

Capítulo X

EVALUACIÓN DE CENTROS POBLADOS

0.1 GENERALIDADES

Según el INEI, los centros poblados urbanos y rurales de nuestro país, que forman parte de un distrito, se clasifican en: ciudades, pueblos, caseríos y villas; sin embargo, esta clasificación está puramente ligada al número de pobladores que habitan en un sitio, sin considerar otros aspectos como actividades principales de la PEA, instalaciones y servicios existentes, etc.; parámetros importantes hoy utilizados en el ordenamiento territorial de poblaciones, espacio funcional importante para el habitat y/o centro de trabajo cotidiano de las poblaciones que conllevan a su crecimiento y desarrollo. También es necesario e importante conocer la seguridad física del territorio, la ocurrencia o existencia de peligros geológicos comunes que puedan comprometerla, caso huaycos, derrumbes, deslizamientos, etc.

Los planes de ordenamiento territorial, deben contemplar la identificación de las zonas expuestas a peligros geológicos y a cualquier evento natural que potencialmente implique riesgo para las personas o bienes materiales. Por ello, la geología ambiental debe ser considerada en la etapa de planificación de la utilización del territorio. Es conveniente realizar una evaluación de los poblados existentes que están sujetos o presentan vulnerabilidad a los procesos de remoción en masa, o los que de una manera u otra se encuentran ubicados dentro de áreas susceptibles a la ocurrencia de peligros geológicos (Cuadro N° 10.1).

Cuadro N° 10.1

Poblados en Sectores Críticos

Ubicación			Tipo de Fenómeno	Observaciones
Provincia	Distrito	Poblado / Paraje		
Acobamba	Pomacocha	Chilcapite	Deslizamiento	En setiembre de 1999 se produjo la reactivación de un deslizamiento en el sector norte del poblado. La corona actual tiene una longitud de 200 m con saltos de 10 a 15 m, mientras que en el sector este del pueblo presenta una longitud de 50 m y escarpas de 2-5 m de alto. Está afectando principalmente terrenos de cultivo y en su evolución compromete viviendas del poblado cercanas a la corona del deslizamiento.
Angaraes	Lircay	Tongas Pampa (Valle de Coriscancha)	Deslizamiento rotacional	Rocas sedimentarias, limoarcillitas con areniscas rojizas, medianamente consolidadas. Se observa una escarpa circular de aproximadamente 40 m de longitud. Una de las causas principales es la erosión fluvial en la margen derecha del río Coriscancha (Carhuapata). Este proceso se presenta en ambas márgenes del río. Zona inestable. El deslizamiento está activo desde el año 2000, afecta a terrenos de cultivo, y existe la posibilidad de que afecte a viviendas cercanas a la corona.
Huaytará	Quito Arma	Quito Arma	Deslizamientos rotacionales, derrumbes y Huaycos	Rocas sedimentarias limoarcillitas intercaladas con areniscas, medianamente consolidadas, húmedas. Las causas principales son las precipitaciones pluviales y la erosión fluvial. En el período lluvioso constantemente se producen derrumbes que afectan terrenos de cultivo y con la posibilidad de que llegue la corona hasta parte de las viviendas. Donde se han producido los deslizamientos han afectado a terrenos de cultivo.
Huaytará	Huayacundo Arma	Huayacundo Arma	Deslizamientos rotacionales	Rocas sedimentarias limoarcillitas intercaladas con areniscas, medianamente consolidadas. Se presentan filtraciones de agua, con pendiente abrupta del terreno. Este fenómeno en la actualidad está afectando a terrenos de cultivo. Necesita control el agua de riego. Si continúa el proceso, el fenómeno podría afectar a parte del poblado. Se han reubicado viviendas.
Castrovirreyna	Arma	Villa de Arma.	Derrumbes y erosión fluvial	Rocas sedimentarias medianamente consolidadas. La causa principal es la erosión fluvial en ambas márgenes del río Arma. La corona del derrumbe está comprometiéndose a viviendas del pueblo de Villa de Arma. Este fenómeno ha afectado viviendas ubicadas en la margen derecha del río Arma (reubicándose casas). Si continúa el problema puede comprometer a más viviendas.
Churcampa	Anco (La Esmeralda)	Huaccoto - quebrada Tate	Huayco	Quebrada de pendiente moderada, periódicamente trae huayco. En un período de lluvias excepcionales este cauce podría ser modificado por su misma naturaleza. Poblado se ubica en pleno cauce de la quebrada, aguas arriba se observan derrumbes que alimentan la quebrada. Se ha construido un badén.
Huancavelica	Moya	Moya - Quebrada	Huayco	Quebrada que trae flujo periódico, en tiempo de lluvias excepcionales podría afectar a viviendas ubicadas cercanas a la margen izquierda.
Churcampa	Anco(La Esmeralda)	Ayarí	Deslizamiento flujo	Deslizamiento con una corona de aproximadamente 150 m, ubicado en la parte alta de una pequeña quebrada. Se presentan rocas sedimentarias conformadas por limoarcillitas con areniscas. En caso de reactivarse, la masa se encausaría por la quebrada y afectaría a viviendas y carretera.
Churcampa	Anco(La Esmeralda)	Quebrada Coyoc - Andayaca	Huayco	Huayco ocasional que puede afectar a viviendas ubicadas en la margen derecha y terrenos de cultivo.
Huancavelica	Pallica	Pallica	Erosión fluvial e inundación	En tiempo de lluvia afecta a viviendas ubicadas en ambas márgenes, como al colegio ubicado en la margen izquierda. Existen defensas ribereñas en la margen derecha, pero falta completar donde se encuentran algunas viviendas.

Ubicación			Tipo de Fenómeno	Observaciones
Provincia	Distrito	Poblado / Paraje		
Tayacaja	Daniel Hernández	Santa Cruz de Bellavista	Deslizamiento	De reactivarse el deslizamiento podría afectar a viviendas y carretera.
Departamento de Junín				
Huancayo	Tambo	Aguas de La Virgen – La Mejorada	Derrumbe	Derrumbes en depósitos cuaternarios, conformados por gravas y arenas medianamente consolidadas, de fuerte pendiente. Se encuentran viviendas construidas en la parte alta y baja del farallón. En el año 1998 en el período lluvioso fueron afectadas parcialmente las viviendas que se ubicaban en la parte baja. En la actualidad puede afectar a viviendas ubicadas en el borde del talud.
Huancayo	Huancayo	Uñas Alta, barrio Tres de Mayo	Agrietamientos y asentamientos	En el año 2002 se produjeron asentamientos del orden de 5 cm de altura y agrietamientos menores a 40 m y aberturas del orden de 1-10 cm de ancho, afectando dos viviendas y terrenos de cultivo. Poblado ubicado en un área de deslizamiento antiguo.
Departamento de Ica				
Ica	San José de Los Molinos	San José de Los Molinos –Guadalupe.	Inundaciones	Se observan labores de encauzamiento del río Ica en ambas márgenes con enrocado y gaviones. En el año 1998 afectó a todo este sector, tanto viviendas como terrenos de cultivo. Podría continuar afectando.
Departamento de Lima				
Yauyos	Hongos	Tana - quebrada Huaylanca	Huayco	Quebrada de pendiente moderada, periódicamente se producen huaycos. Se observa material suelto en lecho por los constantes derrumbes que hay en las laderas superiores. Se han colocado gaviones en ambas márgenes de la quebrada (aguas abajo del poblado) con el fin de proteger la loza deportiva y centro educativo. Estas medidas correctivas son insuficientes para este flujo. Se debe considerar que en el año 1998 fue afectado completamente el centro educativo, la loza deportiva y parte de las viviendas ubicadas en la margen derecha. En tiempo de lluvias excepcionales podría afectar a parte del poblado ubicado en la margen derecha.
Lima	El Agustino	A.H. 07 de Octubre – C.E.	Hundimientos	Rocas intrusivas, donde se encuentran antiguas labores mineras, sobre ellas se han edificado algunas viviendas como también el C.E. N° 1185 de construcción moderna. Estos se han asentado, siendo el C.E. el más afectado.
Huachochiri	Antioquia	Cochahuayco	Huayco	Viviendas ubicadas al borde de las márgenes de la quebrada Cochahuayco. En épocas de lluvias excepcionales esta quebrada trae flujos, afectando casas y terrenos de cultivo.
Yauyos	Allauca	Aucampi	Deslizamiento	Deslizamiento encima del poblado, que en su evolución puede comprometer la seguridad física de viviendas. En 1997 afectó terrenos de cultivo.
Huachochiri	Lahuaytambo	Lahuaytambo	Huayco	Viviendas ubicadas en el borde de la quebrada, fueron afectadas en el año 1997.
Departamento de Ayacucho				
Huanta	Llochegua	Yaruri	Deslizamiento traslacional activo	Escarpa de aproximadamente 180 m de longitud y 2-3 m de salto, agrietamientos en el cuerpito. Afecta 20 viviendas. Pueblo asentado en una zona de colinas conformadas por limolitas pizarrosas negras, existen filtraciones de agua de lluvia; no existen obras de evacuación de aguas residuales.
Huanta	Llochegua	Gloria Amargura	Inundación	El río Tincuy en cada temporada de lluvias afecta el poblado; no existen defensas ribereñas y el cauce en época de estiaje está a 1 m del nivel del pueblo donde habitan aproximadamente 300 pobladores.
Vilcashuamán	Vilcashuamán	Timpocc	Derrumbe-flujo	Presencia de bloques de roca intrusiva en forma de canchales que yacen en ladera de 45° de pendiente. Ante un sismo comprometería viviendas asentadas en las faldas del cerro Pirhuaccacca.
Cangallo	Cangallo	Invasión	Inundación	Río Macro afecta algunas viviendas, loza deportiva y terrenos de cultivo localizados en el sector norte del pueblo de Cangallo.
Cangallo	Cangallo	Yurajyaco	Deslizamiento	Ignimbritas muy fracturadas, filtración de aguas subterráneas y pendiente subvertical, comprometen poblado.

Provincia	Ubicación		Tipo de Fenómeno	Observaciones
	Distrito	Poblado / Paraje		
Huamanga	San José de Ticllas	Trigopampa	Huayco	Lluvias estacionales saturan material tobáceo; pendiente de laderas y cauce. Afecta loza deportiva y algunas viviendas, como lo ocurrido en marzo de 2002.
Huamanga	Huamanga	Cerro Picota	Erosión de laderas	Torrentes de material fino, producidos en cada temporada de lluvias producen surcos y cárcavas. Afectan viviendas en ladera este y obstruye alcantarillas.
Departamento de Apurímac				
Andahuaylas	Pacobamba	Huasacatay	Derrumbe y flujo	Lluvias estacionales provocan derrumbe en sustrato calcáreo, canalizado en quebrada que origina huayco. En enero del 2003 afectó 8 viviendas y sepultó 8 personas.
Andahuaylas	Andahuaylas	Chumbao	Inundación	Margen derecha se encuentra 1,5-2,0 m encima del cauce actual del río Chumbao, mientras que la margen izquierda presenta muro de contención. Afecta viviendas.
Chincheros	Chincheros	Cayara	Deslizamiento	Deslizamiento activo con agrietamientos, corona de 260 m de longitud, en 1990 afectó viviendas. Actualmente se están produciendo nuevos agrietamientos.
Chincheros	Cocharcas	Sañocc	Huayco	En febrero de 2002 afectó poblado.
Angaraes	Chincho	Uralla	Deslizamiento-flujo	El 16 de marzo de 2000 se produjo un deslizamiento de gran magnitud que causó la muerte de 22 personas, 6 viviendas arrasadas, 3 ha de cultivo afectadas, agrietamiento y desplazamiento de suelos. Probabilidad de ocurrencia de un deslizamiento de gran magnitud en la ladera contigua al deslizamiento reciente, cuyas evidencias se encuentran en la ladera superior del cerro Panco, comprometen seguridad física del poblado de Uralla.
Abancay	Tamburco	Cocha-Pumarana	Deslizamiento-flujo	Deslizamiento planar de movimiento lento, flujos de lodo por sobresaturación de la cubierta superficial conformado por depósitos coluviales y estratos incompetentes de rocas del Grupo Mitu, derrumbes y desprendimientos de rocas, afectó 60 viviendas, causó 51 muertos y 200 desaparecidos, y malogró terrenos de cultivo. Poblado fue reubicado, sin embargo, algunos pobladores persisten en vivir en la zona por tener sus tierras de cultivo en ese sector.
Andahuaylas	Talavera	Uchuhuan-Caray	Deslizamiento rotacional	Uchuhuanaray está ubicado en el cuerpo de un deslizamiento antiguo. Actual deslizamiento se ubica debajo del poblado afectando terrenos de cultivo (1997) y canal de regadío. En un futuro podría comprometer poblado (colegio, jardín infantil, casa comunal).
Andahuaylas	Santa María de Chicmo	Barrio de Muyuna	Deslizamiento	Asentamientos de terreno y deslizamientos locales que comprometen viviendas, algunas de las cuales han sufrido daños en su estructura. Ocurrieron en febrero de 1997, alarmando a los pobladores. También ha producido hundimientos en la carretera y ha afectado sembríos de maíz en pequeña escala.
Aymaraes	Chapimarca	Supalla	Deslizamiento	Agrietamientos en las laderas de las quebradas Cascani y Cochapata y en el centro poblado de Supalla, son indicios de movimiento que pueden generar en un deslizamiento de gran magnitud que comprometería la seguridad física de Supalla. Asimismo en temporada de lluvias se producen huaycos en las mismas dos quebradas, afectando viviendas y terrenos de cultivo.
Cotabambas	Coyllurqui	Tipim	Caída de rocas.	Fracturamiento del afloramiento rocoso, caída de rocas desde la parte alta del cerro Jatunccasa que podrían afectar unas 25 viviendas del caserío.
Departamento de Cusco				
Paruro	Yaurisque	Ranraccasa	Deslizamiento-flujo	Corona de 50 m de longitud y depósito de flujo a lo largo de la quebrada Nangracaca que afectó el poblado antiguo de Yaurisque. Actualmente se observan agrietamientos en la zona de corona y filtraciones de agua en el cuerpo del deslizamiento, y asentamientos en la carretera. Una reactivación importante afectaría al poblado de Yaurisque.
Paruro	Colcha	Aray pallpa	Huayco	En períodos lluviosos las quebradas acarrear materiales derivados de la roca alterada y del material arrojado a la quebrada producto de la construcción de carretera. Se han colocado defensas en el pueblo mediante aplamiientos de sacos de arena.

Provincia	Ubicación		Tipo de Fenómeno	Observaciones
	Distrito	Poblado / Paraje		
Paruro	Paruro	Cochapampa	Huayco	Erosión de laderas y derrumbes que arrastran material graveroso y material removido de desmonte de carretera en construcción en la parte superior. Compromete 3 viviendas. El Huayco del año 2000, afectó dos viviendas.
Acomayo	Acomayo	Chilcapampa	Erosión fluvial-Inundación fluvial	El poblado de Chilcapampa se ubica en la confluencia de los ríos Acomayo y Cachimayo, en períodos de crecidas del río se produce erosión de la margen derecha, también existe el peligro de inundación de unas 50 viviendas ubicadas en esta zona.
Acomayo	Acomayo	Pumatay	Deslizamiento	Zona de arranque circular de 30 m de alto por 100 m de longitud, salto de 3-4 m, se producen asentamientos en el terreno, puede afectar unas 4 viviendas del caserío.
Quispicanchis	Andahuayillas	Piñipampa	Huayco e Inundación	Materiales angulosos arrastrados del cerro Ipullay por fuertes lluvias a través de la quebrada, flujo de lodo que llegó a la carretera y depositó su material a manera de cono, afectó unas 15 viviendas.
				Zona de inundación en el poblado de Piñipampa hacia la margen izquierda del río Vilcanota, afecta más de 50 viviendas, terrenos de cultivo, línea férrea y planta de bombeo de agua. Se han construido muros de concreto en la margen izquierda, muros con rocas, y acumulaciones de material de río para dar protección al poblado.
Cusco	San Jerónimo	San Jerónimo	Inundación	Barrios marginales del distrito de San Jerónimo en ambas márgenes del río Huatanay, sujetos a inundación entre Ocollopampa y Manco Cápac.
Cusco	San Sebastián	San Sebastián (Patapalla, Pumanmarca)	Erosión de laderas	Cárcavas y surcos en ladera de suave pendiente, sobre poblado de San Sebastián; se pueden producir derrumbes hacia cara libre de cárcavas y afectar viviendas, cercanas al borde.
Quispicanchis	Urcos	Muñapata	Deslizamiento	Zona de arranque circular de 90 m de longitud por 80 m de alto, salto principal de 1,8 m, grietas abiertas, asentamientos de terreno, Puede afectar unas 8 viviendas, carretera Cusco-Sicuani, tuberías de agua potable. Se han colocado muros de concreto para tratar de controlar el deslizamiento.
Paucartambo	Caicay	Pacchipata-Huayllabamba	Caída de rocas	Desprendimiento de rocas de la parte alta del cerro Llamayoc, fracturamiento abierto vertical en el afloramiento rocoso, bloques caídos de hasta 5 m de diámetro.
Paucartambo	Caicay	Paraje Sierra Bella	Huayco	Huayco en la quebrada Sierra Bella que arrastró lodo, bloques, troncos, se observa una colmatación del cauce con el material traído. Afecto carretera, terrenos cultivables, y 3 viviendas.
Quispicanchis	Urcos	Mollebamba	Huayco	Poblado asentado sobre depósitos proluviales antiguos ubicados en la margen izquierda del río Vilcanota, fuertes lluvias podrían remover el material depositado en la quebrada. Para evitar la erosión de las laderas se ha reforestado con eucaliptos, y se ha colocado muros de roca para evitar la erosión de la margen izquierda. Se aprecian tres conos recientes en la margen izquierda de la quebrada.
Cusco	Saylla	Saylla-Tambopata	Inundación	Zona de inundación, se puede observar un desnivel de 0,50 m, entre el nivel de agua del río y los terrenos de cultivo ubicados en sus márgenes, también hay erosión de riberas, puede afectar unas 20 viviendas y vías férreas.
Cusco	Saylla	Saylla (Sector Lloclla)	Huaycos de Hatunhuayjo y Alfahuayjo	Cárcavas y derrumbes que originan flujos. El poblado de Saylla está asentado sobre antiguos flujos, Huaycos anteriores en 1920, 1966, 1967, 1996 y 2001.
Quispicanchis	Urcos	Huaro-Urpay (Cchancha)	Huayco	Huayco en la quebrada Chancamayo donde se pueden apreciar bloques y clastos dejados hacia ambas márgenes, el flujo ha roto el muro de piedra colocado para proteger la margen derecha. El cauce de la quebrada se observa colmatado de material y necesita una limpieza. Afectó un puente y podría afectar el poblado de Cchancha.
Quispicanchis	Urcos	Urcos	Huayco	Quebrada sin desfogue hacia la laguna de Urcos, en el cauce de la quebrada se ha construido un campo recreativo y se está construyendo un muro de rocas para darle protección que puede desviar el huayco hacia el poblado. Erosión de laderas en cabecera de la quebrada.

Provincia	Ubicación		Tipo de Fenómeno	Observaciones
	Distrito	Poblado / Paraje		
Urubamba	Maras	Matehuyoc	Derrumbe	Inestabilidad de la ladera en la margen derecha del río Huarcocondo, bloques colgados, podría afectar unas 4 viviendas.
Urubamba	Maras	La Rinconada-Yanahuara	Inundación	Peligro de inundación en ambas márgenes ante una subida del nivel del río Vilcanota, podría afectar unas 10 viviendas ubicadas en la llanura de inundación.
Urubamba	Urubamba	Urubamba	Alud	Lenguas glaciares agrietadas en el nevado Chicón, bloques removidos, suelos inestables por caer, podría afectar terrenos de cultivo y poblado de Urubamba aguas abajo.
Paruro	Huanoquite	Molle Molle	Deslizamiento-flujo	Zona de arranque circular de 150 m de alto, con salto principal de 10 m, depósito de material a manera de flujo. Podría afectar unas 50 viviendas del poblado de Molle Molle si se produce una reactivación.
Anta	Anta	Ccasacunca	Hundimiento	Filtración de agua, hundimientos en el terreno, agrietamientos en las aulas del colegio primario de Ccasacunca y de las vivienda circundantes, el área afectada es de unos 330 m x 400 m, empuje de terrenos hacia la quebrada. Proceso lento imperceptible.
Anta	Mollepata	Angascocha	Derrumbe-flujo	Flujo que deposita su material acarreado hacia ambas márgenes del río Ancaylahua cerca del pueblo asentado en un cono antiguo, puede afectar las viviendas ubicadas en el sector de Angascocha y sus terrenos de cultivo. Flujo reciente descendió hasta el río Blanco.
La Convención	Santa Teresa	Santa Teresa	Aluvión	El aluvión destruyó la mitad del poblado, se ha efectuado su reubicación, se observa erosión de la margen izquierda del río Vilcanota el cual pone en peligro las viviendas y el colegio asentados en la partes bajas del valle.
Urubamba	Machu Picchu	Aguas Calientes	Huayco	El huayco destruyó las instalaciones de los baños termales de Aguas Calientes. Un nuevo huayco podría afectar las viviendas ubicadas hacia ambas márgenes de la quebrada. Se observa colmatación del cauce con material de dimensiones variables los cuales deben ser removidos. Se están realizando obras de protección de riberas y descolmatación del cauce.
La Convención	Quellouno	Quellouno	Huayco	Material acumulado en el cauce de la quebrada que con fuertes lluvias podrían generar huaycos que afectarían al poblado de Quellouno. Se construyó un muro de concreto en la margen derecha para darle protección al poblado, a raíz de derrumbe que originó flujo en años anteriores.
La Convención	Maranura	Maranura	Deslizamiento	Zona de arranque circular en la parte alta de la quebrada Chinchu, asentamientos de suelos en las laderas del cerro Cachimayo se puede generar un huayco, que comprometería en la parte baja unas 10 viviendas del sector de Maranura.
Calca	Yanatile	Santiago	Inundación-erosión Fluvial	Amplia zona de inundación del río Yanatile, el cono aluvial depositado por la quebrada Santa Rosa desvía el curso del río hacia su margen derecha y produce erosión de ribera, una subida del nivel de aguas inundaría el poblado de Santiago.
Calca	Calca	Ajchapata, Totora.	Deslizamiento-flujo	Escarpa irregular, material removido y filtraciones en la ladera, se puede apreciar también antiguo deslizamiento-flujo donde existen hasta 10 viviendas y terrenos de cultivo. La zona actual del deslizamiento compromete carretera y vivero comunal de Totora.
Calca	Taray	Huancalle	Derrumbes	Derrumbes en ambas márgenes de la quebrada Quejalloc, asentamiento de terrenos, caída de rocas, podrían afectar unas 10 viviendas. Se han construido muros de piedra y gaviones en ambas márgenes.
Calca	Coya	Paullo Ayllu	Huayco	En diciembre de 2002 el pueblo de Paullo Ayllu fue sepultado por un huayco constituido de lodo y rocas. El 60% del poblado fue destruido, causó la muerte de una persona y dejó 7 heridos, así como se destruyó terrenos de cultivo y se perdieron animales.
La Convención	Echarate	Quituni	Huayco	El pueblo de Quituni está ubicado en la margen derecha del río Cushireni cerca de su confluencia con el río Urubamba y puede ser afectado por un huayco o inundación debido a una subida de caudal en períodos de lluvias fuertes. Parte del pueblo sufrió el efecto por lluvias torrenciales en enero del año 2003.

Observaciones			
Provincia	Distrito	Poblado / Paraje	Tipo de Fenómeno
Urubamba	Machu Picchu	Luycho-Colpani-Manqui-Manahuañucca	Aluvión
La Convención	Quitani	Pachiri	Huayco
Quispicanchis	Marcapata	Cerro Colpajaja	Caida de bloques
Quispicanchis	Ocongate	Mallma	Huayco
Quispicanchis	Ocongate	Mahuayane	Erosión fluvial
Quispicanchis	Ocongate	Mahuayane	Huayco, erosión por cárcavas
Quispicanchis	Ocongate	Pampacancha	Deslizamiento/ flujo
Quispicanchis	Ocongate	Ocongate distrito	Erosión por cárcavas
Quispicanchis	Ocongate	Qda. Ascamayuy	Erosión y desborde
Quispicanchis	Marcapata	Qda. Santa Elena	Huayco
Quispicanchis	Marcapata	San Pedro	Erosión fluvial
Quispicanchis	Camanti	San Lorenzo	Inundación
Paucartambo	Challabamba	Sunchubamba	Erosión e inundación
Paucartambo	Paucartambo	Paucartambo	Erosión fluvial
Paucartambo	Challabamba	Challabamba	Erosión fluvial
Paucartambo	Challabamba	Challabamba (poblado)	Erosión fluvial; Inundación

El 27 de febrero de 1998 fuertes lluvias en la cuenca alta y media del río Aobamba y los deshielos del Salcantay, originaron un descomunal huayco que en su avance erosionó las laderas inferiores, provocó derrumbes y deslizamientos que incrementaron el volumen de material desplazado. El 12 de julio de 1996 un alud proveniente del nevado Salcantay destruyó una zona agrícola del valle del Aobamba y causó la muerte de 5 personas. Los poblados que podrían resultar afectados por otro fenómeno similar son los de Luycho, Colpani, Manqui y Manahuañucca.

Deslizamientos y derrumbes en sustrato incompetente, en la cuenca de la quebrada Pachiri, podrían represar el valle y originar flujos violentos comprometiendo poblado aguas abajo, el cual está sentado en depósito de deslizamiento-flujo que inclusive represó el río Urubamba.

Se observa un desprendimiento de bloques al pie del cerro, en la ladera izquierda, en el río Araza. Se observan discontinuidades en la roca. Los bloques causan daños a terrenos de cultivo antiguos.

Huayco en la Qda. Ajopampa en la margen derecha del río Singrena. Se observan sedimentos en el cauce con pequeña erosión de riberas. Puede afectar la alcantarilla de la carretera y corrales de solares cercanos al cauce. En la zona cercana al poblado se debería hacer una limpieza del cauce con tractor.

Se observa una erosión visible en la ribera derecha del río Singrena en una longitud aproximada de 50 m que afecta a los solares del poblado.

Huayco en la quebrada Pispigpata, en la margen derecha del río Singrena que cruza el poblado de Mahuayane. Se observa una erosión que forma pequeñas zanjas que aportan sedimentos para un posible flujo. Afecta pastos naturales y podría afectar viviendas.

Denominado deslizamiento Pailancayoc, en la ladera derecha del río Tinquimayo (valle en "V" por erosión del río). Se observa un asentamiento principal de 1 m, un asentamiento secundario de 0,30 m que puede tener su origen en la erosión de la base por escorrentía de la quebrada que eventualmente trae huayco. Afecta pastizales, línea de alta tensión, y puede represar el río, consecuentemente arrasar al pueblo de Champimayo.

Se observan cárcavas en la ladera derecha del valle, en el poblado de Ocongate. Acumulación de sedimentos al pie de las cárcavas. Podrían generar flujos hacia el poblado de Ocongate.

Se observa erosión de la ribera derecha de la quebrada Ascamayuy, cerca del poblado de Maricupata. Afecta terrenos de cultivo aguas arriba del poblado y puente.

Huayco en la quebrada Santa Elena en la margen derecha del río Araza. La ladera presenta una pendiente de 30 a 40°. El huayco afectó 1 casa e interrumpió la carretera.

Erosión de la ribera izquierda y en mayor porcentaje la ribera derecha del río Araza, en una longitud aproximada de 350 m. La carretera puede colapsar en 20 m. Peligran viviendas y terrenos de cultivo.

Inundación en la confluencia de los ríos Nusimiscato con el río Aranza. Afectó viviendas y áreas de cultivo.

Se produjo la rotura de la defensa que protegía la escuela, inundándose el lecho fluvial del río Mapacho. Afecta a la escuela Virgen del Rosario y destruye terrenos de cultivos. Se necesita construir defensas para la escuela de Sunchubamba. El peligro puede incrementarse por acción de deslizamientos en el cerro Ipchipta.

Se produce erosión de ribera en la margen derecha del río Mapacho. Si se rompieran las defensas artesanales que tienen una longitud aproximada de 600 m, podría afectar al poblado.

Se inundaron ambas márgenes del río Mapacho. Se pueden producir deslizamientos y derrumbes en la margen izquierda del río. Se produjo daños a viviendas y terrenos de cultivo.

Erosión de la terraza aluvial, por la influencia de la descarga de la quebrada Huilluica, que llega por la margen izquierda del río Mapacho. Afecta terrenos de cultivo y viviendas cercanas a las riberas.

Ubicación		Poblado / Paraje	Tipo de Fenómeno	Observaciones
Provincia	Distrito			
Quispicanchis	Marcapata	Chile - Chile	Derrumbe, flujo	Se observan discontinuidades en el basamento desestabilizado en el cerro Aucayo, en la margen izquierda del río Araza, la ladera tiene una pendiente de 40° aprox. El derrumbe destruyó casas, terrenos de cultivo y un tramo de la carretera.
Quispicanchis	Marcapata	Qda. Huasacucho	Huayco	Se observa derrumbe en la parte superior del cono. La quebrada tiene una pendiente de 20° aprox. El Huayco puede afectar a 2 viviendas.
Departamento Madre de Dios				
Manu	Huaypetuhe	Inambari	Derrumbe	Derrumbe reciente de 100 m de longitud, discontinuo en la margen izquierda del río Inambari. La topografía del terreno es abrupta (pendiente de 45°). Afecta la flora y podría interrumpir la carretera.
Tambopata	Inambari	Puerto Masuco /Panquin	Inundación	Inundación en la zona de confluencia con el río Inambari de los ríos: Quimiri, Caychihue, Dos de Mayo y la Qda Chiforongo. Es un fenómeno de recurrencia periódica que afecta a terrenos de cultivos y algunas viviendas.
Tambopata	Las Piedras-Tambopata	Boca del Pariamana	Inundación	Se produjo un desborde del río que causó la inundación de poblados afectando a varias viviendas y terrenos de cultivo.
Tambopata	Las Piedras - Tambopata	San Ramón	Inundación	Se produjo un desborde del río que afectó a viviendas y terrenos de cultivo.
Manu	Madre de Dios	Pto. Besado - Pto. Luz	Inundación	Se produjo una inundación que afectó varias viviendas y labores mineras.
Manu	Madre de Dios	Huaypetuhe	Inundación	Inundación que afectó viviendas y labores mineras.
Manu	Madre de Dios	Choque	Inundación	Inundación que afectó viviendas y labores mineras.
Manu	Madre de Dios	Punquin / Barranco	Inundación	Inundaciones que afectaron viviendas y labores mineras.
Manu	Fitzcarrald y Madre de Dios	Boca del Manu	Inundación	Los eventos producidos están referidos a fuertes precipitaciones en la cuenca alta. Afectaron viviendas.
Tambopata	Laberinto	Boca del	Inundación	Inundación afectó viviendas y tierras de cultivo en ambas márgenes del río.
Tambopata	Pto. Maldonado	Maldonado Viejo	Inundación	Inundación en la confluencia del río Tambopata con el río Madre de Dios. En esta zona las casas están construidas en terrenos bajos de 4 a 5 metros con respecto al nivel de los ríos, esto ocasiona que cuando hay una crecida del nivel se inundan.
Tambopata	Laberinto / Inambari	Boca Amigo	Inundación	Inundación que afectó a viviendas y terrenos de cultivo.
Manu	Madre de Dios / Fitzcarrald	Boca del Colorado	Inundación	Inundación que afecta viviendas y tierras de cultivo. La pendiente del terreno es baja, menor de 5°.
Manu	Madre de Dios	Boca Puquiri	Inundación	Inundación que afecta viviendas y terrenos de cultivo. La pendiente del terreno es baja, menor de 5°.
Departamento Puno				
Carabaya	Ayapata	Melosa	Derrumbe - flujo	Morrena lateral entre Melosa y Chihupata. Se observan varios derrumbes-flujos a lo largo de la ladera. El terreno presenta una pendiente de 40°. Puede afectar a corrales y casas en caso de reactivación.
Carabaya	Ituata	Tallejucho	Inundación	Grandes bloques en el cauce de la quebrada desbordaron la alcantarilla erosionando la carretera. La pendiente del terreno es de 15°. Peligro de inundación de algunas casas del pueblo Tallejucho y el tubo de agua que cruza por arriba. Se debe construir una alcantarilla más grande y encauzar el flujo.

Provincia	Ubicación		Tipo de Fenómeno	Observaciones
	Distrito	Poblado / Paraje		
Carabaya	Coasa	Ayusuma	Caida de rocas flujo en cárcavas	Se observan grandes bloques en ambas márgenes del valle. El terreno presenta una pendiente de 40 a 50°. Hay peligro de caída de bloques hacia las casas que se encuentran en la margen izquierda del río Coasa.
Carabaya	Coasa	Río Coasa	Huayco: Desborde e inundación	Se observan bloques en el cauce y erosión de las riberas del río. La pendiente del río es de 15° y de la ladera de 40°. Puede afectar viviendas, escuela, caminos. Se está contruyendo un muro seco en la margen derecha a 50 m aguas abajo del puente Inambari el que se encuentra en buen estado.
Carabaya	Ollaachea	Chuani	Huayco	Se observa la existencia de un gran cono aluvial de 20° aproximadamente de pendiente, sobre el cual se ubican casas y cultivos. Quebrada en "v" que termina en un gran cono aluvial en la margen derecha del río San Gabán. La ocurrencia de un nuevo flujo originaría problemas para las casas y terrenos de cultivos.
Carabaya	Ollaachea	Chintuni	Huayco	Se observa la existencia de un cono aluvial antiguo. El terreno tiene de 35 a 40° de pendiente. Puede afectar las casas de Chintuni.
Carabaya	Ayapata	Mina Santa Teresa	Huayco	Huayco ocurrido en el poblado de la mina Santa Teresa, afectó a 3 viviendas y causó 3 muertos, 4 heridos y 18 familias damnificadas.
Carabaya	Coasa	Esquena	Flujo – huayco	Se observa el enterramiento de terrenos de cultivo temporal en las márgenes, el terreno tiene de 25° a 35° de pendiente. En una eventual erosión y destrucción de las defensas podrían afectar al poblado de Esquena
Carabaya	Coasa	C° Huariumaña	Deslizamiento	Deslizamiento de Lahuamani es un deslizamiento antiguo. Se observa la presencia de grietas que se pueden reactivar. Se ubica en la margen derecha de la quebrada Cotañani. Puede afectar viviendas.
Carabaya	Corani	Aymaña	Caida de rocas	Caida de bloques denominado desprendimiento Aymaña, en la margen derecha del río Chimboya. Se observan bloques en la ladera, el terreno tiene una pendiente de 80°. Los bloques podrían llegar a las casas y afectar al poblado.
Carabaya	Corani	Cerro Pichajani (Esacanpata)	Caida de rocas	Se observan bloques en la ladera en la margen derecha del río Corani. La pendiente del terreno es de 80° aproximadamente. Los bloques pueden llegar a la carretera y afectar a viviendas y terrenos de cultivo.
Carabaya	Corani	Corani	Caida de rocas	Se observan bloques en la ladera de la margen derecha del río Corani. La pendiente del terreno es de aproximadamente 80°. Los bloques pueden llegar a las casas y afectar al pueblo de Corani.
Carabaya	Corani	Corani	Huayco o aluvión	Aguas arriba de la quebrada Trapiche en la margen izquierda del río Corani se encuentran dos lagunas: Mancococha y Jamercocha y los glaciares Tocra y Potrero. La quebrada tiene de pendiente 20° aproximadamente y al producirse un huayco o un aluvión pueden afectar viviendas del pueblo de Corani.

Capítulo IX

ZONIFICACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD, RIESGO Y ÁREAS CRÍTICAS

Al encarar programas de desarrollo en los cuales los peligros geológicos son determinantes, los planificadores, antes del desarrollo, gobiernos locales, gobiernos regionales, etc. se preguntan: ¿Qué zonas dentro del área pueden ser afectadas por los peligros geológicos? y ¿cuáles son las principales zonas dentro del área que priorizarían programas para reducir pérdidas en determinados tipos de construcciones?. La respuesta a estos interrogantes se determina resolviendo lo siguiente: ¿dónde han ocurrido los peligros en el pasado?, ¿dónde están ocurriendo ahora?, ¿dónde se prevé que ocurrirán en el futuro?, ¿cual es la frecuencia de ocurrencia?, ¿cuáles son las causas físicas? y ¿cuales son los efectos físicos?; resolver en parte, estas interrogantes es el objetivo de este estudio.

La susceptibilidad de la Franja N° 3 a los peligros geológicos/hidrológicos se puede determinar y describir en base a la zonificación del peligro. Se preparará un Mapa de Peligros Múltiples (MPM) y el Mapa de Infraestructura Crítica (MIC) al inicio de los estudios de planificación y se desarrollarán con mayor detalle a medida que avanza los estudios, se usarán como herramientas para identificar las áreas mejor caracterizadas para el desarrollo, examinando el riesgo potencial de los peligros geológicos/hidrológicos. Cuando se identifique la susceptibilidad, se podrían desarrollar proyectos de inversión que eviten, prevengan o mitiguen significativamente el peligro.

9.1 CRITERIOS DE ZONIFICACIÓN

Las interrogantes a resolver respecto a la vulnerabilidad de una área frente a los peligros geológicos y/o hidrológicos son: ¿dónde podrían ocurrir los daños?, ¿dónde se encuentran los puntos débiles?, ¿cuál es el impacto cuando se pierden los servicios en un determinado lapso de tiempo?, ¿qué inversión en mitigación resolvería este problema?, ¿cuál es el costo-beneficio de esa inversión?. De acuerdo a estas interrogantes, este capítulo tiende a proporcionar al usuario (sector público y privado, población en general) respuestas relacionadas con la ubicación de los peligros geológicos e hidrológicos (donde pueden ocurrir los daños), así como la localización de las principales obras de infraestructura y su grado de vulnerabilidad frente a fenómenos geológicos y las poblaciones que posiblemente sean afectadas (puntos débiles).

La clasificación más usada divide a los peligros geológicos de remoción en masa (PGRM), de acuerdo al tipo de movimiento y al material que es trasladado (VARNES, 1978). La velocidad del movimiento y la cantidad de agua involucrada son parámetros secundarios que definen algunos tipos de PGRM. Reconocer el tipo de PGRM presente en una determinada área, ayuda a explicar como y dónde han contribuido los factores a la inestabilidad de la pendiente natural en el pasado.

Los factores que influyen en la localización del lugar de ocurrencia de los peligros geológicos de remoción en masa se pueden dividir en dos tipos: permanentes y variables (SHARPE, 1938). Los **factores permanentes** son las características de un terreno que permanecen sin cambio, o que varían muy poco según la perspectiva humana. La pendiente o el tipo de roca, por ejemplo, presentan cambios sólo después de períodos muy largos, y se pueden identificar y reconocer mucho después de su ocurrencia. La identificación de las condiciones y los procesos que propiciaron la inestabilidad, hacen posible considerar estos mismos factores para estimar peligros futuros.

Los **factores variables** son las características del terreno que cambian rápidamente como resultado de algún «evento gatillo». Como ejemplos tenemos la vibración del suelo producto de los terremotos, la rápida elevación del nivel de las aguas subterráneas y la mayor cantidad de humedad en el suelo debido a intensas precipitaciones pluviales. Frecuentemente, es necesario la presencia profesional para evaluar estos factores en el momento que ocurren estos fenómenos o poco después.

Los **factores permanentes** son los que permiten estimar los PGRM si faltan datos históricos suficientes sobre la relación de estos con los sismos, lluvias o demás factores que los inician. En consecuencia, la identificación de áreas de PGRM no es una ciencia exacta y conduce en general, a describir las áreas propensas al peligro en base a estimaciones. En el mejor de los casos, las áreas susceptibles a los PGRM, se pueden identificar junto con los eventos desencadenantes esperados y con el registro histórico realizado (BDGR). En el peor de los casos, algunas áreas pueden no ser detectadas del todo, principalmente las regiones alejadas de difícil acceso para el registro histórico.

El riesgo existe cuando una población y/u obra de *infraestructura* está expuesta a un peligro geológico y/o hidrológico. Se considera al riesgo como algo que puede ser evaluado directamente en función de una serie de conocimientos sobre el peligro y sus consecuencias potenciales, así como el grado de vulnerabilidad del área donde se localiza.

En la última década se han desarrollado numerosas experiencias en el campo del cartografiado de peligros y riesgos geológicos, estando todavía en una etapa de adecuación a los conceptos relacionados con el tema.

Las zonificaciones geotécnicas y de peligros geológicos/hidrológicos constituyen herramientas valiosas y necesarias para fines de planificación territorial y mitigación de

desastres naturales. La escala de presentación es 1:750 000, escala adecuada para la planificación del desarrollo regional, con la ventaja de que se puede ampliar la escala hasta 1:200 000 (USAID-OEA, 1993).

El objetivo principal de una zonificación de peligros geológicos/hidrológicos es indicar las zonas de ocurrencias de fenómenos con efectos desastrosos.

El uso de mapas para sintetizar los datos de peligros (amenazas) y para combinarlos con datos socioeconómicos, facilita el análisis y mejora la comunicación entre los participantes en el proceso de manejo de peligros.

En este caso presentaremos mapas de peligros geológicos múltiples y mapas de infraestructura crítica, así como la combinación de estos.

9.2 MAPA DE OCURRENCIA DE PELIGROS GEOLÓGICOS (MOPG) DE ACUERDO CON LA BASE DE DATOS GEOREFERENCIADA

Tomando como base la Base de Datos Georeferenciada (BDGR) incluida en el «Album de Mapas de Riesgos Fisiográficos y Climatológicos» (INGEMMET 1997), se procedió a su depuración, verificación y mantenimiento, teniendo como resultado un listado con 4 800 datos de peligros geológicos/hidrológicos de importancia en la Franja N° 2 (con fichas de registro), además de alrededor de 25 000 datos cartografiados directamente en los mapas de trabajo (a escala 1:100 000).

En base a la información obtenida de la referida base de datos, se han preparado mapas de ocurrencias por cada peligro geológico/hidrológico, teniendo en cuenta su «grado de peligro» y «vulnerabilidad», conceptos cualitativos incluidos en la toma de datos de campo, que al ser evaluados cuantitativamente proporcionan una idea del riesgo en la Franja.

Se presenta el Mapa de Ocurrencia de Peligros Geológicos/Hidrológicos (MOPG) a escala 1:750 000 (Lámina N° 14). La base cartográfica fue tomada de las hojas fotogramétricas del IGN, digitalizadas a escala 1:100 000. Este mapa nos permite presentar gráficamente cada peligro con un símbolo particular de acuerdo al tipo de peligro y riesgo.

9.3 MAPA DE PELIGROS GEOLÓGICOS MÚLTIPLES (MPGM)

El propósito principal del MPGM (Lámina N° 15) es presentar la información relacionada a los diferentes peligros en el área de estudio, en un sólo mapa (Franja N° 3),

ofreciendo información espacial de los peligros geológicos/hidrológicos de diferente tipo de riesgo y ocurrencia y su área de impacto, actual y potencial.

En base a la información proporcionada por los Mapas de Ocurrencias de Peligros Geológicos/Hidrológicos (MOPG), el cartografiado de campo, la geomorfología, unidades litológicas, clima (precipitación) y pendientes, se preparó inicialmente el Mapa de Áreas Sujetas a Peligros Geológicos de la Franja N° 3, donde los peligros geológicos de remoción en masa e hidrológicos tienen mayor incidencia. Con el método de Investigación de Sitio, se realizó el Mapa de Peligros Geológicos Múltiples (MPGM) o de susceptibilidad a los peligros geológicos/hidrológicos. Se le conoce como mapa compuesto, de síntesis o de superposición de peligros. De este mapa se obtiene una idea más precisa sobre los peligros en una área determinada. También servirá para recomendar técnicas de prevención y mitigación para porciones comunes del área de estudio.

El Mapa de Peligros Geológicos Múltiples (MPGM) de la Franja N° 3 se ha zonificado en cuatro (4) niveles de acuerdo al grado de peligro o susceptibilidad, según los criterios que se mencionan a continuación:

Grado de Peligro o Susceptibilidad	Características
Muy Alto	Áreas de ocurrencia de numerosos peligros geológicos: principalmente huaycos, caídas, deslizamientos, movimientos complejos, inundaciones, erosión fluvial y aluviones. Terrenos con fuerte a muy fuerte pendiente. Zona de intensas precipitaciones
Alto	Áreas donde ocurren principalmente: deslizamientos, movimientos complejos, huaycos, inundaciones, hundimientos y erosión fluvial. Terrenos de fuerte pendiente. Intensas precipitaciones.
Moderado	Presencia generalmente de huaycos, caídas de rocas, reptación de suelos, erosión de laderas. Terrenos de pendiente media a baja.
Bajo	En la Costa: zonas de arenamiento, erosión de laderas, inundaciones, flujos (con lluvias excepcionales); en la Sierra: problemas con el drenaje (bofedales), inundaciones, erosión de laderas, reptación de suelos; y en la Selva: inundaciones y erosión fluvial. Terrenos de pendiente media a baja.

Dada la complejidad y la eventualidad de los peligros geológicos e hidrológicos, se analizan y presentan por separado, los mapas de peligros múltiples de: remoción en masa e hidrológicos y los mapas de peligro sísmico.

Se han preparado mapas de áreas sujetas a peligros geológico/hidrológicos, agrupados en cinco (5) láminas a escala 1:750 000, la susceptibilidad se identificó empleándose imágenes de satélite Landsat TM5, fotografías aéreas, información bibliográfica y observaciones de campo (DIRDN 1993).

9.3.1 Áreas Sujetas a Caídas: Desprendimientos de Rocas, Derrumbes, Aludes y Vuelcos

En las caídas se incluyen los desprendimientos de rocas y derrumbes (Lámina N° 10). Este tipo de amenazas o peligros geológicos se localizan principalmente, en los flancos (generalmente laderas de fuerte pendiente) de los valles de la costa, valles interandinos y selva alta, así como en los acantilados de la franja litoral y en los cortes de carretera. Donde las condiciones litológicas, fracturamiento, presencia de agua y pendientes son favorables; teniendo como «efecto gatillo» los sismos, las intensas precipitaciones pluviales y las actividades antrópicas.

Las áreas sujetas a desprendimientos de rocas y derrumbes se han zonificado en áreas de muy alto, alto, moderado y bajo riesgo; según los criterios siguientes:

Grado de Riesgo	Criterio: Desprendimientos de Rocas y Derrumbes
Muy Alto	Laderas con pendientes fuertes a muy fuertes, rocas con discontinuidades favorables, muy fracturadas, formaciones superficiales inconsolidados a medianamente consolidados, donde han ocurrido estos fenómenos o existe una alta posibilidad de ocurrencia.
Alto	Laderas de fuerte pendiente, rocas muy fracturadas y alteradas, donde han ocurrido o existe un alta posibilidad de que ocurran estos fenómenos.
Moderado	Laderas de pendientes medias a fuertes, zonas con rocas fracturadas y depósitos medianamente consolidados, donde no han ocurrido estos fenómenos, pero existen indicios de que pueden ocurrir.
Bajo	Laderas de pendientes medias, rocas fracturadas que no presentan indicios que permitan predecir estos fenómenos.

Se han identificado también áreas con probabilidades de ocurrencia de aludes o avalanchas, localizadas en las diferentes cordilleras nevadas de la Franja N° 3. Están zonificadas en áreas de alto y moderado riesgo de acuerdo a los siguientes criterios:

Grado de Riesgo	Criterio: Aludes o Avalanchas
Alto	Se observan glaciares colgados muy agrietados, donde han ocurrido recientemente aludes y las posibilidades de que ocurran son muy altas, ejemplo: Cordilleras de Vilcabamba (Nvdo. Salcantay), Vilcanota (Nvdo. Ausangate) y la Cordillera del Urubamba (Nvdo. Chicón)
Moderado	Glaciares colgados agrietados de poca magnitud, no se tienen reportes recientes de aludes, pero existen la posibilidad de que ocurran, ejemplos: Cordillera Central (cabeceras del río Cañete), Cordillera de Vilcabamba y algunos nevados de la Cordillera de Urubamba, Vilcanota y Carabaya.

Se incluyen en este mapa las áreas sujetas a vuelcos, que generalmente, están relacionadas a cortes de carretera. Los vuelcos se consideran como zonas de alto riesgo.

9.3.2 Áreas Sujetas a Deslizamientos, Movimientos Complejos y Hundimientos

Las áreas sujetas a deslizamientos y movimientos complejos (Lámina N°11) se localizan principalmente en los flancos de los valles de la Costa y la Selva Alta; generalmente en laderas de fuerte a muy fuerte pendiente, en los cortes de carretera, donde son favorecidos por las condiciones litoestructurales, presencia de agua, vegetación entre otros factores. Los factores de «efecto gatillo» pueden ser las fuertes precipitaciones pluviales, sismos y la acción antrópica.

Los criterios para zonificarlos en zonas de muy alto, alto y moderado riesgo son los siguientes:

Grado de Riesgo	Criterio: Deslizamientos y Movimientos Complejos
Muy Alto	Laderas con zonas de falla, pendientes fuertes a muy fuertes, rocas con discontinuidades favorables, muy fracturadas, formaciones superficiales inconsolidados a medianamente consolidados, medianamente saturadas a saturadas, donde han ocurrido estos fenómenos o existe alta posibilidad de que ocurra.
Alto	Laderas con zonas de falla, de fuerte pendiente, rocas muy fracturadas y alteradas, materiales parcialmente saturados donde han ocurrido o existe un alta posibilidad de que ocurran estos fenómenos.
Moderado	Laderas con algunas zonas de falla, de media a fuerte pendiente, zonas con rocas fracturadas y depósitos medianamente consolidados, parcialmente saturados, no han ocurrido estos fenómenos, pero existen indicios de que pueden ocurrir.
Bajo	Laderas de pendientes medias, rocas muy fracturadas a poco fracturadas, no presentan indicios para predecir estos fenómenos.

En la Franja N° 3, se han localizado zonas con hundimientos (karts) relacionadas principalmente a rocas calcáreas, se localizan en zonas de alto riesgo.

9.3.3 Áreas Sujetas a Flujos de Lodo, Huaycos, Aluviones y Reptación de Suelos

Los flujos hídricos (huaycos) (Lámina N° 12), por lo general, están circunscritos a la reactivación periódica, ocasional o excepcional de ríos y quebradas, debido a la presencia de fuertes precipitaciones periódicas, ocasionales o excepcionales (Fenómeno El Niño). Se inician frecuentemente en los flancos de las cuencas medias de los ríos, afectando áreas comprendidas en su recorrido, aguas abajo, hasta su desembocadura.

Los criterios para zonificarlos en zonas de alto y moderado riesgo son los siguientes:

Grado de Riesgo	Criterio: Huaycos y Flujos Hídricos
Alto	Ríos y quebradas con laderas de fuerte a muy fuerte pendiente, rocas muy fracturadas y alteradas, formaciones superficiales inconsolidadas a medianamente consolidadas, abundante material suelto en sus laderas, zonas propensas a intensas precipitaciones (periódicas, ocasionales y/o excepcionales), escasa o nula cobertura vegetal, zonas muy deforestadas (Sierra y Selva Alta), donde han ocurrido estos fenómenos o existe una alta posibilidad de que ocurra.
Moderado	Ríos y quebradas con laderas de media a fuerte pendiente, presencia de rocas fracturadas y alteradas, formaciones superficiales inconsolidadas a medianamente consolidadas, presencia de material suelto en sus laderas, zonas propensas a intensas precipitaciones (ocasionales y/o excepcionales), escasa o nula cobertura vegetal, donde han ocurrido estos fenómenos (con lluvias excepcionales) o existe una alta posibilidad de que ocurra.

Se han zonificado áreas donde podrían producirse aluviones, como consecuencia de aludes o avalanchas, se han definido las zonas de alto y moderado riesgo. Los principales «factores gatillo» son los sismos y el cambio climático, reflejado en el «retroceso glaciar» en el mundo, principalmente en las cordilleras tropicales. Los criterios para su zonificación se detallan a continuación.

Grado de Riesgo	Criterio: Aluviones
Alto	Se tienen indicios recientes de ocurrencia de aluviones y las posibilidades de que vuelvan a ocurrir son muy altas, ejemplo: áreas de alto riesgo se ubican en los valles que drenan las Cordilleras de Vilcabamba (Nvdo. de Salcantay), Vilcanota (Nvdo. Ausangate) y la Cordillera del Urubamba (Nvdo. Chicon).
Moderado	No se tienen reportes recientes de aluviones, pero existe la posibilidad de que ocurran, como en los valles que drenan la Cordillera Central (cabeceras del río Cafete), Cordillera de Vilcabamba y algunos nevados de las Cordilleras de Urubamba, Vilcanota y Carabaya.

Las reptaciones de suelos ocurren principalmente en la zona altoandina de la franja, desarrollándose en suelos residuales y/o coluvio deluviales, con pendientes bajas a medias y en suelos parcialmente saturados, se les asigna un riesgo moderado.

9.3.4 Áreas Sujetas a Erosión de Laderas

En la franja estudiada, la erosión de laderas (Lámina N° 13) está ligada principalmente a rocas volcánico sedimentarias de las formaciones Ayacucho y Pisco, así como también a rocas sedimentarias (conglomerados, areniscas, lutitas, evaporitas) de la Formación Mitu y rocas intrusivas (granodioritas y granitos) del Batolito de la Costa y otros.

Para la zonificación se han empleado criterios de acuerdo a la litología, topografía, clima y el trabajo de campo (ubicando zonas con presencia de erosión de laderas). De esta manera se ha zonificado, de acuerdo a su ocurrencia, en: clases de erosión nula o ligera, baja, moderada y alta.

9.3.5 Áreas Sujetas a Erosión Fluvial, Inundaciones, Erosión Marina y Arenamientos

Las áreas sujetas a inundaciones, en la franja, están localizadas principalmente en los sectores donde los ríos discurren en terrenos de baja pendiente (sierra, ceja de selva y selva), o también en los conos aluviales de los ríos de la costa. Las inundaciones y la erosión de riberas (Lámina N° 14) se repiten anualmente, con diferente intensidad, entre los meses de diciembre y marzo. Teniendo en cuenta que el cambio climático y el fenómeno El Niño pueden generar precipitaciones excepcionales que causen inundaciones de gran magnitud en las áreas señaladas.

En los ríos de la cuenca del Pacífico: Cañete, San Juan, Pisco, Rímac, Lurín y Mala la actividad fluvial extraordinaria, producto de intensas precipitaciones pluviales, elevan su caudal provocando cuantiosos daños por erosión e inundación. Estos problemas también se presentan en las cuencas medias de los ríos Lurín, Cañete, San Juan, Pisco e Ica. En la cuenca alta de los ríos interandinos (cuenca del Atlántico) como el Mantaro, Urubamba, Apurímac y Vilcanota, estos peligros se presentan con mayor intensidad generalmente, al producirse precipitaciones excepcionales. En la selva, el río Madre de Dios y sus afluentes, periódicamente son afectados por inundaciones debido a las precipitaciones que se producen en la Sierra y ceja de selva, inundaciones que producen cuantiosos daños cuando ocurren lluvias excepcionales.

Las áreas sujetas a arenamiento se localizan en las pampas costaneras y en áreas cercanas al mar, éstas se identifican por la presencia de campos de arena, dunas, barcanas y médanos. En la franja son importantes las que se localizan al este de Paracas y al sur de Cañete y están zonificados como de alto riesgo por la presión humana, clima y otros factores.

El litoral comprendido en la Franja N° 3 está sometido, como todo nuestro litoral, a la dinámica marina, por consiguiente se localizan zonas de intensa erosión marina, siendo las más significativas las localizadas entre Punta Hermosa-La Quipa, Puerto Field-Cerro Azul y en la península de Paracas, afectando, este último a monumentos naturales como La Catedral.

En el siguiente cuadro se presentan algunos criterios empleados para la designación del grado de riesgo:

Grado de Riesgo	Criterio: inundaciones
Muy Alto	Cauces de pendientes bajas a muy bajas. Inundaciones ocasionales en la Costa (ríos Cañete, San Juan y Pisco) y periódicas en la ceja de selva (ríos Apurímac, Urubamba, etc.) y Selva (ríos Madre de Dios, Colorado, Inambari, etc.).
Alto	Cauces de pendientes bajas a medias. Inundaciones periódicas y ocasionales en la Costa y Sierra (ríos Cachi, Mantaro, etc.).
Moderado	Cauces de pendiente baja a media. Inundaciones ocasionales y excepcionales en la Costa (río Lurín, Mala, etc) y Sierra.

En el Cuadro N° 9.1 se presentan los principales sectores afectados por inundaciones en la Selva de la Franja 3:

Cuadro N° 9.1
Principales Sectores con Problemas de Inundación (Selva-Franja N° 3)

Sector	Pendiente	Localidades Afectadas	Observaciones
Río Inambari, cuadrángulo de Colorado (26v)	Muy baja	Avispa, Puerto Carlos, Playa Grande, Jayave.	Inundaciones periódicas. Con reactivación excepcional en enero de 2003.
Río Madre de Dios, cuadrángulo de Colorado (26v)	Muy baja	Boca Punquiri, Boca Amigo, Puerto Tawantinsuyo, Boca Inambari.	Inundaciones periódicas. Con reactivación excepcional en enero de 2003.
Río Pillcopata, cuadrángulo Pillcopata (26t)	Baja	Confluencia con los ríos Queros y Piñi Piñi.	
Río Madre de Dios, Cuadrángulo, de Pillcopata (26t)	Baja	Río Carbón - quebrada Soga Los Águanos - Adán Rayo José Olaya - Santa Cruz Confluencia con el río Palatoa Serjali - Isla Cruz de Mayo.	
Río Madre de Dios, cuadrángulo de Laberinto (26x)	Muy baja	Boca del Inambari, Cinco Islas, Lagarto, La Pastora.	Inundaciones periódicas. Con reactivación excepcional en enero de 2003.
Río Inambari, cuadrángulo de Laberinto (26x)	Muy baja	Boca Jayave.	Inundaciones periódicas. Con reactivación excepcional en enero de 2003.
Río Araza, cuadrángulo de Quincemil (27u)	Baja	Confluencia del río Nusiniscato Sector San Lorenzo.	
Río Inambari, cuadrángulo de Masuco (27v)	Baja	Punquiri - Villa Santiago Desembocadura del río San Gabán - Puerto Manoa - Challhuamayo Desembocadura del río Yahumayo - Leche Mayo.	Inundaciones periódicas. Con reactivación excepcional en enero de 2003.
Río De Las Piedras, cuadrángulo de Alegría (25y)	Muy baja	San Ramón, Boca Pariamanu.	Inundaciones periódicas. Con reactivación excepcional en enero de 2003.
Río Madre De Dios, cuadrángulo de Palma Real (26z)	Muy baja	Islas Gamitana - San Pablo.	Inundaciones periódicas. Con reactivación excepcional en enero de 2003.

9.3.6 Áreas Sujetas a Peligros Volcánicos

En vista de las características del vulcanismo dentro de la Franja N° 3, donde no se han localizado volcanes activos que hayan presentado actividad durante los últimos 10 000 años (Holoceno) y menos aún en la época histórica, no se han elaborado mapas de peligros volcánicos.

9.3.7 Zonificación Sísmica

El peligro sísmico queda representado, para fines de aplicaciones prácticas, en el Mapa de Aceleraciones Máximas Esperadas (Figuras N° 9) y los mapas de aceleraciones para 30, 50, y 100 años (Figuras N° 10, 11 y 12). De acuerdo a las características de la información procesada se obtiene una zonificación del peligro sísmico alineada con dirección a la línea de costa y otros rasgos estructurales de importancia en la Franja. Se puede destacar los valores anómalos de alto riesgo (aceleraciones máximas para 30, 50 y 100 años) que se localizan en la zona de convergencia (litoral costero con el océano Pacífico), estando comprometidas las localidades de Paracas, Pisco, Chincha Alta y Baja, San Vicente de Cañete, Asia, Mala, Lurín, Chilca, Lima y el Callao.

Las características de los suelos, la geología y la topografía tienen una importante influencia en la severidad de los daños y su distribución geográfica.

TSUNAMIS: Las posibles áreas costeras de importancia que pueden ser afectadas por estos fenómenos están localizadas entre Asia y el puerto del Callao, incluyendo los balnearios y playas de Bujama, Asia, Pucusana, Naplo, Santa María, San Bartolo, Punta Negra, Punta Hermosa, Lurín, Conchán, Costa Verde, etc.

También es importante mencionar a los puertos de Cerro Azul y Tambo de Mora.

9.4 MAPA DE PELIGROS GEOLÓGICOS MÚLTIPLES Y DE INFRAESTRUCTURA

Combinando los Mapas de Peligros Geológicos Múltiples (MPGM), el Mapa de Infraestructura (MI) y el Mapa de Densidad Poblacional (MDP) de la Franja N° 3, se muestra cuales son las áreas, a escala regional, en las que se requiere mayor información, diferentes técnicas de reducción de amenazas o atención inmediata cuando ocurre un evento peligroso.

El mapa resultante sirve para analizar la vulnerabilidad a los peligros geológicos e hidrológicos, y como consecuencia, el riesgo, además de fomentar la concientización sobre los peligros tanto geológicos como hidrológicos que ocurren en la franja. La información presentada nos muestra, también, cómo los peligros puede afectar adversamente la vida, la propiedad o las actividades socio económicas, en base a la ubicación, severidad del fenómeno y su probabilidad de ocurrencia (Lámina N° 16).

Son muchas las ventajas que se obtienen al hacer un MI y compararlo o combinarlo con un MPGM, e integrar ambos en el proceso de planificación del desarrollo. Si se incorporan las técnicas apropiadas para reducir la vulnerabilidad en cada etapa del proceso de planificación, se podrán evitar o disminuir significativamente los desastres sociales y económicos.

Los mapas combinados de MPGM y MI pueden ser utilizados por los organismos encargados de planificación del uso de la tierra, para una preparación y respuesta a un desastre, servicios públicos incluyendo energía, transporte y comunicación; así como también seguridad nacional y comunitaria. Esta combinación también es importante cuando se preparan proyectos de inversión para solicitar financiamiento bancario a nivel nacional e internacional.

9.4.1 Infraestructura Crítica

Cuando una área está expuesta a más de un peligro, un Mapa de Peligros Geológicos Múltiples (MPGM) ayuda al equipo de planificación a analizarlos respecto a la vulnerabilidad y el riesgo, especialmente cuando se combina con el Mapa de Infraestructura (MI), facilitando la interpretación de información sobre peligros; información usada para la toma de decisiones

«Infraestructuras críticas» significan todas las estructuras o adelantos efectuados por el hombre, que por su función, tamaño, área de servicio o singularidad pueden causar graves daños a la sociedad, las propiedades y actividades socio-económicas vitales, si se destruyen o sufren daños, o si sus servicios son interrumpidos en repetidas ocasiones.

Este mapa brinda información sobre la ubicación y áreas de servicio de las infraestructuras críticas y por su carácter regional, se incluyen, centrales hidroeléctricas, centrales térmicas, líneas de transmisión, yacimientos mineros, carreteras, gaseoducto, centros poblados, represamientos y embalses.

Algunos ejemplos se presentan en las fotos 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135 y 136.

En la Lámina N° 16, se presentan las principales instalaciones (infraestructura) críticas de la Franja N° 3, y se pueden apreciar las principales obras de infraestructura que pueden ser afectadas (críticas), como la red vial, centrales hidroeléctricas y térmicas, represamientos, y el futuro gaseoducto de Camisea.

En la franja estudiada, se han localizado 41 instalaciones críticas en zonas de muy alta y alta susceptibilidad (grado de peligro) a los peligros geológicos/hidrológicos que merecen atención especial, estos se muestran en el cuadro N° 9.2.

Cuadro N° 9.2
Infraestructura Crítica Localizada en la Franja N° 3

N°	Infraestructura	Localización	Peligros
1	Carretera afirmada Manchay - Langa	Lima, Huarochiri	Huaycos, deslizamientos, erosión fluvial
2	Carretera afirmada Lunahuaná - Tomás	Lima, Cañete	Huaycos, erosión fluvial, derrumbes, deslizamientos
3	Carretera "Los Libertadores", tramo Huáncano-Huaytará	Ica - Huancavelica	Erosión fluvial, deslizamientos, derrumbes, huaycos
4	Central Hidroeléctrica del Mantaro. Campo Amniño	Huancavelica, Tayacaja	Derrumbes, caídas de rocas, huaycos
5	Represa de Tablachaca	Huancavelica, Tayacaja	Derrumbes, caídas de rocas, flujos, sedimentación
6	Carretera "Los Libertadores", tramo Totorobamba - Ayacucho	Ayacucho, Ayacucho	Erosión de laderas, derrumbes, caídas de rocas, deslizamientos, huaycos
7	Carretera afirmada Huallopatá - Quillabamba	Cusco, La Convención	Huaycos, erosión fluvial, derrumbes, inundación
8	Carretera afirmada Lares - Yanatile (por tramos)	Cusco, Calca	Erosión fluvial, inundación, huaycos, deslizamientos y movimientos complejos
9	Centro poblado de Uraila	Huancavelica, Angaraes, Chincho	Deslizamiento
10	Central Hidroeléctrica de Machu Picchu, poblado de Santa Teresa	Cusco, La Convención	Aluviones, Huaycos, desbordes
11	Trocha carrozable Marcapata - Quincemil	Cusco, Quispicanchis	Erosión fluvial, inundaciones, huaycos, derrumbes, caídas de rocas, deslizamientos.
12	Carretera afirmada Puente Otorongo - Masuco	Puno-Cusco-Madre de Dios	Deslizamientos, derrumbes, huaycos, erosión fluvial
13	Trocha carrozable Pillcopata - Shintuya	Madre de Dios, Menu	Huaycos, inundación, derrumbes
14	Central Hidroeléctrica de San Gabán	Puno, Carabaya	Huaycos, derrumbes, desprendimientos de rocas
15	Carretera afirmada Urcos - Abra de Josojahuarina	Cusco, Qispicanchis	Huaycos, deslizamientos, derrumbes
16	Carretera asfaltada Cusco - Abancay: Sector Quebrada Honda	Cusco - Apurímac	Erosión de laderas, flujos, deslizamientos
17	Carretera asfaltada Cusco - Abancay: Sector Limatambo	Cusco, Anta	Erosión fluvial, inundación, deslizamientos, derrumbes
18	Ferrocarril Cusco - Machu Picchu: Tramo Pacayhuayco - Aguas Calientes	Cusco, Urubamba	Huaycos, derrumbes, caídas de rocas, erosión fluvial, inundaciones, aluviones
19	Carretera afirmada Abra Málaga - Huayopata	Cusco, La Convención	Huaycos, deslizamientos, derrumbes
20	Carretera afirmada Huarcocondo - Pachar	Cusco, Cusco	Derrumbes, deslizamientos, erosión fluvial
21	Centro poblado de Quiteni	Cusco, La Convención	Huayco
22	Centro poblado de Queflouno	Cusco, La Convención	Huayco
23	Centro poblado de Saylla	Cusco, Cusco	Inundación
24	Carretera afirmada Ayacucho - Julcamarca: tramo Pischa - Julcamarca	Ayacucho - Huancavelica	Huaycos, deslizamientos, derrumbes, erosión fluvial, erosión de laderas
25	Carretera afirmada Ayacucho - Huanta, tramo Chacco - Sinpapata	Ayacucho, Ayacucho	Derrumbes, huaycos, erosión de laderas

N°	Infraestructura	Localización	Peligros
26	Carretera Huancapi - Cangallo, tramo Cangallo - Tenería	Ayacucho, Víctor Fajardo	Derrumbes, erosión de laderas, huaycos, erosión fluvial, deslizamientos
27	Centro poblado de San José de Pincos	Ayacucho, Víctor Fajardo	Deslizamiento
28	Centro poblado de Unya	Ayacucho, Cangallo	Huayco
29	Mina Cobriza	Huancavelica, Churcampa	Deslizamiento, derrumbes, erosión fluvial
30	Carretera afirmada Luricocha - Huanchuy	Huancavelica, Acobamba - Churcampa	Deslizamientos, huaycos, erosión fluvial, derrumbes
31	Centro poblado de Huascatay	Apurímac, Andahuaylas	Deslizamiento
32	Trocha carrozable sector Ongoy - Huajana	Apurímac, Chincheros	Deslizamientos y huaycos
33	Trocha carrozable Río Blanco - Chullana	Apurímac, Chincheros	Derrumbes, erosión fluvial e inundación, huaycos caídas de rocas
34	Carretera San Miguel - San Francisco, en tramos	Ayacucho, La Mar	Derrumbes, deslizamientos, huaycos, erosión fluvial, inundación, movimientos complejos
35	Carretera afirmada San Francisco - Luciana, centro poblado de Samaniato	Ayacucho, La Mar	Deslizamientos, huaycos, erosión fluvial e inundación
36	Carretera afirmada Raymina - Acomarca	Ayacucho, Vilcashuamán	Deslizamientos, movimientos complejos, huaycos, erosión de laderas, erosión fluvial
37	Río Mantaro: pueblos, carretera afirmada, mini centrales	Huancavelica, Acobamba	Deslizamientos, movimientos complejos, huaycos, derrumbes, caídas de rocas, erosión fluvial
38	Carretera afirmada y centro poblado de Chilcapite	Huancavelica, Acobamba	Deslizamientos
39	Terrenos de cultivo y centros poblados: sector Sangallaya	Lima, Huarochiri	Deslizamientos, huaycos, caídas de rocas
40	Trocha carrozable, poblados, sector Ticrapo	Huancavelica, Castrovirreyna	Deslizamientos, flujos
41	Carretera "Los Libertadores", centros poblados: sector Huaytará	Huancavelica, Huaytará	Derrumbes, caídas de roca, deslizamientos, erosión fluvial

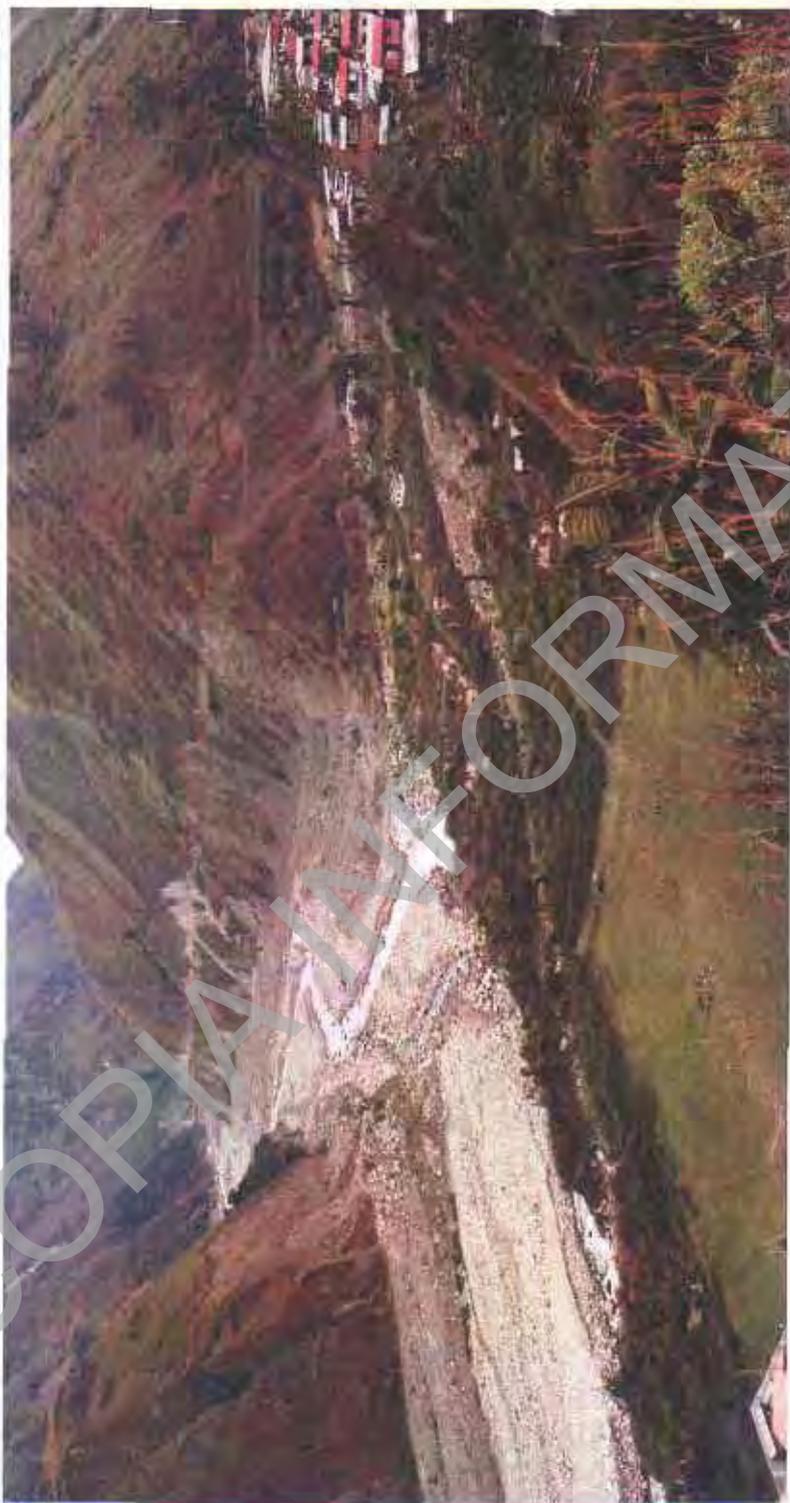


Foto N° 122 Sector de Santa Teresa, río Vilcanota. Aluvión de 1998 que afectó el poblado. Se distingue erosión de riberas en la margen izquierda del río Vilcanota, que compromete al colegio ubicado en la parte baja. Zona Crítica 10.

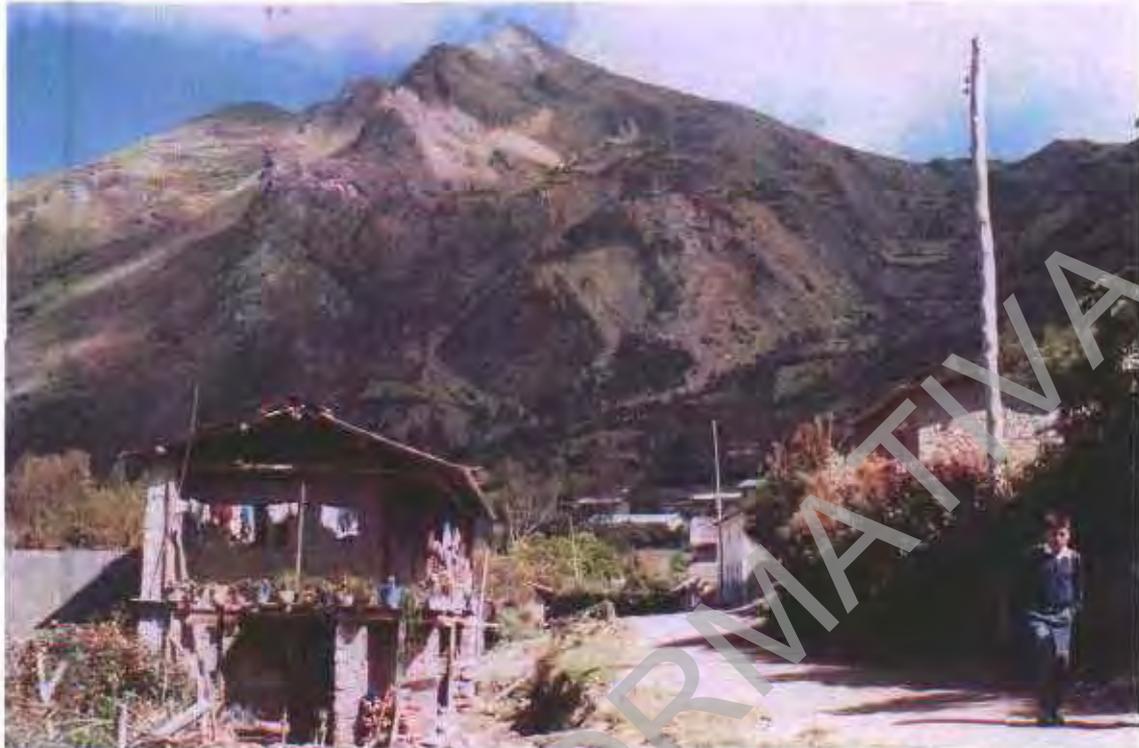


Foto N° 123 Sector de Huascatay, cerro Atajhuachana. Ocurren derrumbes y huaycos como los del 18 de abril de 2002 y 01 de enero de 2003, provocando muertes, afectando viviendas y carretera Andahuaylas-Pasaje. Zona crítica 31.



Foto N° 124 Erosión fluvial y desbordes en la margen izquierda del río Araza. Afecta Carretera Interoceánica Aris-Cusco. Zona crítica 11.



Foto N° 125 Sector del km 3+000 al 3+500 de la carretera Urcos-Quincemil, donde se distinguen deslizamientos en el sustrato incompetente (pizarras). El trazo de carretera ha sido modificado en varias oportunidades, constituye una vía muy transitada hacia Puerto Maldonado. Zona crítica 15.

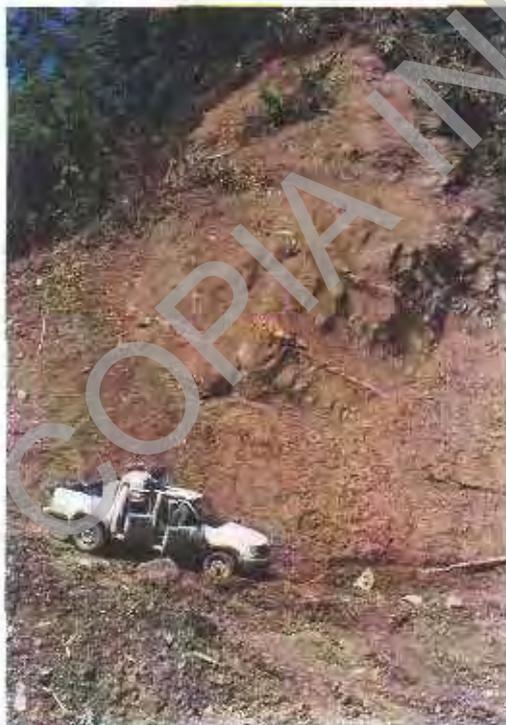


Foto N° 126 Sector Quebrada Huacahuañuna, donde se producen huaycos y derrumbes que interrumpen la Carretera Interoceánica Asis-Puno, sector San Gabán-Puente Otorongo. Zona Crítica 12.



Foto N° 127 Sector ubicado entre las quebradas Honda y Jello Jello. Peligro por huaycos, derrumbes y deslizamientos en taludes de la carretera. Sustrato rocoso incompetente. Zona crítica 16, carretera Cusco-Abancay (km 106-121).



Foto N° 128 Zona de derrumbes entre los kilómetros 166+500 y 167+500 de la carretera Cusco-Abancay. Zona de arranque de forma circular en dos sectores contiguos, agrietamientos en la parte superior. Afecta carretera y tuberías de agua potable. Zona crítica 17.



Foto N° 129 Deslizamiento de Chilcapite, localizado sobre rocas sedimentarias conformadas por areniscas y lutitas. Presenta una corona irregular de longitud kilométrica. (Dist. Pomacocha, Prov. Acobamba-Huancavelica). Zona crítica 38.



Foto N° 130 Flujo en el río Carbón (Paucartambo-Cusco), interrumpe un tramo de la carretera Pillcopata-Shintuya. Zona crítica 13.



Foto N° 131 Área con peligro de derrumbes y deslizamientos que comprometen tramo de vía férrea y carretera Huarcocondo-Pachar, entre los km 24+000 y 25+000 (Urubamba, Cusco). Zona crítica 20.

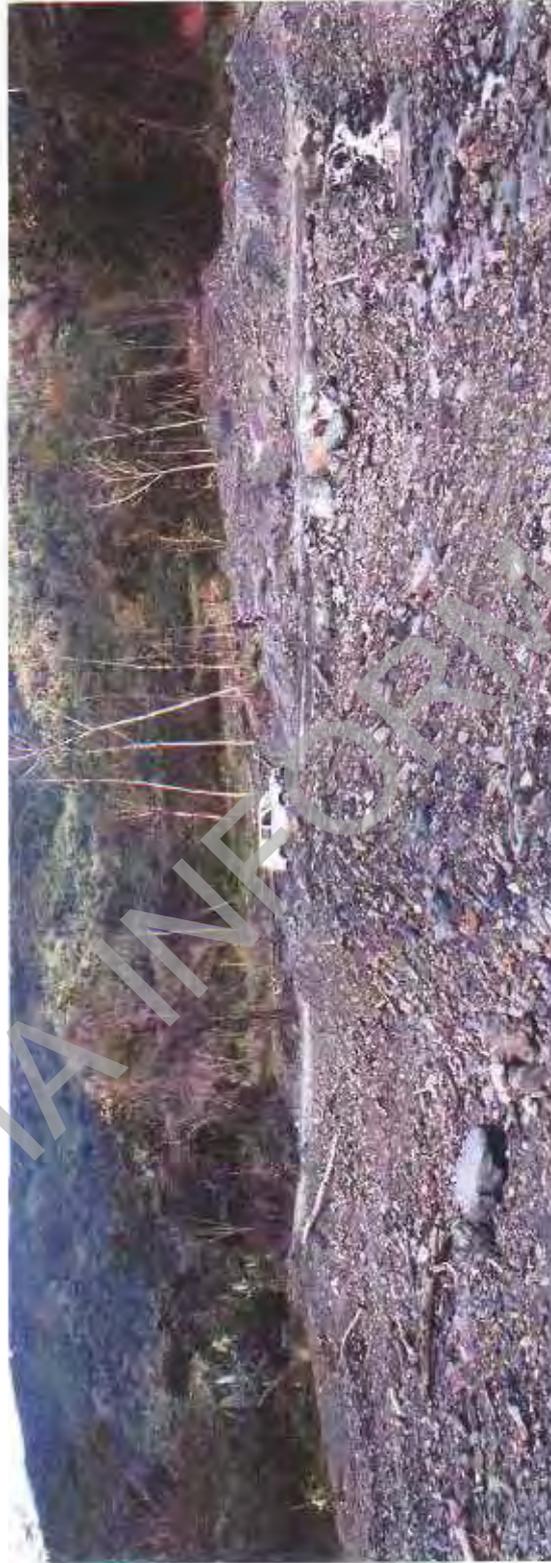


Foto N° 132 Huayco en el sector de Progreso (Cusco), carretera Quellouno-Quituni. Nótese el tipo de material de flujo esparcido en un ancho de 120 a 150 m que compromete carretera y terrenos de cultivo (frutales). Zonas críticas 21 y 22.



Foto N° 133 Deslizamiento y derrumbes en el área de la mina Cobriza. Compromete viviendas, terrenos de cultivo e instalaciones de la mina. Zona crítica 29.



Foto N° 134 Deslizamiento-flujo de Mayunmarca que ocurrió el 25 de abril de 1974 y desapareció al poblado de Mayunmarca, ocasionando la muerte de 500 personas, el represamiento del río Mantaro y la destrucción de 10 km de la carretera Huancaayo-Ayacucho. Zona crítica 37.



Foto N° 135 Zona de deslizamientos, derrumbes y flujos en el sector de Quito Arma, entre la quebrada Pajulla y el río Quito Arma. Zona crítica 41.



Foto N° 136 Huayco en la quebrada Llipauno, su reactivación con lluvias excepcionales puede provocar daños en la bocatoma de la C.H. de San Gabán (Dist. Olaechea, Prov. Carabaya-Puno). Zona crítica 14.