajaduras y daños en algunas viviendas (información verbal) así como se presentaron las primeras grietas en el terreno de aproximadamente 5 cm de longitud, las cuales fueron rellenadas por los pobladores y no le dieron la importancia debida. En este informe se realizaron algunas recomendaciones como la reubicación del poblado.

- Benavente, C. (2012). Falla Activa Chololo, Ilo. INGEMMET. Informe Técnico A6459, 8p.

En este informe identifica y describe, la geometría y la cinemática de la Falla activa Chololo así como algunas recomendaciones para evitar daño en infraestructura.

- Rivera, M., Mariño, J. (2012). Evaluación de la Seguridad física de los centros poblados del valle del río Ubinas frente a los peligros volcánicos del volcán de Ubinas. INGEMMET. Informe Técnico A6611

En dicho informe se presenta la evaluación integral de las características geológicas, geomorfológicas y de los peligros volcánicos potenciales que se ciernen sobre el valle de Ubinas. Asimismo se formularon recomendaciones para el reordenamiento del territorio, con la finalidad de prevenir y mitigar efectos de una erupción mayor que pueda presentar el volcán Ubinas en el futuro. Este informe fue remitido en setiembre del 2006 al Gobierno Regional de Moquegua. En base al estudio geológico-vulcanológico y al análisis de los diversos materiales emitidos durante la actividad pasada del Ubinas (incluido durante la actividad 2006- 2009), y a la evaluación de las áreas que pueden ser afectadas por erupciones futuras.

INGEMMET durante los últimos años continuó realizando varios estudios geológicos, vulcanológicos y geofísicos del volcán Ubinas, destinados a conocer y mejorar el conocimiento acerca de la actividad volcánica pasada de dicho volcán, considerado como el más activos del sur peruano, resultado de ellos actualmente se cuenta con varias publicaciones, entre ellas:

- Geología y evaluación de Peligros del volcán Ubinas (Boletín N°46, Serie C), publicado en el año 2011; en donde se presentan los resultados del estudio geológico-vulcanológico efectuado sobre dicho volcán, y se presenta el mapa de peligro volcánico oficial.
- Gestión de la crisis de la actividad eruptiva del volcán Ubinas 2006-2009 (Boletín N°45, Serie C), publicado en el año 2011; en donde se presentan los trabajos conjuntos efectuados por INGEMMET y diversas instituciones geocientíficas durante la reactivación del volcán Ubinas 2006-2009, con el fin de hacer un seguimiento de la actividad y tratar de pronosticar el comportamiento del Ubinas a corto plazo.

Otros estudios anteriores que mencionan la temática de la prevención de desastres en la región Moquegua son: Ticsani, Ubinas (Rivera et al, 2010).

1.3 Metodología

La metodología seguida, consta de tres etapas: 1) etapa de gabinete en la que se recopiló información, se interpretó fotografías aéreas, imágenes de satélite y Google Earth, se elaboró mapas preliminares y bases de datos, los cuales se verificaron en campo; 2) trabajos de campo realizada en dos campañas (35 días) entre los meses setiembre-octubre y noviembre-diciembre donde se realizó el inventario y cartografiado de procesos geológicos y geohidrológicos; y 3) procesamiento de la información obtenida en campo, elaboración de informe de zonas críticas y mapas temáticos (mapas 1 y 2). La clasificación utilizada para el caso de los movimientos en masa es la señalada en el documento “Movimientos en masa en la región Andina: Una Guía para la evaluación de Amenazas” (PMA: GCA, 2007).

II. PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA REGIÓN MOQUEGUA

De la revisión de información anterior, fotointerpretación, inventario y cartografiado de peligros geológicos a escala 1:50,000 en la región Moquegua, correspondiente al proyecto GA45 y estudios anteriores se obtuvo la estadística resumida en la figura 6 donde se ha registrado un total de **992** procesos de este tipo, en la cual se establece que en esta región son más frecuentes los flujos (424), caídas de rocas (244), otros peligros como erosión de laderas (151), deslizamientos (73), movimientos complejos (18), avalancha de rocas (24) y reptación (7). En menor cantidad pero no menos importante, por los daños asociados, se encuentran los fenómenos de inundación (13) y erosión fluvial (31), así como arenamientos (7). Cada evento se encuentra debidamente georeferenciado en coordenadas UTM, con las causas que lo originaron, sus características geomorfológicas, condiciones litológicas del substrato, así como los daños ocasionados y una estimación de su peligro potencial y grado de riesgo.

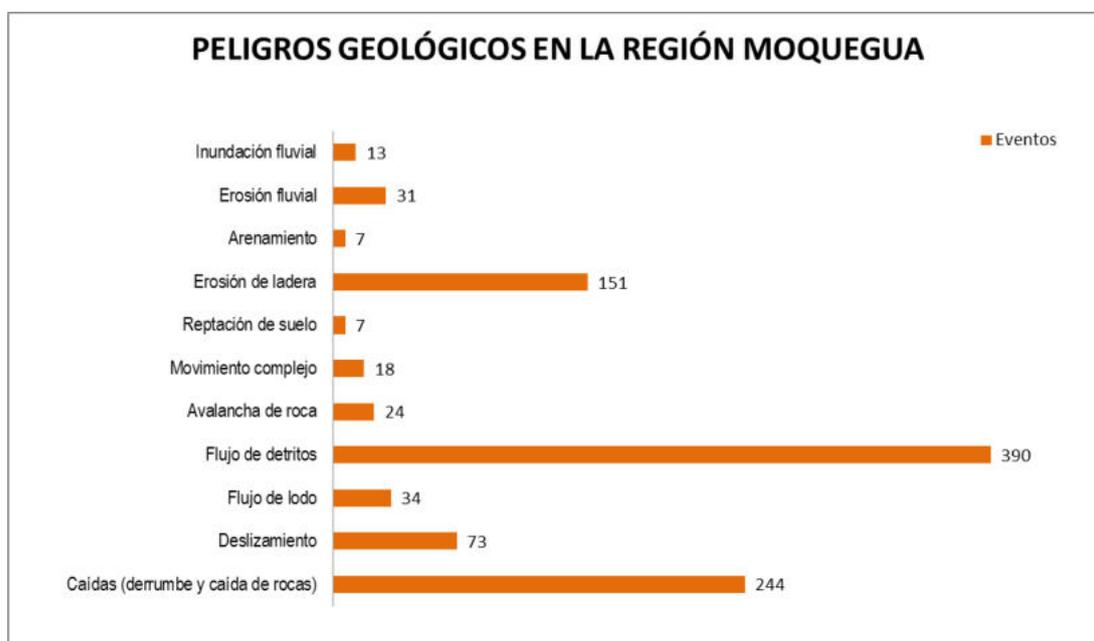


Figura 6: Peligros geológicos inventariados en la región Moquegua

Los flujos de detritos antiguos de grandes dimensiones en forma de abanicos, son muy frecuente en toda la región Moquegua, estos se han cartografiado y/o observado en las provincias de Ilo y Mariscal Nieto que se dan en época de lluvias excepcionales. En los afloramientos de rocas tobáceas, y volcánico clásicas se presentan generalmente erosiones de ladera y flujos de detritos, como también deslizamientos y derrumbes. La morfología también está asociada a algunos movimientos en masa frecuentes en la región como en los frentes de coladas de lavas muy fracturadas, zonas de valles encañonados, lavas en bloques y tobas muy fracturadas donde son frecuentes las caídas de rocas, derrumbes o movimientos complejos. Otro factor es por acción antrópica, en muchos sectores los cauces de ríos y/o quebradas se encuentran colmatados por material de desmonte o basura y la mala ubicación de viviendas en zonas de alto peligro, actualmente la expansión urbana, se está orientando hacia el cauce de las quebradas secas, las cuales se pueden activar ante lluvias excepcionales, laderas inestables o sobre depósitos eólicos.

Los eventos detonantes de movimientos en masa recientes son las lluvias, como las ocurridas en 1985, 1998, y 2011, donde se activaron muchas quebradas que afectaron tramos de carreteras, áreas de cultivo y zonas rurales; y los sismos como ejemplo tenemos de los años 1967 y 2001 que generaron derrumbes y caída de rocas en los valles, laderas y tramos de carreteras.

En la región también se tiene influencia de tres volcanes activos: Ubinas, Ticsani, el Huaynaputina, este último generó una erupción en el año 1600, que originó grandes impactos en la región.

III. ZONAS CRÍTICAS

Las zonas críticas son áreas o lugares, que luego del análisis de la susceptibilidad a los procesos identificados y la vulnerabilidad a la que están expuestas obras de infraestructura y centros poblados; se considera necesario ejecutar en ellas obras de prevención y/o mitigación; o en algunos casos las medidas adoptadas anteriormente necesitan ampliarse o mejorarse (Fidel y otros, 2006).

Para la identificación y descripción de "Zonas Críticas" en la región Moquegua, se determinó 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.

Como complemento del informe técnico "*Zonas críticas por peligro geológico de la cuenca del río Tambo*" (Nuñez & Gomez, 2012), hasta la fecha, se han identificado **40 zonas críticas** como se muestran en el mapa 1 (en el anexo adjunto). En los cuadros 1, 2 y 3 se describen resumidamente las características de cada una de estas zonas como: los peligros identificados, los daños y zonas afectadas, y algunas recomendaciones, a continuación se presentan los cuadros siguientes:

CUADRO 1: ZONAS CRÍTICAS EN LA REGIÓN MOQUEGUA, PROVINCIA GENERAL SANCHEZ CERRO

PARAJE/ SECTOR (DISTRITO)	SUSCEPTIBILIDAD / COMENTARIO GEODINÁMICO	VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCASIONADOS	RECOMENDACIONES
<p>1. Crucero-Tolapampa (Ichuña)</p>	<p>Área sujeta a erosión fluvial, inundaciones y flujos de detritos. Las causas: ausencia de vegetación, pendiente del terreno, dinámica fluvial. El factor detonante es la precipitación pluvial. El poblado de Crucero se encuentra asentado sobre un antiguo depósito proluvial (material dejado por un huayco) proveniente de la quebrada Huaricunca. La quebrada Sayro Occo también puede generar flujos de detritos.</p>	<p>Las erosiones e inundaciones podrían afectar al puente Crucero, canal cubierto de agua y carretera afirmada. Los flujos de detritos podrían afectar los poblados de Tolopampa y Crucero.</p>	<p>Construir un muro de enrocado al pie del canal cubierto. Esta defensa ribereña también serviría de protección para la carretera y centro poblado. En las quebradas se deben construir muros transversales para disipar la energía de los flujos que se puedan generar.</p>
<p>2. Ichuña-Totorani- Yanahuara (Ichuña)</p>	<p>Área sujeta a erosión fluvial e inundaciones y flujos de detritos. La localidad de Ichuña se encuentra en la margen izquierda del río Ichuña sujeto a inundaciones y erosión fluvial. Los cauces de las quebradas Totorani y Yanahuara se encuentran colmatados, sujetos a ser removido, que ante lluvias estacionales u ocasionales contribuyen a la generación de flujos de detritos (huaycos).</p>	<p>Las inundaciones y erosiones fluviales afectan al poblado de Ichuña, como también al puente Ichuña. Los flujos de detritos afectan a los poblados Totorani y Yanahuara.</p>	<p>Para evitar que las inundaciones y erosiones fluviales afecten a la localidad de Ichuña, es necesario mantener las defensas ribereñas, Prohibir la expansión urbana hacia la ribera del río. En las quebradas Totorani y Yanahuara, se deben realizar limpieza de los cauces, es necesario construir muros transversales con la finalidad de atenuar la energía de los posibles flujos de detritos. Prohibir la expansión urbana hacia el cauce de la quebrada.</p>



Foto 1. Canal cubierto, sin defensa ribereña.



Figura 7: Imagen del Google Earth del año 2002, Sector de Crucero.



Foto 2. Poblados de Yanahuara y Totorani asentados en cauces de quebradas.

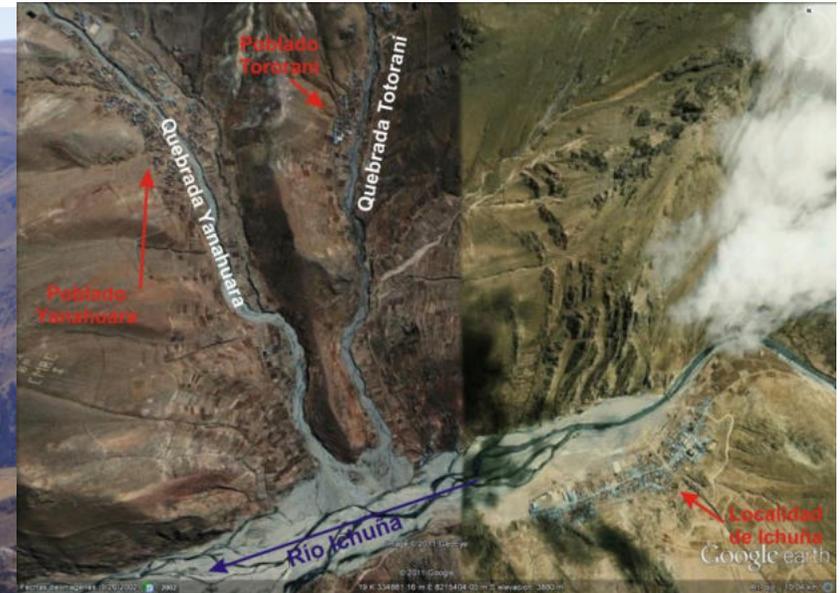


Figura 8: Imagen satelital del Google Earth, sector de Ichuña.



Foto 3. Localidad de Ichuña, ubicado en una terraza baja, en la margen izquierda del río Ichuña.

PARAJE/ SECTOR (DISTRITO)	SUSCEPTIBILIDAD / COMENTARIO GEODINÁMICO	VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCASIONADOS	RECOMENDACIONES
<p>3. Miraflores-Santa Cruz de Oyo Oyo-Sacamaya (Ichuña)</p>	<p>Área sujeta a flujos de detritos y derrumbes. Las causas: ausencia de vegetación, pendiente del terreno, dinámica fluvial, material suelto en cauce de quebrada. El factor detonante es la precipitación pluvial. Los poblados de Miraflores, Santa Cruz de Oyo Oyo y Sacamaya; se encuentran asentados sobre terrazas formadas por antiguos depósitos proluviales. En las laderas de los cerros se encuentran cubiertos por canchales de detritos, formando pequeños conos. Debido a la constante erosión fluvial al pie del talud se han generado derrumbes, al igual que por corte de talud para carretera.</p>	<p>Los flujos de detritos podrían afectar los poblados mencionados y a la carretera Ichuña-Chojata.</p>	<p>En los cauces de las quebradas se deben construir muros transversales, para disipar la energía de los flujos que se puedan generar. Realizar limpieza de cauce. No permitir la expansión urbana hacia el cauce de las quebradas.</p>
<p>4. Puhaya (Ichuña)</p>	<p>Área sujeta a flujos de detritos. En el cauce de la quebrada se observa material suelto de fácil remoción, que ante lluvias excepcionales pueden ser removidas y generar flujos de detritos. En la ladera de la margen derecha, se observa un deslizamiento que aporta material al cauce de la quebrada. También se observa en las laderas canchales de detritos, de fácil remoción. Los depósitos generados por la quebrada han llegado a represar al río Ichuña.</p>	<p>De represarse el río Ichuña, al desembalsarse afectaría a los poblados ubicados aguas abajo. Afecta un tramo de 40 m de la carretera afirmada Chojata-Ichuña.</p>	<p>No permitir la construcción de viviendas en el cauce de la quebrada. Colocar muros de atenuación de flujos en el cauce de la quebrada.</p>



Foto 4. Poblado de Sacamaya, asentado sobre un depósito proluvial.



Figura 9: Desembocadura de quebradas hacia el río Ichuña, por la margen izquierda.

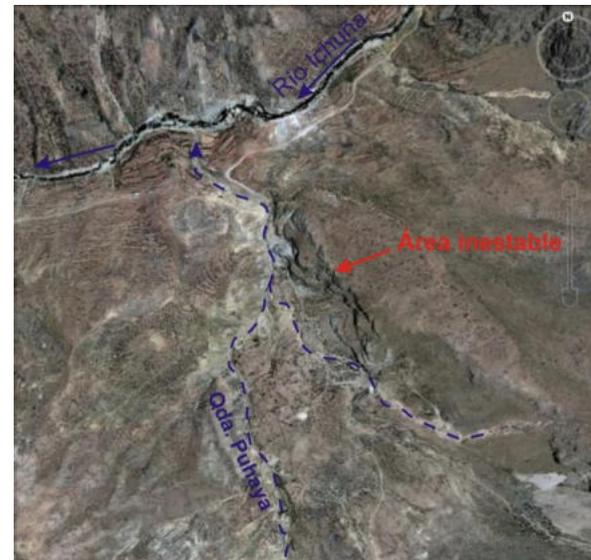


Figura 10: Imagen satelital del Google Earth, del sector de Puhaya.

PARAJE/ SECTOR (DISTRITO)	SUSCEPTIBILIDAD / COMENTARIO GEODINÁMICO	VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCASIONADOS	RECOMENDACIONES
<p>5. Yunga-Tassa (Yunga / Ubinas)</p>	<p>Área sujeta a flujos de detritos, deslizamientos, movimientos complejos (deslizamiento-Flujo) y erosión de laderas La quebrada Yunga ubicada en la margen izquierda del río Ichuña y el río Tassa ubicado en la margen derecha, en un tiempo llegaron represar al río Ichuña. El antiguo depósito generado por la quebrada Yunga llegó hasta el estadio. Estos flujos se presentan en forma ocasional, el último evento que causó severos daños fue el 16 de diciembre del 2012 a consecuencia de las precipitaciones pluviales intensas, se produjo la activación de cinco quebradas y cárcavas que ocasionaron un huayco en la localidad de Yunga, afectando a viviendas, locales públicos y carretera. Actualmente el cauce de la quebrada se encuentra colmatado y presenta erosión fluvial en ambas márgenes. El deslizamiento-flujo de Tassa, se produjo principalmente por la infiltración de agua proveniente de los terrenos de cultivo, substrato permeable conformado por depósitos volcánicos. Este deslizamiento antiguo empezó a reactivarse en el año 1985, siendo reubicado el centro poblado hacia la parte alta. En el año 2011 se produjeron nuevos agrietamientos a raíz del sismo de Arequipa. En la actualidad nuevamente se ha reactivado por las intensas precipitaciones. De seguir el movimiento puede represar al río Tassa, y el desembalse aumentaría el caudal del río Tambo, afectando a los poblados que se encuentran aguas abajo.</p>	<p>Puede afectar carretera Yunga-Ichuña en un tramo de 0,5 km aproximadamente por sectores. De generarse un flujo de grande dimensiones podría represar al río Ichuña y afectar a la zona urbana hasta el estadio. El deslizamiento de Tassa afecta viviendas, centro educativo, terrenos de cultivo y carretera de acceso.</p>	<p>Para el flujo: forestar, hacer limpieza permanente del cauce de la quebrada. No permitir el crecimiento urbano hacia el cauce de la quebrada. En el cauce de la quebrada construir muros de atenuación de flujos. Para el deslizamiento: reubicar viviendas a zona segura. Mejorar el sistema de riego. Hacer un sistema de drenaje. Monitorear al deslizamiento activo. En el área donde cruza la carretera a la quebrada se debe construir badén. Reubicar la zona urbana de Tassa.</p>
<p>6. Exchaje-San Pedro de Camata - Huito (Yunga)</p>	<p>Área sujeta a flujos de detritos. Las quebradas que fluyen hacia el río Tambo, entre el tramo de Exchaje a Huito, han generado flujos de detritos que en algún tiempo llegaron a represar al río Tambo, aún se observa el desvío del cauce del río en las zonas donde han desembocado los depósitos de la quebrada. Los depósitos generados por las quebradas al desembocar al río Tambo, estrechan el cauce, dando lugar que el río erosione sus márgenes. Estas quebradas en sus nacientes son alimentadas con material suelto, producto de la erosión de laderas y de movimientos en masa como derrumbes.</p>	<p>El poblado de Exchaje, se encuentra ubicado sobre un antiguo depósito proluvial generado por la quebrada Chaclac. En la actualidad puede ser afectado por el mismo proceso.</p>	<p>No construir viviendas en el cauce de la quebrada. Reubicar las viviendas que se encuentran dentro del cauce de la quebrada.</p>



Foto 5. Deslizamiento-flujo de Tassa, afectó a población y terrenos de cultivo.



Foto 6. Quebrada Yunga, su cauce se encuentra colmatado debido a los derrumbes y erosión de laderas en ambas márgenes, que aportan material al cauce de la quebrada Yunga, corta la trocha Yunga-Ichuña.



Foto 7. El poblado de Yunga se encuentra asentado sobre depósitos antiguos de remoción en masa, algunos se reactivan en forma de erosión de laderas por donde discurren huaycos como se puede apreciar en la ampliación (A) debido al abundante material suelto en las laderas del cerro Machapata. En líneas de color azul se observa la trayectoria del huaico del 16 de diciembre del 2012 que afectó al poblado de Yunga, debido a las intensas lluvias y erosión en cárcavas que aportan material al cauce de esta quebrada. También presenta erosión fluvial en la margen izquierda de la quebrada Yunga, su cauce tiene un ancho máximo de 20 m, se ha colocado un dique con enrocado de aprox. 230 m de longitud para evitar la constante erosión que se da en depósitos antiguos de remoción en masa, potentes, con presencia de derrumbes reactivados por socavamiento del pie del talud de la ladera o terraza, infiltraciones naturales y de riego.



Figura 11: Imagen satelital del Google Earth, sector comprendido entre Exchaje – San Pedro de Camata.



Foto 8. Sector de San Pedro de Camata afectado por la erosión de laderas.

PARAJE/ SECTOR (DISTRITO)	SUSCEPTIBILIDAD / COMENTARIO GEODINÁMICO	VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCASIONADOS	RECOMENDACIONES
7. Lloque-Luco (Lloque)	<p>Área sujeta a deslizamientos y flujos de detritos. Roca de mala calidad de naturaleza volcánica, moderadamente a altamente meteorizada, la ladera presenta pendiente moderada. Se han identificado dos deslizamientos, un antiguo y otro reciente. El primero es donde se ubica el poblado de Lloque. Cuando se produjo el deslizamiento llegó a represar al río Tambo en un tramo de 670 m, haciendo migrar hacia la margen derecha. El deslizamiento reciente se ubica aguas arriba del poblado de Lloque. Por la quebrada Torine y Lucco, se generan flujos de tipo ocasional. Se han identificado deslizamientos que alimentan con material suelto a la quebrada. De continuar las irrigaciones de los terrenos de cultivo por inundación, es muy probable que se generen reactivaciones.</p>	<p>Los flujos de detritos afectan la carretera Lloque-Luco. Sobre el cuerpo del deslizamiento se ubica la localidad de Lloque. De reactivarse el deslizamiento antiguo afectaría al poblado, terrenos de cultivo y carretera Lloque-Luco.</p>	<p>No irrigar los terrenos de cultivo mediante el sistema de inundación, cambiarlos por aspersión o goteo. No permitir el crecimiento urbano hacia el cauce de las quebradas. En los cauces de las quebradas construir muros disipadores de energía, para atenuar los flujos.</p>
8. Chojata (Chojata)	<p>Área sujeta a caída de rocas. Se ha generado una avalancha de rocas. Rocas volcánicas, de tipo andesítico, poco fracturada a medianamente fracturada, genera fragmentos de roca con diámetros comprendidos entre 2 a 0,20 m. Antigua avalancha de rocas, presenta un arranque, el corte de talud para carretera se ha inestabilizado generando caídas de rocas. El factor detonante puede ser sismos o precipitaciones pluviales intensas.</p>	<p>Puede afectar a la carretera Coralaque-Chojata, en un tramo de 800 m. Por sectores de 100 m. También puede afectar al poblado de Chojata.</p>	<p>Desatar bloque sueltos ubicados en el talud. En la carretera colocar avisos advirtiendo sobre la caída de rocas que sufre este tramo.</p>
9. Torata (Ubinas)	<p>Área sujeta a flujos de detritos. El río Torata y la quebrada Talige, han generado flujos de detritos que han llegado a represar al río Tambo, haciendo migrar el cauce del río Tambo. También se generan erosiones de ladera, que también pueden generar flujos de detritos. El factor detonante son las precipitaciones pluviales.</p>	<p>El poblado de Torata se ubica en parte del cauce del río del mismo nombre. En las laderas que rodean al poblado se generan erosiones de ladera que pueden generar flujos de detritos.</p>	<p>La población no debe establecerse cerca del cauce del río. En los surcos generados por las erosiones de ladera, se deben colocar muros transversales de atenuación de flujos.</p>

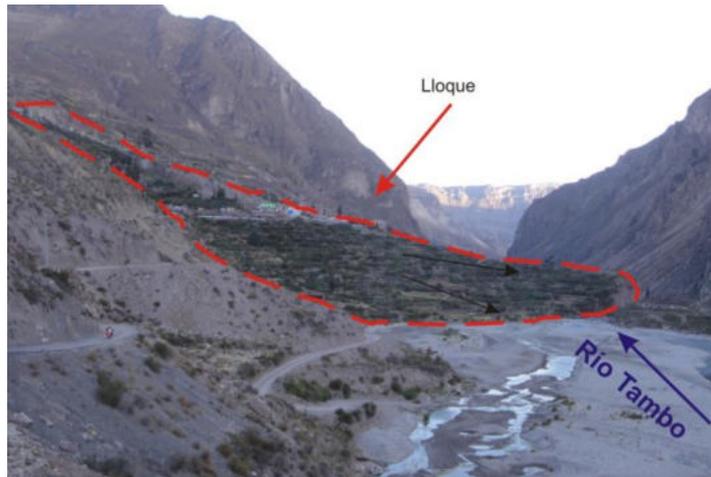


Foto 9. Depósito generado por un deslizamiento, sobre el cual está asentada la localidad de Lloque.



Figura 12: Imagen satelital del Google Earth, del sector de Lloque.



Figura 13: Sector de Torata, asentado en la margen izquierda del río Torata, se encuentra sobre una terraza proluvial (generados por flujos). De color verde, se muestran las erosiones de ladera. También se muestra el depósito dejado por la quebrada Talige.

PARAJE/ SECTOR (DISTRITO)	SUSCEPTIBILIDAD / COMENTARIO GEODINÁMICO	VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCACIONADOS	RECOMENDACIONES
10. Anascapa (Ubinas)	<p>Área sujeta a deslizamientos, erosión en cárcavas, erosión fluvial y flujos de detritos/lodo.</p> <p>El deslizamientos la principal causa es la infiltración de agua proveniente de los terrenos de cultivo, substrato permeable conformado por depósitos volcánicos.</p> <p>Este deslizamiento es antiguo, tiene reactivaciones desde el año 1964. Según Mendivil, S. (1964), en el terreno se generaron varias escarpas con saltos hasta de 1 m. En el movimiento de este año afectó a viviendas, por lo que propuso su reubicación.</p> <p>En la actualidad sigue el movimiento, las viviendas han sido reubicadas.</p> <p>De seguir el movimiento puede represar la quebrada Chimpamoya.</p> <p>En el cauce de la quebrada Panteón, se aprecia material suelto;</p> <p>Con lluvias excepcionales se podrían generar flujos de detritos o de lodo, puede afectar a terrenos de cultivo.</p> <p>La zona inestable, por deslizamiento, puede reactivarse también por efectos sísmicos o lluvias intensas.</p>	<p>El deslizamiento afecta terrenos de cultivo y carretera de acceso.</p> <p>De generarse flujos afectaría terrenos de cultivo ubicados en el cauce de la quebrada.</p>	<p>Utilizar otro sistema de riego.</p> <p>Hacer un sistema de drenaje en la zona.</p> <p>No construir viviendas en las zonas inestables.</p> <p>Monitorear al deslizamiento activo.</p>



Foto 10. Sector de Anascapa, las líneas de color rojo muestra la zona inestable.



Figura 14: Imagen satelital del Google Earth, se muestra el deslizamiento de Anascapa.

PARAJE/ SECTOR (DISTRITO)	SUSCEPTIBILIDAD / COMENTARIO GEODINÁMICO	VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCASIONADOS	RECOMENDACIONES
<p>11. Matalaque-Animas (Matalaque)</p>	<p>Área sujeta a flujos de detritos, erosión de laderas y derrumbes. En ambos márgenes del río Tambo se encuentran terrazas proluviales, generadas por huaycos, que en algún tiempo atrás han llegado a represar al río o desviar su cauce, tal como lo muestra la sinuosidad que presenta el río en este sector. Los huaycos se caracterizan por ser flujos muy rápidos y transportar grandes volúmenes de material. En la zona afloran rocas volcánicas como aglomerados y brechas de naturaleza andesíticas; en la cabecera de cuenca se tienen tobas riolíticas y andesíticas. En este tipo de roca se están generando erosiones de ladera, que época de lluvias intensas, el material es removido, formándose así flujos de detritos.</p>	<p>Afecta a terrenos viviendas, terrenos de cultivo, y tramo de 20 m carretera afirmada Ubinas-Matalaque. De generarse un flujo de grandes dimensiones podría represar al río y al desembalsarse afectaría a los poblados ubicados aguas abajo del río.</p>	<p>Reforestar, especialmente las áreas colindantes a la zona urbana y las laderas cercanas a las quebradas. En las quebradas y en las incisiones generadas por las erosiones de ladera, colocar muros disipadores de flujos, con la finalidad de atenuar la fuerza del huayco.</p>
<p>12. Candahua-Cacahuara (Matalaque)</p>	<p>Área sujeta a huaycos, erosión de laderas y derrumbes. En ambos márgenes del río Tambo, se evidencia geoformas generados por antiguos depósitos proluviales. Los cauces de las quebradas han sido cubiertos por cenizas provenientes de las erupciones volcánicas. Estos depósitos son de fácil remoción, que ante intensas lluvias son removidos, formando así huaycos o flujos de lodo. Las rocas que afloran son de tipo volcánico como aglomerados, brechas volcánicas y tobas, de fácil remoción, donde se generan erosiones de ladera, en algunos casos forman flujos de detritos. Se aprecia talus de detritos en las laderas, estos materiales son inestables, también es afectado por pequeños derrumbes que se generan por el corte de talud.</p>	<p>Podría afectar al sector de Candamo (lugar donde propusieron la reubicación de viviendas). Afecta tramos de 20 a 50 m de carretera afirmada Matalaque-Quinestaquillas. Es muy probable, que cuando amplíen el ancho de la carretera, en la zona de los talus de detritos se generen derrumbes o caída de rocas.</p>	<p>Forestar la zona, especialmente en la zona de reubicación. Construir muros disipadores de flujos en los cauces de las quebradas. Desatar bloques sueltos que se encuentran en el talud de corte para carretera.</p>

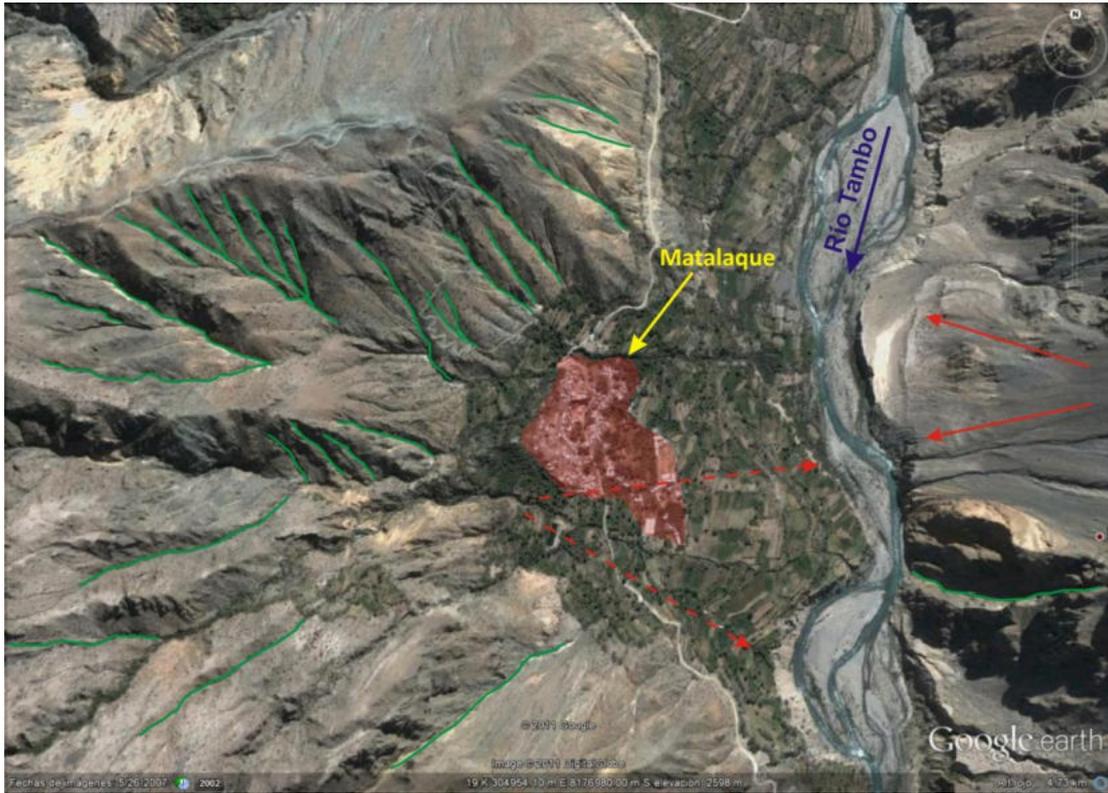


Figura 15: Imagen satelital del Google Earth, se aprecia que el sector de Matalaque está asentado sobre depósitos proluviales. Las líneas de color verde representan las erosiones de ladera, en la margen derecha del río Tambo. Las flechas de color rojo continuas muestran las dirección de los flujos recientes y las entrecortadas los flujos antiguos.



Foto 11. Sector Candamo, se aprecian los depósitos generados por los huaycos, las flechas de color rojo muestran el sentido del desplazamiento del huayco. Las líneas verdes, erosiones de ladera.

PARAJE/ SECTOR (DISTRITO)	SUSCEPTIBILIDAD / COMENTARIO GEODINÁMICO	VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCASIONADOS	RECOMENDACIONES
<p>13. Carretera Matalaque-Quinestaquillas, sector Chichilaque (Matalaque)</p>	<p>Área sujeta a derrumbes, flujos de detritos y erosión de laderas. Causas: substrato de mala calidad conformado por tobas, terreno con pendiente fuerte, corte de talud. Los factores desencadenantes para los derrumbes son las precipitaciones pluviales y sismos; para los flujos de detritos y erosiones de ladera son las lluvias intensas. Las erosiones de ladera y los canchales de detritos aportan material a los cauces de las quebradas. Los flujos de detritos represaron al río Tambo, como evidencia de ello es la migración del río hacia la margen derecha.</p>	<p>En este sector, puede afectar 2 Km de la carretera afirmada Matalaque-Quinestaquillas, por tramos de 50 a 100 m. De presentarse los fenómenos obstaculizaría el tránsito.</p>	<p>Colocar en la carretera letreros de prevención sobre el posible derrumbe. Desatar los bloque sueltos. Reforestar la zona Banquetear el talud. En la zona de quebrada construir muros de atenuación de flujos.</p>
<p>14. Carretera Matalaque-Quinestaquillas, sector Yamure-Cahuara (Matalaque)</p>	<p>Área sujeta a derrumbes, caída de rocas, erosión de laderas y flujos de detritos/lodo. Se aprecian también canchales de detritos, que debido a los cortes de talud se generan continuamente derrumbes. La zona cubierta por cenizas volcánicas es de fácil remoción; en época de lluvias intensas son arrastradas hacia los cauces de las quebradas, formando flujos de detritos o de lodo. Los flujos se presentan en las quebradas afluentes al río Tambo, cuyos abanicos han desviado el cauce del río. En las áreas donde se presenta caída de rocas, se muestra el substrato medianamente fracturado, con fracturas abiertas, se aprecia un sistema de diaclasamiento a favor de la pendiente, por todo lo expuesto se considera una zona muy inestable.</p>	<p>Puede afectar la carretera afirmada Matalaque-Quinestaquillas, por sectores. Las caídas pueden obstaculizar el tránsito.</p>	<p>Colocar en la carretera letreros de prevención sobre el posible derrumbe o caída de rocas. Desatar los bloques sueltos. Realizar limpieza de cauce. Reforestar la zona. Banquetear el talud. En la zona de quebrada construir muros de atenuación de flujos y badenes.</p>
<p>15. Carretera Matalaque-Quinestaquillas, sector Queanto-Ccoro (Matalaque)</p>	<p>Área sujeta a derrumbes, flujos de detritos y erosión de laderas. Los factores desencadenantes para los derrumbes son: las lluvias intensas y sismos; y para los flujos de detritos, las lluvias intensas. Las erosiones de ladera aportan con material suelto a las quebradas, contribuyendo a la generación de flujos. En los afloramientos rocosos se presenta un sistema de diaclasamiento a favor de la pendiente. Se observa bloques de roca sueltos en el corte de talud.</p>	<p>En este sector, puede afectar la carretera afirmada Matalaque-Quinestaquillas.</p>	<p>Colocar en la carretera letreros de prevención sobre el posible derrumbe o caída de rocas. Desatar los bloques sueltos. Reforestar la zona.</p>



Foto 12. Depósito generado por un flujo de detritos (huayco), en forma de abanico.



Foto 13. Sector Chichilaque. En ambas vistas, se aprecian canchales de detritos suspendidos en la ladera, en el talud superior de carretera Matalaque-Quinestaquilas, donde se generan erosiones en cárcavas.



Foto 14. Sector de Yamure. Se muestran derrumbes que afectan tramo carretero Matalaque-Quinestaquillas.

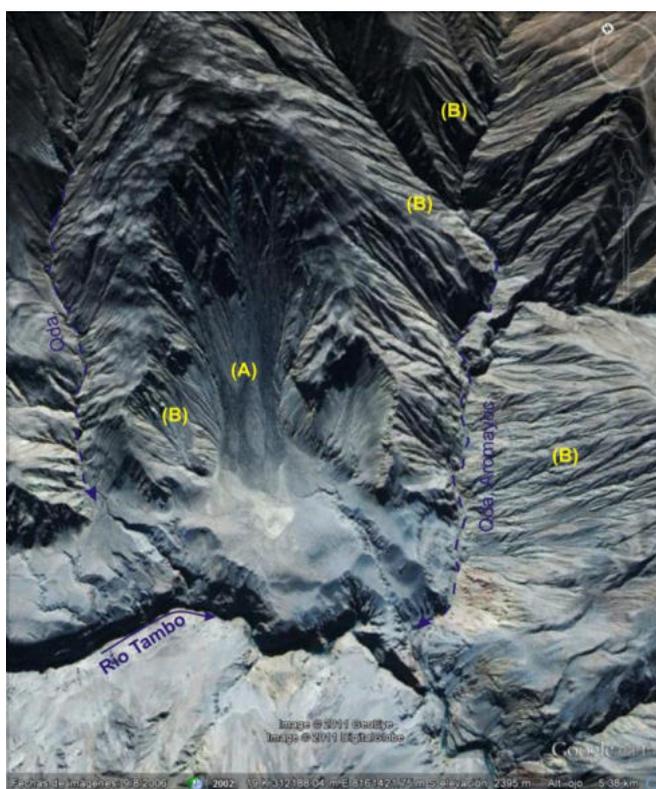


Figura 16: Imagen del Google Earth, sector Yarume, se muestran derrumbes (A), zonas afectadas con erosión de laderas (B), ambas aportan material a las quebradas por donde se generan huaycos.



Foto 15. Derrumbes en sector Yarume

PARAJE / SECTOR (DISTRITO)	SUSCEPTIBILIDAD / COMENTARIO GEODINÁMICO	VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCASIONADOS	RECOMENDACIONES
<p>16. Amata (Coalaque)</p>	<p>Área sujeta a deslizamientos y erosión de laderas. En la ladera noreste del cerro Amata, margen derecha del río Amarillo, por las características topográficas y morfológicas sugieren la existencia de un antiguo deslizamiento. De tipo rotacional, se observan dos reactivaciones, sus coronas miden entre 160 a 100 m. Se muestran desplazamientos verticales entre 3,5 y 1,8 m, horizontales entre 1,60 y 0,40 m. Las reactivaciones se produjeron a raíz de las precipitaciones pluviales que se dieron entre el 28 de enero al 05 de febrero del 2011. Esta área está cubierta por depósitos de cenizas, provenientes de la última erupción del volcán Huaynaputina, las cuales son de fácil remoción. Las rocas que conforman el substrato son de naturaleza volcánica, como aglomerados volcánicos. También se encuentran lutitas desmenuzables. La zona también es afectada por erosiones de laderas, por donde discurren flujos de detritos.</p>	<p>Afectó viviendas del poblado de Amata terrenos de cultivo y carretera de acceso.</p>	<p>En la actualidad el poblado está en proceso de reactivación. Monitorear el deslizamiento. No irrigar los terrenos de cultivo mediante el sistema de gravedad.</p>
<p>17. Coalaque (Coalaque)</p>	<p>Área sujeta a flujos de detritos/lodo y erosión de laderas. El poblado de Coalaque se encuentra ubicado en un antiguo depósito proluvial (generado por huayco) que discurren por las quebradas Coalaque, Cintura de Mono, río Aguada Blanca y río Amarillo. En las laderas se observa depósitos de cenizas provenientes del volcán Huaynaputina, de fácil remoción. Ante lluvias excepcionales aportan material suelto a las quebradas formando flujos de lodo. En las partes altas de las quebradas se aprecia material suelto y movimientos en masa que aportan material suelto a la quebrada. Así como erosión de laderas que en época de lluvias intensas generan flujos de lodo.</p>	<p>Puede afectar al centro poblado de Coalaque. Afecta tramo de 20 m de la carretera afirmada Coalaque-Omate. Puede afectar terrenos de cultivo.</p>	<p>Reforestar las laderas. En el cauce de la quebrada construir muros de atenuación de flujos. En las incisiones formadas por la erosiones de laderas, se deben construir trinchos, para evitar la generación de flujos de lodo.</p>
<p>18. Omate- Quinestacas-Uray- Achicari (Omate)</p>	<p>Área sujeta a flujos de detritos, lodo y erosión de laderas. El poblado de Omate se encuentra asentado en un antiguo depósito proluvial (generado por huayco) que discurre por las quebradas Pailogen, Chorropata y Cayarani. En las laderas se observa afloramientos de rocas sedimentarias (areniscas y limolitas), en sectores se encuentran cubiertos por depósitos de cenizas provenientes del volcán Huaynaputina, estas son de fácil remoción. Ante lluvias son removidas, a manera de flujos de lodo. En las partes altas de las quebradas se aprecia material suelto y movimientos en masa que aportan material suelto a la quebrada.</p>	<p>Puede afectar viviendas de la localidad de Omate. Afecta tramo de 300 m de la carretera afirmada Omate-Moquegua, por sectores de 10 a 20 m. Puede afectar terrenos de cultivo.</p>	<p>Reforestar las laderas. En los cauces de las quebradas se deben construir muros disipadores de flujos. En las laderas afectadas por la erosión, se deben construir trinchos, para evitar la generación de flujos de lodo.</p>

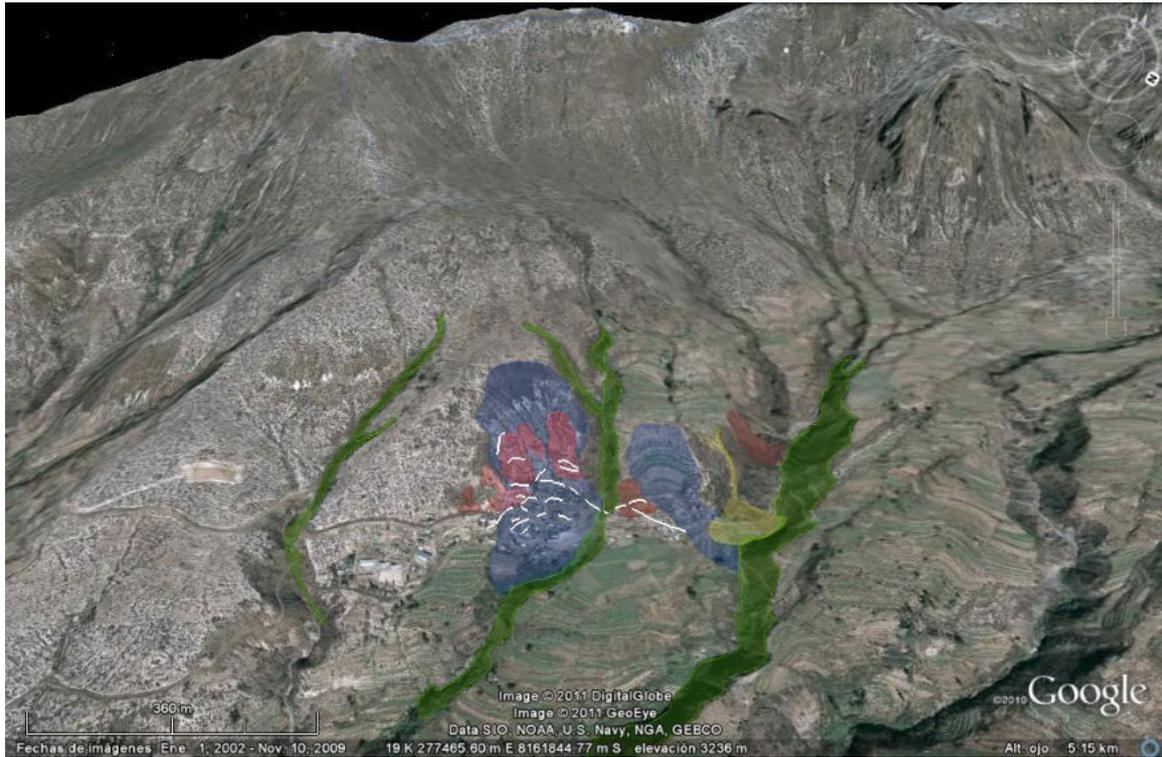


Figura 17: Sector de Amata, de color azul se representan los deslizamiento antiguos, de color rojo las áreas reactivadas; de color verde las áreas de erosión de laderas



Foto 16. Vista de agrietamientos en el terreno, también se presenta en viviendas de Amata.



Foto 17. Río Aguada Blanca, en su cauce muestra abundante material suelto. Las laderas cubiertas de cenizas volcánicas.



Foto 18. Poblado de Uray, que puede ser afectado por flujos de lodo.



Foto 19. Sector de Achicari, se observan las laderas cubiertas por cenizas volcánicas (color blanquecino), las cuales son de fácil remoción.

PARAJE/ SECTOR (DISTRITO)	SUSCEPTIBILIDAD / COMENTARIO GEODINÁMICO	VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCASIONADOS	RECOMENDACIONES
19. Quinestaquillas (Quinestaquillas)	<p>Área sujeta a flujos de detritos, erosión de laderas.</p> <p>Causas: Naturaleza de suelo, pendiente de terreno, material susceptible a ser erosionado, ausencia de vegetación y dinámica fluvial. El factor detonante es la precipitación pluvial.</p> <p>El material donde está asentado el poblado de Quinestaquillas está conformado por depósitos de flujos piroclásticos, de fácil remoción.</p>	Afectaría a la localidad de Quinestaquillas, a la vía afirmada Quinestaquillas-Matalaque. Terrenos de cultivo.	<p>Reforestar.</p> <p>No construir viviendas en el cauce de la quebrada.</p> <p>Colocar muros de atenuación de flujos en cauce de la quebrada.</p>
20. Carretera afirmada Omate Quinestaquillas (sector Campaya-Yaral) (Quinestaquillas)	<p>Área sujeta a flujos de lodo/detritos y derrumbes.</p> <p>Los afloramientos rocosos están conformados por aglomerados y brechas volcánicas de tipo andesítico, inconsolidadas de fácil remoción.</p> <p>El factor desencadenante para los flujos son las lluvias excepcionales. Para los derrumbes a parte de las lluvias, son los sismos.</p> <p>En la margen derecha del río Tambo, la carretera afirmada Omate-Quinestaquillas corta antiguos flujos de detritos de grandes dimensiones en forma de abanico. El corte de talud, ha desestabilizado la ladera, donde se generan derrumbes. Por la margen izquierda del río, también se presentan flujos de lodo y de detritos, que aportan material al río Tambo.</p> <p>También se observó que el área está cubierta por depósitos de cenizas volcánicas, procedentes de la erupción del volcán Huaynaputina, de fácil remoción, donde se generan flujos de lodo. En la cumbre de los cerros se presentan caída de rocas.</p>	Afecta la carretera afirmada Omate-Quinestaquillas en un tramo de 5 km, por sectores comprendidos entre 50 a 100 m.	<p>Reforestar.</p> <p>Mejorar el corte de talud de carretera.</p> <p>En la zona donde cruza la carretera a una quebrada se debe construir badén.</p> <p>En los cauces de quebradas se deben construir muros de atenuación de flujos.</p>
21. Poco Huayo-Tolapampa-Puquina (Puquina)	<p>Área sujeta a erosión de laderas, deslizamientos y flujos de detritos.</p> <p>En el área afloran rocas volcánicas como tobas moderadamente meteorizadas, y una secuencia sedimentaria como limoarcillitas con areniscas ligeramente meteorizadas.</p> <p>Los deslizamientos se presentan en ambas secuencias, de tipo rotacional. Sus escarpas llegan a medir hasta 30 m de longitud.</p> <p>Las erosiones de ladera en la zona se presentan intensamente en la secuencia volcánica.</p> <p>En el cauce de las quebradas se encuentran abundante material suelto.</p>	Afecta la carretera afirmada a Puquina, por sectores.	<p>Reforestar.</p> <p>En la zona donde cruza la carretera a una quebrada se deben construir badén.</p> <p>En los cauces de quebradas se deben construir muros de atenuación de flujos.</p>



Foto 20. Carretera Omate-Quinestaquillas, sector Campaya, se muestran los depósitos dejados por los flujos de lodo y de detritos en la margen derecha del río Tambo.



Foto 21. Caída de rocas y depósitos de cenizas en el talud superior de la carretera Omate-Quinestaquillas, sector Campaya, en época de lluvias pueden ser movilizadas.



Foto 22. (A) Derrumbes en talud superior de carretera Puquina-Arequipa Km 156+100, se llevó 120 m de carretera asfaltada, presenta filtraciones. (B) Sector de Tolopampa, deslizamiento rotacional, afecta carretera afirmada Omate-Puquina.

PARAJE/ SECTOR (DISTRITO)	SUSCEPTIBILIDAD / COMENTARIO GEODINÁMICO	VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCASIONADOS	RECOMENDACIONES
22. Sahuanay-La Capilla (La Capilla)	<p>Área sujeta a erosión en cárcavas y flujo de lodo.</p> <p>Las causas para la generación de estos fenómenos son: material susceptibles a ser removidos (cenizas volcánicas), pendiente de las quebradas, terrenos desprovistos de vegetación. Los factores detonantes son las precipitaciones pluviales de tipo ocasional o excepcional. Se observó también erosiones de laderas.</p> <p>En un tiempo la quebrada Vino More represó el río De Capilla, muestra de ello es el desvío del cauce del río hacia la margen derecha. Estos flujos han tenido recorridos hasta de 2 km. El poblado Sahuanay se encuentra asentado sobre un depósito antiguo, el cual represó el río.</p>	<p>Afectaría trocha carrozable de acceso a las localidades La Capilla, Sahuanay y viviendas ubicadas cerca de los cauces de la quebrada.</p> <p>También puede afectar terrenos de cultivo y reservorio de agua.</p>	<p>Forestar.</p> <p>Construir badén en los tramos que cruza la vía de acceso a la quebrada. Limpieza de cauce.</p> <p>No permitir la construcción de viviendas dentro del cauce de las quebradas.</p> <p>Construir en las quebradas muros disipadores de flujos</p>



Foto 23. Quebrada Vino More en margen izquierda del río De Capilla, corta carretera Puquina-Sahuanay (izquierda). Imagen del Google Earth, sectores La Capilla y Sahuanay, se muestran las laderas y cauces de quebradas cubiertos por cenizas volcánicas (Color blanquecino).



Foto 24. Sector de Sahuanay en la margen derecha del río De Capilla, en el Km 13+400 de la carretera Puquina-La Capilla. Poblado se encuentra sobre depósito antiguo en forma de abanico.

CUADRO 02. ZONAS CRÍTICAS EN LA CUENCA RÍO TAMBO, REGIÓN MOQUEGUA, PROVINCIA DE MARISCAL NIETO

PARAJE/ SECTOR (DISTRITO)	SUSCEPTIBILIDAD / COMENTARIO GEODINÁMICO	VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCASIONADOS	RECOMENDACIONES
<p>23. Cachimoco - Qda. Chapoco (Carumas)</p>	<p>Área sujeta a flujo de detritos. Quebradas con material susceptible a ser removidos, pendiente moderada de las quebradas, terrenos desprovistos de vegetación. Los factores detonantes son las precipitaciones pluviales de tipo ocasional o excepcional. Se observan en la zona, antiguos depósitos generados por flujos de detritos, el poblado Cachimoco se encuentra asentado sobre uno de estos depósitos. Se observó también reptaciones de suelos y erosiones en cárcavas.</p>	<p>Fenómeno que podría afectar al poblado Cachimoco. También podría afectar terrenos de cultivo.</p>	<p>Colocar muros de atenuación de flujos a lo largo de las quebradas. No permitir el crecimiento urbano hacia el cauce de la quebrada. Limpieza de cauces.</p>
<p>24. Carumas - Somoa - Cambrune (Carumas)</p>	<p>Área sujeta a deslizamientos, caída de rocas y derrumbes. Substrato de mala calidad. Se presentan movimientos en masa antiguos y modernos que han llegado a represar al río Carumas. En algunas zonas de escarpas de avalanchas de rocas y deslizamientos, se generan caídas de rocas. El factor desencadenante son las precipitaciones pluviales y corte de talud para carretera. El poblado de Samoa está asentado sobre un antiguo depósito proluvial. En algunos sectores, los terrenos de cultivo se encuentran sobre cuerpos de deslizamientos antiguos, donde se realiza riego por gravedad, lo que podría generar reactivaciones.</p>	<p>Por el corte de talud de carretera, se han generado zonas inestables, formando derrumbes. Las escarpas de las avalanchas y deslizamientos se encuentran inestables, se pueden generar caídas de rocas, y afectar a poblados y tramo carretero. De seguir la reactivación del deslizamiento podría afectar al poblado de Somoa.</p>	<p>Evitar el riego por gravedad. Desatar los bloque sueltos ubicados en las laderas o escarpas de los antiguos movimientos en masa.</p>
<p>25. Charejón – Alilo - Tintín (Carumas)</p>	<p>Área sujeta a deslizamientos y caídas de rocas. Los antiguos deslizamientos han generado material altamente susceptible a ser removidos. El corte de talud para carretera ha desestabilizado parte de la ladera en tramos no mayores de 30 m. En sectores se observó afloramiento de rocas poco fracturadas, y con diaclasas a favor a la pendiente que permite la generación de caídas de</p>	<p>Afecta tramo de 3 Km de la carretera Carumas-Cuchumbaya, por sectores entre 30 a 50 m.</p>	<p>Desatar bloques sueltos que se encuentran en el talud de corte. No permitir el riego de los terrenos de cultivo por gravedad en la zona de cuerpos de deslizamientos antiguos.</p>

PARAJE/ SECTOR (DISTRITO)	SUSCEPTIBILIDAD / COMENTARIO GEODINÁMICO	VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCASIONADOS	RECOMENDACIONES
	<p>rocas.</p> <p>La zona también es afectada por erosión fluvial, en la margen derecha del río Carumas, desestabilizando la ladera, en las áreas donde se encuentran cuerpos de deslizamientos antiguos.</p>		
<p>26. Jaguay Grande - Jaguay Chico (Torata)</p>	<p>Área sujeta a erosión de laderas, flujos de lodo /detritos y caída de rocas. El substrato rocoso está conformado por limoarcillitas, areniscas con niveles de yeso, de fácil erosión debido a que se encuentran moderada a altamente meteorizadas.</p> <p>El factor desencadenante de los flujos son las precipitaciones pluviales. En época de lluvias intensas, se forman escorrentías surcando el terreno.</p> <p>Los materiales transportados por los flujos, se caracterizan por la predominancia de arenas y limos con escasas gravas.</p> <p>La caída de rocas se presenta en áreas donde se han realizado cortes de talud y el macizo rocoso tiene fracturamiento a favor de la pendiente.</p>	<p>Afecta tramo de 5 Km de la carretera afirmada Omate-Moquegua, por sectores entre 10 a 20 m.</p>	<p>Reforestar la zona.</p> <p>En las áreas que cruza la carretera las quebradas, se deben construir badenes.</p> <p>En las quebradas profundas se deben construir puentes, badenes.</p>
<p>27. Pachas (Torata)</p>	<p>Área sujeta a flujos de detritos, caída de rocas y erosión de laderas. El substrato rocoso está conformado por tobas, derrames andesíticos y aglomerados volcánicos. Parte de las laderas están cubiertas por depósitos de cenizas y lapilli, productos provenientes de la última erupción del volcán Huaynaputina.</p> <p>El factor desencadenante de los flujos son las precipitaciones pluviales. En época de lluvias, se forman escorrentías surcando el terreno. Los materiales transportados predominan las arenas y limos, las gravas son escasas.</p> <p>La roca tiene un sistema de fracturamiento a favor de la pendiente y, está. En sectores se aprecia que las fracturas están abiertas.</p>	<p>Afecta carretera afirmada Omate-Moquegua, por sectores.</p> <p>El puente Pachas, en el periodo lluvioso del año 2000, fue afectado.</p>	<p>Reforestar la zona.</p> <p>En las áreas que cruza la carretera las quebradas, se deben construir badenes.</p> <p>En las quebradas profundas se deben construir puentes.</p> <p>En la quebrada Pachas, en su cauce se deben construir muros disipadores de flujos.</p>



Foto 25. Poblado de Somoa asentado sobre un antiguo depósito proluvial (material dejado por un huayco).



Foto 26. Flujo de detritos que afecta la carretera Carumas-Cuchumbaya, en el sector Sotolojo.



Foto 27. Derrumbes y deslizamientos, sector de Pueblo Libre y Tintín.

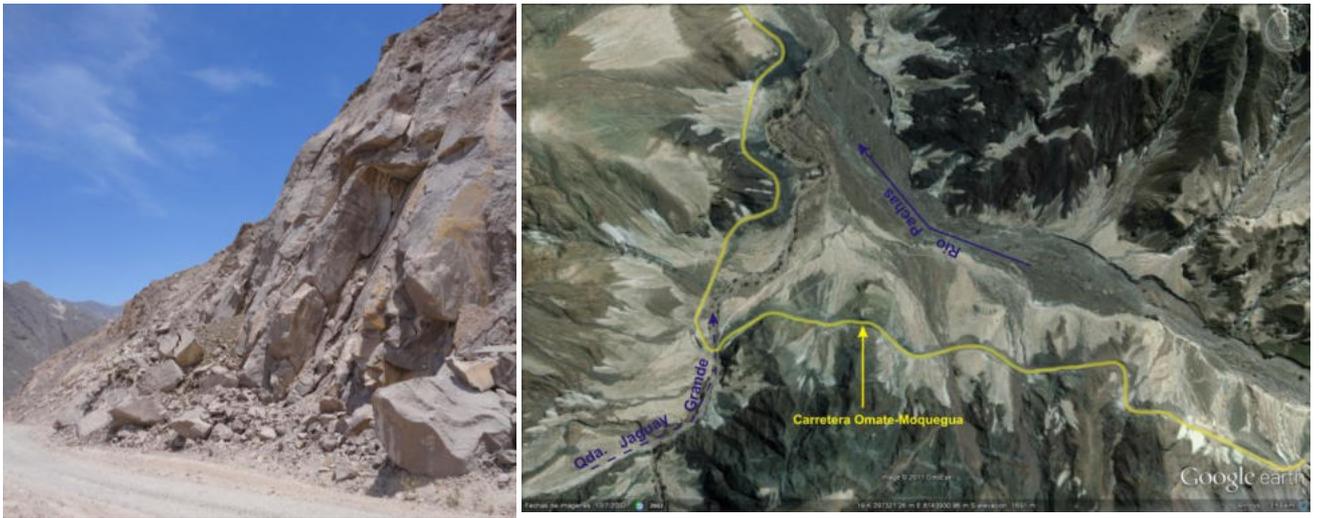


Foto 28. Sector de Pachas, se aprecia que la roca presenta fracturamiento a favor de la pendiente (izquierda). Imagen satelital del Google Earth, sector del río Pachas. De color blanquecino los depósitos de cenizas, provenientes de erupción del volcán Huaynaputina (derecha).



Foto 29. Sector de Jaguey Chico, se aprecia la roca muy fracturada en el talud superior de carretera Omate-Moquegua (izquierda). Imagen satelital del Google Earth, en el sector de Jaguey Chico se observan las erosiones de ladera (derecha).



Foto 30. Sector de Pachas, las flechas de color azul muestran la dirección de los flujos, de color amarillo el trazo de la carretera Omate-Moquegua.

PARAJE / SECTOR (DISTRITO)	SUSCEPTIBILIDAD / COMENTARIO GEODINÁMICO	VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCASIONADOS	RECOMENDACIONES
<p>28. Sabaya-Torata, Km 36+750 de la carretera Binacional</p> <p>(Torata)</p>	<p>Área sujeta a derrumbes, huaycos, erosión de laderas Derrumbes en talud superior de la carretera Binacional (Km 31+970 - Km 37+00) por sectores, se dan en tobas poco compactas muy alteradas y meteorizadas. La zona también es afectada por erosión en cárcavas y huaycos que discurren del cerro Cruz del Siglo y cortan la carretera Binacional. Se ha colocado muros de contención en el Km 36+00, en el caso de los huaycos se ha colocado un pontón y gaviones en ambas márgenes para canalizar, alcantarillas a la altura del Km 31+970.</p>	<p>Afecta aprox. 5,5 Km de la carretera Binacional por sectores. Afecta tramo Km 0+950 - Km 1+100 trocha carrozable Labramane-Chuchusque.</p>	<p>Se debe colocar muros de contención, banqueamientos y mallas por tramos y evitar el riego por gravedad en el talud superior de la carretera Binacional. Realizar limpieza de cauce del río Torata y afluentes.</p>
<p>29. Villa Cuajone, Villa Botiflaca</p> <p>(Torata)</p>	<p>Área sujeta a erosión de laderas Erosiones de laderas en ambas márgenes de la quebrada Cocotea, las cuales acarrear pequeños flujos afectando a terrenos de cultivos y aportan material al río Torata. En la zona también es afectada por derrumbes en talud superior de trocha de acceso a Labramane en depósitos coluviales antiguos, muy sensible a la vibración de movimiento, se han colocado muros de enrocados por sectores los cuales son insuficientes. Se ha forestado alrededores de la Villa Cuajone en cabeceras de las cárcavas y se ha colocado alcantarillas y pequeños muros para evitar caídas.</p>	<p>Puede afectar 4,5 Km de la carretera asfaltada a Cuajone, por sectores, 1 km de trocha carrozable a Villa Verde, por sectores, 0,9 Km de trocha carrozable a Vallecito, canal de riego, 01 torre de electricidad de alta tensión. Afecta terrenos de cultivo de los sectores Vallecito y Villa Verde en la margen derecha de la quebrada Cocotea.</p>	<p>Seguir con el programa de forestación en la zona para evitar el avance de las cárcavas, implementar un sistema de drenaje y desviarlo hacia una quebrada. En la zona de derrumbe colocar muros de contención y/o banqueamientos.</p>



Foto 31. (A) Derrumbes en el Km 1+100 de la trocha carrozable Labramane-Chuchusque. (B) Flujos de detritos cortan la carretera Binacional Km 37+530, se observa intensa erosión en cárcavas en la cabecera.



Foto 32. Flujo de detritos en el Km 31+970 de la carretera Binacional Moquegua-Puno. Se ha colocado gaviones para evitar erosión.



Foto 33. Derrumbes en talud superior de la carretera Binacional Km 36+750, sector Torata.



Foto 34. Erosión de laderas cruzan los poblados La Banda, Torata y la carretera Binacional.



Foto 35. Erosión de laderas en el cerro Curz de Siglo, cortan carretera Moquegua-Cuajone.



Foto 36. Erosión de laderas corta varios desarrollos de la carretera Moquegua-Villa Botiflaca, y Desvío carretera Cuajone-Villa Verde. Se ha colocado alcantarillas.

PARAJE / SECTOR (DISTRITO)	SUSCEPTIBILIDAD / COMENTARIO GEODINÁMICO	VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCASIONADOS	RECOMENDACIONES
<p>30. Yacango, Alto Cala Cala, Km 26+750 de la carretera Binacional</p> <p>(Torata)</p>	<p>Área sujeta a huaycos, derrumbes y erosión de laderas Intensa erosión en cárcavas en las laderas NO del cerro Baúl y cerro Alegoma, por donde discurren huaycos. Huayco en el sector Yacango Bajo, en margen izquierda del río Torata, depósito se usa como cantera y viviendas improvisadas con esteras se encuentran asentadas sobre este depósito antiguo. Se ha colocado alcantarilla y muros de piedra transversales a las cárcavas, parte de la población de Yacango se encuentra asentado sobre depósito antiguo de un movimiento complejo en el cerro Mejía, se extrae material para cantera. La zona también es afectada por derrumbes en forma de canchales de detritos en carretera de acceso a cataratas Mollesaja a la altura del Km 1+200.</p>	<p>Puede afectar a 3,8 Km de carretera Binacional por sectores, 10 viviendas. Puede afectar a 200 m de carretera a Cataratas Mollesaja.</p>	<p>Forestar en cabecera de cárcavas. En las laderas afectadas por la erosión, se deben construir trinchos, para evitar la generación de flujos. Colocar alcantarillas, badenes en los tramos donde las cárcavas o quebradas cortan la carretera, prohibir la construcción de viviendas en depósitos de huaycos antiguos. Para evitar caídas, mejorar el corte de talud de carretera. En los cauces de quebradas se deben construir muros de atenuación de flujos.</p>
<p>31. Km 14+000 al Km 24+700 de la carretera Binacional</p> <p>(Torata / Samegua)</p>	<p>Área sujeta a huaycos*, erosión de laderas, derrumbes Huaycos discurren en quebradas afluentes como Quelane, Los Granadillos, Mamarrosa, La Calera y Lagunillas en la margen izquierda del río Tumilaca, cortan la carretera Binacional afectando del Km 14+000 al Km 24+700, por sectores en el flanco S y NE del cerro Baúl . En la quebrada Mamarrosa se ha colocado pontón de 04 canales. La zona también es afectada por erosión de laderas en el cerro Peña Blanca y pequeños derrumbes en talud superior en Km 16+400 de carretera Binacional en forma de canchales.</p>	<p>Afecta aprox. 10 km de la carretera Binacional, por sectores y terrenos de cultivo de los sectores La Chimba, Los Granadillos, El Comun. Viviendas de los poblados Los Angeles y Aguas Muertas se encuentran asentados sobre depósitos antiguos.</p>	<p>Realizar limpieza de los cauces colmatados. Colocar alcantarillas, badenes en los tramos donde las quebradas y/o torreteras cortan la carretera, prohibir la construcción de viviendas en cauces de quebradas. Desquinchar bloques sueltos en talud superior de carretera Binacional</p>

<p>32. Porvenir, Los Olivos, Quilcancha, La Chimba (Moquegua)</p>	<p>Área sujeta a huaycos*, erosión en cárcavas, erosión fluvial Zona de huaycos de gran magnitud que discurren en laderas del cerro Huaracane, en la margen derecha del río con el mismo nombre, las cuales reciben aportes de material proveniente de la intensa erosión que se produce en la cabecera de estas quebradas. La quebrada Carpirus y otras torrenteras cruzan la Pampa Trapiche y la trocha carrozable Batan-La Chimba, formando abanico de grandes dimensiones aprox. 320 de ancho de volver a producirse puede afectar a su paso terrenos de cultivo de los sectores Batan, Ocoyita Grande, Huaracane, Quilacancha, La Chimba que se encuentran sobre estos depósitos, con presencia de bloques de hasta 1 m de diámetro de dacitas. En el sector Batan presenta erosión fluvial en la margen izquierda del río Huaracane.</p>	<p>Afecta aprox. 5 Km por sectores de la trocha Batán - La Chimba. Puede afectar moderadamente torres de electricidad de alta tensión, 5 Has de terrenos de cultivos de los sectores Porvenir, Los Olivos, Quilcanchi, 01 granja avícola "Huaracane".</p>	<p>Reforestar las laderas. En los cauces de las quebradas se deben construir muros disipadores de flujos. En las laderas afectadas por la erosión, se deben construir trinchos, para evitar la generación de flujos. Realizar limpieza del cauce del río Huaracane. Se debe colocar alcantarillas donde las torrenteras cortan la trocha.</p>
--	--	---	---

(*) Peligros reactivados con presencia de lluvias excepcionales.



Foto 37. (A) Flujos de detritos que discurre por laderas del flanco N del Cerro Baúl, corta la carretera Binacional y viviendas del AA.HH. (B) Erosión en cárcava en el cerro Alegoma, margen derecha del río Torata.



Foto 38. Flujo de detritos en quebrada Mamarrosa, corta en el Km 18+050 de la carretera Binacional, se ha colocado pontón de 4 canales, puede afectar viviendas del sector Pulpito y terrenos de cultivo.



Foto 39. Flujos de detritos antiguo en forma de abanico de grandes dimensiones, sectores Quilancha (A) y La Chimba(B), reservorio de agua se encuentra sobre depósito, varias torrenteras cruzan trocha y terrenos de cultivo, en cabecera presenta erosión de laceras que aportan material a la quebrada..

PARAJE / SECTOR (DISTRITO)	SUSCEPTIBILIDAD / COMENTARIO GEODINÁMICO	VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCASIONADOS	RECOMENDACIONES
<p>33. Moquegua, San Antonio, AA.HH. Cruz del Siglo (Moquegua)</p>	<p>Área sujeta a huaycos, derrumbes y movimiento complejo El material suelto en las laderas del cerro Gordo y Blanco aportan material a la quebrada Montalvo. En muchas de estas torrenteras se usan actualmente para granjas avícolas, porcinas y aguas más abajo ya han sido distribuidos los predios para viviendas. La zona también es afectada por derrumbes y erosión de laderas que se forman en las laderas del cerro Cruz del Siglo. Con la finalidad de ganar terreno se ha cortado el cerro Cruz del Siglo para construir viviendas, actualmente el talud es casi vertical, generando derrumbes que en época de lluvias se comporta como flujos de detritos, afectando a las viviendas que se encuentran abajo, debido a que no cuenta con un sistema de drenaje pluvial, llegando afectar hasta el centro de la ciudad, en la margen derecha del río Tumulaca. En la calle Manuel Ubalde con Jr. Tarapacá ubicado en la parte alta de la ciudad de Moquegua se encuentran las viviendas más antiguas, muchas de las cuales han colapsado, pegadas al talud de fuerte pendiente por donde discurren flujos de detritos por las calles de Moquegua, lo mismo ocurre en la calle Ica, sector El Siglo. Se ha colocado muro de concreto y enrocado para detener el avance del derrumbe. Lo mismo ocurre en la parte alta parte alta de San Antonio donde se encuentran las antenas de telefonía, las viviendas en este sector presentan agrietamientos y fisuras, por asentamiento diferencial en las construcciones debido a los tipos de suelos existentes, y por los procesos constructivos, manifestaciones expuestas antes del sismo del 23 de junio del 2001; tampoco cuenta con un sistema de drenaje pluvial.</p>	<p>Puede afectar viviendas ubicadas en la parte alta de Moquegua y San Antonio. Puede afectar viviendas y granjas porcinas ubicadas en el AAHH Cruz del Siglo. Puede afectar granjas avícolas y porcinas y terrenos de cultivo que se encuentran en pleno cauce de quebrada tributaria de la quebrada Montalvo. Pozo de agua potable y viviendas se encuentran en pleno cauce de torrenteras del sector San Antonio.</p>	<p>Se debe tener en cuenta el tipo de suelo en el diseño de las edificaciones en esta zona, por tratarse de depósitos de relleno en la ciudad de Moquegua y de arena arcillosas en el AA.HH. Cruz del Siglo. Realizar programas de forestación en la parte alta de las cárcavas. Mejorar el corte del talud del sector Cruz del Siglo y parte alta de San Antonio. Se debe elaborar un plan de canalización y evacuación de aguas pluviales. Reubicación de las familias de los lotes afectados en la parte alta de Moquegua y San Antonio. Prohibir expansión urbana hacia las partes altas y cauce de las torrenteras de la ciudad de Moquegua y San Antonio</p>



Foto 40. Erosión en cárcavas y derrumbes en cabecera de la quebrada San Antonio (A y B), viviendas y chancherías del AA.HH. Cruz del Siglo se encuentran en el cauce de quebradas.



Foto 41. Derrumbes-Flujos de detritos en calles de la ciudad de Moquegua(A). Derrumbes las calles Manuel Ubalde, Ica, en época de lluvias excepcionales discurren flujos de lodo en las calles transversales a estas (B). Debido a la fuerte pendiente de las calles y si a esto le sumamos que no cuenta con un sistema de drenaje pluvial, en época de lluvias excepcionales por colapso de tuberías principales en la parte alta llegan afectar hasta el centro de la ciudad (C).



Foto 42. Derrumbes y erosión en cárcavas en la parte alta de la ciudad de Moquegua en época de lluvias excepcionales discurren huaycos y flujos de lodos por estas cárcavas.



Foto 43. Vista panorámica del sector San Antonio (A). Expansión urbana se da hacia torrenteras o zonas inestables susceptibles a derrumbes, sin planificación alguna (B). Viviendas, reservorio de agua potable y antenas de telefonía se encuentran expuestas ante la ocurrencia de huaycos, derrumbes.

PARAJE / SECTOR (DISTRITO)	SUSCEPTIBILIDAD / COMENTARIO GEODINÁMICO	VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCASIONADOS	RECOMENDACIONES
<p>34. Mariscal Nieto, Samegua</p> <p>(Moquegua / Samegua)</p>	<p>Área sujeta a huaycos, erosión de laderas, derrumbes y erosión fluvial</p> <p>Intensa erosión en cárcavas formadas en material suelto de las laderas del cerro Colorado aporta material a la quebrada Panteón el cual acarrea flujos de detritos. Debido al acelerado y desordenado incremento de la población, algunas viviendas se encuentran muy cerca o en pleno cauce de la quebrada Panteón como es el caso de la Universidad José Carlos Mariategui, aguas abajo la quebrada ha sido canalizada por debajo de las viviendas de Mariscal Nieto, la cual corta a la carretera Binacional a la altura del Km 5+180, se ha colocado 02 alcantarillas cuadradas de 05 canales. Lo mismo sucede en la quebrada Lechuzas. La zona también es afectada por erosión fluvial en la margen izquierda del río Tumilaca, en el sector Samegua, a la altura del Parque de Integración (Malecón ribereño). El poblado Samegua se encuentra sobre un abanico antiguo y cárcavas en la cabecera de la quebrada.</p>	<p>Huayco puede afectar viviendas del sector Panteón, instalaciones de la Universidad José Carlos Mariategui, 30 m de carretera Binacional.</p> <p>Puede afectar 150 m del Malecón ribereño (Samegua).</p>	<p>Evaluar la posibilidad de reubicación de viviendas que se encuentran en pleno cauce de la quebrada Panteón. Se debe canalizar y profundizar la quebrada Panteón o colocar diques de atenuación de energía. Colocar defensa ribereña en la margen izquierda del río Tumilaca.</p>
<p>35. Km 1129+000 - Km 1135+600 de la carretera Panamericana</p> <p>(Moquegua)</p>	<p>Área sujeta a huaycos*, derrumbes</p> <p>Zona de Flujo de detritos en las quebradas Chojas, Guaneros de grandes dimensiones que cruzan la pampa Congas que ha acarreado material de los derrumbes de las laderas de ambas márgenes. Hay bloques de hasta 1,2 m de diámetro. Cortan la carretera Panamericana en varios ramales por lo que se ha colocado 03 pontones en la quebrada Chojas en forma de arco y 02 en la quebrada Guaneros. Canteras extraen material. Torres de electricidad de alta tensión y viviendas improvisadas con esteras se encuentran asentadas sobre depósito antiguo. Derrumbes en talud superior de la Panamericana, se ha colocado mallas para evitar caídas en caso de sismos, se da en depósitos de conglomerados, en algunos tramos se ha colocado muro de concreto para estabilizar el talud.</p>	<p>Puede afectar 2 Km de carretera Panamericana en el Km 1127+00 por huaycos que discurren por la quebrada Chojas.</p> <p>Puede afectar un tramo de aprox. 7 Km del 1126+00 al Km 1133+050 de la carretera Panamericana, torres de electricidad de alta tensión y viviendas por huaycos que discurren por la quebrada Guaneros.</p>	<p>Se debe realizar limpieza del cauce de las quebradas, así como la canalización.</p> <p>Prohibir la construcción de viviendas en los cauces de las torrenteras y quebradas.</p> <p>Colocar defensa ribereña en los estribos de los pontones. Seguir con el enmallado de los taludes, si es posible mejorar el talud.</p>

(*) Peligros reactivados con presencia de lluvias excepcionales.



Foto 44. Vista panorámica de la quebrada Panteón (A). Flujo de detritos se llevó muro de una las instalaciones de la Universidad Jose Carlos Mariategui señalado con un círculo de color rojo, el cual se encuentra en pleno cauce de la quebrada Panteón (B). Se observa viviendas ubicadas en el cauce de quebradas afluentes a la quebrada Panteón, a la altura del Km 4+880 (C). Cabecera de la quebrada Panteón cruza carretera asfaltada, en el Km 5+180 (D). Aguas abajo de la quebrada Panteón, en el sector Pedregal-La Victoria, se ha colocado pontón para proteger carretera Binacional (E).

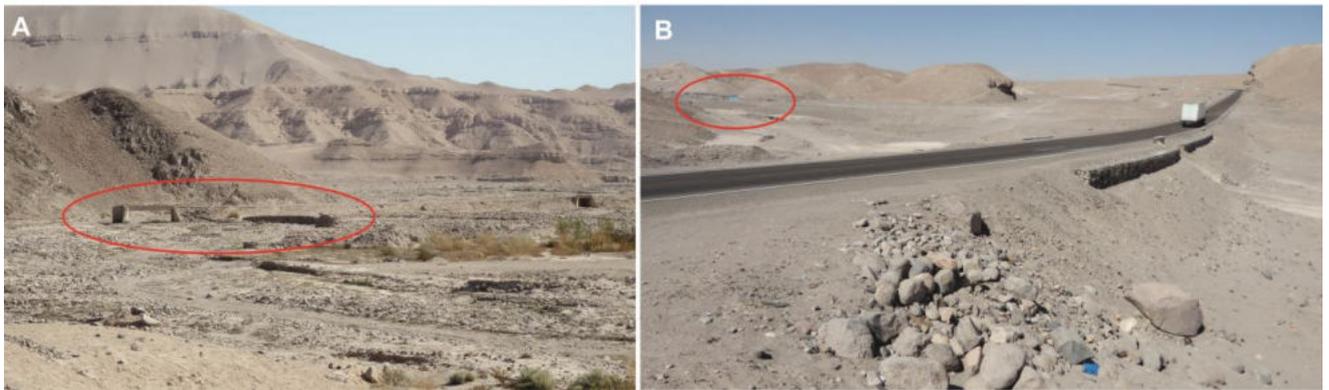


Foto 45. Zona de flujos de detritos antiguos en forma de abanicos de grandes dimensiones cruzan carretera Panamericana Km 1135+600. Se llevó tramo de la antigua carretera Panamericana Sur, aún se observan pontones que fueron insuficientes (A). Quebrada Chojas, en el círculo rojo se señala cantera de agregados que extrae material de la quebrada a la altura del Km 1127+00 (B).



Foto 46. Derrumbes en talud superior de carretera Panamericana Sur, a la altura del Km 1126 se ha colocado mallas para evitar caídas.

PARAJE / SECTOR (DISTRITO)	SUSCEPTIBILIDAD / COMENTARIO GEODINÁMICO	VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCASIONADOS	RECOMENDACIONES
<p>36. Fundo Santa Ana (Moquegua)</p>	<p>Área sujeta a inundación y erosión fluvial. Erosión fluvial en la margen derecha del río Moquegua, A partir del año 2007, el cauce del río empezó a cambiar, en el último evento destruyó terrenos de cultivos del Fundo Rinconada, sector Santa Ana por lo que han hecho una barrera con material arrimado del río y sembrado Huaranguillos en la ribera a 100 m aguas abajo del puente Santo Domingo. La zona también es afectada por inundación en ambas márgenes del río a la altura del puente Santo Domingo, todos los años se desborda pero en menor magnitud (enero a marzo). Actualmente, el cauce del río se encuentra colmatado. En la margen derecha también presenta arenamientos en el cerro Chinchá, como producto se generan constantes derrumbes que afectan la trocha Molle-Santo Domingo.</p>	<p>Erosión fluvial puede afectar estribos de puente Santo Domingo. Puede afectar trocha Molle-Santo Domingo. Destruyó 1 Ha de cultivos o pastizales. Puede afectar 4 Ha de cultivos del Fundo Rinconada.</p>	<p>Se debe realizar limpieza del cauce del río Moquegua. Colocar defensa ribereña en la margen derecha del río y en los estribos del puente Santo Domingo. Seguir con el sembrío de Huaranguillos en las riberas del río Moquegua. Colocar muros de contención en talud superior de trocha Molle-Santo Domingo. Zona no apta para construcción de viviendas.</p>
<p>37. Km 19+500 - Km 32+280 de la carretera Camilaca-Toquepala, Presa de relave de compañía minera Southern Copper Corporation S.C.C. (Moquegua)</p>	<p>Área sujeta a huaycos y actividad neotectónica. Zona de huaycos en afluente de la margen derecha de la quebrada Honda, aguas arriba obstruyeron torrenteras con trochas sin ningún sistema de drenaje, aguas abajo se encuentra la presa de relave de la compañía minera Southern Copper Corporation. Las quebradas Huancane Grande, Lloquene y otras torrenteras cruzan la pampa Purgatorio y cortan la carretera Camilaca-Toquepala, a la altura de los Km 19+550, Km 20+00, Km 21+00 y 22+00, Km 28+580, la quebrada discurre paralela y muy cerca de la plataforma de carretera en el Km 20+100. Un tramo de la quebrada Purgatorio ha sido encausado hacia la presa de relave pero que en el sector donde cruza la trocha hacia la presa se desborda por encima de la carretera. Aguas abajo el canal tiene una altura de 2 m de alto y 3,5 Km de largo. La carretera también es afectada por el sistema de la Falla Activa Purgatorio.</p>	<p>Puede afectar aprox. 15 Km de la carretera asfaltada Camilaca-Toquepala, canales, dique y algunas instalaciones de la presa de relave de S.C.C.</p>	<p>Se debe colocar pontones donde las torrenteras cortan la carretera. Realizar limpieza de cauces de las quebradas afluentes de la quebrada Honda. Cambiar el trazo del tramo Km 28+580-Km 32+500 de la carretera Camilaca-Toquepala que se encuentra en el cauce de la quebrada Purgatorio.</p>

(*) Peligros reactivados con presencia de lluvias excepcionales.



Foto 47. En la imagen del Google Earth se puede observar los abanicos formados por flujos de detritos de las quebradas Lloquene y Purgatorio, la carretera Camilica-Toquepala atraviesa estos depósitos antiguos. Vista de cauce colmatado por depósitos de huaycos en quebrada Lloquene (A). Quebrada tributaria de la quebrada Lloquene (B). Erosión fluvial en margen derecha de quebrada Lloquene corta carretera Camilica-Toquepala (C). Erosión fluvial en margen derecha de quebrada afluyente de quebrada Honda afecta carretera Camilica-Toquepala (D).

CUADRO 03. ZONAS CRÍTICAS EN LA CUENCA RÍO TAMBO, REGIÓN MOQUEGUA, PROVINCIA DE ILO

PARAJE / SECTOR (DISTRITO)	SUSCEPTIBILIDAD / COMENTARIO GEODINÁMICO	VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCASIONADOS	RECOMENDACIONES
<p>38. El Algarrobal, El Algodonal, Fundición (El Algarrobal)</p>	<p>Área sujeta a derrumbes, huaycos, inundación y erosión fluvial Canchales de detritos, con bloques de granodiorita de hasta 50 cm de diámetro suspendidos en el talud superior de la trocha llo-Osmore, en la margen izquierda del río llo, muy susceptible a caídas, con solo la acción eólica los materiales más finos caen de la ladera y con un movimiento telúrico y/o lluvias caen los materiales más gruesos. En algunos sectores se han colocado muros de contención como en El Higueral de 1 m x 60 m, en Km 6+750 sector Los Trillos de 70 m de longitud.</p> <p>La zona también es afectada por huaycos que discurren por torrenteras en ambas márgenes del río llo, las cuales también aportan material al río Osmore. Los abanicos de estos flujos de detritos antiguos de grandes dimensiones han sido cortados por la erosión del río, afectando extensos terrenos de cultivos que actualmente se encuentran sobre estos depósitos y trocha que conduce a la ruta del Pisco.</p> <p>En el sector Loreto Viejo se ha colocado en aprox. 120 m de trocha diques de material arrimado y pilotes de concreto, muro de gaviones, en la margen izquierda del río llo para mitigar desbordes del río llo.</p> <p>Aguas abajo, en la margen derecha del río llo se ha colocado en aprox. 60 m de longitud, muros de gaviones para proteger instalaciones de La Compañía Centro Recreacional Algarrobal.</p>	<p>Puede afectar aprox. 12 km de trocha llo-Osmore, por sectores, centro recreacional.</p> <p>Puede afectar cultivos de olivo que se encuentran en terraza baja por desborde del río llo (margen izquierda). De ocurrir un derrumbe de gran magnitud en la parte alta ya sea por efecto de lluvias intensas, sismo y/o falla Chololo, puede represar el río y causar daños severos a los poblados y terrenos de cultivo aguas abajo.</p>	<p>Colocar muros de contención y/o mallas en talud superior de trocha llo-Osmore.</p> <p>Realizar mantenimiento a la trocha, así como el desquinche de bloques suspendidos en el talud.</p> <p>Realizar limpieza de cauce del río llo.</p>



Foto 47. Derrumbes en talud superior de la carretera asfaltada Ilo-El Algarrobal, se ha colocado muros de contención de 1 m x 60 m, en Km 8+050, en el sector El Higueral.



Foto 48. Área sujeta a inundación y erosión fluvial en ambas márgenes del río Ilo, y derrumbes en talud superior de carretera Ilo-Osmore, que se da en forma de canchales de detritos (A). Sector Loreto Viejo se ha colocado diques de material arrimado y pilotes de concreto, muro de gaviones, en aprox. 120 m de trocha, en la margen izquierda del río Ilo para evitar que desbordes afecten terrenos de cultivo (B).

PARAJE / SECTOR (DISTRITO)	SUSCEPTIBILIDAD / COMENTARIO GEODINÁMICO	VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCASIONADOS	RECOMENDACIONES
<p>39. Ilo, Km 222+00 - Km 240+00 de la carretera Costanera</p> <p>(Pacocha)</p>	<p>Área sujeta a huaycos* y erosión fluvial. Erosión fluvial de aprox. 80 m de longitud en la margen izquierda del río Ilo, cerca de la vía férrea y puente Pacocha de 105 m de longitud, terraza de 2 a 3 m de alto. Zona de huaycos en quebradas Tora, Licona, Plátano, Molle, Záparo, provenientes del cerro Tora. Huayco en quebrada Plátano, 100 m de ancho, Licona cauce colmatado de 80 a 100 m de ancho con presencia de bloques de hasta 2 m de diámetro, en quebrada Molle varias torrenteras, el último evento se ha manifestado como flujo de lodo, material más fino, no se observa la desembocadura de la quebrada Záparo la cual ha sido obstruida por el asentamiento del poblado Ciudad Nueva. Como no se tiene un cauce bien definido discurre y expande por la planicie costanera. Puede llegar a afectar la vía férrea, la carretera y una vivienda que se encuentran aguas abajo.</p>	<p>Puede afectar aprox. 18 Km de la carretera Costanera, Planta de refinería y desalinizadora de Southern Copper Corporation que se encuentra en el Km 232+00, vía férrea.</p>	<p>Colocar alcantarillas, pontones o badenes en los tramos donde corta la carretera Costanera. Prohibir la construcción de viviendas en el cauce de estas torrenteras.</p>
<p>40. San José-Carrizal, Km 205+00-Km 220+00 de la carretera Costanera</p> <p>(Pacocha)</p>	<p>Área sujeta a huaycos*, derrumbe, erosión de laderas. Zona de flujo de detritos que discurren en las quebradas Chololo, Tunal, Agua Buena, Jaboncillo, Alastaya, Las Yaras, Carrizal, Chuza, debido a la intensa erosión de laderas y derrumbes que se da en las cabeceras, con presencia de bloques de hasta 2 m de diámetro, sus cauces se encuentran colmatados. Todas estas torrenteras cortan la carretera Costanera, se han colocado alcantarillas, pontones o badenes para evitar que dañe la carretera y desembocan al mar en forma de abanicos. Aun se observan estos abanicos que abarcan casi en su totalidad las playas: El Platanal, Chololo, Cernícalo, Wawakiki, Pocomá. La zona también es afectada por arenamiento que llegan hasta la Planta de Fundición y en los cauces de las quebradas Carrizal y Chuza. A la altura de la quebrada Seca se ha colocado un muro de concreto de 400 m de longitud en el talud inferior de la plataforma.</p>	<p>Puede afectar aprox. 15 Km de la carretera Costanera, terrenos de cultivo y 01 vivienda del fundo San José, cultivos de olivo en playa Alastaya</p>	<p>Colocar alcantarillas, pontones o badenes en los tramos donde corta la carretera Costanera. Prohibir la construcción de viviendas en el cauce de estas torrenteras. Colocar muros de gaviones tipo colchón para evitar el socavamientos en los estribos de los pontones. Desquinchar bloques suspendidos en talud superior de carretera. Colocar muros de contención para evitar que las caídas puedan afectar a los vehículos que transitan por la carretera Costanera.</p>

(*) Peligros reactivados con presencia de lluvias excepcionales



Foto 49. Cauce colmatado de la quebrada Tora, por depósito de huaycos (A). Cauce colmatado en la quebrada Plátano, tiene aproximadamente 100 m de ancho (B). Cauce colmatado de la quebrada Licona con presencia de bloques de hasta 1 m de diámetro (C). Aguas abajo estas quebradas cortan la carretera Costanera.



Foto 50. Flujo de detritos en quebrada Chololo, desemboca en forma de abanico en la playa El Platanal, también el área es afectada por derrumbes en acantilados (A). Flujo de detritos en quebrada Seca, en forma de abanico desemboca en la playa Wawakiki, se pueden observar hasta 02 eventos principales, corta la carretera Costanera en el Km 66+750 (B). Cauce colmatado por depósito de huaycos que discurre por la quebrada Agua Buena en el Km 65+673 de la carretera costanera (C). Flujo de detritos en quebrada Alastaya, en el Km 70+500 de la carretera Costanera (D). Erosión de laderas en el cerro Tentación, en época de lluvias excepcionales discurren pequeños flujos (E y F). Huaycos en Km 71+650 de la carretera Costanera discurre por la quebrada Las Yaras (G y H).

IV. CONCLUSIONES PRELIMINARES

Los trabajos de campo y gabinete nos permitió identificar 40 zonas críticas por peligros geológicos e hidrológicos en la región Moquegua, donde la existencia de población vulnerable que se encuentra asentada en las áreas correspondientes a laderas inestables, antiguos depósitos de flujos de detritos y las fajas marginales de ríos; y la afectación de tramos carreteros importantes, hace necesario la elaboración del mapa de inventario de peligros geológicos y el mapa de susceptibilidad a inundaciones de la región, a fin de que las autoridades competentes puedan realizar un buen ordenamiento territorial de acuerdo a la morfología de su territorio; se debe realizar un intenso trabajo de sensibilización con la población, por medio de charlas; se debe prohibir el asentamiento de nuevas poblaciones u obras de infraestructura en zonas de peligro.

Los movimientos en masa tipo caídas de rocas, derrumbes y flujos inventariados y/o cartografiados en la región, afectan principalmente las carreteras asfaltadas Panamericana Sur, Internacional Moquegua-Puno-Bolivia y Costanera, y otra carreteras afirmadas principales. Desde el punto de vista geodinámico confluyen características de peligrosidad de movimientos en masa, volcánica y sísmica, donde la recurrencia en el período histórico y prehistórico han generado daños importantes en la población.

ANEXO

MAPA DE ZONAS CRÍTICAS

POR PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA REGIÓN MOQUEGUA

