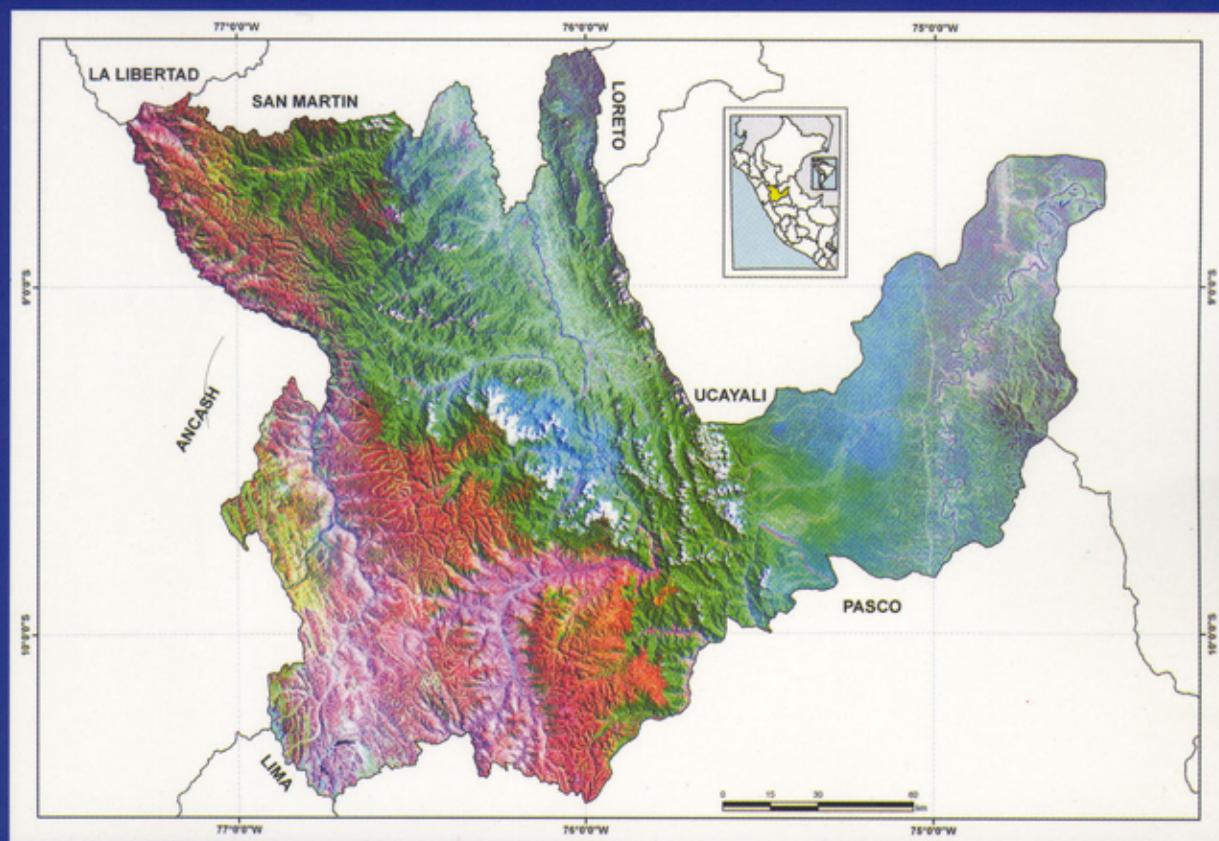


Estudio de Riesgos Geológicos en la Región Huánuco

Boletín N° 34 Serie C
Geodinámica e Ingeniería Geológica



Por:

Bilberto Zavala Carrión
Manuel Vílchez Mata



Dirección de Geología Ambiental

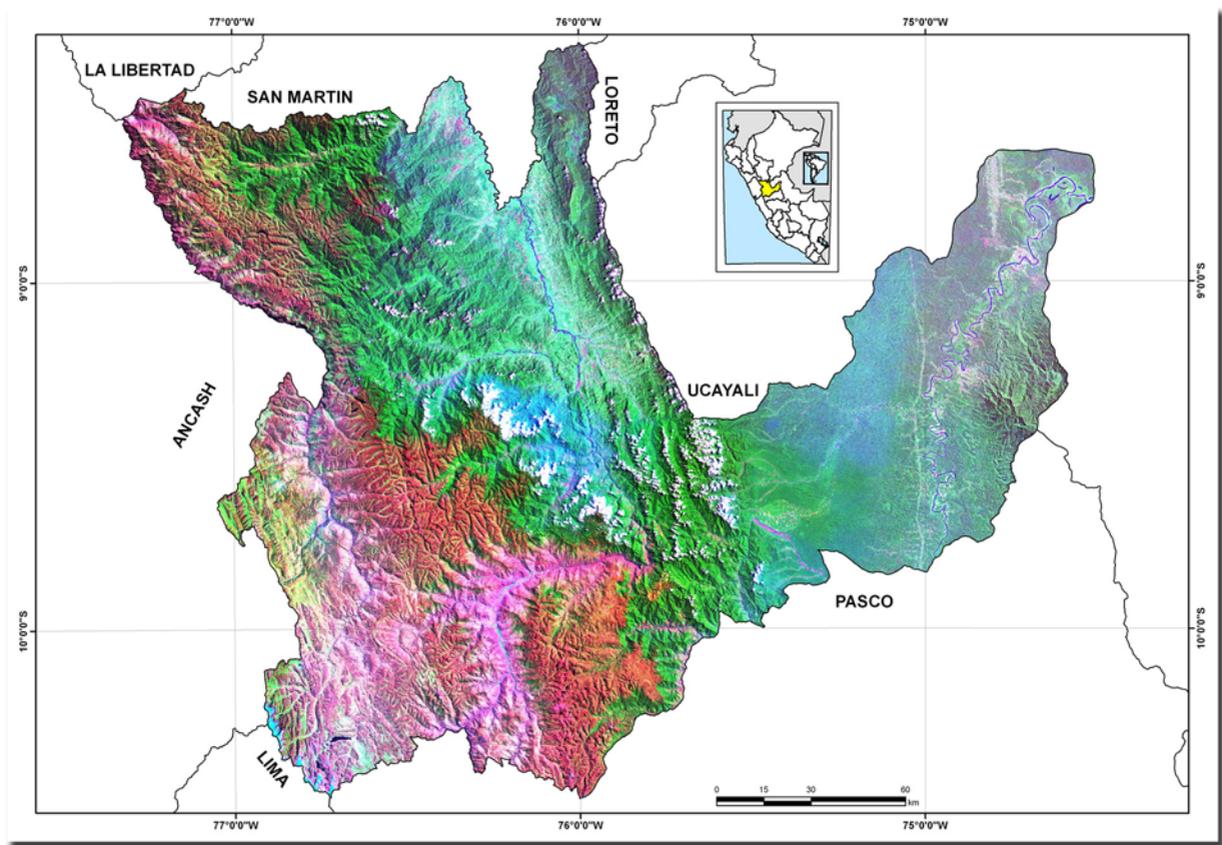
Institución Geocientífica al Servicio del País

Lima-Perú
2006

Estudio de Riesgos Geológicos en la Región Huánuco

Boletín N° 34 Serie C

Geodinámica e Ingeniería Geológica



Por:

Bilberto Zavala Carrión

Manuel Vílchez Mata



Dirección de Geología Ambiental

Institución Geocientífica al Servicio del País

Lima-Perú
2006

GEODINÁMICA E INGENIERÍA GEOLÓGICA
N° 34, Serie C, 2006

Hecho el Depósito Legal N° 2006-11366
Razón Social: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico
(INGEMMET)
Domicilio: Av. Canadá N° 1470, San Borja, Lima-Perú
Primera Edición, INGEMMET 2006
Se terminó de imprimir el 30 de diciembre del año 2006 en
los talleres de INGEMMET

© **INGEMMET**

Derechos Reservados. Prohibida su reproducción

Presidente del Consejo Directivo: Ing. Víctor Lay Biancardi
Director Ejecutivo: Dr. José Macharé Ordóñez
Director Geocientífico: Dr. Víctor Carlotto Caillaux

Comité Editor: José Macharé O., Víctor Carlotto C., Lionel
Fidel S., Hernando Núñez del Prado, Humberto Chirif R.,
Francisco Herrera R.

Unidad encargada de la edición: Oficina de Relaciones
Institucionales y Cooperación

Corrección Geocientífica: Víctor Carlotto C., Lionel Fidel S.
Digitalización y SIG: César Egocheaga D.
Revisión de mapas: José Cárdenas R.
Corrección gramatical y de estilo: Jorge Reyes
Diagramación: Zoila Solis

Referencia bibliográfica

Zavala, B.; Vílchez, M. 2006, Estudio de Riesgos
Geológicos en la Región Huánuco.
INGEMMET, Serie C. Geodinámica e Ingeniería Geológica,
N° 34, 174p., 5 mapas escala 1:900 000, y 11 mapas escala
1:300 000.

Portada: Área geográfica cubierta por el estudio

Contenido

RESUMEN	1
CAPÍTULO I	5
INTRODUCCIÓN	5
Bilberto Zavala Carrión	5
CAPÍTULO II	9
MARCO GEOGRÁFICO	9
Manuel Vilchez Mata	9
CAPÍTULO III	15
CONTEXTO CLIMÁTICO	15
Manuel Vilchez Mata	15
CAPÍTULO IV	27
CONTEXTO HIDROLÓGICO E HIDROGEOLOGICO	27
Bilberto Zavala Carrión & Manuel Vilchez Mata	27
CAPÍTULO V	33
CONTEXTO GEOMORFOLÓGICO	33
Bilberto Zavala Carrión	33
CAPÍTULO VI	49
CONTEXTO LITOLÓGICO ESTRUCTURAL	49
Manuel Vilchez Mata & Bilberto Zavala Carrión	49
CAPÍTULO VII	55
EVALUACIÓN DE PELIGROS	55
Bilberto Zavala Carrión, Manuel Vilchez Mata & Walter Pari Pinto	55
CAPÍTULO VIII	133
SUSCEPTIBILIDAD A LOS PELIGROS	133
Bilberto Zavala Carrión	133
CAPÍTULO IX	139
EVALUACIÓN DE LAS AMENAZAS	139
Bilberto Zavala Carrión	139
CAPÍTULO X	143
VULNERABILIDAD EN LA REGIÓN Y ZONAS CRÍTICAS	143
Bilberto Zavala Carrión & Manuel Vilchez Mata	143
CONCLUSIONES	169
BIBLIOGRAFÍA	171

RELACIÓN DE MAPAS E ILUSTRACIONES

Mapa escala 1: 900 000

Mapa N° 1	Isoyetas de precipitación acumulada en el período lluvioso septiembre-mayo en la Región Huánuco.
Mapa N° 2	Isoyetas de Precipitación en el período El Niño 1997-1998 en la región de Huánuco.
Mapa N° 9	Distribución de Aceleraciones para un período de retorno de 30 años en la región Huánuco.
Mapa N° 10	Distribución de Aceleraciones para un período de retorno de 50 años en la región Huánuco.
Mapa N° 11	Distribución de Aceleraciones para un período de retorno de 100 años en la región Huánuco.

Mapa escala 1: 300 000

Mapa N° 3	Cobertura Vegetal y Uso de Suelo.
Mapa N° 4	Mapa Hidrogeológico.
Mapa N° 5	Mapa Geomorfológico.
Mapa N° 6	Mapa de Pendientes.
Mapa N° 7	Mapa Litológico-estructural.
Mapa N° 8	Inventario de Peligros Geológicos.
Mapa N° 12	Susceptibilidad a los Movimientos en Masa.
Mapa N° 13	Susceptibilidad a las Inundaciones y Erosión Fluvial.
Mapa N° 14	Amenaza por Movimientos en Masa con Lluvias Normales.
Mapa N° 15	Amenaza por Movimientos en Masa con Presencia de El Niño.
Mapa N° 16	Zonas Críticas por Peligros Geológicos y Geohidrológicos.

Figuras

Figura N° 1	Ubicación del área de estudio.
Figura N° 2	Promedios multianuales de temperaturas máximas y mínimas (período 1967-2002) de la ciudad de Huánuco.
Figura N° 3	Temperaturas promedio anual período 1963-2002, en la ciudad de Huánuco.
Figura N° 4	Precipitación promedio acumulada de cuatro estaciones en la región Huánuco.
Figura N° 5	Precipitación acumulada para la ciudad de Huánuco.
Figura N° 6	Mapa de líneas isosistas del terremoto de Satipo del 1° de noviembre de 1947.
Figura N° 7	Mapa de distribución de máximas intensidades sísmicas.
Figura N° 8	Distribución de sismos en Huánuco y perfil sísmico AB.
Figura N° 9	Mapa de zonificación sísmica del Perú.
Figura N° 10	Curva de peligro anual para la ciudad de Huánuco.
Figura N° 11	Inventario de peligros – región Huánuco
Figura N° 12	Ocurrencia de movimientos en masa.
Figura N° 13	Ocurrencias con grado de peligro alto en la región Huánuco.

Cuadros

Cuadro 2.1	Crecimiento poblacional de la ciudad de Huánuco
Cuadro 2.2	Crecimiento poblacional de la región Huánuco
Cuadro 2.3	Población por provincias en la región Huánuco
Cuadro 2.4	Población por provincias (2005)
Cuadro 2.5	Población por distritos
Cuadro 2.6	Red vial departamental
Cuadro 2.7	Población con acceso a agua, desagüe y alumbrado
Cuadro 2.8	Abastecimiento de agua
Cuadro 2.9	Conexión a servicios higiénicos
Cuadro 2.10	Tipo de alumbrado
Cuadro 3.1	Estaciones hidrometeorológicas en Huánuco
Cuadro 3.2	Climas en la región Huánuco
Cuadro 3.3	Uso actual del suelo y susceptibilidad a los movimientos en masa
Cuadro 4.1	Información hidrométrica
Cuadro 4.4	Distribución de glaciares en la región
Cuadro 4.5	Inventario de lagunas
Cuadro 4.8	Unidades hidrogeológicas y susceptibilidad
Cuadro 5.1	Geomorfología y susceptibilidad
Cuadro 5.2	Clasificación de pendientes y susceptibilidad
Cuadro 6.1	Susceptibilidad de la litología a los movimientos en masa.
Cuadro 6.2	Litología y susceptibilidad
Cuadro 7.1	Principales áreas afectadas por caídas
Cuadro 7.2	Principales áreas afectadas por deslizamientos
Cuadro 7.3	Principales áreas afectadas por flujos
Cuadro 7.4	Principales áreas afectadas por movimientos complejos
Cuadro 7.5	Principales áreas afectadas por erosión de laderas
Cuadro 7.6	Datos macrosísmicos ocurridos en Huánuco y área de influencia sísmica
Cuadro 7.7	Clasificación de la sismicidad
Cuadro 7.8	Criterios para la identificación de llanuras inundables
Cuadro 7.9	Principales áreas afectadas por inundaciones
Cuadro 7.10	Principales áreas afectadas por erosión fluvial
Cuadro 7.11	Cronología de principales peligros geológicos y geohidrológicos ocurridos en la región Huánuco
Cuadro 8.1	Ponderación de las variables en el análisis de susceptibilidad a los movimientos en masa
Cuadro 8.2	Grados de susceptibilidad
Cuadro 8.3	Grados de susceptibilidad a los movimientos en masa
Cuadro 8.4	Ponderación de las variables en el análisis de susceptibilidad a las inundaciones
Cuadro 8.5	Unidades geomorfológicas y susceptibilidad a las inundaciones

Cuadro 8.6	Pendientes y susceptibilidad a las inundaciones
Cuadro 8.7	Susceptibilidad a las inundaciones – región Huánuco
Cuadro 9.1	Factor detonante: Precipitación acumulada en años normales y con presencia de El Niño
Cuadro 9.2	Factor detonante: Sismicidad
Cuadro 9.3	Rangos de valores obtenidos-grados de amenaza obtenidos
Cuadro 9.4	Zonación de la amenaza en la región Huánuco con precipitaciones acumuladas en años normales
Cuadro 9.5	Zonación de la amenaza en la región Huánuco con precipitaciones acumuladas El Niño 1997-1998
Cuadro 10.1	Población de la ciudad de Huánuco
Cuadro 10.2	Población de Huánuco vulnerable en áreas de peligro por movimientos en masa
Cuadro 10.3	Nivel educativo de la población de Huánuco
Cuadro 10.4	Nivel de analfabetismo total
Cuadro 10.5	Zonas críticas por peligros geológicos en la provincia de Ambo
Cuadro 10.6	Zonas críticas por peligros geológicos en las provincias de Dos de Mayo y Huacaybamba
Cuadro 10.7	Zonas críticas por peligros geológicos en la provincia de Huamalíes
Cuadro 10.8	Zonas críticas por peligros geológicos en la provincia de Huánuco
Cuadro 10.9	Zonas críticas por peligros geológicos en la provincia de Lauricocha
Cuadro 10.10	Zonas críticas por peligros geológicos en la provincia de Leoncio Prado
Cuadro 10.11	Zonas críticas por peligros geológicos en la provincia de Marañón.

RESUMEN

La región Huánuco, ubicada en la vertiente oriental andina, ocupa zonas comprendidas entre la región altoandina, selva alta y selva baja, en la cual destacan tres valles o ríos interandinos principales, de oeste a este: Marañón, Huallaga y Pachitea, limitados por cordilleras abruptas, cabeceras de valles con presencia reducida de glaciares, en esta región se ubica una importante población del país.

Se extiende sobre cotas entre 80 msnm en el poblado de Honoria y 6 617 msnm en el nevado de Yerupajá, geográficamente se encuentra entre los paralelos: 14°03' y 15°24' latitud sur y los meridianos 71°07' y 69°34' longitud oeste. Ocupa un área de 36 848,85 km², y según el censo de población y vivienda del INEI 2005, su población es de 730 871 habitantes, distribuida en 11 provincias y 76 distritos. Los poblados más importantes son: Huánuco, Tingo María, Ambo, La Unión, Llata, seguido de Aucayacu, Huacrachuco, Huacaybamba, Panao, entre otros. La población está dedicada principalmente a la agricultura 51 %, comercio y servicios 26 %, y a la industria y construcción 7 %. Su población se encuentra muy dispersa, existiendo una densidad de población de 22,03 hab/km².

La base de datos sobre peligros geológicos preparada por INGEMMET en 1996, en base a la información bibliográfica y escasa comprobación de campo, registraba 86 ocurrencias de peligros geológicos y geohidrológicos. Adicionalmente con información periodística, PREDES señala en su base de datos la ocurrencia de 14 eventos desastrosos para el período 1900–1989, en los que resalta nueve inundaciones fluviales. Como resultado del inventario y cartografía de peligros a escala 1:100 000, la interpretación de fotografías aéreas de los años 1962, 1963, y algunos vuelos de 1980, así como con la ayuda de imágenes satelitales Landsat (2005), se identificaron 840 ocurrencias de peligros, presentando una mayor frecuencia los deslizamientos, derrumbes, huaycos, erosión de laderas, erosión fluvial e inundaciones.

En la infraestructura de la región, destacan la Carretera Central de penetración a la selva, que viene de Cerro de Pasco, Huánuco y que continúa a Tingo María con dirección a Pucallpa; además de carreteras de penetración que permiten el acceso a las provincias y distritos más alejados, con interconexión hacia las regiones de

Ancash, Lima, Pasco y San Martín. También existen algunas obras pequeñas de irrigación y tendidos de alta tensión interconectados a la red del Mantaro, las cuales fueron evaluadas con respecto a los peligros naturales.

La frecuencia de peligros en la región, teniendo en cuenta la variedad de climas, complejidad geológico-geomorfológica y sismicidad moderada, está marcada por la ocurrencia de inundaciones y erosión fluvial, movimientos en masa y sismos, en ese orden. Los registros históricos descritos en los reportes de emergencias en el país por el INDECI, además de la información periodística, muestran que en el siglo pasado ocurrieron inundaciones que ocasionaron daños variables en los años 1927, 1940, 1951, 1988, 1994, 1998, 1999 y 2001; asimismo, ocurrieron fenómenos de movimientos en masa como huaycos, deslizamientos, derrumbes y aluviones. Sísmicamente la región ha sido afectada por terremotos con intensidades que varían de entre VI y X grados en la escala de Mercalli Modificada y con magnitudes de hasta 7,5 Ms en la escala de Richter.

El análisis de las 840 ocurrencias de peligros geológicos y geohidrológicos inventariados en la base de datos revela que los deslizamientos ocupan el primer lugar con 32,2 %, le siguen los desprendimientos de rocas y derrumbes con 19,1 %, los flujos de detritos con 17,8 %, erosión de laderas con 13,2 %, erosión fluvial e inundaciones con 11,3 %, movimientos complejos con 5,2 %, reptaciones con 1,2 % y vuelcos. Considerando sólo los movimientos en masa, incluida la erosión de laderas (745 ocurrencias), los deslizamientos ocupan el primer lugar con 36,4 %, seguido de caídas con 21,2 %, flujos con 17,8 %, erosión de laderas con 13,2 %, movimientos complejos con 5,9 % y reptaciones de suelos con 1,3 %. Considerando los que generan o generarían daños ocasionados o probables, estos representan un 30 % del total inventariado; en orden de ocurrencia están los flujos con 74 ocurrencias, los derrumbes 52, los deslizamientos 52, las erosiones fluviales e inundaciones 50, la erosión de laderas 10, movimientos complejos 9, un alud y un vuelco de rocas.

Se prepararon los mapas temáticos para cada factor condicionante a los movimientos en masa y se ponderaron por separado con los siguientes valores: litología 35%, pendientes 25%, geomorfología 15%, hidrogeología 15% y cobertura vegetal y uso de suelo

10%. El mapa de susceptibilidad se elaboró utilizando el método de ponderación de factores, denominado también método heurístico, indirecto, cualitativo. De esta forma, se ha efectuado para la zona una estimación de la susceptibilidad a los movimientos en masa representada en cinco categorías: muy baja susceptibilidad, baja susceptibilidad, moderada susceptibilidad, alta susceptibilidad y muy alta susceptibilidad. Paralelamente se analizó la susceptibilidad a las inundaciones, utilizando como factores de análisis la geomorfología y pendiente del terreno.

Las zonas de muy alta susceptibilidad, en donde todas las condiciones del terreno son muy favorables para generar movimientos en masa, están relacionadas a áreas donde ocurrieron deslizamientos en el pasado o han ocurrido deslizamientos recientes, o se ha producido reactivaciones de los antiguos al modificarse sus taludes, ya sea como deslizamientos, derrumbes o movimientos complejos. Están concentradas en lugares donde el substrato rocoso es de mala calidad, es decir donde ocurren rocas metamórficas como esquistos, pizarras y filitas; sedimentarias como limolitas, limoarcillitas, areniscas y yeso y depósitos de vertiente tipo coluvio-deluviales, laderas con pendiente entre 15° y 45°; morfologías de montañas de moderada a fuerte pendiente; piedemontes conformados por detritos de vertiente, depósitos de deslizamiento antiguo, abanicos deluvio-coluviales y montañas de moderada pendiente; terrenos con cobertura vegetal del tipo pajonales de puna y matorral húmedo principalmente; algunas áreas deforestadas como en los valles de Pumachaca y Chinchao. Su distribución mayor está sobre el macizo del Complejo Marañón extendido con dirección noroeste-sureste en el lado occidental de la región, correspondiendo a los valles del Marañón entre Rondos y San Buenaventura y el Huallaga entre San Rafael y Chaglla, en los valles superiores del Monzón y Chontabamba.

Las zonas de alta susceptibilidad, donde la mayoría de condiciones del terreno son favorables para generar movimientos en masa están vinculadas a condiciones del substrato rocoso conformado por limolitas, limoarcillitas, areniscas, capas rojas y conglomerados, pizarras y areniscas, limolitas, limoarcillitas y carbón, en parte rocas intrusivas; montañas de moderada y fuerte pendiente, montañas y colinas estructurales. Los terrenos presentan pendientes que varían entre 15° y 25° mayormente, en algunos casos hasta 45°, piedemontes de valle, acumulaciones glaciofluviales y morrenas. Predominan los pajonales, matorrales húmedos, vegetación de zonas húmedas y áreas deforestadas como las que ocurren al oeste de Puerto Inca y Yuyapichis. Destacan en esta zona los sectores de Panao, valle del río Higuerras, sector de Huacrachuco y franjas alineadas de la Faja Subandina al este y oeste de Tingo María-Aucayacu, Codo del Pozuzo y Montaña del Sira. Colinas estructurales alineadas entre La Unión y Queropalca, en el lado occidental.

Se analizó también la susceptibilidad a las inundaciones y erosión fluvial, empleando para ello los mapas de geomorfología y pendientes. Las zonas de alta susceptibilidad corresponden a la llanura de inundación periódica a ocasional de los ríos principales en las cuencas Huallaga, entre Huácar y Santa María del Valle, valle del Monzón, Tingo María, Aucayacu aguas abajo y el río Tulumayo; los afluentes como los ríos Higuerras, Huertas y Chontabamba en la cuenca superior; el Pachitea desde el Codo del Pozuzo y río Pachitea entre Yuyapichis y su desembocadura al Ucayali, y el Marañón, con algunos sectores de la cuenca superior entre Cauri y Jesús y en el valle del río Vizcarra. Las áreas de inundación normal se ubican en el valle encajonado del Marañón, aguas abajo de Huacaybamba. Asimismo se incluyen zonas urbanas y asentamientos urbanos ubicados dentro de las áreas de inundación normal a excepcional los sectores de Huánuco, Tingo María, Huácar, Ambo, entre otros; terrenos de cultivo y vías de comunicación, incluyendo sectores de los aeropuertos de Tingo María y Huánuco. Las zonas de moderada susceptibilidad a las inundaciones corresponden a los terrenos bajos adyacentes a la llanura de inundación, conformados por terrazas; paleocauces o cauces antiguos en la llanura meándrica del río Pachitea cerca de su desembocadura al Ucayali; vertientes de suave inclinación en el sector de Codo del Pozuzo; valles fluviales y glaciares de ríos secundarios y sus cabeceras en áreas de lagunas; algunas planicies altas (La Unión). Terrenos levemente inclinados, mal drenados inundados en períodos excepcionales o por elevación de nivel freático, principalmente en las cabeceras de valles. Principalmente afectan terrenos de cultivo, áreas rurales dispersas con crecimiento de la población en los últimos años. Recurrencia ocasional a excepcional

La zonificación de la amenaza a los movimientos en masa fue analizada, además de evaluar como factor detonante el mapa de aceleraciones sísmicas esperadas para un período de retorno de 50 años, tanto las precipitaciones acumuladas para años normales como para el evento El Niño 1997-1998. En el primer caso, las zonas de muy alta amenaza están distribuidas en áreas de muy alta a alta susceptibilidad, en donde se han inventariado muchos movimientos en masa activos y antiguos. Las áreas principales se ubican en el valle del río Marañón, entre Chavín de Parí y Arancay, así como en sectores de la cuenca del Huallaga en los valles de los ríos Pumachaca y Chinchao, sector de San Rafael y entre Santa María del Valle, Molinos, Panao y Chaglla; asimismo, en zonas de alta y moderada susceptibilidad, en una franja longitudinal NNO-SSE al este de Aucayacu-Tingo María-Chaglla, con ocurrencia de precipitaciones entre 2 000 y 3 000 mm, y en una franja discontinua N-S entre Puerto Inca y Yuyapichis, con precipitaciones pluviales entre 2 000 y 3 000 mm. Las aceleraciones sísmicas consideradas son muy altas y las precipitaciones están en

el rango de 500 a 2 000 mm. Con presencia de El Niño, las zonas de muy alta amenaza, su distribución areal es mayor en el lado occidental de la región (oeste de Llata), así como en una franja en el sector central de la región (este de Huánuco y Tingo María). Incluyen en este caso los sectores de la cuenca media del río Vizcarra (entre La Unión y Tingo Chico) y entre Chavinillo, Llata, Singa, Chavín de Pariarca, Huacaybamba y Chontabamba (río Marañón), así como un sector del valle de Huacrachuco. Se encuentran también los valles medios-superiores de los ríos Pumachaca, Chinchao y Monzón, un sector importante entre Huánuco y Chaglla (en la cuenca del Huallaga), así como el sector comprendido entre Pumahuasi y Aucayacu; Otra zona importante se distribuye en una franja longitudinal NNO-SSE al este de Aucayacu-Tingo María-Chaglla, con ocurrencia de precipitaciones entre 2 000 y 3 000 mm, y en una franja discontinua NS entre Puerto Inca y Yuyapicis, con precipitaciones pluviales entre 2 000 y 3 000 mm. Las aceleraciones sísmicas consideradas son muy altas y las precipitaciones están en el rango de 1 000 a 3 000 mm (un sector aislado con concentraciones de lluvias mayores a 4 000 mm al este de Aucayacu).

Respecto al análisis de vulnerabilidad se puede manifestar que más del 51% de la población se encuentra ubicada en áreas considerados como ciudades, es el caso de Huánuco, La Unión-Ripán, Tingo María, Ambo y asentamientos urbanos como Llata, Aucayacu, Huacrachuco, las cuales han experimentado una expansión importante en las últimas décadas. Los problemas relacionados a la vulnerabilidad, son la falta de planificación y ordenamiento del territorio rural y de la expansión urbana, la cual viene ocupando áreas susceptibles a los peligros.

En este estudio se determinó la existencia de 60 zonas críticas relacionadas a peligros geológicos. Tomando como información principal la evaluación de campo realizada tanto en las obras de ingeniería no lineales, centros poblados y zonas críticas, y validando éstas en los mapas de amenaza a los movimientos en masa elaborados, se determinó, por sus características de potencialidad del peligro y vulnerabilidad asociadas, un total de 60 zonas críticas. Entre estas resaltan las áreas de: Tecte, San Rafael, San Juan de Cashayo, tramos de carretera entre Ambo y San Rafael y entre Ambo-Huácar-Yanahuanca (derrumbes, huaycos, deslizamientos y movimientos complejos); quebradas Tingoragra-Rondos, Jactay, La Florida y LLicua adyacentes a la ciudad de Huánuco (erosión en cárcavas, deslizamientos y flujos), áreas adyacentes a la localidad de La Unión y Ripan, carretera La Unión Huallanca (derrumbes y huaycos), sector Afilador-Tingo María y Aucayacu (inundaciones), localidad de Huacrachuco y carretera de acceso a ésta (huaycos), sector Pinra, Huacaybamba (deslizamientos y movimientos complejos), Las Vegas (deslizamientos y carcavamiento), Queropalca (aluviones), entre otras.

Finalmente, se emiten las conclusiones y recomendaciones generales. Es bueno resaltar que los mapas temáticos, elaborados con ayuda del GIS, son importantes como herramientas de prevención, pues proporcionan una base importante para la planificación de los mismos, que contribuyan a solucionar la problemática de los peligros naturales en la región.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

BILBERTO ZAVALA CARRIÓN

La Dirección de Geología Ambiental del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), en sus actividades de investigación de los peligros geológicos que ocurren en el territorio, programó para el período 2005-2006, la realización del estudio denominado **Riesgo Geológico en la Región Huánuco**, como parte del proyecto de investigación denominado *Estudio de Riesgo Geológico de las Regiones Ancash, Huánuco y Ucayali*, proyecto que viene a ser la continuidad de la investigación por franjas del territorio, que en años anteriores llegaron hasta el paralelo 10° de latitud sur; esta investigación estudia y evalúa la mayor cantidad de peligros geológicos e hidrogeológicos que afectan a su población, infraestructura y servicios, etc.

La presente memoria describe los resultados de los trabajos de gabinete y campo, realizados por profesionales de INGEMMET, y se pone a consideración de la comunidad científica, autoridades del Gobierno Regional, gobiernos locales y los profesionales de la región involucrados en los temas de prevención de desastres.

Se espera que este estudio contribuya al conocimiento de los aspectos del medio físico del territorio estudiado, como la geomorfología y substrato de la región, los peligros naturales en términos de inventario de peligros, evaluación de la susceptibilidad, amenaza y vulnerabilidad e impactos socio económicos a los que están sujetos las poblaciones y obras de infraestructura existentes en la región; además, sirva como una herramienta o instrumento de gestión de riesgos que coadyuve al ordenamiento del territorio, el uso del suelo y la mejor definición de políticas, programas y acciones de prevención ante los peligros naturales, incluyendo los derivados del proceso de ocupación antrópica.

OBJETIVOS

Considerando el ámbito del territorio de la región estudiada, la historia y ocurrencia de eventos geodinámicos dentro del área y los objetivos generales de la Dirección de Geología Ambiental de INGEMMET, este estudio tiene los siguientes objetivos:

- Continuar con la cartografía e inventario de peligros geológicos y geohidrológicos a nivel nacional.
- Evaluar la susceptibilidad de la región a los peligros geológicos, tales como los movimientos en masa, las inundaciones y la erosión fluvial.

- Evaluar los factores detonantes tales como la precipitación y la sismicidad de la región, que incidan en el grado de probabilidad de ocurrencia de amenazas geológicas que causen desastres.
- Evaluar la vulnerabilidad de la infraestructura existente en la región (hidroenergética, transporte, vivienda y áreas agrícolas), ante la ocurrencia de peligros geológicos e geohidrológicos, identificando las áreas críticas
- Generar información geocientífica que contribuya a la gestión del riesgo local, como instrumento de política de prevención y mitigación de los desastres, haciendo participar a las poblaciones involucradas.

ANTECEDENTES

La región Huánuco está ubicada en la vertiente hidrográfica del Amazonas y por su morfología, carácter hidroclimático y ocupación del suelo, frecuentemente es afectada por procesos de movimientos en masa, geohidrológicos y climáticos.

Existen pocos estudios e investigaciones que muestren la recurrencia de procesos de movimientos en masa e inundaciones que hayan afectado a centros poblados y sectores productivos, tratándose generalmente de informaciones de carácter periodístico.

Dentro de la región se ubican importantes poblaciones, como las ciudades de Huánuco, Tingo María, Ambo, La Unión y asentamientos urbanos con expansión en los últimos años, tal es el caso de las capitales de provincia Llata, Huacrachuco, Aucayacu, Panao, Huacaybamba, etc.; se encuentran también pequeñas obras de carácter hidroenergético como bocatomas de irrigación, líneas de transmisión eléctrica, carreteras principales y las principales actividades económicas de la región, la ganadería, agricultura, minería y turismo.

La base de datos sobre peligros de geodinámica externa «GEOEXDAT» preparada por la Dirección de Geotecnia de INGEMMET en 1996, compilando información de estudios técnicos diversos, tesis de universidades, información del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, reportes periodísticos, etc., contaba con 86 ocurrencias de peligros geológicos y geohidrológicos para la región.

Así mismo, la información periódica recopilada por PREDES, señala en una base de datos nacional, la ocurrencia de 14 eventos desastrosos para el período 1900 – 1989, en los que resalta nueve inundaciones fluviales que ocurrieron en la región Huánuco.

En las tres últimas décadas ocurrieron fuertes desastres en la región como las inundaciones en las márgenes del río Huallaga que afectaron un área urbana en la ciudad de Huánuco, algunos deslizamientos y movimientos en masa activos que constituyen los peligros naturales, principalmente en las redes viales como el deslizamiento de las Vegas en la carretera Tingo María – Pucallpa, los deslizamientos activos en los taludes de carretera entre Huánuco y Tingo María y en otras carreteras de penetración. Históricamente se tienen registros de inundaciones recientes en el valle del río Huallaga (sectores de Ambo, San Rafael, Huácar, Huánuco, Tingo María y Aucayacu), río Marañón y su afluente río Vizcarra (La Unión y Ripán), ríos Pachitea y Pozuzo (sectores de Honorita, Tournavista, Puerto Inca, Yuyapichis y Codo del Pozuzo), así como huaycos en la carretera entre Ambo y Huánuco (GOBIERNO REGIONAL DE HUÁNUCO, 2004)

Es importante mencionar que en la Región se han desarrollado importantes proyectos, dentro de los cuales destacan los Proyectos del Alto Huallaga.

METODOLOGÍA

La metodología empleada en el presente estudio se basa en los trabajos recientes de análisis y evaluación de susceptibilidad y amenaza, para lo cual fue necesario la integración de etapas de trabajo de gabinete (300 días) y campo (50 días).

El procedimiento en general se puede resumir en las siguientes etapas:

Gabinete I:

- Recopilación de información cartográfica, constituida por mapas topográficos digitales del IGN a escala 1:100 000, fotografías aéreas e imágenes satelitales; información bibliográfica sobre aspectos geodinámicos referente a peligros geológicos históricos y recientes; información hidrometeorológica, geológica, sísmica, hidrogeológica, uso de suelo e infraestructura existente en la región.
- Preparación del mapa cartográfico base utilizando cartas topográficas del IGN, preparación del modelo digital de terreno (MDT), utilizando software de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y elaboración del mapa de pendientes del terreno.

- Interpretación de fotografías aéreas, imágenes de satélite y cartas topográficas para la elaboración del mapa geomorfológico.
- Análisis de la cartografía geológica y preparación de los mapas litológico e hidrogeológico.
- Análisis de información de la sismicidad histórica de la región y preparación del mapa de aceleraciones sísmicas, con información del Instituto Geofísico de Perú.
- Preparación de mapas de cobertura vegetal y uso de suelo.

Campo:

- Cartografiado geomorfológico-geodinámico e inventario de peligros geológicos correspondiente a movimientos en masa y geohidrológicos antiguos y recientes
- Evaluación geodinámica de centros poblados y obras de infraestructura no lineales vulnerables a los peligros geológicos, e identificación de zonas críticas.
- Caracterización y verificación de unidades litológicas y unidades geomorfológicas en campo.

Gabinete II:

- Elaboración de la base de datos de peligros geológicos y geohidrológicos y preparación del mapa de inventario de ocurrencias con ayuda del GIS.
- Digitalización y composición de mapas temáticos finales de geomorfología, litología, pendientes, cobertura vegetal y uso de suelo, e hidrogeología.
- Integración de mapas temáticos y análisis de susceptibilidad de la región: elaboración de mapas de susceptibilidad a los movimientos en masa y mapa de susceptibilidad a las inundaciones.
- Validación del mapa de susceptibilidad.
- Elaboración de mapas de amenaza, utilizando como factores detonantes las precipitaciones y aceleraciones sísmicas.
- Zonificación del área y delimitación de zonas críticas.
- Elaboración de cuadros, figuras, selección de fotografías ilustrativas y redacción de memoria descriptiva del informe final.

ALCANCE Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO

El alcance principal de este estudio está relacionado al conocimiento de la geología aplicada a las amenazas geológicas, representadas en la región por los movimientos en masa; la amenazas

geohidrológicas como las inundaciones y la erosión fluvial; la evaluación de la susceptibilidad a los peligros, e información del medio físico, básica y muy útil para la prevención de desastres y para el ordenamiento territorial.

La información hidrometeorológica y sísmica es de carácter regional, al igual que los mapas topográficos digitales a escala 1:100 000 que fueron útiles para generar el modelo de elevación digital, adecuado a los objetivos del estudio. La información de fotografías aéreas fue limitada en el tiempo, contándose sólo con fotografías de los años 1962, 1963 y en escasos sectores con fotografías de 1970. Las imágenes satelitales a escala 1:100 000 en muchos casos fueron muy útiles para diferenciar procesos de movimientos en masa como deslizamientos y avalanchas de rocas con longitudes mayores a 500 m y procesos de erosión de laderas y áreas inundables.

PARTICIPACIÓN

En el presente estudio participaron los siguientes profesionales de las Direcciones de Geología Ambiental y Sistemas de Información del INGEMMET:

Geomorfología, geodinámica, cartografía e inventario de peligros¹, análisis de susceptibilidad y amenaza

Ing. Bilberto Zavala C.	Jefe de Proyecto
Ing. Manuel Vilchez M.	Asistente

Geofísica

Ing. Walter Pari P.	Ing. Geofísico
---------------------	----------------

Digitalización, composición de mapas y GIS

Ing. César Egochaga	Sistemas de Información
Tec. Willy Urbina	Sistemas de Información
Tec. Javier Hernández	Digitalización
Tec. Raúl Machaca	Digitalización

REVISIÓN

El texto del informe y los mapas temáticos fueron revisados por:

Ing. Lionel Fidel S.	Director de Geología Ambiental
Dr. Víctor Carlotto C.	Director Geocientífico
Ing. José Cárdenas R.	

¹ La cartografía de peligros en los cuadrángulos al sur de la Latitud 10° y su respectiva base de datos, fueron realizadas por los ingenieros G. Valenzuela y M. Vilchez (Ambo y Pozuzo) y L., Fidel y J., Zegarra (Yanahuanca), correspondiente al estudio «Riesgo Geológico en la Franja 4» (INGEMMET, 2006).

CAPÍTULO II

MARCO GEOGRÁFICO

MANUEL VÍLCHEZ MATA

SITUACIÓN GEOGRÁFICA

La región Huánuco está ubicada en la vertiente oriental andina, ocupando zonas entre la región altoandina (39%), selva alta y selva baja (61%), en la cual destacan tres valles interandinos principales, de oeste a este: Marañón, Huallaga y Pachitea, limitados en muchos casos por cordilleras abruptas y cabeceras de valles glaciares en el sector suroccidental con presencia reducida de glaciares.

Altitudinalmente se extiende sobre cotas que varían entre 80 msnm y 6 617 msnm en el nevado de Yerupajá, cordilleras de Huayhuash y Raura); geográficamente está comprendida entre los paralelos 14° 03' y 15° 24' de latitud sur y los meridianos 71° 07' y 69° 34' longitud oeste (ver Figura N° 1). Las localidades de Tournavista y Yuyapichis, capitales de distritos del mismo nombre en la provincia de Puerto Inca, ubicadas a 250 msnm, son las de menor altitud; en tanto que el pueblo de Queropalca, capital del distrito de Queropalca, provincia de Lauricocha, ubicado a 3 833 msnm, es el de mayor altitud.

Ocupa un área de 36 848,85 km², aproximadamente el 2,9% del territorio nacional, limita por el norte con los departamentos de San Martín y Ucayali, por el sur con Pasco y Lima, por el este con Ucayali y por el oeste con Ancash.

OCUPACIÓN ANTRÓPICA

La región Huánuco es la cuna de los vestigios más antiguos de ocupación humana del territorio peruano, como lo es el Hombre de Lauricocha, con una antigüedad aproximada de 10 000 años a.C. Desde hace 5 000 años habitaron en la región, diversas naciones como los Huánucos, los Chupachos, los Huacrachucos y los Panatahuas, que posteriormente fueron invadidos por Pachacutec, adoptando la denominación de Chinchaysuyo, e

integrándose al Imperio Inca. Sobresale la ciudad-capital Huánuco Marca, como una de las bellas y grandes ciudades del Imperio del Tahuantinsuyo y los numerosos «Caminos Inca» existentes en la región.

Dentro de la región, la población está distribuida en 11 provincias y 76 distritos, que alcanzan en general una población de 730 871 habitantes (INEI - Censo de Población y Vivienda - CPV 2005), el cual representa el 2,8% del total nacional, siendo las poblaciones más importantes Huánuco, Tingo María, Ambo, La Unión, Llata, seguido de Aucayacu, Huacrachuco, Hucaybamba, Panao, entre otros, caracterizadas por ser poblaciones dedicadas principalmente a las actividades primarias (agricultura 51 %), seguido de actividades terciarias (comercio y servicios 26%) y actividades secundarias (industria y construcción 7%).

La población en el ámbito de la región se encuentra mayormente concentrada en las urbes, existiendo una densidad de población para la región Huánuco de 19,81 hab/km² según el INEI - Censo de Población y Vivienda - 2005 (ver Cuadro N° 2.1).

Las provincias ubicadas en el lado occidental de la región, a ambos márgenes del río Alto Marañón presentan condiciones de extrema pobreza, o con características de muy pobres. Coincidentemente en la cuenca alta del Marañón existe también una alta tasa de analfabetismo rural. Corresponden a esta área, sectores de las provincias de Dos de Mayo, Huamalíes, Hucaybamba y Marañón.

La ciudad de Huánuco, capital de la región, ha tenido una alta tasa de crecimiento en este último período censal (4,4%), siendo después de Tingo María y Tocache una de las ciudades que más creció en el país. Desde 1940 hasta 1996, en 56 años, la población de la ciudad de Huánuco se incrementó en más de 10 veces, evidenciando un alto grado de urbanización (ver Cuadro 2.1).

Cuadro 2.1
Crecimiento poblacional de la ciudad de Huánuco

AÑO	1940	1961	1972	1981	1993	1994	1995	1996
Población	11 996	24 646	41 607	61 812	122 098	127 212	132 325	137 439
Crecimiento Intercensal (%)					4,4	4,0	4,0	4,0

Fuente: INADUR, 1998, a partir de datos de INEI.

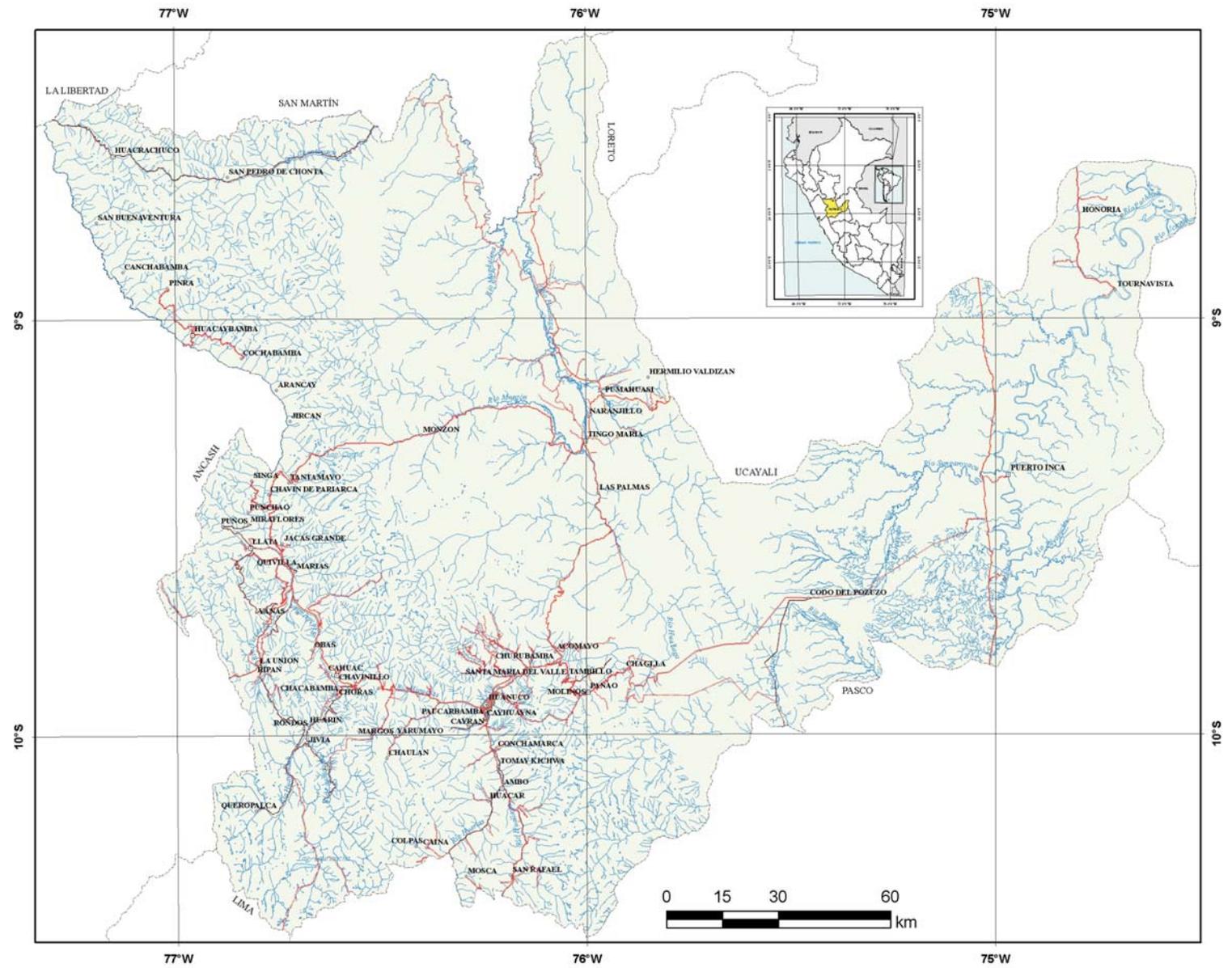


Figura N° 1 Mapa de ubicación de la región Huánuco

Esto crecimiento se produjo principalmente en el periodo entre 1981 a 1993 con la ocupación de suelos eriazos y bajo la modalidad de invasión y de asociaciones de vivienda. En 1981 sólo se contaba con menos de cinco asentamientos humanos, en 1993 aumentó a 29 y en 1996 la cantidad de asentamientos humanos fue de 35 (INADUR, 1998).

Sin embargo, la tasa de crecimiento poblacional, a nivel de región es del orden de 1,8% para el periodo 1993-2005, indicando una reducción en el valor de esta variable con respecto al periodo 1981-1993, el cual fue de 2,6 (ver Cuadro N° 2.2).

Cuadro 2.2
Crecimiento poblacional de la región Huánuco

AÑO	1940	1961	1972	1981	1993	2005
Población	234 024	328 919	414 468	484 780	654 489	730 871
Taza de Crecimiento Poblacional		1,2	1,9	1,7	2,6	1,8

Fuente : INEI

El proceso migratorio en la selva determinó el incremento acelerado de la población huanuqueña. En 1970, con el incremento del cultivo de la coca en la zona de selva, se produce un flujo inmigratorio hacia las zonas productoras de esta hoja. Desde 1990, con los programas de cultivos alternativos, la baja del precio de la coca y la lucha contra el narcotráfico y la subversión, la población de las zonas cocaleras emigra hacia la ciudad de Huánuco. Las tendencias de crecimiento de la población se estiman aceleradas en las

próximas décadas, debido principalmente al crecimiento natural y a las inmigraciones internas. Considerando que existen dos centros urbanos de atracción para la mano de obra: Huánuco y Tingo María.

Se estima que en la actualidad esta tendencia se acrecienta, concentrando la población en dos ó tres ciudades más importantes: Huánuco, Tingo María y Aucayacu. No sucede igual en las nueve capitales provinciales restantes, y mucho menos en las capitales distritales. De manera que el patrón urbano de crecimiento que tiene lugar en el ámbito departamental, es macrocefálico, con la ciudad de Huánuco a la cabeza y sin mayores centros intermedios compensatorios, excepto la ciudad de Tingo María.

Las provincias de Huánuco, Huamalíes y Leoncio Prado presentan las concentraciones más altas de población, representando el 59,35% del total del departamento (ver Cuadro 2.3).

La mayor densidad poblacional se encuentra en las provincias de Huánuco, Yarowilca y Ambo, con 62,11; 51,12 y 34,53 hab/km² respectivamente; así mismo, la menor densidad poblacional se encuentra en las provincias de Puerto Inca y Marañón, con 3,20 y 5,15 hab/km². La población se distribuye en 1 641 centros poblados, de los cuales 50 conforman la ciudad de Huánuco.

En conjunto la población de las provincias de Huánuco y Leoncio Prado representa el 49,94% de la población total de la región. Las provincias de Ambo, Humalíes y Pachitea se encuentran en el segundo rango poblacional de 50 mil a 100 mil habitantes, mientras que las restantes 6 provincias se encuentran en el rango de menos de 50 mil habitantes (ver Cuadro 2.4).

Cuadro 2.3
Población por provincias en la región Huánuco

Dominio Geográfico	Superficie		Población				Densidad Hab/km ² (2005)
	km ²	%	1981	1993	1996	2005	
Departamento de Huánuco	36 886,70	100	490 879	654 489	717 673	730 871	19,81
Puerto Inca	9 913,90	26,9	11 438	32 405	40 507	31 748	3,2
Huánuco	4 091,70	11,1	137 859	223 339	252 493	254 133	62,11
Leoncio Prado	4 953,00	13,4	80 384	97 931	103 316	110 858	22,38
Marañón	4 801,50	13	33 319	20 106	20 603	24 734	5,15
Huanalíes	3 144,50	8,5	52 570	56 119	57 668	68 809	21,88
Pachitea	2 630,00	7,1	32 017	46 162	52 005	51 861	19,72
Lauricocha	1 880,10	5,1	27 134	31 988	33 333	32 626	17,35
Huacaybamba	1 734,70	4,7	14 209	17 719	18 708	19 876	11,46
Ambo	1 581,00	4,3	41 423	55 942	61 109	54 588	34,53
Dos de Mayo	1 388,00	3,8	33 543	39 806	42 385	42 825	30,85
Yarowilca	759,3	2,1	26 983	32 972	35 546	38 813	51,12

Fuente: INEI, Censo de Población y Vivienda 2005.

Cuadro 2.4
Población por provincias (2005)

Rango	Provincia	Población	Porcentaje (%)
> 100 000 habitantes	Huánuco	254 133	34,77
	Leoncio Prado	110 858	15,17
Entre 50 000 y 100 000 habitantes	Ambo	54 588	7,47
	Huamalies	68 809	9,41
	Pachitea	51 861	7,1
< 50 000 habitantes	Dos De Mayo	42 825	5,86
	Huacaybamba	19 876	2,72
	Marañón	24 734	3,38
	Puerto Inca	31 748	4,34
	Lauricocha	32 626	4,46
	Yarowilca	38 813	5,31

Fuente: INEI, Censo de Población y Vivienda 2005.

En el contexto distrital, los distrito de Huánuco, Amarilis y Rupa Rupa (Tingo María) son los que concentran mayor población, representando en conjunto el 26% del total de la región. Los distritos que registran la menor población son Queropalca y Quivilla, con tan solo 849 y 1231 habitantes, respectivamente (ver Cuadro 2.5).

Cuadro 2.5
Población por distritos

Rango	Provincia	Población	Porcentaje (%)
Mas de 50,000 habitantes	Huánuco	72 642	9,94
	Amarilis	67 346	9,21
	Rupa-Rupa	52 463	7,18
20 y 50 mil habitantes	Chinchao	25 721	3,52
	Pillco Marca	21 017	2,88
	José Crespo y Castillo	30 007	4,11
10 000 a 20 000	12 distritos	176 518	24,15
5 000 a 10 000 habitantes	29 distritos	199 685	27,32
1 000 a 5 000 habitantes	28 distritos	84 623	11,58
Menos de 1 000 habitantes	Queropalca	849	0,12
Total	76 distritos	730 871	100

Fuente: INEI, Censo de Población y Vivienda 2005.

La población por sexos está distribuida de la siguiente manera, 370 446 habitantes de sexo masculino, representan el 50,69% y 360 425 habitantes de sexo femenino, que representa el 49,31% de la población.

INFRAESTRUCTURA MAYOR

Red Vial Terrestre

La articulación vial inter e intraregional es deficiente, esto se evidencia en la existencia de una sola vía en condiciones aceptables, la Carretera Central de 279 km, que en forma lenta y progresiva se viene deteriorando.

La red vial total alcanza a 1 627,02 km, de los cuales el 10,8% es asfaltada, 21,3% (carreteras central y marginal de la selva), es afirmada, el 10,8% sin afirmar y 57,1% es trocha carrozable. En este aspecto debe resaltarse la existencia de tres sistemas de carreteras: ruta nacional, ruta departamental y ruta vecinal. (Ver Cuadro 2.6).

La ruta nacional comprende 661 km, de los cuales el 42,2% es asfaltada, 45,7% afirmada, 7,0% sin afirmar y el 5,1% es trocha carrozable; y está representada básicamente por la carretera central y Huánuco – La Unión.

La ruta departamental tiene una longitud de 392 km, de la cual el 77,8% es afirmada, 59,2% sin afirmar y 20,9% trocha carrozable. A estas vías convergen otras rutas de carácter vecinal que en su mayoría son de penetración que permiten integrar a los pueblos del interior con la economía regional.

Finalmente, la ruta vecinal está representada por 1 573,42 km de longitud, de los cuales el 0,3% es asfaltada (carretera Huánuco al Aeropuerto), 11,4% afirmada, 0,3% sin afirmar y el 88,0% a nivel de trocha.

Aeropuertos

En el ámbito departamental se cuenta con tres aeropuertos en funcionamiento ubicados en Huánuco, Tingo María y Puerto Inca. Según sus características técnicas, sólo son aptos para aviones Fokker-28, con excepción del aeropuerto de Puerto Inca donde pueden aterrizar avionetas y aviones búfalos de carga.

Como se puede apreciar los servicios de aeropuertos son totalmente deficientes, lo que limita el acceso de aviones de mayor capacidad (máximo 40 pasajeros), lo cual tiene efecto directo en la dinámica económica de la zona, fundamentalmente en el aspecto turístico.

Energía

La empresa de servicio público de electricidad es Electrocentro S.A.; suministra energía eléctrica comprando energía de la subtransmisión asociada a la interconexión al Sistema Interconectado Centro Norte (SICN) y de otros sistemas eléctricos asociados.

Cuadro 2.6
Red vial departamental

Sistemas de carreteras	Long. Total (km)	Tipos de superficie de rodadura							
		Asfaltada	%	Afirmada (km)	%	Sin afirmar	%	Trocha	%
Nacional	661,6	279,06	42,2	302,54	45,7	46,3	7	33,7	5,1
Departamental	392	0	0	77,8	19,8	232,1	59,2	82,1	20,9
Vecinal	1 573	5	0,3	179,4	11,4	5	0,3	1 384	88
Total	2 767	284,06	10,8	559,74	21,3	283,4	10,8	1 500	57,1

Fuente: Dirección de Caminos, MTC (2000).

De acuerdo a la información de dicha empresa:

- La capacidad instalada en el departamento de Huánuco del SICN es de 28,3 MVA, pero sólo se utiliza 8,5 MVA aproximadamente.
- La estructura de mercado en Huánuco es la siguiente: doméstico 60%, Industrial 8%, Comercial 19%, General 4% y Público 9%

INFRAESTRUCTURA BÁSICA

Servicios de agua, alcantarillados y electrificación

Hasta el año 2000, la cobertura de los servicios básicos de agua potable, saneamiento y electrificación en el ámbito departamental, mostraban un acceso del 41,2 %, 37,1 % y 31,6 %, respectivamente (ver Cuadro 2.7):

Cuadro 2.7
Población con acceso a agua, desagüe y alumbrado

Ámbito	Agua potable (%)	Saneamiento (%)	Electrificación (%)
Nacional	70,6	63,5	73,5
Departamental	41,2	37,1	31,6

Fuente: Indicadores Básicos Nacionales - Ministerio de Salud 2001.

Datos más recientes del INEI obtenidos en el censo de población y vivienda 2005 para la región, señalan un total de 205 409 viviendas construidas con diferentes materiales, donde se incluye material noble, adobe, tapial y madera; de éstas sólo 52 872 viviendas cuentan con servicios de agua instalados dentro de su vivienda, 7 596 viviendas lo tienen fuera del predio, mientras que las restantes obtienen agua por medio de pilas de uso público, pozos, acequias, manantiales y ríos (ver Cuadro 2.8).

El número de viviendas que tienen acceso a los servicios higiénicos conectados a una red pública dentro de la vivienda es de 41 526,

mientras que el resto utiliza posos sépticos, letrinas, o las conexiones van hacia ríos o acequias (ver Cuadro 2.9).

Cuadro 2.8
Abastecimiento de agua

Categorías	Casos	%
Red pública dentro de la vivienda	52,872	34,11
Red pública fuera de la vivienda, pero dentro del edificio	7,596	4,9
Pilón de uso público	11,578	7,47
Camión-cisterna u otro similar	1,169	0,75
Pozo	13,613	8,78
Río, acequia, manantial o similar	65,156	42,03
Otro	3,04	1,96
Total	155,024	100
No precisado	50,385	

Fuente: INEI – CPV 2005

Cuadro 2.9
Conexión a servicios higiénicos

Categorías	Casos	%
Red pública dentro de la vivienda	36,507	23,55
Red pública fuera de la vivienda pero dentro del edificio	5,019	3,24
Pozo séptico	9,215	5,94
Pozo ciego o negro / letrina	39,087	25,21
Río, acequia o canal	6,168	3,98
No tiene	59,028	38,08
Total	155,024	100
No precisado	50,385	

Fuente: INEI – CPV 2005

Las viviendas con acceso a alumbrado público y electricidad son 61 095, el resto utilizan otros combustibles como el kerosene, petróleo, velas y generadores (ver Cuadro 2.10).

Cuadro 2.10
Tipo de alumbrado

Categorías	Casos	%
Electricidad	61,095	39,41
Kerosene (mechero / lamparín)	59,355	38,29
Petróleo / gas (lámpara)	1,39	0,9
Vela	30,267	19,52
Generador	643	0,41
Otro	1,558	1,01
No tiene	716	0,46
Total	155,024	100
No precisado	50,385	

Fuente: INEI – CPV 2005

CAPÍTULO III

CONTEXTO CLIMÁTICO

MANUEL VÍLCHEZ MATA

MARCO CLIMÁTICO GENERAL

Perú, por su ubicación geográfica, debería de tener un clima tropical con precipitaciones abundantes, temperaturas altas y vegetación exuberante; sin embargo, la presencia de la Cordillera de los Andes, la Corriente Peruana y el Anticiclón del Pacífico Sur, dan lugar a climas diversificados en las tres regiones naturales.

A diferencia de la Costa, de escasa precipitación, que bordea los 50 mm en promedio total anual (con excepciones en la zona norte del país que sobrepasa los 500 mm en los años de ocurrencia del fenómeno El Niño), en la Sierra el clima es variado, de características locales que dependen del relieve. Las temperaturas dependen de la altitud del lugar y las precipitaciones varían entre límites extremos que van de 100 hasta 1 000 mm al año. A pesar de su cercanía al ecuador, en la sierra es posible encontrar una región con clima de tundra seca de alta montaña sin vegetación y de nieve perpetua de alta montaña.

En la Cordillera de los Andes, ocurre un clima frío con lluvias de verano, este tipo de clima depende exclusivamente de la altura y de las ramificaciones orográficas a las cuales se adapta. Los valles interandinos presentan un clima templado, con precipitaciones durante el verano, pero menores a las registradas en las vertientes orientales.

La Selva es la región más húmeda del territorio, con precipitaciones que fluctúan entre 1 500 y 4 000 mm/año, y una escorrentía media anual entre 300 y 500 mm/año. En algunos años las lluvias alcanzan alrededor de los 5 000 mm/año. La región de la Selva Alta tiene un clima templado con lluvias en verano, mientras que las llanuras del Amazonas y sus tributarios son dominados por el clima de selva tropical, permanentemente húmedo y cálido, este clima comprende a la parte noroeste de Huánuco y la zona del Huallaga Central.

La región Huánuco, con una altitud que varía entre 80 y 6 617 msnm, se caracteriza por un clima cálido, templado y seco, con una temperatura promedio de 19,8 °C, en verano llega a 24° C y en tiempo de lluvia, de diciembre a abril, alcanza 18° C.

ESTACIONES CLIMÁTICAS

Se tiene conocimiento de la existencia de una red de estaciones meteorológicas en la región Huánuco, con un total de 23 estaciones operadas por SENAMHI, muchas de las cuales están desactivadas y otras son operadas por CORPAC S.A, sin embargo, sólo se contó con información restringida de 5 estaciones que permitieron evaluar la precipitación y la temperatura en zonas puntuales. (ver Cuadro 3.1).

Cuadro 3.1
Estaciones hidrometeorológicas en Huánuco

Estación	Categoría	Provincia	Distrito
La Morada	Climatológica ordinaria	Marañón	Huacaybamba
Aucayacu	Climatológica ordinaria	L. Prado	J. Crespo y C.
Jacas Chico	Pluviométrica	Dos de Mayo	Jacas Chico
Carpish	Pluviométrica	Huánuco	Chinchao
Tournavista	Climatológica ordinaria	Pachitea	Honoría
Cachilate	Climatológica ordinaria	Huamalíes	Monzón
Tulumayo	Climatológica ordinaria	L. Prado	D. Alomías
Tulumayo	Pluviométrica	L. Prado	D. Alomías
Tingo María	Climatológica sinóptica	L. Prado	Rupa Rupa
Tingo María	Climatológica ordinaria	L. Prado	Rupa Rupa
Llata	Climatológica ordinaria	Huamalíes	Llata
Huallanca	Climatológica ordinaria	Dos de Mayo	Huallanca
Panao	Climatológica ordinaria	Pachitea	Molino
Hco. Agropecuaria	Climatológica ordinaria	Huánuco	Huánuco

Estación	Categoría	Provincia	Distrito
Hco. Corpac	Climatológica sinóptica	Huánuco	Huánuco
Ambo	Climatológica ordinaria	Ambo	Ambo
San Rafael	Climatológica ordinaria	Ambo	San Rafael
Pozuzo	Climatológica ordinaria	Pachitea	Pozuzo
Aguas Calientes	Climatológica	Pachitea	Honoría
Azúl	Climatológica	L. Prado	H. Valdizán
Margarita	Pluviométrica	L. Prado	H. Valdizán
Porvenir	TP	L. Prado	H. Valdizán
La Unión	Climatológica ordinaria	Dos de Mayo	La Unión

Fuente: SENAMHI

RÉGIMEN DE TEMPERATURAS

Los regímenes de temperaturas promedio para la región Huánuco es como sigue:

- Octubre a diciembre: 20,88 °C
- Enero a marzo: 21,60 °C
- Abril a junio: 20,72 °C
- Julio a septiembre: 19,48 °C.

Para ciudades importantes como Huánuco, la media anual de temperatura máxima para el período 1963-2002 es de 26,63 °C y

la media anual de temperatura mínima para el mismo período es de 12,83 °C; en Tingo María la media anual de temperatura máxima para el período 1954-1991 es de 30,5 °C y la mínima de 18,7 °C.

Así mismo, del análisis de temperaturas realizado para la ciudad de Huánuco, se puede decir que, de los promedios multianuales para el período 1967-2002, la temperatura mínima promedio ocurre en julio con 9,76 °C y la temperatura máxima en noviembre con 27,27 °C, (Fig. N° 2). La temperatura promedio máxima en el período 1963-2002, fue registrado en el año 1998 con 27,9 °C y la temperatura promedio mínima en el año 1966 con 10,8 °C.

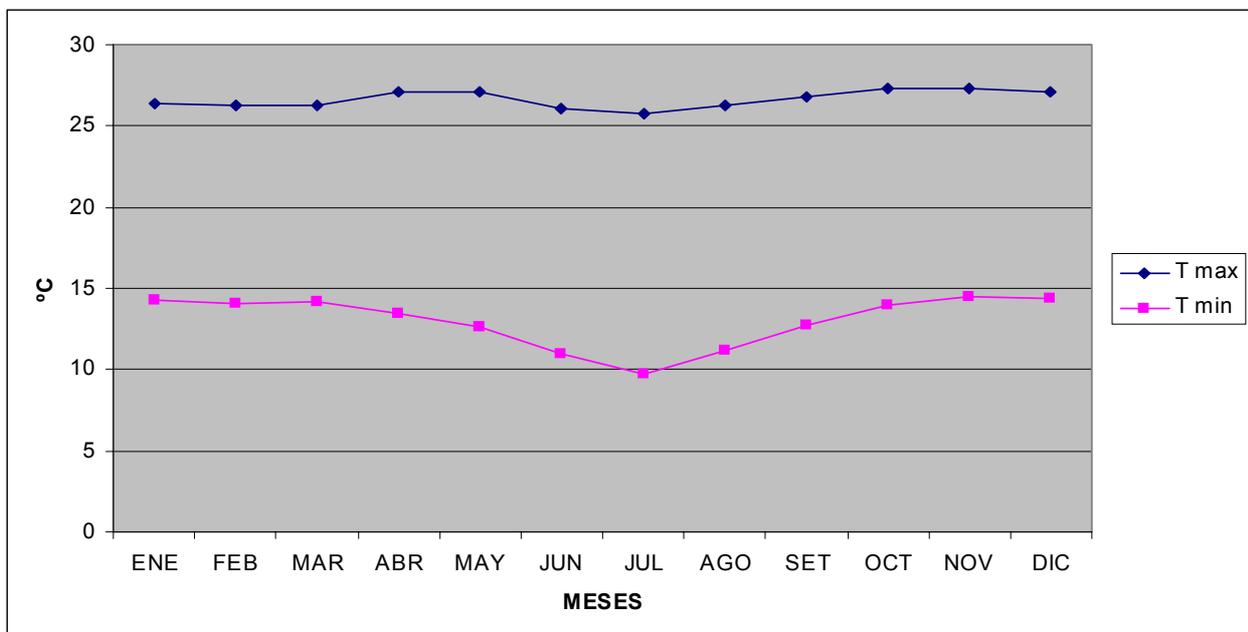


Fig N° 2 Promedios multianuales de temperaturas máximas y mínimas, período 1967-2002, de la ciudad de Huánuco

Fuente: CORPAC S.A.

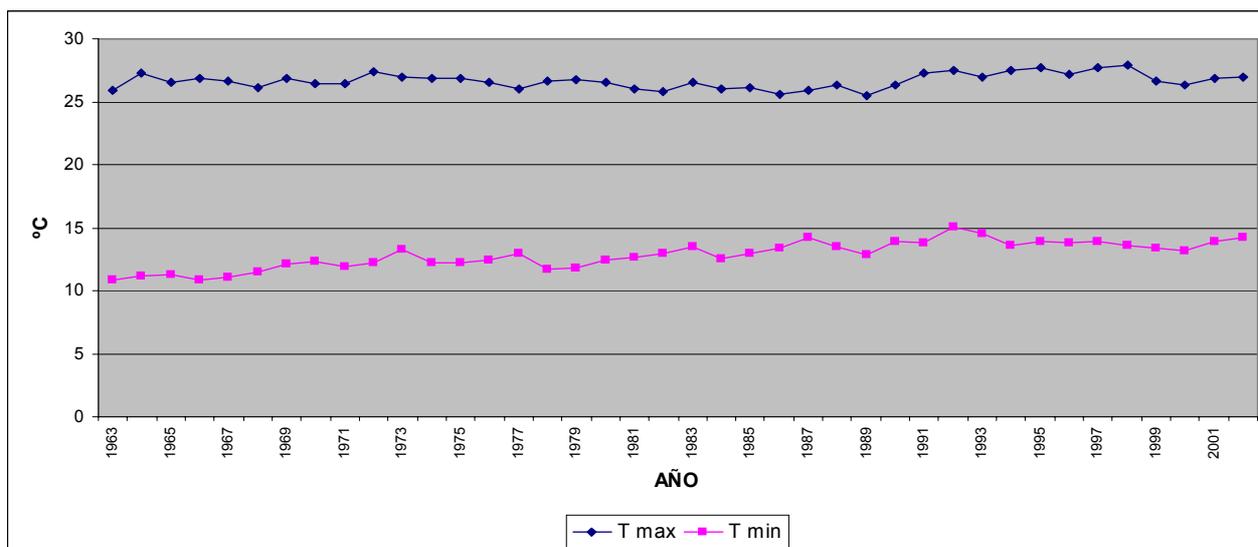


Fig. Nº 3 Temperaturas promedio anual para el período 1963-2002, en la ciudad de Huánuco

REGIMEN DE PRECIPITACIONES

Realizar un análisis pluviométrico en la región Huánuco en detalle no ha sido posible, ya que sólo se contó con datos pluviométricos de cuatro estaciones operadas por SENAMHI, con registros de períodos de 1979 a 1994, y de una estación operada por CORPAC S.A. ubicada en la ciudad de Huánuco.

Para ciudades importantes como Huánuco, la precipitación media acumulada anual para el período 1962-1991 fue de 369,2 mm y en Tingo María para el período 1951-1991 fue de 3 472,8 mm.

En la Figura Nº 4 se muestra la variación anual de precipitaciones promedio acumuladas durante el período 1979-1994, en las

estaciones de Huánuco, Cayhuayna, San Rafael, Ambo y Yanahuanca, y en la Figura Nº 5 la variación de la precipitación acumulada en la ciudad de Huánuco, para el período 1962-2002; se considera el período lluvioso septiembre-mayo, en donde se observa que la mayor precipitación se produjo en el período 1998-1999 con 717,5 mm.

El Mapa Nº 1 muestra la distribución de isoyetas de precipitación para el período lluvioso, (septiembre-mayo), y el Mapa Nº 2 la distrución de precipitaciones para el evento El Niño 1997-98, ambos elaborados por el SENAMHI.

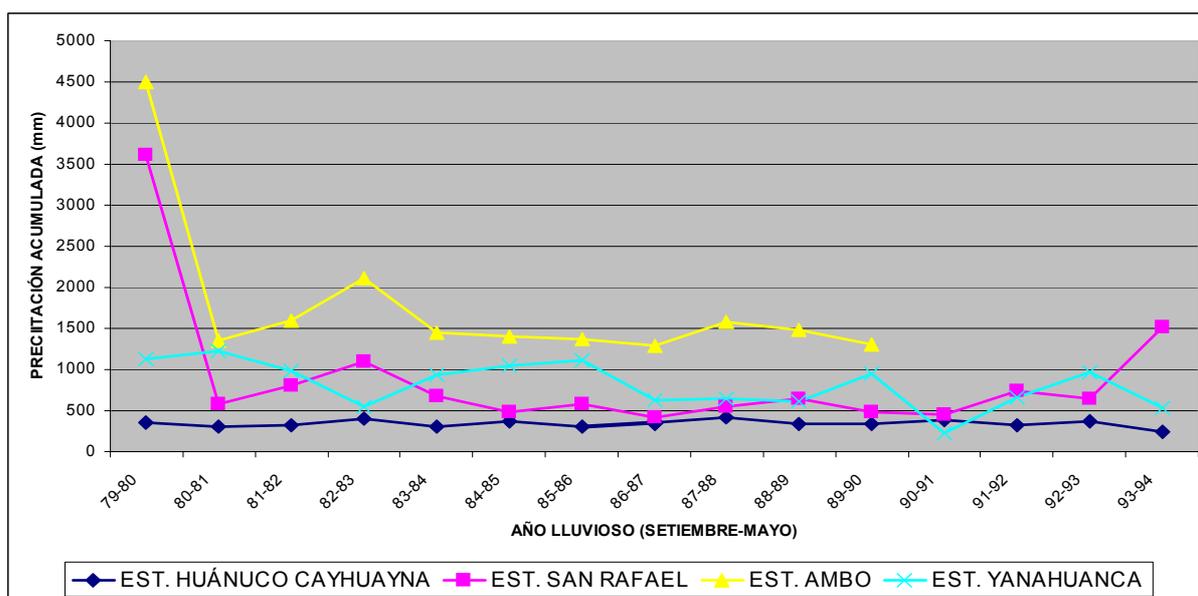


Fig Nº 4 Precipitación promedio acumulada de cuatro estaciones en la región Huánuco. (Fuente: SENAMHI).

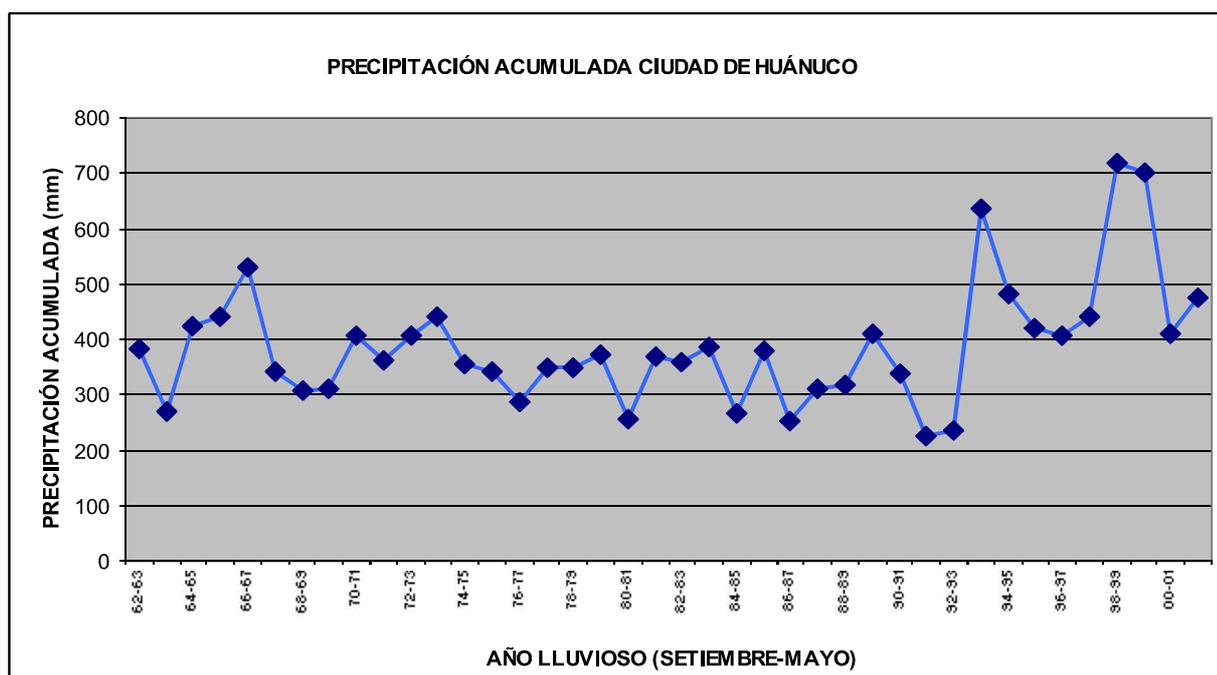


Fig Nº 5 Precipitación acumulada para la ciudad de Huánuco. (Fuente: CORPAC S.A.)

HUMEDAD RELATIVA

La humedad relativa media para la región de Huánuco presenta los siguientes valores:

- Octubre a diciembre: 73,00 %
- Enero a marzo: 66,33 %
- Abril a junio: 65,00 %
- Julio a septiembre: 67,66 %

CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA

Se usó la clasificación climática de Thornthwaite para diferenciar los climas presentes en la región Huánuco. Este método destaca las zonas que por su extensión y relieve topográfico presentan características climáticas peculiares, se han diferenciado 14 tipos de climas, cuyas características se resumen en el Cuadro 3.2.

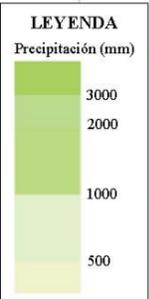
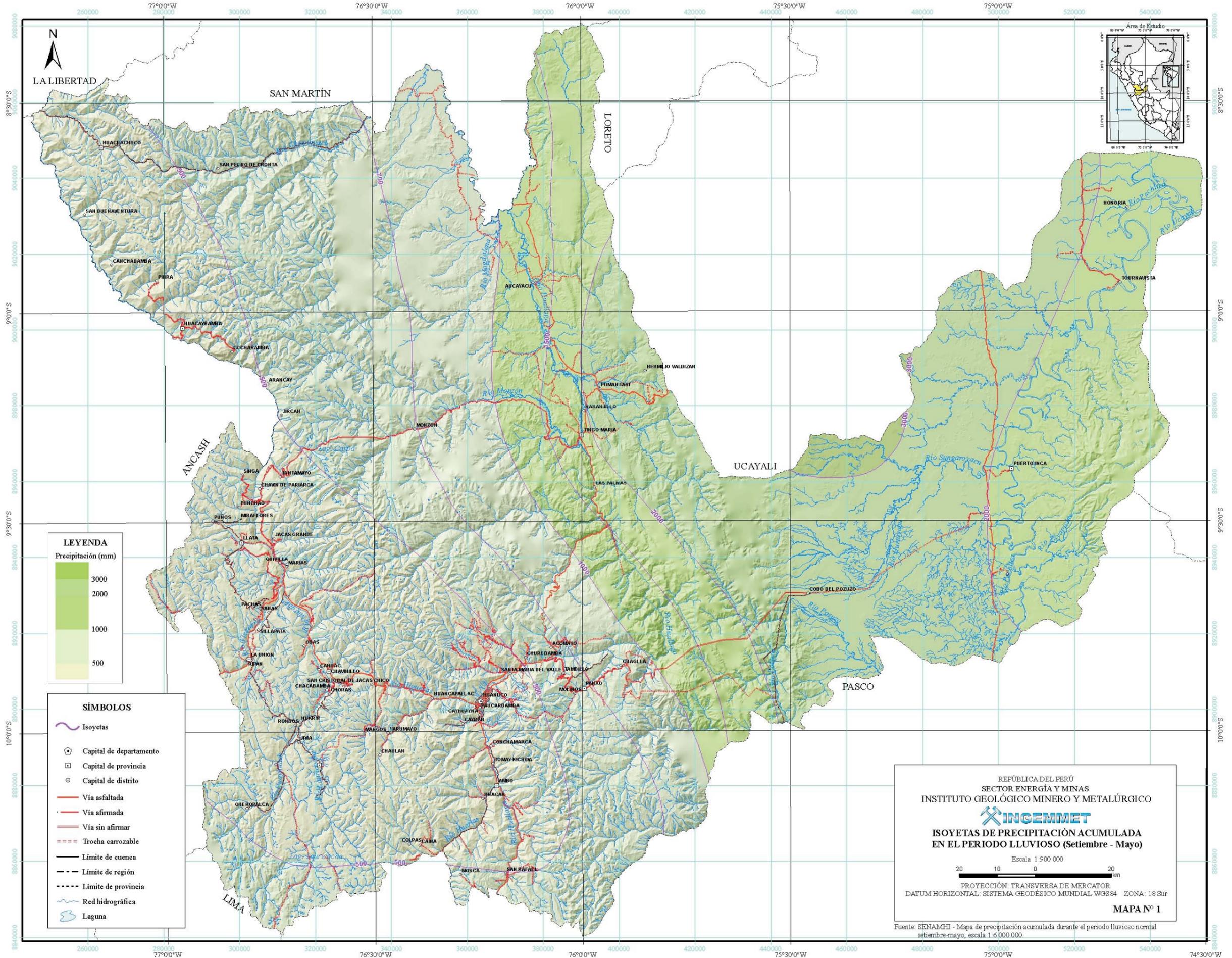
VEGETACIÓN Y UNIDADES DE COBERTURA VEGETAL Y USO DEL SUELO

Tomando como base el mapa forestal del Perú a escala 1:1 000 000 (INRENA, 1995) y considerando la necesidad de información con respecto a la susceptibilidad de una determinada área a la ocurrencia de movimientos en masa, se preparó el mapa de distribución de la Cobertura Vegetal de la región Huánuco donde se diferencian zonas con tipo de vegetación dominante y se tiene en cuenta las características de densidad o ausencia de vegetación (ver Mapa Nº 3).

En la región se tiene ocho zonas con tipos de vegetación diferenciada:

Vegetación de zonas áridas-semiaridas: Se desarrollan en ambientes con deficiencia de humedad en el suelo que determina su condición de seco, se extiende a lo largo del profundo valle del río Marañón, sobre laderas muy empinadas de difícil acceso, con afloramientos rocosos muy pronunciados, las especies vegetales están constituidas por árboles caducifolios (5-8 m de alto), palo verde, huarango y zapote, cuya extracción con fines maderables, resultaría perjudicial para el ecosistema dada la fragilidad del suelo y las condiciones extrema sequía. Por la poca existencia de humedad la intervención del hombre es poca. Esta zona se asocia a la unidad de bosque seco de valles interandinos.

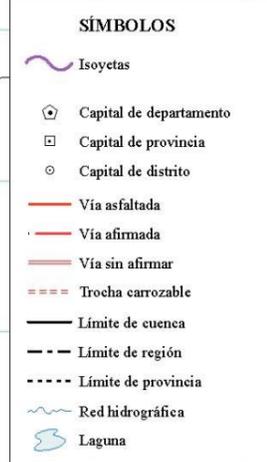
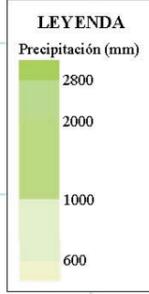
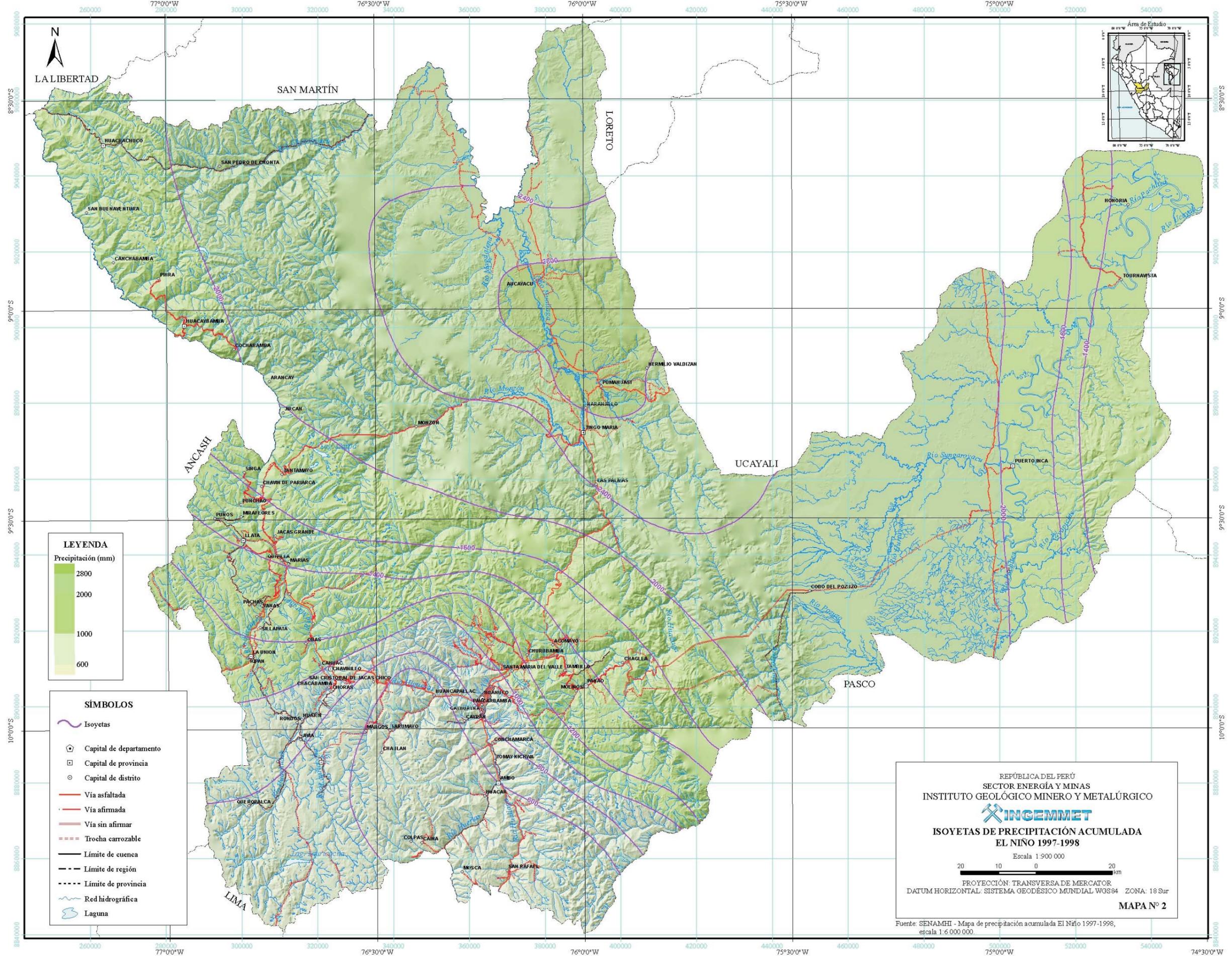
Vegetación de zonas húmedas: Ocupan las partes medias de la Cordillera Occidental, valles interandinos y fondos de valle abrigados de la cuenca amazónica, son una transición hacia los bosques húmedos, caracterizado por el déficit moderado de humedad del suelo. Las asociaciones arbustivas alcanzan los 4 m de altura (molle, tara, nogal, boliche), gramíneas (ichu) y cactáceas. Posiblemente en el pasado fueron bosques que recibieron la intervención del hombre y fueron modificados en su estructura primaria, donde el clima propició el asentamiento de poblados que desarrollaron agricultura por secano y ganadería extensiva, de los matorrales se extrae leña, madera para viviendas herramientas, artesanías y productos para el consumo humano y medicina folkclórica. Esta zona se asocia a la unidad de matorral subhúmedo.



- SÍMBOLOS**
- Isoyetas
 - Capital de departamento
 - Capital de provincia
 - Capital de distrito
 - Via asfaltada
 - Via afirmada
 - Via sin afirmar
 - Trocha carrozable
 - Límite de cuenca
 - Límite de región
 - Límite de provincia
 - Red hidrográfica
 - Laguna

REPÚBLICA DEL PERÚ
SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO
INGEMMET
ISOYETAS DE PRECIPITACIÓN ACUMULADA
EN EL PERIODO LLUVIOSO (Setiembre - Mayo)
Escala 1:900 000
PROYECCIÓN: TRANSVERSA DE MERCATOR
DATUM HORIZONTAL: SISTEMA GEODÉSICO MUNDIAL WGS84 ZONA: 18 Sur
MAPA N° 1

Fuente: SENAMHI - Mapa de precipitación acumulada durante el periodo lluvioso normal setiembre-mayo, escala 1:6 000 000.



REPÚBLICA DEL PERÚ
SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO
INGEMMET
ISOYETAS DE PRECIPITACIÓN ACUMULADA
EL NIÑO 1997-1998
Escala 1:900 000
PROYECCIÓN: TRANSVERSA DE MERCATOR
DATUM HORIZONTAL: SISTEMA GEODÉSICO MUNDIAL WGS84 ZONA: 18 Sur
MAPA N° 2

Fuente: SENAMHI - Mapa de precipitación acumulada El Niño 1997-1998, escala 1:6 000 000.

Cuadro 3.2
Climas en la región Huánuco

Tipo	Altitud (msnm)	Características Principales	Algunas Localidades
Cálido muy lluvioso (A _(f) A'H ₄):	1 000	Lluvias abundantes en todas las estaciones del año, con humedad relativa de 85 % a 100 %, calificada como muy húmeda.	Tingo María y Tulumayo
Semicálido muy lluvioso (A _(f) B' ₁ H ₄)	1 000 a 2000	Lluvias abundantes en todas las estaciones del año, con humedad relativa de 85 % a 100 %, calificada como muy húmeda.	Pozuzo
Templado muy lluvioso (A _(f) B' ₂ H ₃)	2 000 a 3 000	Lluvias abundantes durante todo el año, con humedad relativa de 65 % a 84 %, calificada como húmeda.	
Cálido, lluvioso (B _(f) A'H ₃)	500	Lluvias deficientes en invierno, con humedad relativa de 65 % a 84 %, calificada como húmeda.	
Semicálido, lluvioso (B _(f) B' ₁ H ₃)	1 000 a 2000	Deficiencia de lluvias en invierno, con humedad relativa de 65 % a 84 %, calificada como húmeda.	Valles de los ríos Higuera y Huallaga
Semifrío, lluvioso (B ₁ D'H ₃)	3 000 a 4 000	Deficiencia de lluvia en invierno, humedad relativa de 65 % a 84 %, calificada como húmeda.	
Polar, lluvioso (B _(f) F'H ₂)	sobre 4 000	Deficiencia de lluvia en invierno, humedad relativa de 45 % a 64 %, calificada como seca	Cordillera del Huayhuash
Semifrío, lluvioso (B _(o,i) B' ₃ H ₃)	2 000 a 3 000	Deficiencia de lluvia en otoño e invierno, con humedad relativa de 65 % a 84 %, calificada como húmeda	Ambo y el valle del río Huertas
Frío, lluvioso (B _(o,i) C'H ₃)	3 000 a 4 000	Deficiencia de lluvias en otoño e invierno, humedad relativa de 65 % a 84 %, calificada como húmeda.	La Unión, Yanahuanca y Panao.
Cálido, lluvioso (B _(f) A'H ₄)	500 a 1 000	Lluvias abundantes en todas las estaciones del año, con humedad relativa de 85 % a 100 % calificada como muy húmeda.	zonas ubicadas entre los ríos Marañón y Huallaga
Semicálido, lluvioso (B _(f) B' ₁ H ₄)	1 000 a 2 000	Lluvias abundantes durante todo el año, con humedad relativa de 85 % a 100%, calificada como muy húmeda.	
Semiseco, frío (C _(f) C'H ₃)	Sobre 4 000	Deficiencia de lluvias en invierno, humedad relativa de 65 % a 84 %, húmeda.	
Semiseco, cálido (C _(o,i,p) A'H ₃)	hasta 2 000 msnm	Deficiencia de lluvias en otoño, invierno y primavera, humedad relativa de 65 % a 84 %, calificada como húmeda.	Ríos Marañón y Huallaga.
Semiseco, semifrío (C _(o,i,p) B' ₃ H ₃)	3 000 a 4 000	Deficiencia de lluvias en otoño, invierno y primavera, humedad relativa de 65 % a 84%, calificada como húmeda.	Llata.

Fuente: Elaboración propia, a partir del Mapa de Clasificación Climática del Perú (SENAMHI, 1988).

Bosques húmedos de llanura meándrica, terrazas: Se desarrolla sobre material aluviónico, meandros abandonados y terrazas, asociaciones arbóreas de epifitas, lianas y palmeras, cuyas alturas varían de 10 a 40 m. Esta zona se asocia a la unidad de llanura meándrica y terrazas medias y altas.

Bosques húmedos de colinas: Se desarrolla en sistemas de colinas y lomadas; en los bosques de colinas bajas el sotobosque es ralo, presencia de palmeras de 2 m de alto, el tránsito se desarrolla sin

dificultad, en los bosques de colinas altas, los árboles alcanzan los 35 m de altura, ambos soportan una fuerte extracción selectiva, así como actividades agrícolas migratorias. Esta zona se asocia a la unidad de bosque húmedo de colinas altas y bajas.

Bosques húmedos de montañas: Se extienden generalmente a través de todo el flanco oriental andino desde el pie de la montaña hasta aproximadamente 3 200 msnm, en la zona norte y hasta 3 800 msnm, en las zonas central y sur del país. El relieve es

montañoso con cerros escarpados y atravesados por una red de quebradas que forman muchos valles estrechos en los niveles inferiores; asimismo, los suelos van de superficiales hasta rocosos en las partes de mayor escarpe. Los bosques de montaña se caracterizan por su gran complejidad florística (epifitas, hierbas, lianas, arbustos y árboles). Son ecosistemas dinámicos inestables y frágiles a cualquier fenómeno físico natural o acción directa del hombre, algunos sectores se encuentran en proceso de deterioro por la influencia humana.

Matorral húmedo: Se localiza en las porciones elevadas de la Cordillera de los Andes desde aproximadamente 2 500 a 3 400 msnm en la zona norte, y de 3 000 a 3 900 msnm en las regiones centro y sur del país, la temperatura varía entre 6° C y 14 °C y la precipitación anual de 500 a 2 000 mm, a excepción de las regiones pluviales donde las lluvias llegan a los 4 000 mm.

Existen comunidades arbustivas que mantienen su follaje siempre verde durante el año, con una morfología especial que le permite contrarrestar las bajas temperaturas y alta humedad del medio. Generalmente alcanzan alturas hasta de 4 m y se encuentran en forma dispersa y formando bosquetes, en sitios inaccesibles y con escasa influencia antrópica.

Pajonal y césped de puna: Se localizan en las porciones altas y frías de la Cordillera de los Andes; se extiende aproximadamente a partir de los 3 200 a 3 300 msnm, en la zona norte y sobre los 3 800 msnm en las zonas centro y sur del país. El clima es variable, siendo la zona sur más árida que las zonas centro y norte; asimismo, la parte occidental es más árida que la parte oriental, la cual es muy húmeda y neblinosa; el promedio anual de precipitación fluctúa contrastablemente, encontrándose lugares donde llueve apenas 125 mm (parte sur y occidental) hasta lugares donde la lluvia llega hasta 4 000 mm (vertiente oriental), sin embargo, las temperaturas medias anuales sufren menos contraste, fluctúa de 1,5 °C a 6 °C, que caracteriza un ambiente húmedo y frío. Se encuentra conformado por formaciones vegetales herbáceas altoandinas, agrupadas en matas (ichu), en ella se realizan labores de pastoreo y de vez en cuando se producen quemadas de la vegetación que ocasionan procesos de erosión de suelos y de la cobertura vegetal.

Área deforestada: Bosques primarios que sufrieron daño irreversible por efecto de la agricultura migratoria y el asentamiento de centros poblados. En la zona de selva alta es donde más daño se ha producido, debido a los efectos antrópicos por la migración de gente de la sierra hacia esta zona a causa de la existencia de acceso vial.

Montañas sin vegetación: Áreas donde no existe vegetación o es escasa, correspondiente a zonas cuya altitud sobrepasa los 4 800 msnm, específicamente en la zona reservada de la Cordillera del

Huayhuash, se presenta en el extremo SO de la región Huánuco y representa un porcentaje reducido.

Zonas urbanas: Territorio donde se han asentado poblados, en las cuales se desarrollan diferentes actividades socio-económicas, el uso que se le da al territorio es residencial, comercial y de servicios, institucional, recreacional.

Áreas naturales protegidas: Espacios continentales reconocidos, establecidos y protegidos legalmente por el Estado como tales, debido a su importancia para la conservación de la diversidad biológica y demás valores asociados de interés cultural, paisajístico y científico, así como por su contribución al desarrollo sostenible del país. Dentro del territorio de la región Huánuco se encuentran las siguientes áreas protegidas: Parque Nacional de Tingo María, Parque Nacional Cordillera Azul, Reserva Comunal El Sira y la Zona Reservada de Huayhuash.

Zonas con cobertura hídrica: Son cuerpos de agua que se encuentran estancados o de movimiento lento, pueden tener un origen natural o artificial, se les puede dar usos recreacionales, agropecuarios, piscícola, para generación de energía, para abastecimiento de agua y riego. Dentro de esta unidad se encuentran las lagunas.

COBERTURA VEGETAL, USO DEL SUELO Y SUSCEPTIBILIDAD

Se considera que la presencia de cobertura vegetal ayuda en parte en la disminución de los procesos o evolución de los movimientos en masa y contribuye en el control de la erosión de laderas, con excepción de los terrenos con pendientes superior a 45°. El tipo, la densidad, la capacidad de interceptación, el área de protección de cobertura vegetal constituyen factores de resistencia o favorecimiento de procesos morfodinámicos como la erosión y los movimientos en masa (SÁNCHEZ et al. 2002)

Los movimientos en masa generalmente se desencadenan con el máximo de su energía y con una distribución uniforme, o bien se manifiestan localmente con niveles de mayor o menor intensidad; la cobertura vegetal en el primer caso puede ofrecer poca o ninguna protección a los efectos altamente destructores, mientras que para el segundo caso tendrá un rol muy eficiente.

En general, bajo cobertura de pasto, el suelo se humedece más rápidamente al inicio de la precipitación debido a que la evapotranspiración será menor con vegetación de pasto que con bosque. El tipo de cobertura provoca que haya una menor interceptación de la vegetación, por lo que el agua infiltra rápidamente y como la conductividad hidráulica es más baja que con cobertura de bosque, da como resultado que un mayor porcentaje de áreas con pasto se conviertan en inestables con menos cantidad de precipitación, que bajo cobertura de bosque.

Por lo que se puede inferir que la cantidad de áreas inestables es mayor para pastos que para bosques bajo iguales cantidades de precipitación. Además, bajo cobertura de bosque habrá más lluvia que será interceptada por la vegetación y que no infiltrará en el suelo, lo que también favorecerá la estabilidad de la pendiente. RAPCA-CEPREDENAC-ITC-UNESCO (2000).

Para el caso de ocupación antrópica y uso de suelo, como ya se mencionó, se diferenciaron las principales zonas urbanas de la región sin considerar caminos, carreteras, etc., en donde se pueden producir movimientos en masa, cuando se ubican en laderas de colinas y montañas, también se diferenciaron áreas naturales protegidas y zonas con cobertura hídrica.

Según lo expuesto anteriormente las unidades de cobertura vegetal y uso del suelo diferenciado en la región se presentan en el Cuadro N° 1 y se muestran en el Mapa N° 3.

Cuadro 3.3
Uso actual del suelo y susceptibilidad a los movimientos en masa

Unidad	Símbolo	Susceptibilidad	
		Grado	Calificación
Vegetación de zonas áridas y semi-áridas	VZAS	Baja	2
Vegetación de zonas húmedas	VZH	Alta	4
Bosques húmedos de llanura meándrica y terrazas	BHLLMT	Nula	0
Bosque húmedo de colinas	BHC	Muy baja	1
Bosque húmedo de montañas	BHM	Media	3
Matorral húmedo	MH	Media	3
Pajonal y césped de puna	PJCP	Alta	4
Área deforestada	AD	Media	3
Montañas sin vegetación	MSV	Alta	4
Zonas urbanas	ZU	Media	3
Áreas naturales protegidas	ANP	Nula	0
Zonas con cobertura hídrica	ZCH	Muy baja	1

Después de hacer un análisis del parámetro cobertura vegetal y uso del suelo, en relación a su susceptibilidad a los movimientos en masa, se puede llegar a las siguientes conclusiones:

- Se estima una susceptibilidad nula en las unidades de bosques húmedos de llanuras meándricas y terrazas (BHLLMT) y áreas naturales protegidas (ANP)
- Susceptibilidad muy baja en las unidades de bosques húmedos de colinas (BHC)
- Susceptibilidad baja en la unidad de vegetación de zonas áridas-semiáridas (VZAS)
- Susceptibilidad media en las unidades de bosques húmedos de montañas (BHM), matorral húmedo (MH), área deforestada (AD) y zonas urbanas (ZU).
- La alta susceptibilidad a los movimientos en masa ha sido calificada en las unidades de vegetación de zonas húmedas (VZH), pajonal y césped de puna (PJCP) y montañas sin vegetación (MSV).
- En el caso de zonas con cobertura hídrica (ZCH), con lagunas y embalses, se considera una susceptibilidad muy baja, pero se debe tener en cuenta que muchas de ellas se ubican en las inmediaciones de montañas con laderas inestables, donde se producen movimientos en masa, que pueden caer hacia éstas desplazando de manera violenta sus aguas, generando aluviones y flujos, o también se pueden producir por rupturas de los diques de lagunas por la subida en su nivel.

CAPÍTULO IV

CONTEXTO HIDROLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO

BILBERTO ZAVALA CARRIÓN & MANUEL VÍLCHEZ MATA

HIDROGRAFÍA DE LA REGIÓN

La región Huánuco presenta tres cuencas principales pertenecientes a la vertiente del Atlántico, que cruzan su territorio de sur a norte, siendo de oeste a este: Alto Marañón, Alto Huallaga y Pachitea, las dos últimas tienen sus nacientes fuera de la región.

RÍO MARAÑÓN

El río Marañón tiene sus orígenes en el sector suroeste de Huánuco en la cordillera de Huayhuash, donde recibe los nombres de río Huayhuash y Nupe y en la intersección con el río Lauricocha, que recibe aportes de la laguna del mismo nombre y los deshielos provenientes de la cordillera de Raura, en el sector de Huarín, se le conoce como río Marañón, discurriendo zigzagueante y en promedio sur-norte el lado occidental de la región y límite con Ancash, aguas debajo de Llata, recibiendo aportes importantes en su recorrido de los ríos Vizcarra, Puchka, Yanamayo y Rúpac (margen izquierda) y los ríos San Juan, quebrada Carpa, ríos Pinra y Huacrachuco (margen derecha).

RÍO HUALLAGA

El río Huallaga se origina fuera de la región, en las alturas de Cerro de Pasco, al sur de la Cordillera Raura, en la laguna de Huascococha, en sus orígenes se denomina río Ranracancha, luego se llama sucesivamente río Blanco y río Chaupihuaranga, hasta unirse con el río Huariaca, lugar a partir del cual toma la denominación de río Huallaga.

En su trayecto, a lo largo de los valles se ubican las poblaciones más importantes de la región, de sur a norte se tiene: Ambo, Huánuco, Tingo María y Aucayacu. Se ubica en la porción central de la región, presenta dos quiebres o recodos principales entre Huánuco y Tingo María, y ocurre encajonado y con moderada a fuerte pendiente, variando a una pendiente más suave y valle ancho aguas debajo de Tingo María, característica típica de un río de la selva. En el área recibe aportes importantes de los ríos Higuera, Pumachaca, Monzón y Chontayacu por la margen izquierda y aportes menores de ríos y quebrada en su margen derecha.

RÍO PACHITEA

El río Pachitea discurre en el sector este de la región Huánuco o selva baja, íntegramente en la provincia de Puerto Inca. Se origina fuera del área de estudio, discurriendo en forma meándrica con dirección NNE. Dentro de la región, aguas abajo de la confluencia de los ríos Pichis y Palcazu (éste último con aportes importantes del río Pozuzo), el río Pachitea recibe aportes de los ríos Sungaroyacu y Pata por la margen izquierda, así como los ríos Yuyapichis y Ayamiria por la margen derecha; provenientes de la Cordillera del Sira, desembocando en el río Ucayali aguas abajo de Honoria.

Los caudales promedio para estos tres ríos de acuerdo al «Estudio de reconocimiento del uso del recurso hídrico por los diferentes sectores productivos del Perú» (INRENA, 1995), se muestran en el Cuadro N° 4.1.

Cuadro 4.1
Información hidrométrica

Río	Caudal promedio (m ³ /s)			
	ELECTROPERU	ONERN	CEDEX	Promedio
Marañón	743	731	778,9	751
Huallaga	2 679	3 768	4942	3 796,40
Pachitea	1 200	2 412	1 898,90	1 837

Fuente: CEDEX, 1990.

Datos de mediciones efectuadas en la estación limnimétrica de Puerto Inca, para el río Pachitea entre 1998 y 1999, tanto en los períodos de creciente y vaciante (ORDOÑEZ et al, 2000), dan cuenta de valores de caudales que oscilan entre 320,87 m³/s y 366,72 m³/s (julio de 1998 y agosto de 1999, respectivamente) a valores altos de 7 743,05 m³/s y 2 339,98 m³/s para noviembre de 1998 y marzo de 1999 respectivamente.

Asimismo, de los análisis realizados entre las variables de altitud y caudal aforado, velocidad media del río y área mojada se obtuvieron caudales máximos de 6 052,01 m³/s (marzo de 1999) y un caudal mínimo de 356,53 m³/s (septiembre de 1996), y en promedio anual se tiene un caudal de 1348,34 m³/s.

GLACIARES

Dentro de la región Huánuco, los glaciares existentes están constituidos por casquetes con acumulación de hielo permanente y/o nieve estacional, distribuidos altitudinalmente por encima de la cota 5 000 msnm y principalmente en el sector suroccidental.

De acuerdo a la distribución geográfica de los glaciares en Perú (MORALES-ARNAO, 1999), estos se ubican dentro de la Cordillera Occidental de los Andes, específicamente en las Cordilleras de Huayhuash y Raura (ver Cuadro 4.2).

Localmente dentro de la región, los glaciares se distribuyen en las cabeceras de la cuenca Marañón, donde presentan las mayores áreas glaciares, destacando las cordilleras de Huayhuash con las culminaciones topográficas de los nevados: Yerupajá (6 634 msnm), Siula Grande (6 344 msnm), Harapo (6 127 msnm) Jurau (5 960 msnm), Rondoy (5 870 msnm), y Raura con los nevados Santa Rosa (5 727 msnm) y del Cerro Caudalosa (5 685 msnm). En la porción sur sobresalen algunas culminaciones glaciares con áreas reducidas de hielo/nieve, que conforman la divisoria de las cuencas Marañón/Huallaga y Huallaga/Pachitea, en general mostrando evidencias marcadas de retroceso glacial.

Su presencia está relacionada a la ocurrencia de eventos de movimientos en masa (aludes o avalanchas de hielo-nieve), como algunas evidencias históricas dadas en la Cordillera de Huayhuash.

LAGUNAS

Asociadas principalmente a áreas glaciares, las lagunas constituyen una fuente disponible de recurso hídrico importante, cuya recarga principal es la precipitación estacional, el deshielo de nevados de las Cordillera de Huayhuash, Raura y otros picos nevados menores, filtraciones de las vertientes o laderas, escurrimiento superficial, y probablemente de acuíferos locales. Asimismo, constituyen en algunos casos las áreas de inicio de movimientos en masa (aluviones o flujos de detritos de gran magnitud), por efectos de desbordamiento natural o provocado, habiéndose reconocido algunos pocos depósitos de éste tipo como los observados en el valle del río Huallaga.

Su ubicación en la región se circunscribe principalmente al sector occidental y en algunos sectores altos de la cordillera oriental, con evidencias de fuerte deglaciación, acumulación de depósitos glaciares (morrenas y glaciofluviales), que permiten su acumulación.

Cuadro N° 4.2
Distribucion de glaciares en la región

Cordillera Occidental	Ubicación		Área (km ²)	Extensión (km) y orientación)	Cota y elevación máxima	Vertientes	Cuenca	
	Latitud	Longitud						
Cordillera Occidental								
Huayhuash	10°11'-10°26'	76°50'-77°00'	88,11	26, NO	6 634	Nevado Yerupajá	Pacífico-Atlántico	Marañón /Pativilca
Raura	10°21'-10°31'	76°41'-76°50'	57,03	20, NO	5 727	Cerro Santa Rosa	Atlántico	Marañón y Huallaga / Pativilca y Huaura

Fuente: USGS: *Glaciers of South America* (MORALES-ARNAO, B., 1999).

Cuadro N° 4.3
Inventario de lagunas

Cuenca	Número de lagunas	
	Total	> 4 km ²
Marañón	197	79
Huallaga	101	37
Pachitea	79	12

Fuente: INRENA, 1995.

AGUAS SUBTERRÁNEAS

En la región existen escasos conocimientos sobre la hidrogeología y en general sobre la evaluación de aguas subterráneas, sin embargo, existen condiciones favorables para almacenar agua subterránea en depósitos del Paleógeno-Neógeno (depósitos aluviales, fluvio-glaciares y depósitos pleistocenos), así como rocas sedimentarias del Mesozoico (calizas del Pucará, areniscas de las formaciones Sarayaquillo, areniscas y calizas del Grupo Oriente y formaciones Chonta y Vivian).

La presencia de fuentes de aguas termales y minerales en el área indican de una u otra forma la presencia de acuíferos.

De acuerdo al inventario de fuentes termales del centro y centro-oriente del país (STEINMÜLLER & HUAMANÍ, 1999; HUAMANÍ & VALENZUELA, 2003), estas fuentes se ubican principalmente en el sector de La Unión, donde existen seis manifestaciones de aguas termales dentro de la región, ubicadas en el valle del río Vizcarra (Coñoc y Tauripampa), río Nupe (Baños), Queropalca (Machaycancha), río Tingo (Coñoc-San Rafael), así como en el sector de Tingo María con dos manifestaciones (La Bella y Agua Salada).

Las permeabilidades estimadas para las diferentes formaciones acuíferas consideradas, varían de 10^{-7} a 10^{-8} para las formaciones Vivian, Grupo Oriente y Sarayaquillo y 10^{-7} a 10^{-8} para las formaciones Chonta y Grupo Pucará.

Mapa Hidrogeológico

Sobre la base de información geológica a escala 1:100 000 y aprovechando la diferenciación de unidades litológicas, basándose además en la versión preliminar del Mapa Hidrogeológico de Perú y de acuerdo a la permeabilidad de cada unidad geológica, se elaboró el mapa hidrogeológico de la región (Mapa N° 3). Dichas unidades hidrogeológicas se agruparon de la siguiente forma:

Formaciones detríticas permeables:

Se diferencian dos subgrupos:

Acuíferos generalmente extensos, no consolidados, con productividad elevada (permeabilidad elevada):

Depósitos aluviales distribuidos en los tres valles principales, constituyendo terrazas, llanuras aluviales, con mayor superficie hacia las partes bajas del río Huallaga, aguas abajo de Tingo María, así como gran parte del río Pachitea y afluentes donde presentan mayor extensión.

Depósitos morrénicos, fluvio-glaciares, glaciofluviales de extensión importante en el sector sur y suroeste de la región (hojas de Yanahuanca, La Unión, Ambo y Codo del Pozuzo), depósitos de vertiente no consolidados de tipo coluviales, deluviales y

proluviales, distribuidos espacialmente en muchos sectores de la región.

Acuíferos locales o discontinuos, semiconsolidados productivos o acuíferos extensos pero solamente productivos (permeabilidad media). No excluye la existencia en profundidad de otros acuíferos cautivos.

Conglomerados, areniscas conglomerádicas y limoacillitas: Conglomerados polimícticos, desde poco a medianamente consolidados con matriz arenosa, areniscas arcillosas y conglomerádicas que corresponden a las unidades pleistocenas: formaciones La Unión, Tulumayo; Capas Rojas de Casapalca y Chota, areniscas conglomerádicas y conglomerados semiconsolidados de la Formación Chambira así como de la Formación Ucayali.

Formaciones consolidadas fisuradas (incluye formaciones kársticas) con permeabilidad moderada:

Acuíferos generalmente extensos de productividad elevada (permeabilidad alta).

Calizas: Calizas del Grupo Pucará, generalmente plegadas y falladas, muy distribuidas en la región subandina principalmente; calizas y margas con intercalaciones de areniscas: formaciones Chonta, Santa, Chúlec-Pariatambo, Jumasha, Celendín y Grupo Copacabana en el sector central y occidental de la región.

Areniscas y lutitas: Areniscas y lodolitas; limoarcillíticas y lutitas gris oscuras; areniscas cuarzosas intercaladas con lutitas gris oscuras y carbón; areniscas cuarzosas blancas con intercalaciones de limoarcillitas y limonitas. Pertenecen a las formaciones del Grupo Oriente (Cushabatay, Esperanza y Agua Caliente), Goyllarisquizga (Chimú, Carhuaz, Farrat), Goyllarisquizga indiviso, Ambo (Chunqui y Gollpay) y Contaya.

Areniscas, limoarcillitas y lodolitas: Secuencias detríticas de las formaciones Sarayaquillo, Vivian e Ipururo, distribuidas en el lado oriental.

Acuíferos locales o discontinuos productivos, o acuíferos extensos moderadamente productivos (permeabilidad media). No excluye la existencia en profundidad de otros acuíferos cautivos y más productivos.

Lodolitas y limolitas: Intercalaciones detríticas principalmente pelíticas del Grupo Huayabamba indiviso y Formación Yahuarango.

Lutitas y lutitas carbonosas: Constituida mayormente por lutitas gris oscuras, limonitas, intercaladas con areniscas; pizarras grises y filitas con intercalaciones de areniscas y algunos niveles de caliza. Pertenecen a esta subunidad las formaciones Oyón, San José, Pozo, Cachiyacu y Ushpayacu.

Formaciones con acuíferos locales (fisuradas) o regiones sin agua subterránea en cantidad apreciable, con permeabilidad baja a muy baja.

Acuíferos en formaciones consolidadas, fracturadas o meteorizadas, sin excluir acuíferos cautivos más productivos (permeabilidad baja a muy baja).

Tobas : Secuencias reducidas de la Formación Huayllay en el sector suroccidental del área.

Lavas dacíticas andesíticas y basálticas: Volcánicos lávicos del Grupo Calipuy, de extensión reducida.

Andesitas, tufos y conglomerados: Andesitas púrpuras y flujos de lava, andesitas piroclásticas, conglomerados de guijarros de andesita y areniscas rojas. Conglomerados gruesos a finos, intercaladas con areniscas rojas y en la parte superior lodolitas rojas interestratificadas con areniscas de grano fino a grueso al noreste del cuadrángulo de Yanahuanca y norte de La Unión. Conglomerados con matriz arenosa semiconsolidada, intercalada con sedimentos tobáceos de naturaleza riolítica (Formación Lantorache).

Formaciones generalmente sin acuíferos (permeabilidad baja a muy baja).

Granodioritas, granitos, monzogranitos: ubicados en el área SO de la región, así como **dioritas y pórfidos** en afloramientos aislados y dispersos.

Esquistos y micaesquistos; gneis, filitas y pizarras: Facies metamórficas del Complejo Marañón

Unidades Hidrogeológicas y Susceptibilidad

El agua es el factor que más comúnmente se le asocia con los movimientos en masa, y en general al fallamiento de los taludes o laderas en zonas tropicales, debido a que la mayoría ocurren después de lluvias fuertes o durante períodos lluviosos prolongados, siendo entonces, el agua subterránea uno de los principales factores en su ocurrencia.

La lluvia, durante varios días consecutivos o con pocos días de diferencia, puede producir acumulación de agua subterránea, debido a que el talud no ha drenado el agua infiltrada; al ocurrir la siguiente lluvia se produce un ascenso del nivel freático. El régimen de aguas subterráneas en respuesta a las lluvias será diferente según la pendiente de la ladera, su litología y vegetación.

El tiempo que se requiere para que una lluvia produzca un deslizamiento es mayor en una arcilla que en un material arenoso debido a las diferencias de infiltración; este tiempo es inversamente

proporcional a la permeabilidad para valores constantes de los demás parámetros (DUQUE & ESCOBAR, 2001).

La cantidad de agua que se infiltra en la tierra queda determinada además de la cantidad, intensidad y tipo de precipitación, estructura geológica (fracturamiento), la pendiente del terreno y cantidad y tipo de vegetación, por la permeabilidad de los suelos y rocas, relacionados a la estratigrafía o secuencia de estratos permeables e impermeables. Una infiltración alta puede producir problemas de presión del agua interna que genere un deslizamiento. En el caso de que el talud llegue a saturarse, la facilidad o dificultad con que el talud se autodrene depende de las formaciones geológicas circundantes, por tanto la presencia de mantos permeables de evacuación de agua favorecerán grandemente su estabilidad. Los materiales impermeables que impiden el paso de las corrientes de agua subterránea, facilitan la ocurrencia de deslizamientos.

En el terreno ocurren dos tipos de flujo de agua subterránea: intergranular, a través de los poros en formaciones aluviales, coluviales, etc. y a través de fisuras de las rocas. El flujo de agua tiende a ser más rápido a lo largo de fisuras, conductos o juntas especialmente en suelos residuales. Respecto al flujo en rocas y en suelos residuales se pueden señalar las siguientes premisas:

- En rocas volcánicas, a veces su porosidad es muy grande, pero sus poros no necesariamente están intercomunicados. El agua corre a través de grietas formadas al enfriarse y entre los derrames lávicos sucesivos.
- Las rocas ígneas y metamórficas pueden ser las menos saturadas y la poca agua presente procede de sus fracturas.
- Las areniscas y rocas sedimentarias permeables son formaciones acuíferas importantes, y presentan grandes flujos de agua especialmente, en la dirección de la estratificación.
- En calizas, su porosidad depende mucho de su disolución interna, pero cuando ésta es importante, da lugar a abundantes manantiales, ríos subterráneos, etc.
- En suelos residuales existe una relación del régimen de aguas subterráneas con la presencia de discontinuidades de tipo geológico. Los suelos de origen ígneo y metamórfico almacenan poca agua y en ellos las corrientes de agua están relacionadas comúnmente con fallas de origen tectónico. Es un caso común en formaciones residuales, que un talud posea capas alternadas de materiales permeables y casi impermeables que generan concentraciones de flujo sobre ciertos planos que pueden ser o llegar a ser planos críticos de falla.

De acuerdo a las concepciones teóricas expuestas, la diferenciación de unidades litológicas en el Mapa Hidrogeológico (Mapa N° 4), en función de su permeabilidad², y de las

² La estimación de las permeabilidades en las diferentes unidades, son apreciaciones de carácter regional.

observaciones efectuadas en campo para las diferentes unidades de roca y suelo, se consideran los siguientes grados de susceptibilidad (ver Cuadro 4.4):

Por la escala de trabajo, en muchos casos no ha sido posible delimitar los depósitos residuales, sin embargo la apreciación de

susceptibilidad, en este tipo de suelos en relación al tipo de roca subyacente está relacionada. Esto es principalmente observable en las rocas metamórficas del Complejo Marañón y en rocas intrusivas.

Cuadro N° 4.4
Unidades hidrogeológicas y susceptibilidad

Unidad	Susceptibilidad		
Formaciones detríticas no consolidadas: Permeabilidad alta	Depósitos aluviales, fluvioglaciales del Holoceno	Muy Baja a Nula	0
	Depósitos glaciofluviales, morrénicos y de vertiente, holocénicos.	Baja	1
Formaciones detríticas poco consolidadas: Permeabilidad media	Conglomerados, areniscas conglomerádicas con intercalaciones de limoarcillitas pleistocénicas	Media	2
Formaciones consolidadas y fisuradas: permeabilidad alta	Calizas y margas	Baja	1
	Areniscas y lutitas	Muy alta	4
Formaciones consolidadas y fisuradas: permeabilidad media	Lodolitas y limolitas	Alta	3
	Limolitas, limoarcillitas, areniscas arcósicas:	Alta	3
	Lutitas y lutitas carbonosas	Muy alta	4
Formaciones con acuíferos locales o sin agua subterránea en cantidad apreciable: permeabilidad baja a muy baja.	Lavas dacíticas andesíticas y basálticas	Baja	1
	Tobas	Baja	1
	Andesitas, tufos y conglomerados	Media	2
	Granodioritas, granitos, tonalitas; dioritas y pórfidos	Alta	3
	Esquistos y micaesquistos; gneis; filitas y pizarras	Muy Alta	4

CAPÍTULO V

CONTEXTO GEOMORFOLÓGICO

BILBERTO ZAVALA CARRIÓN

GENERALIDADES

Los estudios sobre geomorfología en nuestro país, han tenido gran interés, especialmente por el estudio de los valles fluviales a nivel nacional y recientemente por el actual cambio climático que afecta a la Tierra. La geomorfología glacial y periglacial, tiene estudios incipientes, existiendo una cartografía incompleta e inventario de las zonas glaciadas. Sin embargo, la geomorfología en áreas volcánicas tuvo en las últimas décadas un avance mayor, delimitando unidades morfoestructurales, procesos eruptivos y formas resultantes, orientados hacia el estudio de riesgo volcánico.

Los mapas geomorfológicos como herramientas para el análisis de los peligros naturales, se consideran indispensables al estar relacionados con procesos geodinámicos.

En general, desde el punto de vista morfoestructural regional, el área de estudio está ubicada en parte de la Cordillera Oriental, Faja Subandina y Llano Amazónico, área que se encuentra disectada por los ríos Marañón, Huallaga y Pachitea. Las unidades geomorfológicas son muy variables, han sido originadas por agentes tectónicos, deposicionales y erosivos, ocurridos a lo largo de su historia geológica. El origen de estos ambientes geomorfológicos está muy ligado al proceso del levantamiento andino (profundización y ensanchamiento de valles), asociado a eventos de glaciación y deglaciación, procesos de movimientos en masa, etc.

UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

La cartografía geomorfológica y delimitación de unidades³ se fundamenta en el criterio principal de homogeneidad relativa y la caracterización de los siguientes aspectos:

- 1) Origen general y específico del relieve, ya sea de erosión o acumulación.

- 2) Tipos generales y específicos del relieve (planicies, colinas y lomeríos, piedemontes y montañas), teniendo en cuenta su amplitud de relieve o altura relativa; para el caso de montañas se consideró además la diferenciación de acuerdo a la pendiente y el control estructural de sus laderas (éste último factor se consideró en las colinas).
- 3) Se incluye en la descripción de las diferentes unidades la litología principal de las rocas aflorantes y/o depósitos inconsolidados, así como las amenazas geológicas asociadas.

Así mismo, parte de la metodología usada, se basó en la cartografía geomorfológica de Italia y España, la cual da gran importancia a los procesos morfogenéticos (PELLEGRINI, 2000), principalmente en la utilización de colores para las diferentes unidades, los cuales se encuentran estandarizados en los países europeos.

Se consideró la base topográfica mencionada, la geología a partir de los mapas de la Carta Geológica Nacional, teniendo en cuenta los límites de las unidades geológicas (substrato rocoso – depósitos superficiales), con énfasis en la diferenciación de depósitos recientes, sobre todo los depósitos de movimientos en masa identificados en campo y con ayuda de las fotografías aéreas⁴.

Con la información topográfica a escala 1:100 000, se elaboró el modelo digital de terreno (MDT), el cual adicionalmente permitió elaborar un mapa de pendiente de los terrenos.

Una delimitación inicial de los cuatro grandes tipos de relieve (montañas, colinas y lomadas, depósitos de piedemonte, planicies y depresiones) y una posterior subdivisión considerando su origen y geometría del relieve (pendiente del terreno), carácter estructural y asociación morfogenética (fluvial, aluvial, glacial y gravitacional), permitió establecer las unidades geomorfológicas que a continuación se describen (ver Mapa N° 5):

³ Es una adaptación del Sistema para el Levantamiento y el Mapeo Geomorfológico del ITC (International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences, Países Bajos) con aportes de Verstappen y Van Zuidam, 1991, y la construcción de los mapas geomorfológicos según Tapia-Varela y López-Blanco, 1998 (En: TAPIA-VARELA, G. & LOPEZ-BLANCO, J., 2001).

⁴ La fotointerpretación geomorfológica se llevó a cabo usando imágenes satelitales landsat, a la misma escala, fotografías aéreas, considerando los rasgos del relieve que sirvieran para definir y diferenciar cada tipo, tales como: rupturas de pendiente, altura relativa, forma topográfica, influencia estructural, base geológica a escala 1:100 000 y cartografía de movimientos en masa.

Montañas

Tienen gran distribución, equivalente al 64,06% del área de estudio, y son formas que alcanzan alturas mayores a los 300 m respecto al nivel de base local, se reconocen como cumbres y estribaciones que han sido deformadas por la erosión y la influencia de otros eventos de diferente naturaleza como levantamiento, glaciación, etc.

En el contexto general, se encuentran conformadas por alineamientos alargados que sobrepasan los 300 m del nivel de base local, están constituidos por rocas metamórficas, intrusivas y sedimentarias en avanzado estado de meteorización superficial y de erosión.

Se caracterizan por presentar cimas crestadas como resultado de la interstratificación de litologías variadas; en algunos casos son cimas amplias y/o subredondeadas, las que constituyen las divisorias de aguas, muchas de ellas se encuentran sin cubierta de suelo, es decir, la roca se encuentra expuesta a la intemperie y en pleno proceso de meteorización y erosión superficial. Las laderas se encuentran constituidas en forma compleja, tanto en su litología como en su configuración externa, con moderada intensidad de disección y erosión, generalmente ubicadas inmediatamente debajo de las cimas.

Para una mejor aplicación según los objetivos del estudio, las montañas se dividieron en cuatro grandes subgrupos:

Montañas con laderas de moderada a fuerte pendiente: Muestran laderas de pendiente pronunciada a fuerte, en donde la equidistancia de curvas de nivel es menor o de mayor densidad, generalmente las pendientes son superiores a 30°. Indistintamente están compuestas en su mayoría por rocas metamórficas como esquistos, pizarras y filitas, y rocas intrusivas, resistentes a la erosión (Foto N° 1).

Arealmente se distribuyen en la parte central de la región, tanto en los márgenes del río Marañón y divisoria de aguas con el río Huallaga, en las cabeceras de los valles tributarios al río Huallaga al oeste de Tingo María, sector sur de la región en la divisoria de las cuencas Huallaga/Pachitea (al este y sureste de Ambo), al este de Panao, con presencia de rocas sedimentarias y metamórficas.

Los movimientos en masa asociados son generalmente derrumbes y caída de rocas, deslizamientos en roca y procesos de erosión de laderas.

Montañas con laderas de moderada pendiente: Presentan laderas de 15 – 30° de pendiente. Litológicamente están constituidas en orden de ocupación de superficie principalmente por rocas sedimentarias (Foto N° 2), metamórficas e intrusivas, encontrándose muy distribuidas en la cuenca colindante a las zonas de montañas

de fuerte pendiente y montañas estructurales en muchos sectores de la región. Sus relieves se encuentran asociados a procesos dominantes de erosión de laderas (cárcavas), deslizamientos y también huaycos.

Montañas con laderas estructurales: Su asociación litológica consiste principalmente de rocas sedimentarias y escasas rocas metamórficas, estructuralmente se presentan como alineamientos montañosos compuestos por secuencias estratificadas plegadas y/o con buzamientos de las capas que controlan la pendiente de las laderas, formando cuevas y espinazos, que le dan una característica particular en las imágenes de satélite. Varían en pendiente desde moderada a muy abruptas.

Ocupan un importante porcentaje de área en la región, generalmente están asociadas a colinas estructurales, y se distribuyen principalmente en el sector de la Faja Subandina (noreste de Tingo María, este de Puerto Inca y Yuyapichis, en la cordillera de Sira), con alineamientos andinos NO-SE. Relieves similares también se observan en el sector occidental sobre secuencias sedimentarias mesozoicas, al oeste de LLata y La Unión, norte y oeste de Huánuco en rocas metamórficas.

Geodinámicamente se asocian a caída de rocas, derrumbes, vuelcos, deslizamientos planares, erosión de laderas y flujo de detritos.

Montañas con cobertura glaciar: Están desarrolladas ampliamente en las cabeceras de cuenca del río Marañón, sobre cotas que sobreyacen los 5 000 msnm, presentando cobertura de hielo o hielo/nieve permanente, a manera de picos o nevados, que muestran un retroceso glacial marcado (Foto N° 4), así como pequeños picos nevados en las cabeceras de la cuenca de Alto Huallaga. Su asociación litológica está vinculada a afloramientos de rocas sedimentarias y volcánicas.

Por su naturaleza están asociadas a avalanchas o aludes, derrumbes y caída de rocas. Particularmente se asocian a flujos de detritos de gran velocidad, de tipo aluviones, generados por desbordes de lagunas originadas por aludes.

Colinas y Lomadas

Están representadas por colinas de relieve complejo y en diferentes grados de disección, con alturas que oscilan entre 50 y 300 metros desde el nivel de base local y con pendiente mayor a 7° (VILLOTA, 1998), elevaciones de relieve bajo y alineamientos estructurales que en conjunto ocupan el 23,84 % del área dentro de la región. Se asocian litológicamente a rocas de diferente naturaleza, principalmente sedimentarias de edad paleozoica a cenozoica.



Foto N° 1 Ladera del cerro Lluicho Punta, aguas abajo de la quebrada Trancaragra, afluente del río Higuera; morfología de laderas de montañas con moderada a fuerte pendiente.

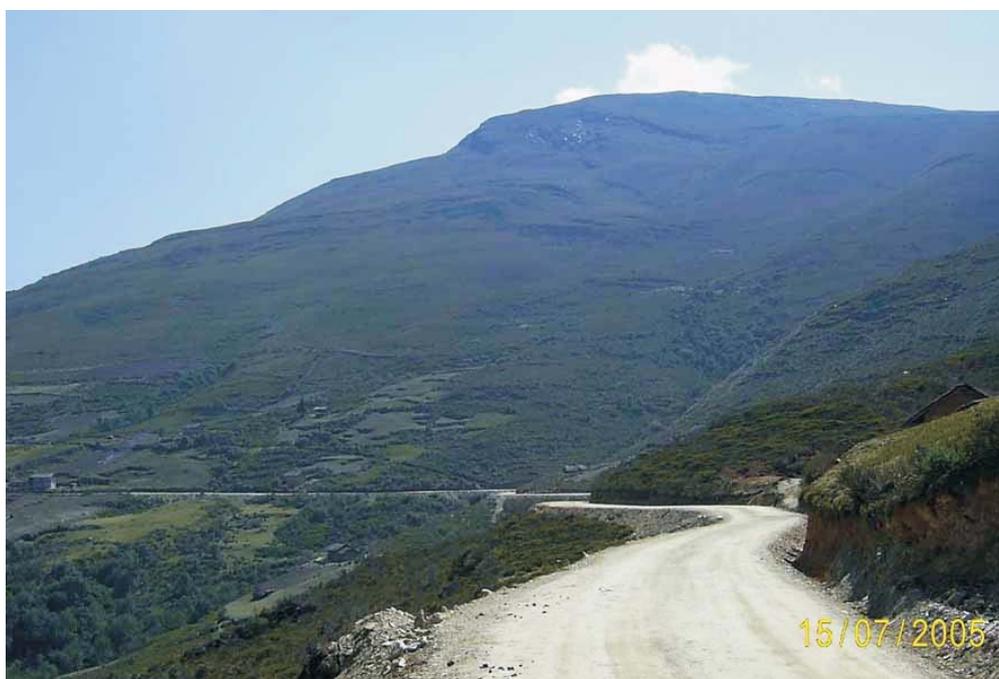


Foto N° 2 Montaña con laderas de moderada pendiente. Vista hacia el norte, la carretera Carpa-Arancay y las laderas del cerro Quisuar, con acumulación de depósitos de remoción antiguos y escarpas en la parte superior.



Foto N° 3 Vista del sector superior del valle de la quebrada Huayllacán, tomada hacia el noroeste, desde el sector de Tambogán, se aprecia al fondo laderas de tipo estructural.



Foto N° 4 Vista hacia el suroeste de la cabecera del río Marañón, donde se aprecia la Cordillera de Huayhuash, montañas de fuerte pendiente con cobertura glaciar.

Dentro de este grupo se diferenciaron seis subunidades:

Colinas: Corresponden estrictamente a las superficies de terreno con alturas no mayores a 300 m, de diferentes tipos de litología y cuya pendiente es mayor a 7° o 16%. La pendiente de sus laderas es suave a moderada y su distribución areal muy reducida alcanzando apenas el 0,35 %, restringiéndose a algunos sectores al oeste de Chavinillo en rocas sedimentarias y sureste de Panao en rocas intrusivas, sobre cotas superiores a 3 800 m. Suelen ocurrir procesos de reptación de suelos, caídas de rocas y escasos derrumbes.

Colinas y lomadas bajas disectadas: Son extensas superficies plano-onduladas y disectadas y con abundante vegetación (16,69 %), ubicadas en el sector oriental de la región, en la Faja subandina y Llanura Amazónica. Por la naturaleza litológica principal del substrato de carácter sedimentario, conformado por areniscas, lodolitas, arcillitas, etc., y por su ubicación geográfica, se presentan muy disectadas o erosionadas, en muchos casos por procesos de deforestación. Las áreas principales de estas geoformas corresponden a los relieves bajos que se encuentran entre Tingo María y Aucayacu (ver Foto N° 5), a ambos márgenes del río Huallaga, así como un área de mayor extensión en el sector oriental de Huánuco, entre Codo del Pozuzo, Puerto Inca y Tournavista, en ambos márgenes del río Pachitea.

Por su naturaleza son susceptibles a erosión de laderas, flujos de detritos, derrumbes.

Colinas con laderas estructurales: Son alineamientos colinosos que siguen un patrón estructural conformado por anticlinales y sinclinales; se distribuyen en forma paralela bordeando las partes inferiores de las montañas estructurales. Al igual que estas últimas, presentan generalmente una ladera o cuesta estructural con pendiente superior a 10° (Foto N° 5), escarpes abruptos con acumulación de derrubios, en las pendientes opuestas y a favor (vuelcos o caídas de rocas). Muchas veces se presentan intercalaciones de capas o secuencias sedimentarias alternas en competencia o resistencia a la erosión.

Están asociadas a vuelcos, caída de rocas, derrumbes, reptación de suelos y erosión de laderas.

Lomadas: Se trata de colinas cuyas cumbres y laderas presentan superficies amplias, redondeadas a suaves y en general una pendiente muy suave (entre 4° y 8°). Litológicamente, están asociadas a formaciones rocosas sedimentarias de tipo calcáreo, bordeando en algunos casos las zonas de laderas de montañas de moderada pendiente y en general ocupando las partes altas. Su distribución es escasa en la región (0,36 %), y principalmente se encuentran en las partes altas o cabeceras de cuenca, por lo general erosionadas, correspondiendo a la superficie puna, como

se observa al oeste de Singa, desarrolladas sobre rocas calcáreas y al este de Tantamayo, sobre los 4 000 msnm.

Monte Islas: Son colinas aisladas, escasas y de superficie muy reducida en la región, aflorando como remanentes erosivos del substrato rocoso en litologías sedimentarias, limitados o rodeados de planicies aluviales. Su distribución es muy reducida (Ver Foto N° 5), con algunos ejemplos cerca de Tingo María.

Morrenas: Por su expresión morfológica de depositación glaciar en forma de lomadas alargadas, estos depósitos se presentan acumulados en las laderas superiores de las montañas, márgenes de valles glaciares o bordeando algunas lagunas (ver Foto N° 6). Las áreas principales con acumulación de morrenas se ubican en las cabeceras de las cuencas Marañón y Huallaga: márgenes de los valles de los ríos Carhuacocha, Lauricocha, Taparaco, San Juan, Huashpay, Goyllar, Loma Gorda, y vertiente occidental de la divisoria Huallaga/Pachitea.

Están asociadas a procesos de erosión de laderas, flujos de detritos y algunos deslizamientos y movimientos complejos.

Piedemontes

Para delimitar los depósitos de piedemonte, se reconocieron aquellas características que los conforman, como el depósito y acumulación de material y las rupturas de pendiente. Para los objetivos que persigue el presente estudio fue necesaria la individualización de los depósitos de movimientos en masa o gravitacionales como deslizamientos, flujos y combinaciones, depósitos glacio-fluviales. En conjunto ocupan un porcentaje inferior al 3 %.

Abanicos proluviales/aluviales: Son depósitos de flujos de detritos canalizados en forma de abanico, ubicados en la parte terminal o desembocadura de una quebrada o curso fluvial de régimen estacional o torrentoso a un río principal (ver Foto N° 7), mostrando evidencias de represamiento de valle o desviaciones de cursos fluviales, controlando la morfología actual del valle. Debido a que su origen está dado por eventos individuales de diferente magnitud, mostrando áreas de depósito de regular extensión, altura variable, así como ligera pendiente hacia el valle, confundiendo en algunos casos con terrazas aluviales.

Están compuestos por depósitos de detritos clásticos, que vistos en planta presentan formas característicamente cónicas, con pendientes generalmente desde suave (2°), hasta 10°-15°. Ejemplos de abanicos se tienen en el valle del río Huallaga entre Ambo y Chinobamba, que descienden de ambos márgenes, así como en los valles de los ríos Chontabamba, Monzón y Alto Yanajanca (afluentes del río Huallaga), y en el valle del río Pozuzo (afluente del río Pachitea). Sus cauces pueden estar sujetos a huaycos periódicos a excepcionales.



Foto N° 5 Vista panorámica aguas abajo del río Huallaga en el sector de Tingo María, donde se diferencian las siguientes geoformas: colinas estructurales a la derecha (A), lomadas y colinas disectadas al fondo (B), monte isla al centro (C), terrazas aluviales ocupadas por la ciudad y áreas agrícolas (D) y llanura inundable en primer plano (E).



Foto N° 6 Morrena frontal en el sector de la laguna Carhuacocha (Huacaybamba).



Foto N° 7 Vista aguas arriba del valle del río Pinra, afluente del río Marañón. Abanico proluvial de la quebrada Tablabamba.

Abanicos deluvio-coluviales: Son depósitos de flujos de detritos en forma de conos o abanicos (huaycos generalmente no canalizados), delimitados así debido a que su origen está dado por eventos individuales de menor dimensión o depósitos de ladera acumulados en el pie, sobre pampas o terrazas aluviales o también en áreas de lagunas glaciares.

Importantes ejemplos de estos procesos y geoformas se han cartografiado en el valle del río Huallaga y tributarios principales, entre los que destacan los ríos Huertas e Higuera así como en los ríos Vizcarra, Lauricocha, afluentes del río Marañón (Foto N° 8). Geodinámicamente están asociados a procesos de erosión de laderas, cárcavas, derrumbes y flujos de detritos (huaycos).

Abanicos aluvionales: Son depósitos de flujos de gran dimensión conocidos como aluviones (flujos o avalancha de detritos canalizados), delimitados así debido a que su origen está dado por eventos individuales importantes, de carácter excepcional probablemente asociados a rupturas de diques morrénicos o desborde de lagunas glaciares. Ejemplos de estas geoformas se tienen frente a Ambo, en la margen derecha del río Huallaga donde se exponen depósitos en abanico de altura considerable por encima del valle actual del río y mostrando albardones aguas arriba. Un ejemplo particular de depósito de este tipo no asociado a un área glaciar se encuentra en el valle del río Marañón (Foto N° 9).

Vertiente de detritos: Depósitos inconsolidados acumulados en las laderas de montañas o colinas, en forma de talus de detritos de origen coluvial, de edad reciente, que descienden hacia los valles principales o quebradas tributarias, no presentando una geoforma característica y su consistencia es inconsolidada.

Por encontrarse cerca de su fuente de origen, presentan una naturaleza litológica homogénea, sin embargo, su granulometría es variable y su grado de compacidad es bajo, no consolidada.

Están relacionados a procesos de flujos de detritos y erosión de laderas, derrumbes y deslizamientos superficiales.

Detritos de acumulación glacio-fluvial: Se encuentran ocupando las zonas montañosas que han sufrido un proceso de deglaciación en el Pleistoceno en forma de depósitos de valle y ladera. Afloran ampliamente en las áreas de la región afectadas por deglaciación, en los cuadrángulos de Yanahuanca, Ambo, Huánuco (ver Foto N° 10).

Depósitos de deslizamiento: Son acumulaciones de depósitos de magnitud cartografiable, asociados a movimientos en masa (deslizamientos, deslizamiento-flujos, derrumbes y avalanchas de

detritos principalmente), relativamente antiguos a pre-históricos, fueron identificados, en el campo, en las imágenes satelitales y fotografías aéreas. Un ejemplo se muestra en la Foto N° 11.

Los principales ejemplos cartografiados se ubican en los cuadrángulos de Singa, La Unión, Pomabamba, Huánuco, Panao, etc. Se asocian a deslizamientos o deslizamiento-flujos, los cuales pueden reactivarse.

Planicies

Están asociadas a depósitos aluviales, aluviales antiguos y fluvio-glaciares, limitados en muchos casos por depósitos de piedemonte y laderas de montañas o colinas; ocupan una superficie de 9,33 %, del área de la región.

Para una mejor descripción se individualizaron ocho subunidades:

Planicie aluvial o terraza alta / Fondo de valle fluvial: Terrenos ubicados encima del cauce y llanura de inundación fluvial, de forma plana, ancho variable, están limitados a los valles (Fotos N° 6 y 12).

En muchos casos se consideró los fondos planos de valles indiferenciando las terrazas fluviales y fluvio-glaciares de poca amplitud y mostrando en general una pendiente suave entre 1° y 5°⁵.

Suelen producirse en sus márgenes erosión fluvial y socavamiento en sus taludes inferiores, generando derrumbes y erosión de tierras.

Sobre estos terrenos se ubican las principales poblaciones de la región, como Huánuco, Tingo María, La Unión y en algunos casos es posible diferenciar hasta dos o tres niveles de terrazas. Su distribución areal es aislada en las márgenes del río Marañón, siendo mayores y en forma discontinua en el río Huallaga, y con mayor extensión en el valle del río Pachitea y afluentes.

Llanura o planicie inundable: Son las superficies bajas, adyacentes a los ríos principales y el mismo curso fluvial, están sujetas a inundaciones recurrentes, ya sean estacionales o excepcionales. Morfológicamente se distinguen como terrenos planos compuestos de material no consolidado y removible.

En la región, su distribución mayor se encuentra sobre las partes inferiores en el valle del río Pachitea, así como en el tramo aguas abajo de Tingo María en el río Huallaga, estas áreas inundables están ocupadas por áreas de cultivo. En el primer caso, en la parte inferior de la cuenca se pueden diferenciar morfologías típicas de llanuras meándricas con predominio de complejos de orillares.

⁵ Es posible que algunos abanicos formados en la desembocadura de los ríos (aparentemente subhorizontales) que, por diferenciarse como depósitos proluviales acumulativos que descienden al valle en forma de abanicos, se les incluye dentro de los piedemontes.



Foto N° 8 Vista aguas abajo del valle del río Vizcarra, con presencia de abanicos deluviales, originados por la erosión de materiales adyacentes (depósitos pleistocenos de la Formación La Unión).



Foto N° 9 Parte del abanico aluvional originado por un flujo violento que provino de la margen izquierda del río Marañón, quebrada Chocchian. La altura de la presa se estimó en 140 m en una longitud de cerca de 1500 m.

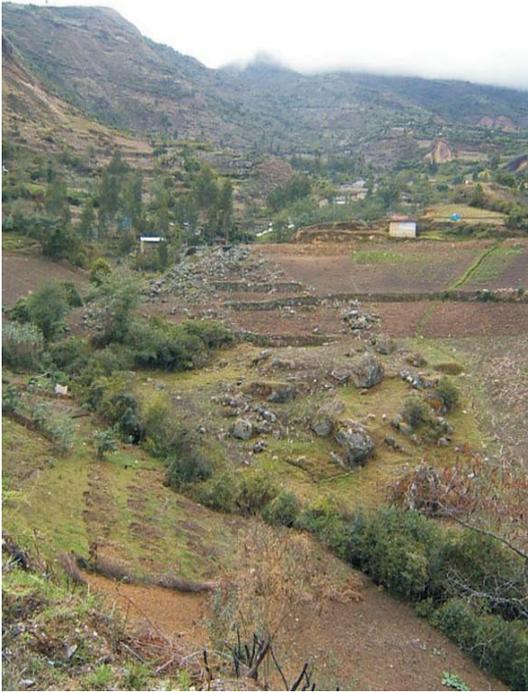


Foto N° 10 Depósitos de vertiente glacio-fluviales, y algunas morrenas en la ladera sur del cerro Matapunta, sector de Callagán (Molino).



Foto N° 11 Depósito de deslizamiento rotacional en el sector de Huarapa, quebrada afluyente por la margen izquierda a la quebrada Huayllacán, valle del río Chinobamba; nótese la pendiente longitudinal de la quebrada en el sector de represamiento.

Se asocia a inundaciones fluviales periódicas, erosión fluvial en las márgenes o terrazas bajas (ver Foto N° 12).

Planicie alta disectada / Planicie antigua: Terrazas elevadas o planicies antiguas, en algunos casos muy disectadas, distribuidas en las áreas de La Unión (río Vizcarra), Huarín, Margos, Baños y Jesús (río Marañón), al norte de Aucayacu, entre Ambo y la desembocadura del río Higuera, así como terrazas aisladas en el llano amazónico en la cuenca de Pachitea, asociadas a depósitos aluviales pleistocénicos conformados por conglomerados y areniscas con intercalación de limoarcillitas. Se distribuyen en el área de La Unión, entre Huarín y Baños, en el valle del Huallaga (entre Ambo y Huánuco), así como al norte de Aucayacu,

Geodinámicamente, se asocian a procesos de erosión de laderas de tipo cárcavas, avanzadas y *badlands*, erosión fluvial en las márgenes por socavamiento con generación de derrumbes y flujos de detritos (Fotos N° 12 y 13).

Valles glaciario con lagunas: Depresiones existentes en las cabeceras de los valles principales y tributarios de ambientes glaciales, con formación de lagunas de diferentes dimensiones. Las formas más características son depresiones alargadas como las lagunas Lauricocha, Carpa, etc., entre muchas otras (Ver Foto N° 14).

GEOMORFOLOGÍA Y SUSCEPTIBILIDAD

El aspecto geomorfológico generalmente es tomando en cuenta como aspecto de pendiente. Sin embargo, las unidades geomorfológicas diferenciadas en el presente estudio, para los objetivos perseguidos, se les considera muy importantes, como factores de susceptibilidad; la pendiente se analiza por separado.

Los valores de susceptibilidad en función al análisis estadístico, para las diferentes unidades geomorfológicas, permitió agruparlas según su susceptibilidad en cinco rangos (ver Cuadro 5.1). A continuación se describe la ocurrencia de eventos geodinámicos en su relación a las geoformas asociadas, considerando las observaciones de campo:

Susceptibilidad muy alta:

Depósitos de deslizamiento: abanicos deluvio/coluviales y vertiente de detritos: Están ligados principalmente a la ocurrencia de deslizamientos, derrumbes, flujos de detritos y movimientos complejos; en importancia están las áreas con depósitos de deslizamientos susceptibles a reactivarse por modificación de sus taludes, las vertientes de detritos y los abanicos deluvio/coluviales,

en ese orden. Estos materiales generalmente tenderán a buscar su estabilización natural.

Susceptibilidad alta:

Montañas con laderas de moderada pendiente: Son frecuentes en la región los deslizamientos y movimientos complejos, derrumbes y caída de rocas, flujos de detritos.

Montañas con laderas de moderada a fuerte pendiente: Ligadas a derrumbes, movimientos complejos y flujos de detritos, principalmente en las laderas de valles encañonados.

Planicies aluviales antiguas: En sus frentes, generalmente disectados, ocurren flujos de detritos y derrumbes asociados o desencadenados por la erosión de laderas, afectando las áreas adyacentes.

Susceptibilidad media:

Montañas con laderas estructurales: Vinculadas a caída de rocas, movimientos complejos (caída de rocas/flujo de detritos) y reptaciones. Pueden presentarse avalanchas de roca.

Colinas y lomadas bajas disectadas: Por su poca elevación son menos susceptibles a la ocurrencia de movimientos en masa de grandes magnitudes; sin embargo, ocurren flujos de detritos pequeños, derrumbes hasta deslizamientos, iniciados por procesos de erosión.

Colinas: Colinas con laderas estructurales: Frecuencia de erosión de laderas en suelos superficiales, caída de rocas y algunas reptaciones de suelo, vuelcos en las laderas estructurales con formación de cuevas.

Detritos de vertiente glaciofluviales y morrenas: Por su ubicación son susceptibles a remoción con agua (fuertes lluvias) al ser saturados.

Susceptibilidad baja:

Abanicos proluviales y aluvionales: Muchos de estos depósitos son antiguos, sin embargo, en sus límites pueden ocurrir eventos excepcionales de dimensión menor.

Lomadas y monte islas: Afectadas principalmente por erosión de laderas.

Terrazas:

Susceptibilidad muy baja:

Llanuras de inundación.



Foto N° 12 Vista hacia el sur en la confluencia del Higueras al río Huallaga, valle amplio donde se distinguen unidades de terraza aluvial antigua disectada en el sector de Marabamba, ocupada por terrenos de cultivo (A), terrazas aluviales en las áreas urbanas de Pillcopata y Amarilis y agrícolas en el valle del Higueras (B), llanura de inundación fluvial (C) y montañas de moderada pendiente (D).



Foto N° 13 Vista aguas arriba del río Vizcarra (aguas arriba de La Unión), donde se distingue una terraza antigua, alta, fuertemente disectada. Nótese además los abanicos deluviales al pie de sus laderas debido a la generación de flujos de detritos.



Foto N° 14 Vista hacia el sureste de la laguna Carpa; valle glaciar con formación de una laguna limitada por morrenas. Hacia el fondo se aprecian montañas de moderada a fuerte pendiente.

Cuadro 5.1
Geomorfología y susceptibilidad

Unidad geomorfológica		Susceptibilidad	
		Grado	Calificación
A movimientos en masa			
Montañas	Montañas con laderas de moderada a fuerte pendiente	Alta	3
	Montañas con laderas de moderada pendiente	Alta	3
	Montañas con laderas estructurales	Media	2
	Montañas glaciares		4
Colinas y lomadas	Colinas	Media	2
	Colinas y lomadas bajas disectadas	Media	2
	Colinas con laderas estructurales	Media	2
	Lomadas	Baja	1
	Monte islas	Baja	1
	Morrenas	Alta	2
Piedemontes	Abanico proluvial/aluvial	Baja	1
	Abanico deluvio-coluvial	Muy alta	4
	Abanico aluvional	Baja	1
	Detritos de vertiente	Muy Alta	4
	Detritos de acumulación glacio-fluvial	Media	2
	Depósitos de deslizamiento	Muy alta	4
Planicies y depresiones	Planicie aluvial o terraza alta / Fondo de valle fluvial	Baja	1
	Llanura o planicie inundable	Muy baja a nula	0
	Valle glaciar con lagunas	Muy baja a nula	0

PENDIENTE DE LOS TERRENOS

La pendiente constituye un factor de evaluación principal para el análisis de susceptibilidad a los movimientos en masa.

El Mapa de Pendientes (MP), fue preparado en base a los planos topográficos del IGN, a escala 1:100 000, con equidistancias de curvas de nivel cada 50 m, utilizándose para su generación el software de pendientes con ayuda del GIS, obteniendo para ello un modelo de elevación digital y a la vez polígonos que presentan igual pendiente o inclinación en diferentes sectores de la región⁶.

Se consideró seis rangos o grados de pendiente: terrenos llanos (<1°), inclinados con pendiente suave (1°-5°), pendiente moderada (5-15°), pendiente fuerte (15°-25°), pendiente escarpada (25-45°) y terrenos muy escarpados (>45°), como se muestra en el Mapa N° 6.

En los terrenos llanos se encuentran terrazas, planicies y/o conos de deyección y numerosas laderas de lomadas y colinas bajas del Llano amazónico, morrenas, depósitos glacio-fluviales y valles glaciales con lagunas. Asimismo, se ubican las principales localidades de la región (Huánuco, Tingo María, Aucayacu, Ambo, La Unión). En los terrenos ligeramente inclinados con muy suave pendiente, ampliamente distribuidos en la zona altiplánica (planicies y terrazas altas, planicies antiguas) se ubican las localidades de Margos, Chavinillo. En estas dos zonas se desarrollan ampliamente las zonas agrícolas. La localidad de Llata se ubica en una ladera estructural de suave pendiente.

Los terrenos con pendiente moderada a fuerte ocupan una extensión mayor en la región y están distribuidos indistintamente en las laderas de las Cordilleras Oriental, Faja Subandina, así como los alineamientos en valles tributarios a los ríos principales.

Los terrenos con pendiente escarpada y muy escarpada, ocupan una superficie reducida, y se encuentran localizados indistintamente en los tramos de valle-cañón en las cuencas Marañón y Huallaga (montañas estructurales y de fuerte pendiente), siendo los sectores principales los alineamientos rocosos con dirección andina, de naturaleza metamórfica.

Pendientes y Susceptibilidad

La pendiente como factor condicionante es un parámetro importante en la evaluación de todo tipo de proceso de movimiento en masa,

por ello, diversos autores consideran a esta variable como fundamental en el análisis de susceptibilidad (AGUILAR & MENDOZA, 2002. En RESTREPO & VELÁSQUEZ, 1997; MORA Y VAHRSON, 1994; VAN WESTEN & TERLIEN, 1995).

Respecto a la relación pendiente versus movimientos en masa, existen algunas divergencias en su análisis⁷. En general, la relación entre movimientos de masa y pendiente, no es apropiado generalizarla para todos los ambientes climáticos. Diversos autores coinciden en que pendientes bajas y altas o muy altas son menos susceptibles a los movimientos en masa.

En el presente trabajo se adoptó la siguiente clasificación (Ver Cuadro N° 5.2):

- Las áreas de menor pendiente son poco susceptibles a movimientos en masa, pero son afectadas por eventos originados en las porciones adyacentes o superiores de mayor pendiente. Las inclinaciones entre 0° y 1° se calificaron con el valor cero (susceptibilidad muy baja a nula), mientras que las pendientes >45° con valor 2 (susceptibilidad media).
- Laderas entre 1° y 5°, de inclinación suave, conforman relieves con baja susceptibilidad (algunas veces afectadas por eventos que se originan en pendientes más inclinadas), generalmente flujos de detritos (huaycos). Se asignó a este rango el valor 1 (susceptibilidad baja).
- Laderas con inclinaciones entre 5° y 15° se consideran con susceptibilidad media a los movimientos en masa y se calificó con el valor de 2.
- Los terrenos o laderas con pendientes entre 15° y 25° son las más susceptibles en la cuenca (susceptibilidad muy alta) y se les asignó el valor de 4.
- Se consideró susceptibilidad alta a los terrenos con laderas entre 25° a 45° de pendiente, asignándoles el valor de 3.

De acuerdo a esto, es fácil que ocurran movimientos en masa en laderas y cauces cuya inclinación principal varía entre media a fuerte (5° - 45°), también es más alta la susceptibilidad a la erosión de laderas (surcos y en cárcavas) de colinas o montañas, bajo el criterio de que a mayor pendiente se facilita el escurrimiento superficial y por ende la erosión hídrica o pluvial será mayor.

⁶ Algunos sectores por no tener recubrimiento topográfico, presentan superficies vacías.

⁷ DENSMORE & HOVIUS (2000), revelan una alta frecuencia de pendientes naturales superiores a 40 grados, sin movimientos de masa, en áreas en las cuales ocurrieron movimientos de masa disparados por ambos mecanismos, lo cual significa que sobre estas pendientes son menos frecuentes los movimientos de masa. THOMAS (1994), reseña diversos estudios en Estados Unidos y Japón, que aportan la relación entre movimientos de masa y pendientes. Reporta que taludes menores o iguales a 20° son aparentemente estables pero no pueden ser considerados 100% seguros durante eventos extremos; taludes entre 26° y 28° se caracterizan por su gran inestabilidad; entre 38° y 50° son propicios (en Puerto Rico), para eventos de flujos de escombros. En Japón son comunes en el rango de 35° a 40°.

Cuadro 5.2
Clasificación de pendientes y susceptibilidad

Pendientes	Calificación	Susceptibilidad
0° a 1°*	0	Muy baja a nula
1° a 5°*	1	Baja
5° a 15°	2	Media
15° a 25°	4	Muy alta
25° a 45°	3	Alta
>45°	2	Media

(*) Las pendientes de 0° a 1° y de 1° a 5°, se consideran de muy alta y alta susceptibilidad a las inundaciones y erosión fluvial.

Los flujos de detritos son muy frecuentes en terrenos con pendientes entre 20° a 35°, también ocurren a mayores pendientes (35° a 50°); menos frecuentes entre 5° y 20°. La erosión de laderas ocurre mayormente en pendientes entre 20° y 50°.

Los deslizamientos y movimientos complejos inventariados son frecuentes en pendientes entre 20° - 35°; estos últimos ocurren también a mayores pendientes y en el caso de deslizamientos, algunos ocurrieron en terrenos de poca pendiente (5° a 20°).

Las caídas de rocas y derrumbes ocurren en pendientes entre 20° y 50°, principalmente entre 35°-50°; se inventariaron pocas ocurrencias de este tipo en terrenos o frentes de ladera escarpados mayores a 50° y menores de 20°.

Las inundaciones y erosión fluvial, además de influir otros factores netamente geomorfológicos y dinámicos, ocurren usualmente en terrenos de suave pendiente (<1° y entre 1° y 5°), de ahí que estos terrenos se consideran de muy alta susceptibilidad a las inundaciones (ver Cuadro N° 5.2).

CAPÍTULO VI

CONTEXTO LITOLÓGICO ESTRUCTURAL

MANUEL VÍLCHEZ MATA & BILBERTO ZAVALA CARRIÓN

GENERALIDADES

UNIDADES LITOLÓGICAS

El mapa litológico-estructural (Mapa N° 7) ha sido elaborado en base a los estudios de la Carta Geológica Nacional a escala 1:100 000, realizados en la Región Huánuco por la Dirección de Geología Regional, cuya información se encuentran en 12 boletines (INGEMMET, 1995-1998), abarcando los cuadrángulos de Tingo María, Huánuco, Nuevo Edén, Ambo, La Unión, Yanahuanca, Pozuzo, Panao, Singa, Pomabamba, San Pedro de Chonta, Codo del Pozuzo, Aucayacu, Uchiza, Río Santa Ana, Aguaytía, Recuay, Tayabamba, San Alejandro, Huari, Puerto Inca, Tournavista, Yuyapichis, Río Nova, Tocache Nuevo, así mismo se interpretó imágenes satelitales Landsat, fotos aéreas y se hicieron las verificaciones de campo respectivas.

Para la delimitación de las unidades litológicas se ha tomado como patrón la litología, el grado de homogeneidad de sus propiedades geotécnicas (rocas y suelo), principalmente su grado de fracturamiento, grado de meteorización y resistencia a la erosión, agrupándolas sin considerar su edad.

De acuerdo a lo mencionado, los principales grupos de suelo y rocas se han agrupado en dos grandes unidades de clasificación:

- Depósitos inconsolidados
- Unidades del substrato rocoso

Depósitos Inconsolidados (I):

Esta unidad agrupa a los depósitos poco o nada coherentes, de extensión y grosor variable, conformados por materiales de litología heterogénea y heterométrica, depositados desde el Pleistoceno hasta la actualidad, agrupados en función a su origen.

Para la Región Huánuco se diferenciaron siete tipos de materiales no consolidados, que son productos de la meteorización, erosión y posterior acumulación; presentan morfologías que van desde planas a plano-onduladas hasta acumulaciones de piedemonte con cierto declive. A esta unidad se le ha denominado como la unidad «I», la cual está acompañada de un número «I-1» que indica la clase de depósito.

De acuerdo a su origen se clasifican en:

Depósitos Fluviales (I-1)

Están conformados por los materiales ubicados en el cauce o lecho de los ríos y/o quebradas, terrazas bajas inundables y llanura de inundación. Son depósitos heterométricos constituidos por bolos, cantos y gravas subredondeadas en matriz arenosa o limosa, mezcla de lentes arenosos y areno-limosos; son depósitos inconsolidados a poco consolidados hasta sueltos, fácilmente removibles y su permeabilidad es alta.

Geomorfológicamente, están asociados principalmente a las llanuras de inundación, y son susceptibles a erosión fluvial e inundación periódica.

Depósitos Aluviales y Proluviales (I-2)

Conforman las extensas llanuras aluviales y terrazas (altas y medias) a diferentes niveles sobre los valles, ubicadas en las márgenes de los ríos principales y tributarios mayores; son depósitos semiconsolidados, algunos de ellos presentan cierto grado de consolidación, erosionados por los cauces actuales. Estos depósitos generalmente corresponden a una mezcla heterogénea de bolones, gravas y arenas, redondeadas a subredondeadas, así como limos y arcillas; que tienen de regular a buena selección, presentan niveles y estratos diferenciados que evidencian la actividad dinámica fluvial, su permeabilidad es media a alta. Se asocian principalmente a las planicies aluviales o terrazas altas, susceptibles a erosión fluvial (socavamiento en el pie de terrazas), algunos derrumbes y hasta deslizamientos cuando se encuentran conformando márgenes de ríos y quebradas.

Los depósitos proluviales se encuentran formando conos deyección o abanicos. Se originan a partir de la existencia de material detrítico suelto acumulado y, al producirse precipitaciones pluviales intensas se saturan, pierden su estabilidad y se movilizan torrente abajo por las quebradas. Sus depósitos llegan a confundirse muchas veces con las terrazas aluviales; el material que las constituye es heterométrico y mal clasificado, por lo general son subangulosos a subredondeados, englobados en una matriz fina, permeables, medianamente consolidados; son susceptibles a

la erosión fluvial, derrumbes y deslizamientos. Geomorfológicamente están asociados directamente a las unidades de abanicos proluvio/aluviales y abanicos aluvionales.

Depósitos Glaciales (I-3)

Están representados principalmente por acumulaciones de morrenas, conformadas por clastos angulosos a subredondeados, en una matriz arenosa y limoarcillosa, son poco compactos, forman crestas y lomadas alargadas, se les encuentran distribuidas en zonas de frente glacial a lo largo de la Cordillera Occidental y en la Cordillera Oriental, bordeando lagunas, muchas de estas zonas actualmente no muestran presencia de glaciales, la existencia de estos materiales evidencia un proceso de deglaciación, que ocasionó la desaparición de los glaciares.

Depósitos Glacio-fluviales (I-4)

Conformados por materiales de morrenas que han sufrido removilización por acción fluvial o por gravedad, generalmente compuestas por material heterométrico, de gravas subredondeadas, en matriz arenolimosas, de profundidad y permeabilidad variable, medianamente compactos. Se encuentran ocupando las laderas de montaña en zonas glaciales y rellenando los valles glaciales, frentes de montañas, algunas veces en forma de talus de detritos.

Depósitos Coluvio-deluviales (I-5)

Esta unidad agrupa depósitos de piedemonte de diferente origen (gravitacional y fluvio-gravitacional), que se acumulan en vertientes o márgenes de los valles como también en laderas superiores; en muchos casos son resultado de una mezcla de ambos.

Los depósitos coluviales o de caída, se les reconoce por su geometría y son producto de deslizamientos, derrumbes y movimientos complejos, etc., su fuente de origen es cercana. Están conformados por materiales generalmente gruesos, de naturaleza homogénea, heterométricos, mezclados con materiales finos como arena, limo y arcilla como matriz en menor proporción; generalmente se presentan sueltos a muy sueltos, pero pueden presentar algo de consolidación cuando son relativamente más antiguos, dependiendo de la matriz que los engloba. Su distribución mayormente caótica al pie de los taludes, constituyen talus de escombros, detritos de ladera, piedemonte; se les encuentra en las laderas de valles y al pie de barrancos escarpados.

Los depósitos deluviales están referidos a acumulaciones pequeñas a moderadas de depósitos de vertiente, su origen está asociado generalmente a flujos no canalizados y también a movimientos complejos (derrumbe-flujos o deslizamiento-flujos), que originan

pequeños abanicos en su pie. Se les encuentra al pie de laderas y formando pequeños abanicos en su confluencia con valles principales.

En conjunto, por su naturaleza son susceptibles a la erosión pluvial, remoción y generación de flujos de detritos (chorreras y huaycos), y cuando son el resultado de antiguos movimientos en masa son susceptibles a reactivaciones, al realizar modificaciones en sus taludes naturales. Geomorfológicamente están asociados a las unidades de depósitos de vertiente, depósitos de deslizamientos y abanicos deluvio/coluviales.

Unidades del Sustrato

Estas unidades han sido divididas de tal forma que se agrupan a las diferentes litologías según su naturaleza, diferenciándose en la región: Rocas intrusivas (II), rocas volcánicas (III), rocas volcánicas sedimentarias (IV), rocas sedimentarias (V), rocas metamórficas (VI), además, sus símbolos pueden estar acompañados de un número según el tipo de litología particular de la cual están compuestas.

Rocas Intrusivas (II)

Las rocas intrusivas que afloran en la Región Huánuco tienen una notable presencia, ocupando un porcentaje del área total, se ubican principalmente en la zona de cordillera, conformando stocks, plutones (Cachicoto), cuerpos subvolcánicos (Uchiza), presentan una morfología de montañas y colinas, con pendientes que varían de moderadas a abruptas.

Estas rocas de acuerdo a su morfología, litología, grado de fracturamiento, meteorización e intensidad de erosión, son susceptibles a determinados procesos de movimientos en masa (caída de rocas, derrumbes, reptación y erosión de laderas).

La resistencia de estos materiales rocosos varía según la composición, textura y su localización por efectos del clima al que están expuestos; el granito, la roca más común de la familia de las rocas intrusivas tiene una resistencia a la compresión de 100-200 Mpa.

Las rocas ígneas intrusivas que afloran en la región han sido clasificadas en cuatro subunidades de acuerdo a su litología:

- **Granitos y Monzogranitos (II-1):** Afloramientos de topografía moderada a fuerte, de amplia distribución dentro de la región Huánuco a manera de plutones (Pampa Hermosa, Cachicoto), macizos (San Rafael), teniendo sus mayores exposiciones al noroeste en la zona de Huacaybamba y sur centro, por las inmediaciones de los poblados de San Rafael, Panao, Pachitea

y Chaglla, se pueden encontrar además pequeños afloramientos en otros sectores en forma de stocks.

- **Tonalitas y Granodioritas (II-2):** Afloramientos de topografía moderada a manera de plutones (Cocalito-San Antonio, Cerro Campana), batolitos (Higueras), afectados por procesos de meteorización generando suelos arenosos, también de amplia distribución dentro de la región, sus mayores exposiciones ocurren al norte y sur de la zona occidental de la región, a inmediaciones de la ciudad de Huánuco.
- **Pórfidos (II-3):** Constituido por afloramientos de roca de tipo cuarzo-latita, conformando cuerpos subvolcánicos como el de Uchiza, morfológicamente aparecen como montañas de moderada pendiente y colinas.
- **Grabros y dioritas (II-4):** Constituyen intrusiones de dimensiones menores con relación a las anteriores, afloran de manera aislada y dispersa, siendo los más representativos los afloramientos en los sectores de Parcoy y Chaulán, morfológicamente conforman montañas con laderas de moderada pendiente.

Rocas Volcánicas (III)

Consisten en una reducida exposición de rocas de tipo volcánico, se les ha subdividido en dos grupos: uno conformado por tobas y el otro por secuencias lávicas y piroclásticas, su distribución es aislada y dispersa, sus afloramientos son de poca dimensión.

- **Tobas (III-1):** Conformada por tobas friables de coloración clara, contienen bombas elongadas y lapillis gruesos encerrados en una matriz tobácea de pómez, conforman la Formación Huayllay y, afloran únicamente en el cuadrángulo de Yanahuanca en el sector del cerro Pucagaga, presentando estructura columnar. Por sus características son susceptibles a la ocurrencia de caída de rocas.
- **Secuencias lávicas y piroclásticas (III-2):** Este subgrupo está representado por secuencias del Grupo Calipuy, sus afloramientos en la zona son reducidos y dispersos, el mayor afloramiento se encuentra en los nevados de Jurán y Yerupajá, están constituidos de rocas piroclásticas gruesas de composición andesítica, lavas andesíticas e ignimbritas dacíticas, también se tienen dentro de este subgrupo pequeños stocks de tipo riodacita que intruyen a las formaciones Carhuaz, Oyón, Chimú.

Dado el tipo de litología de este grupo, las condiciones estructurales, hidrológica y sísmicas, pueden ser susceptibles a la ocurrencia de aludes, aluviones y derrumbes, morfológicamente se encuentran formando montañas, montañas glaciales y colinas. Los movimientos en masa vinculados a este subgrupo son pocos ya que la extensión de sus afloramientos son reducidos.

Rocas Volcánico-Sedimentarias (IV)

Dentro de esta unidad se ubica el Grupo Mitu, constituido de andesita púrpura y flujos de lava, andesita piroclástica, conglomerados de guijarros de andesita y areniscas rojas; es un depósito típico de molasa. Al noreste del cuadrángulo de Yanahuanca y al norte de La Unión, está conformado por conglomerados gruesos a finos, intercaladas con areniscas rojas y en la parte superior lodolitas rojas interestratificadas con areniscas de grano fino a grueso, se les encuentra formando parte de los sinclinales de Llata y San Cristóbal de Jacas Chico. También se exponen como una franja alargada y continua de rumbo NO-SE, desde la parte occidental de Sillapata hasta el cerro Carcomachay en el extremo sureste; en la hoja de Yanahuanca tiene ocurrencia restringida y aparece como una franja estrecha de dirección NO-SE, hasta las inmediaciones del poblado de Chaglla.

Forma parte de esta unidad la Formación Lantorache, que aflora al noroeste del cuadrángulo de Pozuzo. Su base está constituida por una secuencia de conglomerados de matriz arenosa semiconsolidada, intercalada con sedimentos tobáceos de naturaleza riolítica, también se observan brechas y aglomerados con fragmentos angulosos y redondeados de naturaleza andesítica, la parte superior presenta areniscas limosas en la base, limoarcillitas y horizontes tobáceos.

Las secuencias volcánico-sedimentarias se encuentran formando montañas y colinas de moderada a fuerte pendiente, sus valores de resistencia a la compresión son variables, por encontrarse constituidos por diferentes litología, así como su susceptibilidad a los movimientos en masa, siendo susceptibles a la ocurrencia de deslizamientos y derrumbes de grandes magnitudes.

Rocas Sedimentarias (V)

Las rocas sedimentarias tienen amplia distribución, encontrándoseles en el sector este y suroeste de la región Huánuco, generalmente se presentan estructuralmente plegadas y falladas. Esta unidad ha sido dividida en siete subunidades, tomando en cuenta la litología predominante de cada subunidad.

Sus valores de resistencia a la compresión para estos materiales sedimentarios detríticos y químicos son: a) lutitas o limo-arcillitas: el rango comprende de 2-215 Mpa, b) areniscas: 40-110 Mpa; c) conglomerados 90 Mpa y d) calizas se tiene un rango en el valor de resistencia de 50-60 Mpa.

- **Calizas; calizas y margas (V-1):** Esta subunidad está constituida por secuencias de calizas micríticas, algo dolomíticas bituminosas, intercalaciones de calizas con lutitas; calizas con intercalaciones de cineritas y margas; también lutitas intercaladas con areniscas y calizas grises; calizas margosas nodulares,

resistentes a la erosión. Las formaciones representativas que pertenecen a esta subunidad son el Grupo Pucará (formaciones Chambará, Aramachay y Condorsinga), Copacabana, las formaciones Chonta, Santa, Chulec, Pariatambo, Crisnejas, Jumasha, Celendín y Pariahuanca.

- **Areniscas y lutitas (V-2):** Esta subunidad está constituida por secuencias de areniscas y lodolitas; areniscas limoarcillíticas y lutitas gris oscuras; areniscas cuarzosas intercaladas con lutitas gris oscuras y carbón; areniscas cuarzosas blancas con intercalaciones de limoarcillitas y limonitas. Las formaciones representativas que pertenecen a esta subunidad son el Grupo Oriente (formaciones Cushabatay, Esperanza y Agua Caliente), Goyllarisquizga (Chimú, Carhuaz, Farrat), Goyllarisquizga indiviso, Ambo (formaciones Chunqui y Gollpay) y la Formación Contaya.
- **Areniscas, limoarcillitas y lodolitas (V-3):** Esta subunidad está constituida por areniscas de coloración amarillenta, areniscas, limonitas y lodolitas rojas. Las formaciones representativas que pertenecen a esta subunidad son las formaciones Sarayaquillo, Vivian, Ipururo y Casa Blanca.
- **Lodolitas y limolitas rojas (V-4):** Esta subunidad está constituida por lodolitas, limolitas y areniscas rojo-marrones; areniscas calcáreas intercaladas con limoarcillitas y lutitas grises. Las formaciones representativas que pertenecen a esta subunidad son el Grupo Huayabamba y las formaciones Yahuarango y Pozo.
- **Lutitas (V-5):** Esta subunidad está constituida mayormente por lutitas gris oscuras, limolitas, intercaladas con areniscas; pizarras grises y filitas con intercalaciones de areniscas y algunos niveles de caliza; son formaciones incompetentes. Las formaciones representativas que pertenecen a esta subunidad son formaciones Oyón, San José, Cachiyacu y Ushpayacu.
- **Conglomerados, areniscas, lodolitas y lutitas (V-6):** Esta subunidad está constituida por secuencias de areniscas rojas friables, margas, lodolitas y conglomerados de color rojo; areniscas y lodolitas; secuencias de conglomerados y areniscas semiconglomerádicas; conglomerados moderadamente cementados. Las formaciones representativas que pertenecen a esta subunidad son las formaciones Chambira, Tulumayo, Casapalca, Chota, La Unión, Tamborapa y Ucayali. Se encuentran conformando montañas, colinas y lomadas disectadas.
- **Domo de Sal (V-7):** Este pequeño afloramiento es parte de un domo de sal y yeso que aflora en el sector sureste de la hoja de Aguaytía, y solo una pequeña fracción del domo pertenece a la región Huánuco.

Rocas Metamórficas (VI)

Están expuestas en el sector central-occidental de la región Huánuco, conformadas por extensos afloramientos del Complejo Maraón con una orientación NO-SE, desde la localidad de San Rafael hasta Huacrachuco, en algunos sectores se pueden observar algunos alineamientos, formados por la esquistosidad de las rocas, constituyendo laderas escarpadas.

Esta unidad ha sido dividida en tres subunidades en donde se ha tomado en cuenta el tipo de litología que las constituye.

- **Esquistos y micaesquistos (VI-1):** Se encuentran conformando un relieve accidentado irregular con abundante material de escombros en los flancos y laderas, constituido por micaesquistos y esquistos de coloraciones verdes y grises, con vetas de cuarzo. Su susceptibilidad a la ocurrencia de movimientos en masa es alta, produciéndose derrumbes, deslizamientos, flujos y reptación. En algunos sectores, por meteorización, generan suelos de espesor potente, suelos residuales de características permeables.
- **Gneis (VI-2):** Sus afloramientos se encuentran al suroeste de la localidad de Panao, consisten de gneis de mica-cuarzo-plagioclasa, gneis de granate-muscovita-biotita y gneis de biotita y moscovita; morfológicamente se encuentran conformando montañas de fuerte pendiente. La susceptibilidad a la ocurrencia de movimientos en masa en esta unidad es baja.
- **Filitas y pizarras (VI-3):** En el sector occidental del Complejo Maraón, al oeste de Jesús y Rondos, se presenta una franja de filitas y pizarras grises a marrón rojizas por efectos de la meteorización, con algunos niveles de cuarzo; en el cuadrángulo de Ambo, en el valle del río Huertas y la quebrada Vilcacochoa se tiene areniscas, cuarcitas, pizarras y lutitas del Grupo Excelsior, conforman montañas de relieve moderado. La susceptibilidad a la ocurrencia de movimientos en masa en esta unidad es alta, produciéndose derrumbes, deslizamientos, reptación y flujos.

LITOLOGÍA Y SUSCEPTIBILIDAD

La geología es uno de los parámetros más importantes al analizar la susceptibilidad a los movimientos de masa, pero también uno de los más complejos de evaluar, por las diferentes asociaciones de rocas que se presentan y que condicionan su competencia geomecánica (fracturamiento) y resistencia (meteorización). Se evalúa el carácter litológico y estructural.

- En la litología, se evalúa el tipo de material presente (roca o suelo), sus características físicas y químicas, composición mineral y textura, características que definen su grado de susceptibilidad a los movimientos en masa (MEDINA, 1991).

- La parte estructural considera los sistemas de discontinuidades presentes en la roca, como planos de debilidad (estratificación, pliegues, fallas y diaclasas); estructuras tectónicas presentes en el material, en las cuales se ha presentado desplazamiento relativo de masas (SIMONS, 1990). Su influencia en la susceptibilidad está gobernada por su rumbo, buzamiento (en relación al talud o inclinación de laderas), espaciamiento y continuidad, grado de actividad (fallas activas, etc.), entre otros (SUÁREZ, B., J.1998).

La incorporación de estos dos caracteres (litología y estructura) fueron realizados por MORA & VAHRSON (1993), en un estudio realizado en Costa Rica⁸, en donde agruparon las unidades litológicas y valoraron subjetivamente su influencia respecto a los movimientos en masa, determinando cinco clases de susceptibilidad (Ver Cuadro N° 6.1).

KEEFER (1984 y 1994), basado en datos históricos mundiales de movimientos de masa detonados por sismos, menciona que los tipos de ambientes más susceptibles a los movimientos en masa

son rocas fuertemente fracturadas, meteorizadas, cizalladas y débilmente cementadas, cenizas volcánicas, suelos residuales no cohesivos y depósitos aluviales y coluviales.

Para la región Huánuco, teniendo en cuenta su complejidad estructural y geológica, la interpretación del carácter litológico (grado de meteorización) y estructural (grado de fracturamiento) de las unidades de roca y suelo, permitió establecer grados de susceptibilidad, siendo las características más saltantes, las que se indican a continuación y el Cuadro N° 6.2:

- La unidad VI-1 (esquistos y micaesquistos), presenta muy alta susceptibilidad a la ocurrencia de deslizamientos, movimientos complejos, derrumbes, flujos, reptación y erosión de laderas. Gran porcentaje de ocurrencias se dan en este tipo de rocas.
- Las unidades V-6 (conglomerados, areniscas, lodolitas y lutitas), con alta susceptibilidad a la ocurrencia de deslizamientos, caídas (derrumbes), reptación, erosión de laderas y flujos de detritos (huaycos).

Cuadro 6.1
Susceptibilidad de la litología a los movimientos en masa

Unidad litológica	Grado	Peso
Aluvión grueso, permeable, compacto, nivel freático bajo. Calizas duras permeables. Intrusivos poco fisurados, bajo nivel freático. Basaltos, andesitas, ignimbritas y otras sanas, permeables y poco fisuradas. Rocas metamórficas, sanas, poco fisuradas, bajo nivel freático. Características físico mecánicas (CFM): materiales sanos con poca o ninguna meteorización, resistencia al corte elevada, fisuras sanas, sin relleno.	Baja	1
Rocas sedimentarias poco o nada alteradas, macizas, poco fisuradas, nivel freático bajo. Rocas intrusivas, calizas duras, lavas, ignimbritas, metamórficas, medianamente alteradas y fisuradas. Aluviones poco compactados, con muchos finos, drenaje moderado, nivel freático a profundidades intermedias. CFM: Resistencia al corte media a elevada, fracturas cizallables.	Moderada	2
Rocas sedimentarias, intrusivas, lavas, ignimbritas, tobos poco soldadas, metamórficas mediana a fuertemente alteradas, coluviones, lahares, arenas, suelos regolíticos levemente compactados, drenaje poco desarrollado, niveles freáticos relativamente altos. CFM: Resistencia al corte moderada a media, fracturación importante.	Mediana	3
Aluviones fluvio-lacustres, suelos piroclásticos poco compactados, sectores de alteración hidrotermal, rocas fuertemente alteradas y fracturadas con estratificaciones y foliaciones a favor de la pendiente y con rellenos arcillosos, niveles freáticos someros. CFM: Resistencia al corte moderado a bajo, con la presencia frecuente de arcillas.	Alta	4
Materiales aluviales, coluviales y regolíticos de muy baja calidad mecánica, rocas muy alteradas, drenaje pobre. Se incluyen las clases mediana y alta, sometidas a gradientes hidromecánicas elevadas y niveles freáticos muy someros. CFM: Resistencia al corte muy baja, materiales blandos con muchos finos.	Muy alta 5	5

Fuente: MORA & VARHSON (1993).

⁸ Estos autores concluyen que para otras regiones los criterios usados deben revisarse, e incluso redefinir las clases de susceptibilidad, para que puedan expresar el comportamiento de la zona que se desea estudiar.

- La unidad III-2, presenta una alta susceptibilidad a la ocurrencia de aludes, aluviones y derrumbes.
- La unidad IV, presenta de moderada a alta susceptibilidad a los deslizamientos, derrumbes y reptación.
- Las unidades VI-3 y V-2 presentan una moderada susceptibilidad a la ocurrencia de deslizamientos, derrumbes y caída de rocas; erosión de laderas.
- Las unidades V-3, V-4 y V-5, presentan de baja a moderada susceptibilidad a la ocurrencia de deslizamientos y derrumbes.
- Las unidades de depósitos inconsolidados (coluviales y deluviales) presentan una muy alta susceptibilidad a la ocurrencia de flujos, también se pueden producir deslizamientos y derrumbes.
- Las unidades de depósitos glaciales (morrenas) presentan una susceptibilidad media a la ocurrencia de deslizamientos y movimientos complejos.
- Las unidades aluviales presentan una susceptibilidad baja a moderada a la ocurrencia de derrumbes.

Cuadro 6.2
Litología y susceptibilidad

	Unidad	Grado	Calificación
Depósitos Inconsolidados	Fluviales	Muy baja	0
	Aluviales y proluviales	Baja	1
	Glaciales	Media	2
	Glacio-fluviales	Media	2
	Coluvio-deluviales	Muy alta	4
Rocas Intrusivas	Granitos y monzogranitos	Baja	1
	Tonalitas y granodioritas	Media	2
	Pórfidos	Baja	1
	Gabros y dioritas	Baja	1
Rocas Volcánicas	Tobas	Muy baja	0
	Secuencias lávicas y piroclásticas	Media	2
Rocas Volcánico-Sedimentarias	Conglomerados, areniscas y lutitas, lavas andesíticas y tufos	Alta	3
Rocas Sedimentarias	Calizas, calizas y margas	Baja	1
	Areniscas y lutitas	Media	2
	Areniscas, limoarcillitas y lodolitas	Alta	3
	Lodolitas y limolitas rojas	Media	2
	Lutitas	Alta	3
	Conglomerados, arenisca y lodolitas	Muy alta	4
	Domo de sal y yeso	Muy baja	0
Rocas Metamórficas	Esquistos y micaesquistos	Muy alta	4
	Gneis	Muy baja	0
	Filitas pizarras	Alta	3

CAPÍTULO VII

EVALUACIÓN DE PELIGROS

BILBERTO ZAVALA CARRIÓN, MANUEL VÍLCHEZ MATA & WALTER PARI PINTO

MOVIMIENTOS EN MASA

Los movimientos en masa constituyen los procesos geológicos que involucran desplazamiento o remoción de masas rocosas (fracturadas y/o meteorizadas), depósitos inconsolidados, o ambos, por efecto de la gravedad. Su ocurrencia en la región está estrechamente ligada a intensas lluvias, sismos y modificaciones antrópicas (factores detonantes); así como factores condicionantes o intrínsecos tales como la litología, pendiente, morfología, cobertura vegetal, etc.

Los movimientos en masa identificados se han descrito utilizando la clasificación sobre deslizamientos y en general de movimientos en masa de VARNES (1978 y 1984), y HUNGR et al. (2001). Se diferencian procesos activos y antiguos⁹ (algunos reactivados).

Estos procesos fueron cartografiados utilizando los mapas topográficos del IGN, e inventariados utilizando una «ficha o formato de inventario», donde se consignan datos morfométricos, geomorfológicos, geológicos, geotécnicos y de evaluación del peligro, de forma adecuada y fácil llenado.

Cada ocurrencia tiene un código de identificación, que ha sido asignado de acuerdo a la numeración de la hoja topográfica del IGN a escala 1:100 000. Por ejemplo, si el área donde se inventarió el peligro se ubica en el Cuadrángulo de Ambo se tiene la numeración 1650 (código IGN), seguida de el número de cuadrante (el cuadrángulo se ha dividido en cuatro cuadrantes, del 1 al 4), y el número correlativo con que se va inventariando cada ocurrencia. Se incluye en un gran porcentaje de fichas una o más fotografías. En el anexo N° 1 se incluye el modelo de ficha de inventario actualizada.

Los datos consignados en las fichas fueron ingresados en una base de datos y trabajados en un SIG, lo cual permitió su representación gráfica, debidamente ilustrada con ejemplos de los tipos principales de movimientos en masa (Mapa N° 8), y permitió

a la vez la actualización del Banco de Datos de Peligros Geológicos de Perú, y efectuar análisis estadísticos sobre frecuencia en ocurrencia. Cada ocurrencia adicionalmente tiene una o más fotografías ilustrativas.

Evidencias de Inestabilidades Reconocidas

La cartografía geomorfológica-geodinámica efectuada tuvo especial atención a las geoformas relacionadas con procesos de movimientos en masa, tanto de eventos antiguos como recientes, para lo cual se utilizaron fotografías aéreas disponibles de los años 1962, 1963 y algunos sectores con fotos de 1980; interpretación de imágenes satelitales Landsat a escala 1:100 000 y mapas topográficos actualizados del IGN a escala 1:100 000¹⁰.

La evolución de las vertientes o laderas, las formas de depósito y/o erosión reconocidas asociadas a movimientos en masa (Ver Mapa Geomorfológico) son:

Formas de depósito de movimientos en masa:

- Depósitos de movimientos en masa de dimensiones grandes (deslizamientos, derrumbes y avalanchas de detritos), cartografiables a escala 1:100 000, y en algunos casos de escala menor.
- Depósitos de flujos antiguos (fósiles) de dimensiones variables, tanto de origen deluvial como proluvial; que muestran cierres parciales de valles.
- Conos o abanicos de mayor dimensión («aluvionales»), como los que se encuentran en el valle del río Huallaga frente a Ambo, o el del sector del río Marañón, frente a Huacaybamba.
- Depósitos de movimientos en masa de diferente tipo con represamientos de valles principales o secundarios (Fotos N° 15, 21 y 29).
- Depósitos de vertiente o piedemonte con formas irregulares, muchas veces asociados a movimientos en masa.

⁹ En la estimación de la edad del movimientos en masa, se emplea las cuatro categorías para edad, sugerida por McCalpin (1984), la cual diferencia: 1) Activo (con record histórico: <140 años), 2) Inactivo (joven: 140-5000 años), 3) Inactivo (maduro: 5 000 a 10 000 años) y 4) Inactivo (viejo: antiguo > 10 000 años). Esta clasificación puede aplicarse a otros peligros con inferencia y criterio subjetivo.

¹⁰ Algunos de los procesos de movimientos en masa, principalmente deslizamientos y deslizamiento-flujos de gran dimensión pueden ser identificados utilizando el criterio de expresión de los contornos o curvas de nivel en las cartas topográficas («cóncavo-convexo»). Este criterio aplicado desde años atrás en los trabajos de campo de la dirección, fueron explicados por WILLS & McCRINK, en una publicación del año 2002. Nota del autor.

Formas de erosión:

- Canales o surcos de erosión pluvial, cárcavamientos (Ejm. Procesos avanzados de erosión de laderas en las quebradas adyacentes a la ciudad de Huánuco que desencadenan en derrumbes y deslizamientos (ZAVALA, B., 2006)
- Cicatrices de deslizamientos antiguos, caídas o derrumbes y vuelcos recientes.
- Irregularidades en el terreno en laderas de baja a fuerte pendiente, por procesos de reptación, que involucran rompimiento de cobertura vegetal (pastizales).

Los procesos de movimientos en masa reconocidos en la región están tipificados en deslizamientos, caídas, flujos, movimientos complejos, vuelcos y reptaciones.

En el caso de movimientos en masa antiguos, reconocidos, interpretados e inventariados se incluyen deslizamientos o movimientos complejos, de dimensiones grandes, reconocibles tanto por su cicatriz o escarpa como por el depósito (en mayor proporción), flujos de detritos de abanicos deluviales, proluviales y aluvionales, así como depósitos de vertiente no diferenciados (Ver Mapa Geomorfológico).

Inventario y Ocurrencias Principales

En el presente estudio se han identificado 745 ocurrencias de movimientos en masa, en el trabajo geológico de campo y gabinete¹¹.

Adicionalmente a la Clasificación de Varnes se adoptaron algunos términos y agrupaciones de acuerdo al Texto sobre Movimientos en Masa en la Región Andina preparado por el Grupo GEMMA del PMA:GCA (documento en revisión), como son avalanchas de detritos, inundación de detritos, flujos de tierra.

Las principales ocurrencias de los diferentes eventos, se describen en los Cuadros 7.1 al 7.6, en los que se indican datos como: paraje, sector o área afectada (distrito y provincia), causas o factores principales, así como una calificación cualitativa del grado de peligro, vulnerabilidad asociada y estimación del riesgo. Se incluye un comentario geológico-geodinámico relevante, donde se incluye las dimensiones del área afectada, y finalmente los daños ocasionados o probables a la vida y la propiedad, según la información obtenida.

Estos cuadros además muestran tres columnas donde se ha estimado cualitativamente:

- *Grado de peligro (P)*, determinado en función de las características de los factores condicionantes, su estado de actividad, dimensiones (área y volumen de material involucrado) y recurrencia del evento. Se utilizan valores entre 2 y 5; 2 para bajo peligro y 5 para muy alto peligro.
- *Grado de vulnerabilidad (V)*, considerando el tipo de área afectada por el evento con daños materiales (infraestructura vial u obra de gran importancia: presa, bocatoma, central), daños a viviendas y áreas pobladas, servicios básicos, etc.), pérdidas humanas, damnificados, etc. Asimismo se consideraron áreas que podrían ser influenciadas por un evento potencialmente peligroso (directa o indirectamente). La vulnerabilidad fue expresada en valores numéricos del 1 a 4; 1 para baja vulnerabilidad y 4 para muy alta vulnerabilidad.
- *Estimación del riesgo (R)*, considerando el producto simple de $P \times V$.

Caídas

Se define así, al movimiento en masa en el cual uno o varios bloques de suelo o roca se desprenden de una ladera, el cual se desplaza principalmente en el aire, pudiendo efectuar golpes, rebotes y hasta rodamiento, pero sin dejar una superficie cortante apreciable.

En función a su mecanismo principal y morfología de las zonas afectadas por el movimiento así como del material involucrado, se subdividieron bajo tres tipos principales: aludes, caída de rocas y derrumbes. Se presentan en forma aislada dentro de la región y representan un 21,2 % del total de movimientos en masa.

- **Aludes:** Desprendimiento violento de un frente glaciar (hielo/ nieve) acompañado algunas veces de substrato rocoso y/o fragmentos detríticos (morrenas), que ocurren en áreas de montañas glaciares (ver Foto N° 16). En la región ocurren en laderas muy escarpadas de masas glaciares agrietadas con evidencia de retroceso glaciar tanto en el nevado Yerupajá como Niño Perdido (Raura). En este último es probable que la actividad antrópica del lugar (minería), sea uno de los factores detonantes; asimismo de su influencia en la generación de «aluviones»¹².

¹¹ La presencia de movimientos en masa (deslizamientos, complejos y avalanchas de roca) es muy frecuente dentro de la región. Su identificación en muchos casos información de su actividad de años anteriores, como se observó en las fotografías aéreas de los años 1962, 1963; sin embargo, un gran número de estos procesos reconocidos en el terreno tienen pocos años de actividad o inicio (no se observaron en las fotos aéreas antiguas). Nota del autor. Se incluyen en este grupo a los procesos de erosión de laderas.

¹² Posible alud de hielo del glaciar colgado del nevado Niño Perdido, provocó la ruptura de su represa natural en la laguna de Santa Ana, originando un pequeño aluvión que afectó las instalaciones de la mina Raura.



Foto N° 15 Vista aguas abajo del valle del río Marañón, sector este de Llata, donde se aprecia un cierre del valle producido por un movimiento en masa en la ladera inferior (margen derecha).



Foto N° 16 Vista del nevado Torre de Cristal, que muestra agrietamientos en el glaciar Niño Perdido. Aludes o avalanchas de hielo sobre la laguna Santa Rosa podrían afectar las instalaciones de la mina Raura.

- **Caída o desprendimiento de rocas:** Ocurren en laderas de montañas y colinas de moderada a fuerte pendiente, frentes rocosos escarpados, montañas estructurales, asociadas a litologías de diferente naturaleza (sedimentarias e ígneas principalmente en la región), sujetas a fuerte fracturamiento, así como en taludes al efectuarse cortes en laderas para obras civiles (carreteras y canales principalmente). Su ocurrencia es reducida (2 %). Los principales peligros inventariados se presentan en el Cuadro N° 7.1 y se muestra un ejemplo de ellos en la Foto N° 17.
- **Derrumbes:** Son desprendimientos de masas de roca, suelo o ambas («colapso»¹³), a lo largo de superficies irregulares de arranque o desplome de material como una sola unidad, desde pocos metros hasta decenas y centenas de metros, se les diferencia como derrumbes (Fotos N° 18, 19 y 20).

En la región ocupan el segundo lugar (144 ocurrencias), con un 19,3 %, presentándose en laderas de relieves montañosos, de moderada a fuerte pendiente, colinas, conformadas por rocas fracturadas (esquistos, rocas sedimentarias calcáreas y detríticas y rocas ígneas en ese orden), frentes de terrazas aluviales y márgenes de valle sujetas a socavamiento fluvial, terrazas con materiales aluviales antiguos poco consolidados sujetos a erosión pluvial, cortes de carretera. Suelen producirse en rocas detríticas (lutitas, limonitas y arcillitas), capas rojas con areniscas y conglomerados, seguido de esquistos e intrusivos, así como en depósitos detríticos. En general se presentan en taludes de corte de carreteras afirmadas y rurales, donde se han efectuado cortes sin criterios adecuados.

Los principales peligros de derrumbe inventariados se describen en el Cuadro N° 7.1.

Vuelcos

Muy escasas ocurrencias de vuelcos se han inventariado en la región y están asociados a relieves de control estructural (montañas o colinas estructurales, de naturaleza sedimentaria y metamórfica), con buzamientos de estratos o discontinuidades desfavorables, tanto a laderas naturales como cortes artificiales en carreteras.

Deslizamientos

Los deslizamientos cartografiados son abundantes en relación al total de movimientos en masa inventariados (36,4 %) y ocupan el primer lugar en ocurrencia.

Son del tipo rotacional (225) y traslacional (46), e involucran a rocas metamórficas principalmente (esquistos del Complejo Marañón), seguida de secuencias sedimentarias, intercalaciones suelos coluvio-residuales, deluviales y proluviales, presentando

escarpas activas del orden de pocos metros a decenas de metros de longitud.

Escarpas antiguas de mayor dimensión, del orden de decenas de metros, han sido reconocidas en fotografías aéreas, imágenes satelitales, interpretación de cartas topográficas, y comprobación en campo (ver Fotos N° 21 y 22).

Numerosas son las áreas con deslizamientos activos en la región, y su distribución mayor se encuentra en:

- A lo largo del valle del río Marañón, laderas del valle del río Huacrachuco, sectores de Huacaybamba y Tantamayo, quebrada Carpa y afluentes, río Pinra, quebrada Tranca, quebrada Seguian y afluente Chalhuacocho, así como eventos dispersos en el valle del río Nupe, quebrada Atoishayco y cabecera del río San Juan.
- Valle del río Huallaga y afluentes principales, destacando los sectores de la quebrada Cuchihuasi, quebradas adyacentes a la ciudad de Huánuco, quebradas afluentes al río Higuera (Cozo y Mito), quebrada Huayllacán, río Acomayo, así como en las márgenes del río Huallaga al este y norte de Chaglla (entre Yanano y Chunatajua).
- Ejemplos en el valle del río Pachitea, identificados en las fotos aéreas e imágenes de satélite se tienen en el valle del río Pozuzo, quebradas San José y Choropampa.

Las principales ocurrencias de deslizamientos se detallan en el Cuadro 7.2 y algunos ejemplos de procesos activos se ilustran en las Fotos N° 23, 24 y 25.

Flujos

Se refieren principalmente a flujos de detritos, conocidos también con el nombre de huaycos, y en menor porcentaje flujos de lodo, algunos aluviones (avalancha de detritos) y flujos de tierra. Representan un porcentaje importante (20,1 %) dentro de los movimientos en masa en la región (ocupan el tercer lugar con 150 ocurrencias) y están asociados a terrenos con vertientes ligeramente inclinadas, presentándose tanto como depósitos canalizados (proluviales y aluvionales) y no canalizados (deluviales).

Muchos abanicos pre-históricos con depósitos de gran dimensión en las márgenes de los ríos Huallaga (entre Ambo y la desembocadura del río Chinobamba) y Marañón, controlan la morfología actual de estos valles (Ver Foto N° 26); para el caso de aluviones, sus materiales están asociados probablemente a rompimientos de diques morrénicos de lagunas glaciares, como los ocurridos en el sector de Queropalca (Foto N° 27), o los que se observan en el valle del río Huallaga (frente a Ambo).

¹³ Corominas y García (1997) utilizan el término colapso cuando el movimiento en masa es eminentemente vertical.



Foto N° 17 Ladera del cerro Lacsha Huarina, susceptible a la ocurrencia de caída de rocas. Se aprecian bloques sueltos y acumulación de canchales en las inmediaciones de Punto Unión, tramo de carretera entre Huánuco y La Unión.



Foto N° 18 Derrumbes en los taludes de corte hechos en material proluvial, que afecta tres desarrollos de la carretera de acceso al poblado de Churubamba.



Foto N° 19 Derrumbes que involucran conglomerados semiconsolidados de la Formación La Unión, sector Ripán, margen izquierda del río Vizcarra; su evolución compromete tramo de carretera La Unión-Huánuco así como algunas viviendas.



Foto N° 20 Ladera escarpada en el sector de Tunya, que muestra depósitos de colapso o derrumbe en roca en forma de canchales; depósitos más antiguos ocurren cubiertos con vegetación. El substrato del área (calcáreo) se presenta fracturado.

Cuadro 7.1
Principales áreas afectadas por caídas

Paraje / Sector Distrito / Provincia Código	Causas o factores principales	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
Aludes						
Cara este del nevado Yerupaja Queropalca Lauricocha 155031071	Agrietamiento del glaciar, pendiente del terreno de 50° - 70°. Cambio climático, sismicidad.	4	3	12	Desprendimiento de hielo del nevado Yerupajá sobre la laguna Gangrajanca provocó el aluvión de Querococha.	Afectó pueblo de Querococha, terrenos de cultivo y pastos.
Nevado Torre de Cristal Cauri Lauricocha 155041089	Agrietamiento transversal del glaciar Niño Perdido.	3	3	9	Glaciar muy fracturado. Posible alud de hielo y roca. Desprendimiento de bloques de hielo del glaciar colgado, provocó la ruptura de su represa natural de la laguna de Santa Ana, originando un pequeño aluvión que afectó las instalaciones de la mina.	Puede afectar por caída directa las instalaciones de la mina Raura.
Caída de Rocas						
Cerro Lacshahuarina Jacas Chico Yarowilca 155141115	Pendiente del terreno de 5° - 20°; material de remoción antiguo; substrato de mala calidad. Precipitaciones pluviales intensas; sismicidad.	4	2	8	Talud rocoso fracturado e inestable, con rotura de tipo mixta y por vuelco, de forma irregular, de 1 000 m de longitud, acumulación de bloques de tamaños de 10-12, m de producirse una nueva caída pueden resultar afectadas las viviendas ubicadas en la ladera inferior.	Pueden ser afectadas unas ocho viviendas.
Jacas Chico Yarowilca 155141110	Pendiente del terreno de 50° - 70°; rocas muy fracturadas. Sismicidad.	3	2	6	Talud rocoso fracturado e inestable, rotura de tipo mixta y por vuelco en acantilado, acumulación de bloques de 6 a 8 m de diámetro en la ladera, formación de canchales.	Compromete terrenos de cultivo, viviendas ubicadas en la parte baja.
Paco Jivia Lauricocha 155021033	Discontinuidades en las rocas, pendiente del terreno de 35° - 50°. Precipitaciones pluviales intensas, sismicidad.	3	2	6	Ocurre en las laderas de la margen derecha del río Lauricocha. Bloques sueltos de hasta 3 m de diámetro. Areniscas y cuarcitas, muy fracturadas y alteradas.	Afecta pastos y podría afectar cuatro viviendas aproximadamente
Cerro Yayajirca Queropalca Lauricocha 155011068	Rocas muy fracturadas, pendiente del terreno de 50° - 70°. Precipitaciones pluviales intensas, sismicidad	3	2	6	Bloques grandes sueltos en las laderas de hasta aproximadamente 2 m de diámetro.	Afecta pastos y puede afectar a Queropalca.
Lauricocha Queropalca 155011070	Rocas muy fracturadas y alteradas, pendiente del terreno de 50° - 70°. Precipitaciones pluviales intensas, sismicidad	3	2	6	Laderas de la margen derecha del río Carhuacocha. Bloques sueltos en las laderas de hasta 3 m de diámetro aproximadamente.	Puede afectar tres viviendas y terrenos de cultivo.
Derrumbes						
Chullay Cayrán 165131031	Pendiente del terreno de 20° - 35°; naturaleza del suelo coluvial limo-gravoso; substrato de mala calidad, muy meteorizado. LLuvias intensas; dinámica fluvial	4	3	12	Talud rocoso fracturado con roturas mixta, de forma irregular; longitud de 250 m, 400 m de altura. Se producen constantes caídas de clastos a la carretera, también se evidencia asentamientos de la carretera.	Afecta 250 m de carretera

Paraje / Sector Distrito / Provincia Código	Causas o factores principales	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
Chunapampa Huánuco 165141081	Substrato de mala calidad (rocas muy fracturadas); tipo de suelo. Precipitaciones pluviales intensas; sismicidad. Talud de corte de carretera.	4	3	12	Rotura tipo mixta, en corte artificial, de forma regular, de 150 m de longitud x 20-25 m de alto, acumulación de canchales. Talud de corte de carretera de 50°, caída de material suelto a la carretera.	Afecta 150 m de carretera.
Mogo Mogo Churubamba 165141092	Substrato de mala calidad; roca muy fracturada; tipo de suelo; pendiente del terreno de 20° - 35°. Precipitaciones pluviales intensas.	4	3	12	Zona de arranque en roca (planar y vuelco), de 60 m de longitud y 30 m de alto, acumulación de canchales. La quebrada tiene derrumbes hacia su cara libre que pueden generar huaycos.	Afecta 50 m de carretera. En periodos de lluvia interrumpen el tránsito hasta por 3 días.
Cochas - km 433+700 de la carretera Huánuco-Tingo María Chinchao 165141132	Substrato de mala calidad; rocas muy fracturadas; tipo de suelo; pendiente del terreno de 5° - 20°. Sismicidad; Precipitaciones pluviales intensas. Talud de corte de carretera.	4	3	12	Talud rocoso fracturado con rotura planar; 180 m de longitud, 15 m de alto, acumulación de bloques en la ladera (canchales), bloques aislados de hasta 2 m.	Afecta 180 m de carretera y obstruye también la cuneta. En un tramo de 30 m se ha colocado un muro de contención de concreto.
Chinchao Huánuco 165121148	Substrato de mala calidad; rocas muy fracturadas; tipo de suelo; pendiente del terreno de 35° - 50°. Precipitaciones pluviales intensas; sismicidad; corte de carretera,	4	3	12	Zona de arranque en talud rocoso fracturado, tipo de rotura mixta, de forma regular, 50 m de longitud, 70 m de altura, acumulación de bloques en la ladera, bloques aislados, de hasta 0,50 m, formación de canchales.	Afecta 50 m de carretera.
Chinchao Huánuco 165121151	Rocas muy fracturadas; orientación desfavorable de las discontinuidades; tipo de suelo; pendiente del terreno de 20° - 35°. Precipitaciones pluviales intensas.	4	3	12	Caída de material desde el talud superior de carretera, formación de pequeños canchales, asentamientos y pérdida de asfalto de carretera, rotura de tipo planar, de forma regular, bloques aislados de 0,60 m.	Afecta 80 m de carretera.
Km 98 de la carretera Huánuco - Llata Chuquis Dos de Mayo 155131093	Substrato de mala calidad; rocas muy fracturadas; orientación desfavorable de las discontinuidades; tipo de suelo. Precipitaciones pluviales intensas; sismicidad.	4	3	12	Talud rocoso fracturado e inestable, rotura mixta, de forma irregular discontinua, 300 m de longitud, 25 m de alto, acumulación de bloques en la ladera, presencia de bloques aislados, con tamaños de 1,5 m.	Afecta 300 m de carretera.
Km 349 + 100 al km 350 + 200 San Rafael Ambo 165041019	Areniscas y lutitas; muy fracturadas (F3) y ligeramente meteorizadas (A2); pendiente de 20° - 35°; morfología de ladera. Fenómeno activo - periódico. Precipitaciones pluviales intensas. Taludes de corte.	4	3	12	Área inestable, caída de suelos y de rocas, zona de arranque circular en taludes de corte de más de 70°. Se ha construido muro de concreto de unos 150 m en parte del talud de corte.	Afecta 1 km de carretera y cuneta.
Km 350 + 800 al km 351 + 500 Carretera Central San Rafael Ambo 165041021	Sustrato de areniscas y lutitas; extremadamente fracturada (F4) y altamente meteorizada (A4); suelo coluvial arenoso-arcilloso; pendiente de 35° - 50°.	4	3	12	Zona inestable, caída de materiales hacia la plataforma de carretera, taludes de corte subverticales. Se ha construido un muro de concreto de unos 60 de longitud. Fenómeno activo - periódico.	Afecta 700 m de carretera.

Paraje / Sector Distrito / Provincia Código	Causas o factores principales	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
Km 352 + 450 Carretera Central San Rafael Ambo 165041022	Rocas fragmentadas (F5) y completamente meteorizadas (A5); suelo coluvial gravo arenoso con arcilla; pendiente de 20° - 35°. Fenómeno activo, periódico. Lluvias intensas.	4	3	12	Zona crítica, caída de material suelto y rocas hacia la plataforma de carretera, parte del talud esta por caer.	Afecta 200 m de carretera.
Km 352 + 800 al km 353 + 200 San Rafael Ambo 165041026	Esquistos fragmentados (F5) y altamente meteorizados (A4); pendiente del terreno de 20° - 35°. Precipitaciones pluviales intensas. Talud de corte.	4	3	12	Zona de derrumbes, caída de materiales muy delesnables, acumulación de material suelto al pie del talud superior, caída de rocas por fracturamiento en cuña. Fenómeno activo y periódico.	Afecta 400 m de carretera.
Km 356 + 400 al km 357 + 50 Carretera Central San Rafael Ambo 165041036	Sustrato de rocas metamórficas (esquistos); fragmentada (F5) y altamente meteorizada (A4); pendiente del terreno de 35° - 50°; suelo coluvial gravoso. Fenómeno activo y periódico. Precipitaciones pluviales intensas. Talud de corte subverticales	4	3	12	Zona de derrumbes, caída de suelos y de bloques de roca, de hasta 3 m de diámetro hacia la plataforma de carretera. Se observa también erosión en surcos que con fuertes lluvias pueden arrastrar huaycos. En la margen derecha del río Huallaga también se observa erosión en cárcavas, las cuales canalizan huaycos.	Afecta 50 m de carretera y cuneta.
Km 357 + 250 al km 357 + 800 Carretera Central San Rafael Ambo 165041038	Sustrato de esquistos; fragmentado (F5) y altamente meteorizado (A4); suelo coluvial arcillo-gravoso; pendiente del terreno de 20° - 35°. Fenómeno activo de recurrencia periódica. Precipitaciones pluviales intensas. Taludes de corte	4	3	12	Zona de derrumbes, arranque regular, caída de suelos y bloques de roca hacia la plataforma de la carretera. En un tramo de carretera se ha colocado un muro de concreto, en este tramo también se puede observar bastante erosión en cárcavas que arrastran huaycos y afectan la carretera en dos tramos.	Afecta 550 m de carretera.
Km 359 + 700 al km 361 Carretera Central San Rafael Ambo 165041044	Sustrato de rocas metamórficas (esquistos); extremadamente fracturada (F4) y altamente meteorizada (A4); pendiente del terreno de 35° - 50°. Fenómeno activo de recurrencia periódica. Precipitaciones pluviales intensas; sismicidad; taludes de corte	4	3	12	Zona de derrumbes, caída de roca hacia la carretera, sustrato rocoso muy fracturado, taludes de corte verticales.	Afecta 1300 m de carretera.
Saunaj Km 362 + 500 Carretera Central San Rafael Ambo 165041046	Esquistos fragmentados (F5) y altamente meteorizados (A4); suelo coluvial gravo-limoso; pendiente del terreno de 20° - 35°; morfología de ladera. Fenómeno activo de recurrencia periódica. Lluvias estacionales intensas. Taludes de corte subvertical	4	3	12	Zona de arranque regular, caída de material suelto hacia la carretera, material depositado al pie del talud de corte de carretera.	Afecta 150 m de carretera.

Paraje / Sector Distrito / Provincia Código	Causas o factores principales	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
Km 363 + 700 Carretera Central San Rafael Ambo 165041048	Esquistos muy fracturados (A4); pendiente del terreno de 20° - 35°; morfología de ladera, naturaleza del suelo. Fenómeno activo de recurrencia periódica. Precipitaciones pluviales intensas, taludes de corte.	4	3	12	Zona de arranque regular, caída de material suelto a la plataforma de carretera.	Afecta 100 m de carretera.
Km 364 + 300 San Rafael Ambo 165041049	Sustrato de rocas metamórficas (esquistos); fragmentadas (F5); moderadamente meteorizada (F3); naturaleza del suelo; pendiente del terreno de 20° - 35°.	4	3	12	Zona de arranque regular, caída de material suelto a la plataforma de carretera.	Afecta 200 m de carretera.
Km 366 Carretera Central - Tecte San Rafael Ambo 165041051	Sustrato de rocas metamórficas (esquistos); extremadamente fracturadas (F4) y moderadamente meteorizadas (A3); suelo coluvial; pendiente del terreno de 35° - 50°.	4	3	12	Zona de arranque regular de unos 100 m de altura, ha causado la caída de una gran parte de la ladera del cerro Chicrincasha.	Afecta 200 m de carretera.
Tecte Km 367 al km 367 + 350 Carretera Central San Rafael Ambo 165041054	Sustrato de rocas intrusivas; fragmentadas (F5) y altamente meteorizadas (A4); suelo coluvial areno-gravoso; pendiente de 35° - 50°. Fenómeno activo de recurrencia periódica. Precipitaciones pluviales intensas	4	3	12	Zona de derrumbes en taludes de curte, caída de material suelto, fino y bloques, acumulados al pie del talud que obstruyen la cuneta,	Afecta 350 m de carretera y cuneta.
Km 368 + 500 Carretera Central - Tecte San Rafael Ambo 165021057	Sustrato de granodioritas; pendiente del terreno de 35° - 50°. EL fenómeno es activo de recurrencia periódica-estacional. Precipitaciones pluviales intensas. Talud de corte.	4	3	12	Zona de arranque regular de 80 m de alto x 150 m de ancho, caída de material fino suelto y de rocas.	Afecta 150 m de carretera.
Km 369 + 100 al km 369 + 500 Carretera Central San Rafael Ambo 165021058	Sustrato de roca intrusiva (granodiorita); fracturada; suelo coluvial gravo-arenoso; pendiente del terreno de 35° - 50°. Fenómeno activo de recurrencia periódica. Precipitaciones pluviales intensas. Talud de corte.	4	3	12	Zona crítica, sustrato rocoso muy fracturado, caída de suelos y de rocas, acumulación de materiales al pie del talud superior de carretera. Se ha construido muro de concreto al pie del talud superior de carretera.	Afecta 400 m de carretera.
Km 369 + 500 al km 370 + 300 Carretera Central San Rafael Ambo 165021059	Rocas intrusivas (granodioritas) y metamórficas (esquistos); moderadamente fracturadas (F3) y ligeramente meteorizadas (A2); suelo coluvial gravo-arenoso; pendiente del terreno de 35° - 50°. Fenómeno activo de recurrencia periódica, estacional. Sismicidad.	4	3	12	Tramo crítico, fracturamiento en tres direcciones, caída de material fino y de bloques de roca. Se han construido muros de concreto al pie del talud superior de carretera. Talud de corte vertical.	Afecta 800 m de carretera.

Paraje / Sector Distrito / Provincia Código	Causas o factores principales	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
Km 372 al km 373 - Carretera Central Ambo 165021062	Sustrato de rocas intrusivas (granodiorita); muy fracturada (F3) y ligeramente meteorizada (A2); suelos gravo-arenoso; pendiente del terreno de 20° - 35°. Fenómeno activo y periódico. Sismicidad, Taludes de corte.	4	3	12	Zona de derrumbes, caída de rocas a la plataforma de carretera.	Afecta 150 m de carretera.
Km 373 + 50 al 373 + 600 Carretera Central Ambo Ambo 165021064	Sustrato de rocas intrusivas (granodiorita); muy fracturada (F3) y ligeramente meteorizada (A2); suelo coluvial; pendiente del terreno de 20° - 35°. Fenómeno activo y periódico. Sismicidad. Talud de corte	4	3	12	Caída de rocas hacia la plataforma de la carretera, material acumulado al pie del talud superior.	Afecta 150 m de carretera.
Km 375 al 375 + 900 Carretera Central Ambo Ambo 165021066	Granodioritas y esquistos; muy fracturadas (F3) y ligeramente meteorizadas (A2); naturaleza del suelo; pendiente de 35° - 50°. Fenómeno activo y periódico. Sismicidad, Taludes de corte	4	3	12	Zona de derrumbes, caída de bloques de roca hacia la carretera, por vuelco y falla planar.	Afecta 900 m de carretera.
Km 376 al km 377 Carretera Central – Matichico Ambo 165021067	Esquisto fracturado; suelo coluvial; pendiente del terreno de 20° - 35°. Fenómeno activo y periódico. Precipitaciones pluviales intensas; sismicidad, Talud de corte.	4	3	12	Zona de derrumbes, caída de suelos y bloques de roca hacia la carretera, se observan asentamientos en la ladera.	Afecta 1 km de carretera y cuneta.
Chacapampa – Km 377 al km 377 + 800 Carretera Central Ambo 165021068	Sustrato de rocas metamórficas (esquisto); fracturada; pendiente del terreno de 35° - 50°. Fenómeno activo y periódico. Precipitaciones pluviales intensas; sismicidad. Talud de corte	4	3	12	Caída y acumulación de material al pie del talud superior de carretera.	Afecta 200 m de carretera y cuneta.
San Francisco de Mosca Ambo 165031091	Andesitas; muy fracturadas (F3) y ligeramente meteorizadas (A2); suelo coluvial gravo-limoso; pendiente del terreno de 35° - 50°. Lluvias intensas; sismicidad.	4	3	12	Zona inestable, caída y acumulación de materiales finos y bloques de roca al pie del talud superior. Talud de corte vertical. Activo, de recurrencia periódica.	Afecta 150 m de carretera.
Colpas Ambo 165031101	Conglomerados, areniscas, esquistos y gneis; muy fracturados (F3) y moderadamente meteorizados (A3); naturaleza del suelo, pendiente del terreno de 35° - 50°. Precipitaciones pluviales intensas; filtraciones.	4	3	12	Laderas inestables, terreno removido, caída de suelos hacia el río, también se observa erosión en surcos y cárcavas. En la ladera se puede observar muchas zonas de arranque donde suceden derrumbes a lo largo de la margen derecha del río Chacachinche.	Afectó viviendas, dejó 1 muerto.

Paraje / Sector Distrito / Provincia Código	Causas o factores principales	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
Km 6 + 300 trocha a Colpas Colpas Ambo 165031103	Esquistos, muy fracturados (F3) y moderadamente meteorizados (A3); suelo coluvial gravo-limoso; pendiente del terreno de 35° - 50°. Precipitaciones pluviales intensas, talud de corte subvertical.	4	3	12	Zona inestable, caída de material hacia la carretera. Fenómeno activo de recurrencia periódica-estacional.	Afecta 150 m de carretera.
Km 5 + 200 al km 5 + 900 trocha a Colpas. Colpas Ambo 165031104	Sustrato metamórfico de mala calidad; suelo coluvio-residual compuesto de gravas, limos y arcillas; pendiente del terreno de 35° - 50°. Lluvias intensas, taludes de corte.	4	3	12	Zona inestable que muestra bloques sueltos, colgados, fracturamiento abierto, zona de arranque regular de unos 80 m de alto. El fracturamiento en cuña. Fenómeno activo de recurrencia periódica-estacional..	Afecta 700 m de carretera.
Km 3 + 800 al km 4 + 800 de la trocha a Colpas Colpas Ambo 165031105	Sustrato metamórfico de mala calidad; suelo coluvial -residual compuesto de gravas y limos; pendiente del terreno de 35° - 50°. Precipitaciones pluviales intensas.	4	3	12	Zona de derrumbes, caída de clastos y material fino a la plataforma de carretera, hay bloques caídos de hasta 3 m de diámetro. Fenómeno activo de recurrencia periódica-estacional.	Afecta 1 km de trocha.
Colpas Ambo 165031106	Rocas sedimentarias y metamórficas; de mala calidad; suelo coluvial conformado por gravas y limos; pendiente del terreno de 35° - 50°. Lluvias intensas.	4	3	12	Zona de derrumbes, caída de materiales desde talud de corte hacia la plataforma de carretera. Fenómeno activo de recurrencia periódica.	Afecta 300 m de carretera.
Colpas Ambo 165031112	Esquistos muy fracturados (F3) y ligeramente meteorizada (A2); suelo coluvial (gravo-limoso); pendiente del terreno de 35° - 50°. Sismicidad. Taludes de corte.	4	3	12	Zona inestable, talud de corte vertical, caída de materiales hacia la carretera. Proceso activo, periódico.	Afecta 200 m de carretera.
Colpas Ambo 165031113	Esquistos muy fracturados (F4) y ligeramente meteorizados (A2); naturaleza del suelo; pendiente del terreno de 35° - 50°. Precipitaciones pluviales intensas.	4	3	12	Derrumbe en el talud superior, caída de material fino y bloques de hasta 3 m de diámetro a la carretera, parte del talud ha caído. Fenómeno activo de recurrencia periódica-estacional.	Afecta 150 m de carretera
Km 387 + 500 al km 388 + 250 de la Carretera Central Ambo Ambo 165021121	Sustrato sedimentario de mala calidad; suelo coluvio-aluvial; pendiente del terreno de 20° - 35°. Precipitaciones pluviales intensas. Talud de corte vertical	4	3	12	Zona de derrumbes, caída de rocas y material coluvial a la plataforma de la carretera, buzamiento de la carretera a favor del talud. El fenómeno es activo de recurrencia periódica.	Afecta 750 m de carretera
Km 389 + 800 al km 391 Carretera Central Ambo 165021123	Sustrato de areniscas, lutitas y limolitas; muy fracturadas (F3) y ligeramente meteorizada (A2); naturaleza del suelo; pendiente del terreno de 5° - 20°. Precipitaciones pluviales intensas. Taludes de cortes verticales.	4	3	12	Zona inestable, caída de materiales hacia la plataforma de la carretera. Fenómeno activo de recurrencia periódica.	Afecta 1200 m de carretera

Paraje / Sector Distrito / Provincia Código	Causas o factores principales	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
Km 391 + 100 al km 391 + 500 Carretera Central Tomayquichua Ambo 165021124	Areniscas, lutitas y limolitas; muy fracturadas (F3) y meteorizadas (A2); naturaleza del suelo; pendiente del terreno de 5° - 20° y 20° - 35°. Lluvias intensas. Taludes de corte.	4	3	12	Caída de bloques y material fino hacia la carretera.	Afecta 400 m de carretera
Ambo Ambo 165021137	Areniscas y lutitas; muy fracturadas (F3) y ligeramente meteorizadas (A2); suelo residual compuesto de arcilla, limo y arena; pendiente del terreno de 35° - 50°. Precipitaciones pluviales intensas. Taludes de corte.	4	3	12	Zona inestable, caída de materiales sueltos y clastos de roca a la carretera. Recurrencia periódica.	Afecta 200 m de carretera.
Huácar Ambo 165021146	Discontinuidades en las rocas; naturaleza del suelo; sustrato de esquistos; pendiente del terreno de 20° - 35°. Precipitaciones pluviales intensas; sismicidad. Taludes de corte.	4	3	12	Zona inestable, talud de corte vertical en depósito coluvial, caída de materiales hacia la carretera, material proluvial se presenta agrietado, con bloques colgantes por caer, talud de corte vertical de más de 20 m de alto. Se observa en el talud inferior de carretera un canal de agua sin revestir.	Afecta 250 m de carretera.
Huácar Ambo 165011157	Esquistos extremadamente fracturados (F4) y moderadamente meteorizados (A3); naturaleza del suelo; pendiente del terreno de 35° - 50°. Taludes de corte. Precipitaciones pluviales intensas. Talud de corte vertical	4	3	12	Taludes de corte inestables, caída de material suelto hacia la carretera. Fenómeno activo de recurrencia periódica.	Afecta 150 m de carretera.
Huachar Ambo 165031162	Sustrato de esquistos; naturaleza del suelo; discontinuidad en la roca; pendiente del terreno de 20° - 35°. Lluvias intensas.	4	3	12	Taludes inestables, caída de suelos y clastos de roca. Fenómeno activo, periódico.	Afecta 220 m de carretera.
San Francisco de Mosca Ambo 165031167	Discontinuidades en las rocas; sustrato de rocas sedimentarias; pendiente del terreno de 35° - 50°. Precipitaciones pluviales intensas; sismicidad.	4	3	12	Zona de derrumbes, taludes inestables, caída de clastos hacia la carretera.	Afecta 150 m de carretera
Km 396 + 800 Carretera Central Conchamarca 165021171	Sustrato de rocas sedimentarias; muy fracturadas (F3) y ligeramente fracturadas (A2); naturaleza del suelo, pendiente del terreno de 35° - 50°. Precipitaciones pluviales intensas, taludes de corte verticales.	4	3	12	Zona inestable, caída de material suelto hacia la carretera. Fenómeno activo de recurrencia periódica-estacional.	Afecta 200 m de carretera

Paraje / Sector Distrito / Provincia Código	Causas o factores principales	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
Trocha Raquia - Chacos San Rafael Ambo 165041218	Esquistos y lutitas pizarrosas extremadamente fracturadas (F4) y moderadamente meteorizadas (A3); suelo coluvial constituido por grava, limo, arcilla, con menor proporción de arena. Precipitaciones pluviales intensas, talud de corte vertical	4	3	12	Zona inestable, caída de materiales sueltos a la carretera. Fenómeno activo de recurrencia periódica.	Afecta 400 m de carretera.
San Rafael – Motihuaca San Rafael Ambo 165041228	Esquistos extremadamente fracturados (F4) y moderadamente meteorizado (F3); suelo coluvio-residual constituido de gravas, arcillas con menor proporción de limos y arena; pendiente de 35° - 50° . Precipitaciones pluviales intensas, talud de corte vertical.	4	3	12	Zona inestable, material suelto en la ladera y el talud de corte, el talud superior presenta erosión en surcos. Fenómeno activo de recurrencia periódica.	Afecta 200 m de carretera.
San Rafael Ambo 165041278	Discontinuidades en las rocas; naturaleza del suelo; pendiente de terreno de 35° - 50°. El fenómeno es activo. Precipitaciones pluviales intensas, talud de corte vertical.	4	3	12	Taludes inestables, los esquistos buzan contra el talud de corte de la carretera, se produce la caída de bloques por vuelco, se involucra en el fenómeno suelo y roca.	Afecta 300 m de carretera.
San Rafael Ambo 165041282	Sustrato de esquisto; naturaleza del suelo; pendiente del terreno de 35° - 50°; discontinuidades en las rocas. El fenómeno es activo. Precipitaciones pluviales intensas, talud de corte vertical	4	3	12	La plataforma de carretera se está hundiendo; los taludes son inestables se produce la caída de material suelto, involucra suelo y roca; los bloques de roca caídos han destruido el muro de contención colocado al pie del talud superior de carretera.	Afecta 300 m de carretera.
Ambo Ambo 165021286	Discontinuidades en las rocas; suelo proluvial (grava, limo y arena); pendiente del terreno de 20° - 35° . El fenómeno es activo. Precipitaciones pluviales intensas.	4	3	12	Taludes inestables verticales, de unos 50 m de alto, se puede producir la caída de fragmentos y bloques de roca a la carretera, involucra suelo y roca.	Afecta 250 m de carretera
Maray Santa María del Valle Huánuco 165131076	Substrato de mala calidad; rocas muy fracturadas; tipo de suelo; pendiente del terreno. Precipitaciones pluviales intensas. Corte de carretera	4	2	8	Zona de arranque en roca, rotura de tipo mixta, de forma irregular-discontinua, en corte artificial, de 200 m de longitud, 15-20 m de alto, acumulación de canchales.	Ostrucción de canal de riego por tramos, pérdida de terrenos de cultivo.
Churubamba Churubamba Huánuco 165141174	Tipo de suelo; pendiente del terreno; ausencia de vegetación. Precipitaciones pluviales intensas; aguas subterráneas sismicidad.	4	2	8	Arranque en suelo, forma irregular, 350 m de longitud, altura de 180 m, algunos muros de contención en la plataforma de carretera.	Afecta 1000 m de camino rural.

Paraje / Sector Distrito / Provincia Código	Causas o factores principales	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
Del Km. 89 al 90 de la carretera Chavinillo - Llata Aparicio Pomares Yarowilca 155121101	Substrato de mala calidad; rocas muy fracturadas; tipo de suelo; pendiente del terreno. Precipitaciones pluviales intensas. Corte de carretera. Talud de corte de carretera.	4	2	8	Talud rocoso fracturado e inestable, zona de arranque en roca, rotura mixta, en corte artificial, formación de canchales, el material suelto cae hacia la carretera.	Afecta unos 1000 m de carretera por tramos.
Huacaybamba Huacaybamba 155211050	Substrato de mala calidad; rocas muy fracturadas; tipo de suelo; pendiente de terreno. Precipitaciones pluviales intensas.	4	2	8	Zona de arranque en roca y suelo, rotura de tipo mixta, en ladera, forma irregular-continua, de 100 m de longitud y 150 m de alto. Derrumbes y deslizamientos hacia la cara libre de la cárcava, produce asentamientos de terrenos, puede generar un huayco de gran magnitud.	Puede obstruir el tránsito en tramo de 50 m de la carretera Huacaybamba-Pinra. La parte alta se ha reforestado con eucaliptos.
Santo Domingo Chaglla Pachitea 175131015	Substrato de mala calidad; rocas muy fracturadas; pendiente del terreno. Precipitaciones pluviales intensas; agua subterránea. Talud de corte de carretera.	4	2	8	Talud rocoso fracturado e inestable, tipo de rotura mixta, de forma irregular-discontinua, 400 m de longitud x 25-40 m, bloques aislados y canchales, tamaño de bloques de 0,40 m, en partes involucra roca y suelo detrítico.	Afecta 400 m de camino rural.
Chaglla, Pachitea 175131019	Substrato de mala calidad; rocas muy fracturadas. Precipitaciones pluviales intensas; agua subterránea. Talud de corte de carretera	4	2	8	Talud rocoso fracturado e inestable, tipo de rotura mixta, en ladera y talud de corte de carretera, forma irregular de 300 m de longitud, 20-25 m de alto. Bloques aislados de 30 cm de canchales.	Afecta 300 m de camino rural. Muros de contención de mampostería de piedra insuficientes.
San Francisco de Mosca, Ambo 165031088	Rocas volcánicas muy fracturadas (F3) y ligeramente meteorizadas (A2); suelo coluvio-deluvial (gravo-arenoso); pendiente del terreno de 35° - 50°; morfología de ladera. Precipitaciones pluviales intensas; sismicidad.	4	2	8	Zona inestable, se puede producir la caída de rocas y suelo a la plataforma de carretera. Se observan pequeños conos de material de forma angulosa, depositados al pie del talud por flujos de agua intermitentes. Fenómeno activo de recurrencia periódica estacional.	Afecta 250 m de carretera
Trocha Raquia - Chacos San Rafael 165041214	Esquistos extremadamente fracturados (F4) y moderadamente meteorizados (A3); tipo de suelo; pendiente del terreno de 20° - 35°. Lluvias intensas. Talud de corte subvertical.	4	2	8	Zona de derrumbes, caída de material suelto a la carretera. Fenómeno activo de recurrencia periódica.	Afecta 150 m de carretera.
Trocha Chacos San Rafael San Rafael Ambo 165041219	Esquistos extremadamente fracturados (F4) y ligeramente meteorizados (A2); suelo coluvial (gravo- limoso); pendiente del terreno fuerte de 35° -50°. Precipitaciones pluviales intensas. Talud de corte vertical.	4	2	8	Zona crítica, talud vertical, sustrato esquistoso muy fracturado, caída de clastos a la trocha que interrumpen el tránsito por la trocha, los derrumbes también se dan en el talud inferior. Fenómeno activo de recurrencia periódica.	Afecta 120 m de carretera.

Paraje / Sector Distrito / Provincia Código	Causas o factores principales	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
Trocha Cochabambas - San Rafael San Rafael 165041220	Esquistos extremadamente fracturados (F4) y ligeramente meteorizada (A2); suelo coluvial (gravo-arcilloso); pendiente del terreno fuerte de 35° -50°. Precipitaciones pluviales intensas. Talud de corte subvertical.	4	2	8	Zona inestable, caída y acumulación de materiales al pie del talud superior de la trocha. Fenómeno activo de recurrencia periódica.	Afecta 200 m de carretera.
Tamboragra San Rafael Ambo 165041229	Sustrato de esquistos; extremadamente fracturados (F4) y moderadamente meteorizados (F3); pendiente del terreno media de 20° - 35°; suelo coluvial. Precipitaciones pluviales intensas.	4	2	8	Zona inestable, caída de material muy fracturado a la carretera. Fenómeno activo de recurrencia periódica.	Afecta 150 m de carretera.
San Rafael 165041230	Granitos y esquistos extremadamente fracturados (F4) y moderadamente meteorizados (F3); suelo coluvial constituido por gravas, arcillas y limos; pendiente del terreno media de 20° - 35°. Precipitaciones pluviales intensas. Talud de corte vertical	4	2	8	Zona de derrumbes, taludes inestables con materiales sueltos que están por caer hacia la carretera. Fenómeno activo de recurrencia periódica.	Afecta 300 m de carretera.
San Rafael Ambo 165041232	Suelo residual (A6); pendiente del terreno media de 20° - 35°. Fenómeno activo de recurrencia periódica. Precipitaciones pluviales intensas. Talud de corte subvertical	4	2	8	Caída de materiales arenosos desde el talud de corte a la carretera.	Afecta 200 m de carretera.
Quebrada Piruro Queropalca Lauricocha 155011067	Discontinuidades en las rocas, pendiente del terreno de 35° - 50°. Aguas subterráneas: filtraciones. Cortes artificiales.	4	2	8	Se observa derrumbe en la margen derecha de la quebrada Piruro. Posiblemente por corte de carretera. Abundante material suelto en las laderas. Zona disturbada	Afecta tramo de carretera Baños-Queropalca y aporta material al río.
Laguna Lauricocha San Miguel de Cauri, Lauricocha 155041084	Suelo fluvio-glacial (gravo-arenoso-limoso), pendiente del terreno de 50°-70°. Aguas subterráneas: filtraciones, precipitaciones pluviales intensas. Cortes artificiales.	4	2	8	Se observa derrumbe por talud de corte de carretera. Material suelto en la ladera, talud de corte de 90°	Afecta tramo de carretera Baños-Raura en aproximadamente 300 m.

P: Peligro V: Vulnerabilidad R: Riesgo



Foto N° 21 Depósito de deslizamiento antiguo del cerro Intipunko que represó el río Marañón. La altura de embalse se estimó en 40 m, y está conformado por bloques de roca de 5 a 10 m de diámetro. El sector conocido como "pasacan" es usado como paso peatonal en el periodo de estiaje del río.



Foto N° 22 Vista hacia el sur, que muestra una escarpa de deslizamiento rotacional antiguo, de gran dimensión en la ladera del cerro Umari; se distinguen reactivaciones pequeñas en el cuerpo en la parte inferior, margen derecha de la quebrada Yanamayo, afluente del río Huallaga; tramo de carretera hacia Panao.

Cuadro N° 7.2
Principales áreas afectadas por deslizamientos

Paraje / Sector Distrito / Provincia Código	Causas o factores principales	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
Mosca San Francisco de Mosca, Ambo 165031205	Sustrato de areniscas y lutitas; muy fracturadas (F3) y ligeramente meteorizadas (A2); naturaleza del suelo; pendiente del terreno media de 20° - 35°. Precipitaciones pluviales intensas.	5	4	20	El poblado de Mosca está asentado sobre una escarpa de deslizamiento, el terreno se presenta con saltos, se ha reforestado la ladera con eucaliptos debajo del poblado para evitar el avance del deslizamiento.	Puede afectar el poblado de Mosca.
San Juan de Cashayo San Rafael Ambo 165041233	Limolitas y limo arcillitas y esquistos extremadamente fracturados (F4) y moderadamente meteorizados (A3), suelo residual constituido de arcillas y limos; pendiente del terreno media de 35° - 50°. El fenómeno es activo. Precipitaciones pluviales intensas; filtraciones.	5	4	20	Escarpa de forma irregular, con salto principal grande discontinuo, sobre la escarpa se ubican las viviendas del poblado de Cashayo, así como también en el cuerpo del deslizamiento. Saltos escalonados con desplazamiento de árboles de eucalipto hacia abajo. Las aguas canalizadas usadas en el riego son vertidas hacia la zona de deslizamiento que presenta hacia abajo una cárcava.	Puede afectar la carretera, así como también podría represar el río Huallaga. Se ha reforestado parte de la ladera para evitar que continúe el avance del asentamiento de la ladera.
Quisqui Huánuco 165131041	Substrato de mala calidad; roca muy fracturada; tipo de suelo; pendiente. Precipitaciones pluviales intensas; infiltración de agua.	5	3	15	Deslizamiento rotacional de escarpa irregular, con salto principal de 1 m, produce el asentamiento de terrenos. Tramo crítico en la carretera Huánuco-La Unión trazada sobre una secuencia de capas rojas muy alteradas, fracturadas y deleznable. Se puede observar varias escarpas de deslizamientos en ambos márgenes de la quebrada y en las laderas contiguas del sector de Pampas.	Afecta dos desarrollos de carretera, tres viviendas y terrenos de cultivo.
Km 383 + 500 al km 384 Carretera Central Ambo 165021081	Sustrato de areniscas y lutitas; pendiente del terreno de 35° - 50°; suelo aluvial (areno-arcilloso). Fenómeno activo. Precipitaciones pluviales intensas. Taludes de corte verticales (83°).	5	3	15	Escarpa principal con salto de 2,5 m y ancho de 200 m. Agrietamientos en suelo y rocas, deslizamiento potencial en las laderas superiores de la carretera, talud de 87° provoca el desarrollo de una cuña rocosa causando derrumbes y la probabilidad de un deslizamiento de gran magnitud.	Afecta 250 m de carretera, postes y cables de energía eléctrica comprometidos.
Patronpampa Amarilis Huánuco. 165141026	Pendiente del terreno, naturaleza del suelo residual, limo-arcilloso, rocas muy fracturadas, substrato de mala calidad. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial; presencia de cárcavas.	4	3	12	Deslizamiento rotacional con escarpas múltiples, de forma irregular-continua; salto principal de 2 m, salto secundario de 1-1,5 m, retrogresivo; agrietamientos longitudinales. La zona presenta intensa erosión en cárcavas que produce la pérdida de terrenos de cultivo, afecta unas 300 ha de cultivo.	Afecta terrenos de cultivo.
Pampas Quisqui Huánuco 165131045	Substrato de mala calidad; rocas muy fracturadas, pendiente del terreno 20° -35°, tipo de suelo. Precipitaciones pluviales intensas, infiltración de agua.	4	3	12	Escarpa irregular discontinua de 60 m de longitud, 130 m de desnivel entre escarpa y pie, superficie rotacional, saltos secundarios de 0,50 m, escarpas múltiples, con movimiento lento, presencia de agrietamientos transversales, terreno totalmente removido.	Afecta 80 m de carretera

Paraje / Sector Distrito / Provincia Código	Causas o factores principales	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
Pampas Quisqui Huánuco. 165131046	Substrato de mala calidad; naturaleza del suelo; rocas muy fracturadas; pendiente del terreno 20° -35°. Precipitaciones pluviales intensas. Talud de corte de carretera.	4	3	12	Dos escarpas sucesivas, de forma semicircular-continua, 300 m de longitud de escarpa, 20 m de desnivel entre escarpa y pie, superficie rotacional, salto principal de 1-2 m, movimiento lento, produce asentamientos de terreno hacia la carretera.	Afecta 200 m de la carretera Huanchan - Pampas
Santa María del Valle, Huánuco. 165131078	Substrato de mala calidad; rocas muy fracturadas; tipo de suelo, pendiente del terreno. Precipitaciones pluviales intensas. Talud de corte de carretera.	4	3	12	Deslizamiento antiguo reactivado en el talud superior de canal de riego, reactivado como deslizamientos más pequeños que han tapado totalmente el canal. Escarpa única, de forma irregular-continua, 50 m de longitud x 15 m de desnivel entre la escarpa y el pie, superficie rotacional, salto principal de 1 m, movimiento rápido, progresivo, produce asentamientos de terreno.	Afecta terrenos de cultivo y 150 m de canal.
Cerro Sillón Punta Santa María del Valle Huánuco. 165141085	Substrato de mala calidad; rocas muy fracturadas; tipo de suelos; pendiente del terreno. Precipitaciones pluviales intensas; erosión en cárcavas.	4	3	12	Escarpas múltiples de forma irregular-continua, superficie rotacional, salto principal de 1-2 m, movimiento retrogresivo, agrietamientos transversales. El terreno se presenta fuertemente afectado y removido por los asentamientos producidos, también se observan derrumbes hacia la cara libre de la cárcava. Los materiales sueltos suelen ser acarreados como huaycos y afectar la carretera hacia Tingo María.	Afecta tramos de la carretera Huánuco - Tingo María y terrenos de cultivo.
Km 25+000 de la carretera Huánuco - Tingo María Chinchao Huánuco. 165141114	Tipo de suelo; material de remoción antiguo; substrato de mala calidad. Precipitaciones pluviales intensas. Talud de corte de carretera.	4	3	12	Asentamiento del talud superior de carretera, escarpa única de forma irregular-discontinua, longitud de 150 m, 35 de desnivel entre la escarpa y el pie superficie plana, salto principal de 2,5 m, velocidad de movimiento lento, progresivo. Se ha colocado muro de concreto.	Afecta 150 m de carretera
Chinchao Huánuco 165141116	Substrato de mala calidad; tipo de suelo; material de remoción antiguo, pendiente del terreno. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial; filtración de agua.	4	3	12	Deslizamiento en la margen izquierda de quebrada. Escarpas sucesivas, de forma irregular-continua de 120 m de longitud, 50 m de desnivel entre el pie y la escarpa. Superficie rotacional, salto principal de 5 m, progresivo. Produce asentamientos de terreno hacia la carretera. La quebrada puede traer huaycos en periodos lluviosos.	Afecta 120 m de carretera, terrenos de cultivo. Se han realizado trabajos de baqueteado en el talud superior de carretera.
Malqui Chinchao Huánuco 165121144	Substrato de mala calidad; tipo de suelo; pendiente del terreno. Precipitaciones pluviales intensas; agua subterránea. Deforestación en la zona; talud de corte de carretera.	4	3	12	Terreno removido, asentamientos en el talud superior de carretera. Escarpa única de forma semicircular-continua, 160 m de longitud de escarpa, 30 m de desnivel entre la escarpa y el pie, superficie rotacional, salto principal de 1 m, velocidad del movimiento lento. 70 m adelante se observa una zona removida y con asentamientos más recientes	Afecta 160 m de carretera. Se ha colocado muro de concreto para detener el avance de movimiento.
Chalana Chinchao Huánuco 165121147	Substrato de mala calidad; tipo de suelo; pendiente del terreno. Precipitaciones pluviales intensas; agua subterránea. Talud de corte de carretera.	4	3	12	Deslizamiento antiguo, reactivado, presenta el terreno removido, formación de pequeñas escarpas.	Puede afectar tramo de la carretera Huánuco - Tingo María

Paraje / Sector Distrito / Provincia Código	Causas o factores principales	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
Chinchao Huánuco	Substrato de mala calidad; tipo de suelo, pendiente del terreno. Precipitaciones pluviales intensas.	4	3	12	Escarpa única, de forma semicircular-continua, 150 m de longitud, 55 m de alto; superficie rotacional, salto principal de 5 m, velocidad del movimiento moderado, produce asentamientos del talud superior y la carretera.	Afecta 150 m de carretera
Chinchao Huánuco 165121154	Substrato de mala calidad; rocas muy fracturadas; tipo de suelo; pendiente del terreno. Precipitaciones pluviales intensas. Talud de corte de carretera.	4	3	12	Escarpa única, de forma irregular-continua, 100 m de longitud, 70 m de desnivel entre la escarpa y pie, salto principal de 15-20 m, movimiento progresivo, asentamientos de material.	Afecta unos 100 m de la carretera Huánuco - Tingo María
Chinchao Huánuco 165121156	Substrato de mala calidad; rocas muy fracturadas; tipo de suelo; pendiente del terreno. Precipitaciones pluviales intensas, dinámica fluvial.	4	3	12	Escarpas múltiples, de forma irregular-continua, 130 m de longitud, 60 m de desnivel entre el pie y la escarpa, superficie rotacional, saltos secundarios de 1 m, avance del movimiento progresivo. Asentamientos y agrietamientos de la carretera hacia la quebrada	Afecta 150 m de carretera. Se han realizado rellenos para habilitar el tramo.
Chinchao Huánuco 165121157	Substrato de mala calidad; rocas muy fracturadas; tipo de suelo; pendiente del terreno 20°-35°. Precipitaciones pluviales intensas, dinámica fluvial.	4	3	12	Escarpas sucesivas, de forma recta-discontinua, superficie rotacional, salto secundario de 1 m, velocidad del movimiento muy lento, retrogresivo. Asentamiento lento de la carretera.	Afecta 250 m de carretera
Pachachupan Chinchao Huánuco 165141161	Substrato de mala calidad; orientación desfavorable de las discontinuidades; pendiente del terreno 20°-35°. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial. Talud de corte de carretera.	4	3	12	Deslizamiento antiguo reactivado. Caída de material al pie del talud superior de carretera, asentamiento de la plataforma de carretera, escarpa recta, empuje lento del terreno sobre la carretera, el cauce de la quebrada aparece desviado hacia su margen izquierda, terrenos removidos, caída de rocas.	Afecta unos 600 m de carretera. Se han colocado muros de concreto y cunetas de coronación.
Pachas Dos de Mayo 155121079	Substrato de mala calidad; alternancia de rocas de diferente competencia; roca muy fracturada, naturaleza del suelo; pendiente del terreno 35° -50°. Precipitaciones pluviales intensas; presencia de agua subterránea; sismicidad.	4	3	12	Escarpas múltiples, forma irregular, de 200 m de longitud y 250 m de desnivel entre la escarpa y el pie, salto principal de 5 m, movimiento moderado y progresivo con asentamientos. Se observa depósito de deslizamiento antiguo que han desviado el curso del río. En las laderas superiores hay bloques acumulados, además se evidencia varias escarpas ubicadas sobre las viviendas ubicadas en el cuerpo del deslizamiento.	Afectaría nueve viviendas y terrenos de cultivo.
A 460 m del cruce de la carretera Chupan - Rahua Aparicio Pomares, Yarowilca 155121099	Substrato de mala calidad; rocas muy fracturadas; tipo de suelo; pendiente del terreno 20° -35°. Precipitaciones pluviales intensas; agua subterránea.	4	3	12	Escarpas múltiples, de forma irregular-discontinua, 170 m de longitud de escarpa, superficie rotacional, movimiento lento, progresivo, produce asentamientos de la plataforma de carretera y los taludes superior e inferior, ante una lluvia fuerte los materiales sueltos pueden ser acarreados a manera de huaycos.	Afecta 170 m de carretera. Se ha reforestado con eucaliptos la ladera.

Paraje / Sector Distrito / Provincia Código	Causas o factores principales	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
Cerro Matogagapunta Chavinillo Yarowilca 155141111	Substrato de mala calidad; orientación desfavorable de las discontinuidades; rocas muy fracturadas; tipo de suelo; pendiente del terreno 20°-35°. Precipitaciones pluviales intensas. Talud de corte de carretera.	4	3	12	Dos escarpas sucesivas, de forma semicircular-continua, 60 m de longitud, 90 m de desnivel entre el pie y la escarpa, superficie plana, salto principal de 6 m, salto secundario de 4 m, movimiento rápido, progresivo, agrietamientos transversales, asentamientos de terreno.	Afecta 80 m de carretera
Km. 11 del desvío de Pariarca-Singa Chavín de Pariarca Huamalíes 155231010	Rocas muy fracturadas; substrato de mala calidad; tipo de suelo; pendiente del terreno 20° -35°. Precipitaciones pluviales intensas; presencia de agua subterránea.	4	3	12	Deslizamiento con escarpas sucesivas, de forma irregular-discontinua de 130 m de longitud y superficie plana, desnivel entre la escarpa y el pie es de 300 m, el salto principal está cubierto por vegetación. Produce asentamiento de suelos y la plataforma de la carretera.	Afecta dos desarrollos de carretera y terrenos de cultivo.
Coito Huacaybamba Huacaybamba 155211035	Pendiente del terreno 35° -50°, tipo de suelo; rocas muy fracturadas; substrato de mala calidad. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial. Talud de corte de carretera.	4	3	12	Deslizamiento antiguo de 280 m de longitud de escarpa abrupta, salto de 20 m, desnivel entre el pie y la escarpa de 30 m, reactivado por el trazo de carretera, se produce asentamientos de terrenos hacia la carretera, escarpas sucesivas, de forma irregular-discontinua, longitud de 50 m, desnivel entre pie y escarpa de 150 m, superficie rotacional, salto principal de 4-5 m, movimiento moderado, retrogresivo, agrietamientos transversales.	Afecta 120 m de carretera.
Huacaybamba Huacaybamba 155211037	Rocas muy fracturadas; substrato de mala calidad; tipo de suelo; pendiente del terreno 35° -50°. Precipitaciones pluviales intensas; aguas subterráneas. Talud de corte de carretera.	4	3	12	Escarpa única, de forma irregular-discontinua, 130 m de longitud de escarpa, movimiento moderado, progresivo, zona removida sujeta a deslizamientos, bloques removidos, el trazo de la carretera a Huacaybamba-Cochabamba ha sido realizado en el cuerpo del deslizamiento.	Puede afectar 130 m de carretera y 1 vivienda.
Huaracillo Pinra Huacaybamba 145341010	Tipo de suelo; substrato de mala calidad; rocas muy fracturadas; pendiente del terreno 35° -50°. Precipitaciones pluviales intensas; aguas subterráneas.	4	3	12	Escarpas múltiples irregulares, continua, longitud de escarpa de 400 m, superficie rotacional, velocidad de movimiento lento, retrogresivo. Terreno removido e irregular, los deslizamientos se ubican sobre y debajo del poblado de Huaracillo. Se observa en Huaracillo viviendas agrietadas, deshabitadas.	Afecta terrenos de cultivo y afectó viviendas.
Pinra Huacaybamba 145341020	Substrato de mala calidad; orientación desfavorable de las discontinuidades; tipo de suelo; pendiente del terreno 35°-50°. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	4	3	12	Dos escarpas sucesivas, de forma irregular con longitudes de 100 y 80 m, desnivel entre el nivel y la escarpa de 70 m, saltos de 20 y 10 m, superficie rotacional, movimiento lento y retrogresivo; agrietamientos transversales y asentamiento de muro de contención de concreto en la carretera.	Puede afectar unas ocho viviendas y terrenos de cultivo.
Junipampa Huacrachuco Marañón 145321050	Tipo de suelo; rocas muy fracturadas; rocas muy meteorizadas; pendiente del terreno; morfología de ladera. Precipitaciones pluviales intensas; agua subterránea.	4	3	12	Escarpa única de forma irregular-continua, más de 100 m de longitud, superficie rotacional, salto de 1,0 m, movimiento muy lento, progresivo, asentamiento de la carretera del orden de 1 m, presencia de bofedales.	Afecta 800 m de carretera

Paraje / Sector Distrito / Provincia Código	Causas o factores principales	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
El Molino Huacrachuco Marañón 145321052	Tipo de suelo; substrato de mala calidad; rocas muy fracturadas; pendiente del terreno 35°-50°. Precipitaciones pluviales intensas; agua subterránea.	4	3	12	Dos escarpas sucesivas, de forma irregular-continua, 220 m de longitud, desnivel entre el pie y la escarpa de 250 m, superficie rotacional, salto principal de 20 m, movimiento rápido, retrogresivo. Asentamiento de terreno que puede represar el río Huacrachuco.	Puede afectar unas cinco viviendas.
Huacrachuco Marañón 145321056	Tipo de suelo; pendiente del terreno 20° - 35°; substrato de mala calidad; orientación desfavorable de discontinuidades. Precipitaciones pluviales intensas; aguas subterráneas.	4	3	12	Escarpa única de forma semicircular, 300 m de longitud, desnivel entre el pie y la escarpa de 450 m, superficie rotacional, salto de 70 m, progresivo, asentamientos, presencia de pequeñas escarpas de deslizamiento, en el cuerpo se ubican ocho viviendas actualmente.	Afecta 400 m de la carretera a Huacrachuco, terrenos de cultivo.
Manzarán Huacrachuco Marañón 145321060	Pendiente del terreno 20° - 35°; tipo de suelo; sustrato de mala calidad; rocas muy fracturadas.	4	3	12	Escarpas sucesivas, de forma irregular-continua; originó el colapso del canal de alimentación de las tuberías de fuerza de la central hidroeléctrica de Huacrachuco.	Afectó canal de agua de la central hidroeléctrica de Huacrachuco.
Marcapata Huacrachuco Marañón 145321064	Pendiente del terreno 20° - 35°; tipo de suelo; rocas muy fracturadas; substrato de mala calidad. Precipitaciones pluviales intensas.	4	3	12	Escarpas múltiples, de forma irregular-continua, terreno removido, inestable, agrietamientos, y escarpas con saltos de 1 m.	Puede afectar una vivienda y terrenos de cultivo.
Casapatayo - Asay Huacrachuco Marañón 145321065	Pendiente del terreno 20° - 35°; tipo de suelo; rocas muy fracturadas, substrato de mala calidad. Precipitaciones pluviales intensas; agua subterránea.	4	3	12	Deslizamiento rotacional antiguo con escarpa abrupta, reactivado con escarpas sucesivas, de forma recta-continua, 140 m de longitud, salto de 10 m, retrogresivo. Erosión en cárcavas con derrumbes hacia su cara libre. En el cuerpo de deslizamiento se ubican unas 20 viviendas.	Puede afectar 600 m de carretera, unas 20 viviendas y terrenos de cultivo. Algunos sectores reforestados con plantones de eucalipto
Quebrada Potrero Huacrachuco Marañón 145321070	Tipo de suelo; pendiente del terreno 20° - 35°. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	4	3	12	Escarpas múltiples, de forma recta, discontinuas, de 500 m de longitud, superficie rotacional, salto de 10-15 m, estos deslizamientos se producen en un depósito dejado por un aluvión antiguo, estos materiales sueltos pueden generar un huayco de grandes magnitudes que cortarían el tránsito hacia Huacrachuco. Se observan bolones de hasta 4 m de	Puede afectar tramo de unos 100 m de la carretera a Huacrachuco.
Km 378 Carretera central Ambo Ambo 165021070	Areniscas fracturadas (F2) y ligeramente meteorizadas (A2); pendiente del terreno de 20° a 35°. Fenómeno activo y periódico. Sismicidad. Taludes de corte verticales	4	3	12	Caída de lozas hacia la plataforma de carretera por falla planar ya que el buzamiento de las rocas está a favor del talud de corte. Se observan fracturas en tres direcciones.	Afecta 180 m de carretera
Colpas Ambo 165031102	Sustrato de gneis y esquistos; naturaleza del suelo; la pendiente del terreno va desde 20° - 35° a 35° - 50°. Fenómeno activo de recurrencia periódica estacional. Precipitaciones pluviales intensas; filtraciones.	4	3	12	Se observan varias escarpas de deslizamiento, reactivadas en el cuerpo del deslizamiento antiguo; saltos escalonados paralelos, el terreno esta agrietado, hay abundante filtración. La escarpa antigua es de geometría circular de gran tamaño.	Afecta viviendas, causo muertos y desaparecidos, terrenos de cultivo, puede represar el río.

Paraje / Sector Distrito / Provincia Código	Causas o factores principales	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
Sector de Unro Ambo Ambo 165021117	Suelo coluvio-residual y deluvial; conformado por gravas y limos; fracturado; pendiente del terreno de 35° - 50°. El fenómeno está activo. Precipitaciones pluviales intensas.	4	3	12	Escarpa circular; cuerpo parece haberse estabilizado, es de forma convexa. A los costados del cuerpo se observa erosión en cárcavas.	Afecta ocho viviendas, puede represar el río Huertas.
El Rancho / La Linda Churubamba Huánuco 165141115	Tipo de suelo; Pendiente del terreno. Precipitaciones pluviales intensas; aguas subterráneas. Talud de corte de carretera.	5	2	10	Escarpas de deslizamiento sucesivas, de forma recta, irregular y discontinua; 250 m de longitud, 60 m de desnivel entre la escarpa y el pie, superficie plana, salto principal de 4-5 m, salto secundario de 1-1,5 m, velocidad del movimiento lento, retrogresivo. Empuje de terrenos en la ladera.	Afecta 450 m de carretera, y puede afectar unas 12 - 15 viviendas, una torre de alta tensión y dos postes de luz. Se ha colocado muro de contención.
Jesús Lauricocha 155021050	Litología del substrato, pendiente del terreno de 35° -50°, suelo coluvial. Aguas subterráneas: filtraciones, precipitaciones pluviales intensas.	5	2	10	Deslizamiento en la margen izquierda del río Lauricocha. Grietas en la carretera de hasta 70 cm de ancho. Abundante material suelto en las laderas. El deslizamiento tiene aproximadamente 200 m de largo. Involucra la roca metamórfica muy fracturada y alterada	Afecta tramo de carretera Jesús-Cauri en aproximadamente 200 m. Afectó antigua carretera
Desde el km 23+100 al 24+600 de la carretera Tingo María - Aguaytía Daniel Alomía Robles, Leoncio Prado 175211002	Substrato de mala calidad, tipo de suelo; pendiente del terreno. Precipitaciones pluviales intensas; dinámicas fluviales, erosión de laderas.	3	3	9	Escarpas múltiples, de forma irregular, continua, superficie rotacional, retrogresivo. Procesos intensos de erosión en cárcavas con avances hacia su cara libre por medio de derrumbes y deslizamientos, afecta la carretera, originando la pérdida de gran parte de la plataforma. Actualmente está en rehabilitación la plataforma de carretera.	Afecta 1500 m de la carretera Tingo María - Aguaytía
Ichumarcan Baños Lauricocha 155021058	Litología del substrato, suelo coluvio; fluvio-glacial (gravo-arenoso), pendiente del terreno de 35°-50°. Precipitaciones pluviales intensas, aguas subterráneas:filtraciones	3	3	9	Deslizamiento en la margen izquierda del río Nupe. Material suelto en las laderas. Bloques grandes de roca sedimentaria en las laderas. Agrietamientos en las laderas de hasta 0,70 m de ancho. Según datos de pobladores, con lluvias fuertes que duraron tres días, se produjo el deslizamiento que afectó dos viviendas	Afectó dos viviendas, y afecta pastos. Podría afectar tres viviendas aledañas
Amarilis Huánuco 165141025	Pendiente del terreno; morfología de ladera de montaña; naturaleza del suelo; substrato de mala calidad. Precipitaciones pluviales intensas	4	2	8	Deslizamiento con escarpa única de forma irregular, discontinua, 170 m de longitud, 20 m de desnivel entre la escarpa y pie, progresivo; agrietamientos de forma longitudinal a la escarpa. Produce asentamientos de terrenos hacia la carretera, en el cuerpo del deslizamiento se observa otra escarpa la cual se puede distinguir por sectores.	Afecta 120 m de carretera y canal.
Churubamba Huánuco 165141087	Substrato del terreno; rocas muy fracturadas; tipo de suelo; pendiente del terreno 20°-35°. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	4	2	8	Escarpas sucesivas, de forma irregular, 90 m de longitud, 60 m desnivel entre pie y escarpa, superficie rotacional; salto principal de 2,5 y secundarios de 1,5-2 m, retrogresivo, agrietamientos transversales. Produce asentamiento de terreno, terreno removido e inestable, gran cantidad de material puede caer al cauce de cárcava y generar huaycos.	Afectó 60 m de canal de riego y terrenos de cultivo.

Paraje / Sector Distrito / Provincia Código	Causas o factores principales	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
Frente al poblado de Chinobamba Churubamba Huánuco 165141088	Material de remoción antiguo; tipo de suelo; substrato de mala calidad; rocas muy fracturadas; pendiente del terreno. Precipitaciones pluviales intensas; infiltraciones; dinámica fluvial.	4	2	8	Escarpas sucesivas, de forma recta y continua, 250 m de longitud, 80 m de desnivel entre la escarpa y el pie, superficie rotacional, salto principal de 8-10 m, saltos secundarios de 8 m, movimiento lento, retrogresivo, agrietamientos longitudinales de unos 20 m de longitud.	Afecta terrenos de cultivo.
Gasha Churubamba Huánuco 165141101	Substrato de mala calidad; roca muy fracturada; tipo de suelo; pendiente del terreno. Precipitaciones pluviales intensas; aguas subterráneas.	4	2	8	Escarpa única, forma circular, 50 m de longitud, 35 m de desnivel entre la escarpa y pie, superficie rotacional, salto principal de 2-3 m, velocidad del movimiento rápido, progresivo, agrietamientos transversales, asentamientos de terreno que puede afectar una vivienda ubicada en el pie del deslizamiento.	Afecta terreno de cultivo y puede afectar una vivienda.
km 39+650 de la carretera Huánuco-Baños Rondos Lauricocha 155141018	Substrato de mala calidad (muy meteorizado); tipo de suelo; rocas muy fracturadas; Pendiente del terreno, Precipitaciones pluviales intensas; presencia de agua subterránea.	4	2	8	Deslizamiento de escarpa única, de forma regular, continua, de 120 m de longitud, 70 m de desnivel entre la escarpa y pie, superficie rotacional, salto principal de 5 m, movimiento moderado, progresivo, presencia de grietas longitudinales. Hay asentamientos.	Afecta 120 m de carretera. Se ha colocado muro de concreto para estabilizar el deslizamiento.
La Unión Dos de Mayo 155131029	Pendiente del terreno; tipo de suelo; substrato de mala calidad. Precipitaciones pluviales intensas. Talud de corte de carretera.	4	2	8	Escarpa única de forma irregular y continua, superficie plana, 40 m de longitud, 60 m de desnivel entre la escarpa y pie, salto de 10 m, movimiento rápido progresivo, asentamientos en el terreno. En la zona también se aprecia un derrumbe de 196 m de longitud x 60 m de alto, bloques aislados de 1 m y canchales.	Obstruye 196 m de carretera.
Km 20 de la carretera Sillapata- Yanas Sillapata Dos de Mayo 155111047	Substrato de mala calidad; rocas muy fracturadas; tipo de suelo; pendiente del terreno. Precipitaciones pluviales intensas; presencia de aguas subterráneas.	4	2	8	Escarpa de deslizamiento de forma irregular y discontinua, de 250 m de longitud, presencia de agrietamientos longitudinales y asentamientos en un tramo de 250 m de carretera, hay oconales. Parte del cuerpo del deslizamiento ha sido reforestado con eucaliptos, los asentamientos en la carretera son del orden de 1-1,5 m.	Afecta 390 m de carretera.
Cachigaga Llata Huamalies 155111064	Substrato de mala calidad; rocas muy fracturadas; tipo de suelo; pendiente del terreno. Precipitaciones pluviales intensas; presencia de agua subterránea.	4	2	8	Escarpas sucesivas con longitudes de 80 y 60 m, desnivel entre escarpas y pie de 40 y 25 m, rotacionales, saltos de 2 y 1 m, velocidad moderada, progresivo, presencia de agrietamientos longitudinales, produce asentamientos de la carretera, se han tenido que realizar trabajos de rellenado, algunos sectores han sido reforestados con eucalipto.	Afecta 180 m de carretera.
Ogopampa Marías Dos de Mayo 155121081	Substrato de mala calidad; roca muy fracturada, naturaleza del suelo; pendiente del terreno. Precipitaciones pluviales intensas; presencia de agua subterránea.	4	2	8	Escarpas múltiples, de forma regular, continua, longitud de escarpa de 500 m, desnivel entre la escarpa y pie de 300 m, superficie rotacional, salto principal de 1,5 m, agrietamientos longitudinales. En esta zona la ladera presenta varias escarpas que han causado asentamientos en terrenos de cultivo	Afecta terrenos de cultivo.

Paraje / Sector Distrito / Provincia Código	Causas o factores principales	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
Huacaybamba Huacaybamba 155211038	Rocas muy fracturadas; substrato de mala calidad; tipo de suelo; pendiente del terreno. Precipitaciones pluviales intensas.	4	2	8	Escarpa única, de forma irregular-continua, 140 m de longitud, velocidad moderada, retrogresivo, agrietamientos transversales de 10 m de longitud, la carretera ha sido trazada en el cuerpo del deslizamiento, terreno removido con asentamientos.	Puede afectar unos 140 m
Cochabamba Huacaybamba 155211046	Substrato de mala calidad; rocas muy fracturadas; tipo de suelo; pendiente del terreno. Precipitaciones pluviales intensas; agua subterránea.	4	2	8	Escarpas múltiples, de forma irregular; 200 m de longitud de escarpa, 80 m de desnivel, superficie rotacional, salto principal de 1-3 m, movimiento retrogresivo, tramo de carretera con escarpas de deslizamiento e el talud superior de carretera.	Afecta 300 m de carretera Huacaybamba-Cochabamba..
Huacaybamba Huacaybamba 155211058	Substrato de mala calidad; rocas muy fracturadas; tipo de suelos; pendiente del terreno. Precipitaciones pluviales intensas, filtración de agua.	4	2	8	Escarpa única, de forma irregular a semicircular de 180 m de longitud, 140 m de desnivel entre la escarpa y el pie, superficie rotacional, desnivel entre la escarpa y pie de 60 m, movimiento rápido, progresivo, En el cuerpo del deslizamiento se pueden observar pequeñas escarpas de deslizamiento que aportan material a la quebrada, presencia de capas de yeso.	Puede represar la quebrada Molinoragra.
Santa Eulalia Huacrachuco Marañón 145321044	Tipo de suelo; substrato de mala calidad; rocas muy fracturadas; pendiente del terreno 35° - 50°. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	4	2	8	Escarpa única, forma semicircular, 80 m de longitud, desnivel entre la escarpa y el pie de 130 m, superficie rotacional, salto principal de 30 m, movimiento progresivo, agrietamientos transversales, asentamientos de terreno.	Afecta 800 m de camino rural, 6 has de terreno de cultivo, puede represar la quebrada.
Yamos Huacrachuco Marañón 145321061	Pendiente del terreno 20° - 35°; tipo de suelo; substrato de mala calidad; orientación desfavorable de discontinuidades. Precipitaciones pluviales intensas; agua subterránea.	4	2	8	Deslizamiento antiguo, escarpa abrupta con vegetación, de 280 m de longitud, salto de 40 m, desnivel entre la escarpa y el pie de 250 m, reactivado, se presentan dos escarpas sucesivas con 50 m de longitud y desnivel entre escarpa y pie de 15 m, superficie rotacional, salto de 2,5 m, movimiento lento, progresivo, se producen asentamientos de terreno.	Afecta tres viviendas.
Cochacalla San Rafael Ambo 165041227	Discontinuidades en las rocas; naturaleza del suelo; sustrato de areniscas y lutitas. Fenómeno inactivo-joven. Precipitaciones pluviales intensas.	4	2	8	El pueblo de Cochacalla está ubicado en una planicie formada en el cuerpo de un deslizamiento antiguo, sobre el pueblo se pueden observar algunas escarpas antiguas de forma circular. También se puede ver que las laderas y la escarpa del deslizamiento tienen erosión en cárcavas, las cuales en periodos de lluvia traen huaycos. La escarpa del deslizamiento se ha reforestado con plantas de eucalipto.	Puede afectar al poblado de Cochacalla.
Baños Lauricocha 155021028	Suelo coluvial (gravo-arenoso; limoso), pendiente del terreno de 35° - 50°. Precipitaciones pluviales intensas; aguas subterráneas: filtraciones. Cortes artificiales.	4	2	8	Se observa deslizamiento en las laderas de la margen izquierda del río Nupe. Material suelto en las laderas. Material coluvial. Se observan agrietamientos en las laderas. Se ha colocado muro de contención que no funciona.	Afecta tramo de carretera a Baños en el km 39+600.

P: Peligro V: Vulnerabilidad R: Riesgo



Foto N° 23 Deslizamiento en la ladera del cerro Matagaga cerca de Punto Unión; se aprecia una escarpa principal con salto de 2 a 6 m y escarpas secundarias. Su evolución compromete un tramo de la carretera entre Huánuco y Chavinillo.



Foto N° 24 Deslizamiento rotacional en el sector de Santa Eulalia (Huacrachuco); afecta tramo de carretera (parte superior) y camino de herradura (cuerpo).



Foto N° 25 Vista de un deslizamiento rotacional en la quebrada La Florida (Huánuco). Se aprecia claramente el salto principal, la naturaleza de material deslizado y su avance retrogresivo. Zona crítica para generación de flujos aguas abajo si el material llegará a saturarse con lluvias excepcionales.



Foto N° 26 Huayco antiguo de gran dimensión que represó el río Huallaga en el sector de Santa María del Valle; materiales de flujos recientes de menor dimensión se observan en el cauce actual de la quebrada Olijmayo.



Foto N° 27 Dos vistas aguas arriba del valle del río Nupe (sector de Queropalca), afectado por un flujo aluviónico, que se originó en el nevado Yerupajá. En la foto inferior un acercamiento que muestra el material del flujo.

Otro ejemplo particular es el originado por la quebrada Chocchían, frente a la localidad de Huacaybamba, el cual represó el río Marañón, cuyo depósito en el valle tiene una extensión de 1,5 km (Ver Foto N° 28).

Abanicos de dimensiones menores asociados a huaycos, son muy frecuentes en el valle del río Huallaga y afluentes principales como el caso de los ríos Huertas (sector de Huácar), Higuera, Garbanzo, Chontayacu, en el valle del río Marañón, en sectores de los ríos Lauricocha, Vizcarra y Huacrachuco y, también en el valle del río Pozuzo en la cuenca del Pachitea. Algunas ocurrencias de estos procesos se muestran en las Fotos N° 29 y 30 y se describen en el Cuadro 7.3.

Movimientos Complejos

Los eventos tipificados como deslizamiento-flujos y derrumbe-flujos principalmente, son considerados como movimientos complejos, de acuerdo a la clasificación de Varnes, son algo frecuentes en la región. Se identificaron algunos procesos antiguos y recientes, que en conjunto suman 44 ocurrencias (5,9 %).

Sus dimensiones van desde pocas decenas a centenas de metros. Los eventos principales se describen en el Cuadro 7.4, y algunos ejemplos en las Fotos N° 31 y 32.

Reptaciones

Representan en la región un reducido porcentaje (1,3 %) de los movimientos en masa inventariados, ocurren en altitudes entre 3 100 y 4 150 msnm. Se encuentran afectando principalmente áreas de pastizales, desarrollados sobre terrenos desde suave, hasta moderada y fuerte pendiente (5°, 20° y 35°. Las principales

áreas afectadas se encuentran en el lado suroeste de la región, sectores de Baños y Jesús (Foto N° 33).

Erosión de Laderas

Representan el 14,9% en la ocurrencia de movimientos en masa¹⁴, ocurriendo en algunas áreas procesos de erosión en surcos y cárcavas desarrollados con extensiones de centenas de metros (Ver Cuadro N° 7.5), afectando terrenos de cultivo y pastoreo, algunos tramos de carreteras y en algunos casos viviendas rurales. Ejemplos de ellos se muestran en las Fotos N° 34 y 35.

Algunos sectores con gran desarrollo de erosión en surcos y cárcavas, acompañado de reptación de suelos ocurren en:

- Los alrededores de la ciudad de Huánuco y Amarilis, quebradas Jactay, Tingoragra y La Florida.
- Valle del río Huallaga entre Ambo y San Rafael, en ambas márgenes y sector del río Huertas.
- Valles de los ríos Higuera y afluente Cozo (en ambas márgenes), río Cayrán.
- En las márgenes del río Marañón (sectores entre Huacaybamba y Canchabamba) y algunos valles afluentes, como el río Vizcarra (sector aguas arriba de La Unión), río Huacrachuco.
- Gran desarrollo de cárcavas con generación de flujos en el este de Tingo María, sobre secuencias de la Formación Tulumayo¹⁵

Las principales áreas afectadas con erosión de laderas se describen en el Cuadro N° 7.5.

¹⁴ Los procesos de erosión de laderas se incluyen dentro del grupo de procesos de movimientos en masa, porque su evolución condiciona la ocurrencia de derrumbes, deslizamientos y flujos de detritos.

¹⁵ El deslizamiento de Las Vegas ocurre dentro de este sector, siendo el carcavamiento una causa principal del proceso al afectar la divisoria de dos microcuencas, por donde pasa un tramo de la carretera Tingo María-Pucallpa.



Foto N° 28 Vista aguas abajo del río Marañón (límite Ancash-Huánuco), donde se aprecia el depósito de un aluvión histórico que represó el valle, sector Chocchián (Pinra), frente a Huacaybamba.

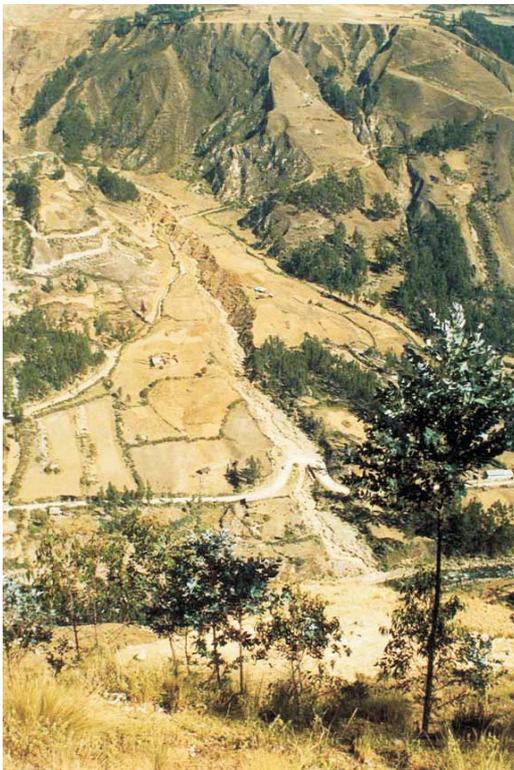


Foto N° 29 Huayco en el sector de Ripán, que afecta tramo de la carretera hacia Huánuco y Lata.

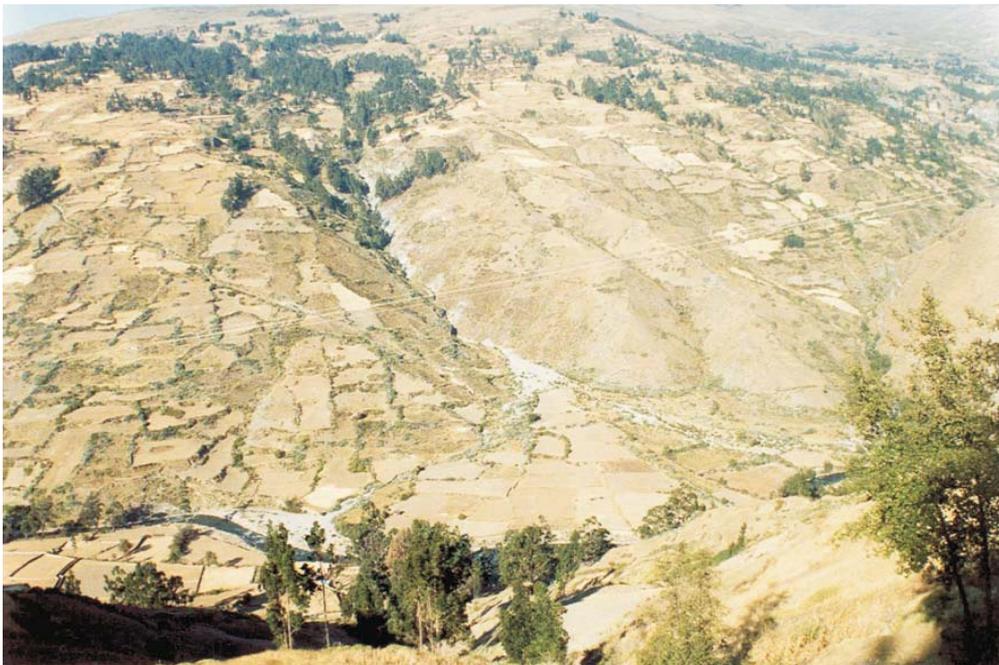


Foto N° 30 Huayco en el sector de Huaylapuquio, margen derecha del río Vizcarra; se distingue abanico antiguo y flujos recientes.

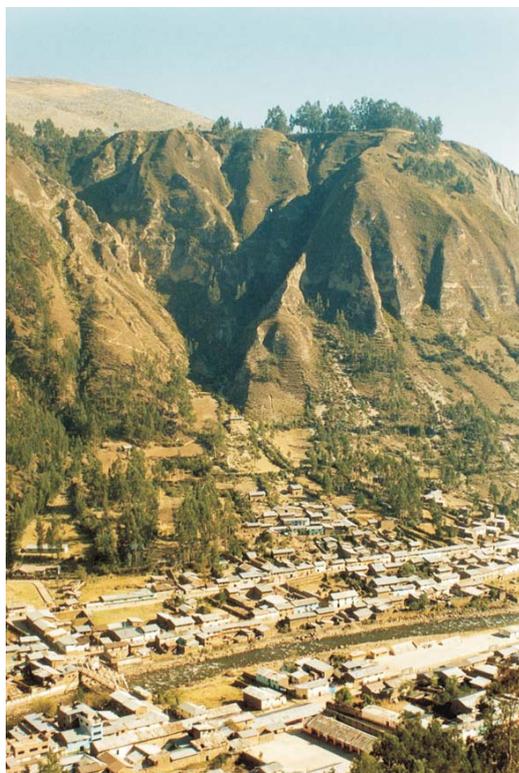


Foto N° 31 Peligro de derrumbes-flujo en la localidad de Ripán, margen izquierda del río Vizcarra. Laderas afectadas por derrumbes condicionados por la erosión en cárcavas que a la vez generan flujos de detritos aguas abajo. Excepcionalmente afectarían unas 30 viviendas ubicadas sobre abanicos deluviales antiguos.

Cuadro 7.3
Principales áreas afectadas por flujos

Paraje / Sector Distrito / Provincia Código	Causas o factores principales	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
Aluviones						
Queropalca Queropalca Lauricocha 155011069	Pendiente del terreno de 20° - 35°, morfología de valle fluvio-glacial estrecho de ladera de fuerte pendiente. Dinámica fluvial. Desprendimiento de nevado	4	3	12	Se observa material de aluvión en el cauce del río. Abundante material suelto en el cauce con bloques de hasta 3 m de diámetro aproximadamente. Cayó un pedazo de hielo en la laguna Gangrajanca y originó el aluvión por el río Carhuacocho. Hace 50 años ocurrió otro igual	Afectó viviendas del pueblo de Queropalca, pastos, 25 casas, colegio de primaria, secundaria, el puesto de salud quedó enterrado.
Jillahulla Molino Pachitea 165141123	Rocas muy fracturadas; tipo de suelo; pendiente del terreno. Precipitaciones pluviales intensas; rotura de dique morrénico; derrumbes.	4	2	8	Aluvión antiguo. La laguna Pozo probablemente se sobresaturó y rompió su dique morrénico originando un aluvión, actualmente se observa en la ladera bloques depositados de hasta 15 m de longitud. Sobre el depósito se ha ubicado el poblado de Jillahulla, actualmente por la quebrada discurre agua, el material del aluvión posiblemente llegó hasta la localidad de Manzana.	
Chocchián Llamellín Antonio Raimondi 155211051	Tipo de suelo; substrato de mala calidad; rocas muy fracturadas; pendiente del terreno. Precipitaciones pluviales intensas; erosión en cárcavas	4	1	4	Material de aluvión antiguo, conformado por bloques y bloques en un 20% de hasta 3 m de longitud, gravas en un 40 %, arena y limo 40 %. El flujo recorrió una distancia de 3 500 m, actualmente en el material del aluvión antiguo se ha disectado la quebrada, la cual presenta derrumbes hacia la cara libre de la quebrada que pueden generar flujos.	Represó el río Marañón.
Flujos de Detritos (Huaycos)						
Quebrada Batán - km 356 carretera central San Rafael Ambo 165041034	Sustrato de areniscas y lutitas; extremadamente fracturada (F4) y Altamente meteorizada (A4); suelo proluvial gravo arcilloso; pendiente del terreno de 35° - 50°; morfología de quebrada. Fenómeno activo - periódico. Precipitaciones intensas.	5	4	20	La quebrada Batán se represó en el antiguo puente peatonal por la gran cantidad de material arrastrado, originando la inundación del poblado de San Rafael, afectando varias viviendas. El puente Batán ha sido afectado tres veces porque tiene poca luz. Se puede observar en las nacientes de la quebrada se producen derrumbes.	Afecta 150 m de carretera, barrio de Mullipampa, terrenos de cultivo y puente Batán. Se ha construido muros de concreto en la margen derecha de quebrada y reforestado las laderas.
Chumacpampa Huacrachuco Marañón 145311028	Rocas muy fracturadas; tipo de suelo; substrato de mala calidad; pendiente del terreno. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	5	3	15	Huayco de gran magnitud, destruyó totalmente la carretera de acceso a Huacrachuco; también desvió el curso del río Huacrachuco, hacia su margen derecha, material de huayco conformado en un 5 % por bloques, gravas en un 45 %, limo y arcilla en un 15 %, arena en un 15 %. Los materiales provienen de los derrumbes que se producen hacia la cara libre de la quebrada.	Afectó 800 m de carretera de acceso a Huacrachuco.
Huacrachuco Marañón 145311025	Rocas muy fracturadas; tipo de suelo; orientación desfavorable de las discontinuidades; pendiente del terreno. Precipitaciones pluviales intensas.	4	3	12	Flujo de detritos, depósito en forma de cono canalizado por una chorrera, material grueso en más de 50%, conformado en un 60% por grava y 40% de arena-limo.	Afecta 1 km de la carretera de acceso a Huacrachuco por sectores.

Paraje / Sector Distrito / Provincia Código	Causas o factores principales	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
Huacrachuco Marañón 145321030	Rocas muy fracturadas; tipo de suelo; substrato de mala calidad; pendiente del terreno. Precipitaciones pluviales intensas.	4	3	12	Material grueso en más del 50%, bloques 5%, gravas 50%, arena-limo 45%, flujo no canalizado. Los materiales están depositados a manera de canchales desde unas chorreras.	Afecta 400 m de la carretera a Huacrachuco en tres sectores.
La Esperanza Amarilis Huánuco 165141035	Rocas muy fracturadas; substrato de mala calidad (muy meteorizado); tipo de suelo; pendiente del terreno. Precipitaciones pluviales intensas, dinámica fluvial.	4	3	12	Huayco que ha depositado un abanico proluvial, de material grueso en más del 50 %, bolones en un 20%, gravas 40%, arena y limo en un 40%, obstruyó 100 m de vía, enterró el centro poblado Cooperativa Jancas. Actualmente se han colocado enrocados en la margen derecha por sectores para evitar la erosión en esa margen. Los bolones llegan a tener 2 m de diámetro.	Afectó 60 viviendas, dos muertos, 500 familias damnificadas.
Santa María del Valle Huánuco 165141055	Substrato de mala calidad; alternancia de rocas de diferente competencia; tipo de suelo; pendiente del terreno 5° - 20°, morfología. Precipitaciones pluviales intensas, dinámica fluvial.	4	3	12	Material fino en más del 50 %, gravas 45 % y arena-limo en un 55 %, flujo canalizado en chorreras.	Afecta 90 m de carretera y terrenos de cultivo.
Santa María del Valle Huánuco 165131060	Substrato de mala calidad; rocas muy fracturadas; tipo de suelo; pendiente del terreno 20° - 35°. Precipitaciones pluviales; dinámica fluvial.	4	3	12	Gravas 42 %, bloques y bolones 8 %, arena-limo 50 %, derrumbes hacia la cara libre de la cárcava aportan materiales sueltos, ancho de la cárcava de 1,5 m, a unos 100 se ubica otra cárcava de características similares.	Afecta carretera en dos tramos.
Santa María del Valle Huánuco 165131066	Substrato de mala calidad; rocas muy fracturadas; tipo de suelo; pendiente del terreno 20° - 35°. Precipitaciones pluviales intensas.	4	3	12	Material grueso compuesto por gravas 50 %, arenas y limos 50 %, canalizado por chorreras. Laderas de la margen izquierda del río Quero con erosión en cárcavas que acarrear huaycos.	Afecta 250 m de carretera.
Quebrada Olijmayo Santa María del Valle Huánuco 165141082	Substrato de mala calidad; rocas muy fracturadas; tipo de suelo; pendiente del terreno 5° - 20°. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	4	3	12	Abanico, conformado por bloques en un 10 - 15 %, grava 40 % y arena-limo 45 %. Material de huayco antiguo que actualmente continúa activo, desvió el cauce del río Huallaga hacia su margen izquierda. En las márgenes de la quebrada hay una intensa actividad geodinámica con la presencia de derrumbes hacia la cara libre de la quebrada, que son los portantes de material que luego son acarreados como huayco.	Puede afectar viviendas del poblado de Santa María del Valle, terrenos de cultivo.
km 1+500 a km 2+500 Carretera Churubamba- Pucaragra Huánuco 165141084	Substrato de mala calidad; rocas muy fracturadas; tipo de suelos; pediente del terreno. Precipitaciones pluviales intensas.	4	3	12	Depósito de abanico, gravas en un 50 %, arena y limo 50 %, flujo canalizado por chorreras. Tramo de 700 m afectado por cárcavas, los cuales acarrear huaycos. Las cárcavas tienen anchos de cauce de 5-10 m y depositan pequeños conos de material proluvial.	Afecta tramo de 700 m de carretera por tramos.

Paraje / Sector Distrito / Provincia Código	Causas o factores principales	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
Goyma Chinchao Huánuco 165141113	Substrato de mala calidad; rocas muy fracturadas, tipo de suelo, material de remoción antiguo, pendiente del terreno. Precipitaciones pluviales intensas.	4	3	12	Huayco excepcional, puede bajar por la quebrada, depósito en forma de abanico antiguo, bloques en un 5%, grava 45%, arenisca-limo 50%.	Obstruye 40 m de carretera, y puede afectar unas seis viviendas.
Manzana - Callaba Molino Pachitea 165141121	Tipo de suelo; rocas muy fracturadas; pendiente del terreno. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	4	3	12	Quebrada con gran cantidad de bloques y grava en su cauce, pueden verse comprometidas las viviendas ubicadas en el abanico conformado por el material de huayco.	Pueden ser afectadas las viviendas de las localidades de Manzana y Callagan.
Chinchao Huánuco 165121152	Tipo de suelo; rocas muy fracturadas; pendiente del terreno 35° - 50°; substrato de mala calidad. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	4	3	12	Torrentera con derrumbes hacia su cara libre, cuyo material suelto puede ser acarreado a manera de huayco en periodo lluvioso, canalizado, depósito en forma de cono, conformado por gravas en un 45 % y arena-limo en un 55%. Pérdida de plataforma de carretera que indicaría un proceso lento de flujo de tierra.	Afecta unos 100 m de carretera.
Pachas Pachas Dos de Mayo 155121056	Substrato de mala calidad; rocas muy fracturadas; tipo de suelo; pendiente del terreno 20° - 35°. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	4	3	12	Derrumbes en ambas márgenes de la quebrada, donde el material caído es transportado luego como huayco. El material de huayco está conformado en un 60 % de grava, 35 % de arena y limo y sólo 5% de bloques y bolones.	Obstruye 70 m de carretera y produce la pérdida de terrenos de cultivo.
Acobamba Aparicio Pomares Yarowilca 155121095	Substrato de mala calidad; rocas muy fracturadas; tipo de suelo; pendiente del terreno 20° - 35°. Precipitaciones pluviales intensas.	4	3	12	Depósito en forma de cono, tamaño de clastos: bolones y bloques 2 %, grava 55%, arena-limo 43%, flujo canalizado, puede afectar viviendas en ambas márgenes de la quebrada. Se observan derrumbes hacia la cara libre de la quebrada.	Afecta 30 m de carretera (km 96 de la carretera Huánuco-Llata) y puede afectar viviendas.
Churupampa - Quebrada Ogueragra Aparicio Pomares Yarowilca 155121096	Substrato de mala calidad; rocas muy fracturadas; tipo de suelo; pendiente del terreno 20° - 35°. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	4	3	12	Flujo canalizado, colmatación y obstrucción de 130 m de cauce. Interrumpe el tránsito hacia Llata. Derrumbes hacia ambas márgenes de la quebrada que aportan material suelto susceptible a ser transportado como huayco.	Afecta 80 m de carretera.
Obas Yarowilca 155141103	Substrato de mala calidad; rocas muy fracturadas; tipo de suelo; pendiente del terreno 20° - 35°. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	4	3	12	Tamaño de clastos: bloques y bolones 5%, gravas 50%, arena-limo 45%, el ancho de la quebrada es de 1,5-2 m, actualmente discurre solo agua, la carretera hacia Obas se ubica en el abanico depositado por el huayco. Último huayco afectó el puente de acceso a Obas, la quebrada tiene derrumbe hacia su cara libre.	Afecta ocho desarrollos de la carretera de acceso a Obas, puente, puede afectar 10 viviendas y terrenos de cultivo.
Frente a la quebrada Colpa Huacrachuco Marañón 145311027	Substrato de mala calidad; rocas muy fracturadas; tipo de suelo; pendiente del terreno 20° - 35°. Precipitaciones pluviales intensas.	4	3	12	Depósito en forma de abanico, material conformado por gravas e un 60 %, arena-limo en un 40 %, flujo canalizado. Unos 200 m adelante se ubica otra quebrada que también trae huaycos.	Puede interrumpir el tránsito hacia Huacrachuco.

Paraje / Sector Distrito / Provincia Código	Causas o factores principales	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
Quebrada Trancapunco Huacrachuco Marañón 145321049	Tipo de suelo; rocas muy fracturadas; substrato de mala calidad; pendiente del terreno 20° - 35°. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	4	3	12	Flujo de material canalizado que causó la colmatación del cauce y el año 2004 se llevó un puente de concreto. En la parte alta se puede observar derrumbes y deslizamientos hacia cara libre de la quebrada, los cuales son posteriormente acarreados como huaycos.	Destruyó puente de concreto de 20 m de longitud.
Quebrada Huagas Huacrachuco Marañón 145321054	Tipo de suelo; rocas muy fracturadas; substrato de mala calidad; pendiente del terreno 20° - 35°. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	4	3	12	Abanico conformado por bolones 20 %, gravas 40 %, arena-limo 40 %, flujo canalizado, colmatación de cauce fluvial. Se deben realizar trabajos de encauzamiento de la quebrada mediante muros de concreto, y enrocados, sobre los depósitos de huayco antiguos se ubican actualmente viviendas del distrito de Hacrachuco.	Puede afectar dos pontones, más de 30 viviendas, 20 m de canal de riego y terrenos de cultivo.
Huacrachuco Marañón 145321058	Tipo de suelo; pendiente del terreno; morfología de quebrada; substrato de mala calidad. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	4	3	12	Huayco conformado por bloques y bolones 30 %, grava 40 %, arena-limo 30 %, flujo canalizado, viviendas ubicadas cerca del cauce de la quebrada, un nuevo huayco podría afectar unas 17 viviendas ubicadas cerca del cauce de la quebrada.	Afectó seis viviendas, dejó cuatro muertos y puede afectar 2 caminos rurales.
Quebrada Ñahuypuy Huacrachuco Marañón 145321067	Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	4	3	12	Flujo canalizado por una chorrera, el material acarreado está conformado por bloques y bolones 3 %, grava 47 %, arena-limo 50 %, la quebrada tiene unos 15 m de ancho.	Afecta 120 m de carretera.
Quebrada Pilmanan Huacrachuco Marañón 145321069	Substrato de mala calidad; rocas muy fracturadas; Tipo de suelo; pendiente del terreno 20° - 35°. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	4	3	12	Confluencia de dos quebradas, derrumbes de gran magnitud hacia la cara libre, estos materiales son acarreados como huaycos, material conformado por bloques y bolones 55 %, gravas 45 %, arena-limo 50 %, flujo canalizado.	Afecta 180 m de carretera.
Racquia - km 350 + 400 San Rafael Ambo 165041020	Estratificación, fracturamiento; suelo proluvial gravo-arcilloso; pendiente de 20° - 35°; quebrada. Fenómeno activo y periódico. Precipitaciones pluviales intensas	4	3	12	Huayco que interrumpe el tránsito en la carretera central, alimentado por derrumbes producidos en la cara libre de la quebrada.	Afecta 50 m de carretera, puede afectar viviendas asentadas en ambas márgenes de la quebrada cerca de la carretera, ubicadas en el cono de un antiguo huayco.
San Rafael Ambo 165041035	Esquistos extremadamente fracturados (F4) y altamente meteorizados (A4); suelo proluvial arcillo-gravoso; pendiente de 20° - 35°; fenómeno activo - periódico. Precipitaciones pluviales intensas	4	3	12	Cárcava que arrastra huaycos, afecta la carretera central, El material arrastrado proviene de los derrumbes hacia la cara libre de la cárcava.	Afecta 100 m de carretera.
Km 357 + 50 Carretera Central San Rafael Ambo 165041037	Sustrato de areniscas y esquistos; fragmentados (F5) y altamente meteorizadas (A4); suelo proluvial gravo-arenoso; pendiente del terreno de 20° - 35°; morfología de quebrada. Fenómeno activo de recurrencia periódica. Precipitaciones pluviales intensas.	4	3	12	Huayco de gran magnitud cuyos materiales represaron el río Huallaga. Se ha construido un túnel para evitar que los huaycos afecten la carretera. En las nacientes de la quebrada se observa una zona de derrumbes de gran extensión que alimenta los materiales que son arrastrados por las lluvias. En la parte alta de la quebrada se ha reforestado con árboles de eucalipto.	Puede represar el río Huallaga y de continuar los derrumbes en la parte alta de la quebrada, podría comprometer las líneas de transmisión eléctrica.

Paraje / Sector Distrito / Provincia Código	Causas o factores principales	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
Km 358 + 200 San Rafael Ambo 165041039	Sustrato de rocas metamórficas (esquistos); fragmentado (F5) y altamente meteorizado (A4); suelo coluvio-proluvial (areno-gravoso); pendiente del terreno de 20° - 35°. Precipitaciones pluviales intensas.	4	3	12	Las cárcavas confluyen a una sola y arrastran los materiales sueltos a manera de huayco, el cual corta el tránsito en la carretera central. Fenómeno activo de recurrencia periódica.	Afecta 80 m de carretera.
Cashayo San Rafael Ambo 165041041	Sustrato de rocas metamórficas (esquistos); fragmentado (F5) y altamente meteorizado (A4); suelo coluvio-proluvial (gravo-arenoso); pendiente del terreno de 20° - 35°; morfología de ladera. Precipitaciones pluviales intensas.	4	3	12	Abundante material proluvial acumulado en el cauce y en la carretera, de forma angulosa. Se ha construido baden sobre la carretera. Fenómeno activo de recurrencia periódica.	Afecta 100 m de carretera (km 358 + 700 Carretera Central).
Independencia San Rafael Ambo 165041042	Sustrato conformado por lutitas, areniscas y esquistos; fragmentado (F5) y moderadamente meteorizada (F3); suelo proluvial gravo-arenoso; pendiente del terreno de 20° - 35°; morfología de quebrada. Precipitaciones pluviales intensas.	4	3	12	Quebrada con material gravo-arenoso en el cauce, con clastos de forma redondeada, se ha construido un pontón en la carretera. Fenómeno activo de recurrencia periódica.	Afecta 70 m de carretera.
Huácar Ambo 165011094	Sustrato de rocas metamórficas (esquistos) y volcánicas (andesitas); muy fracturado (F3) y ligeramente meteorizado (A2); suelo proluvial gravo-limoso; pendiente de 35° - 50°; morfología de laderas. Precipitaciones pluviales intensas	4	3	12	Flujos de lodo que bajan por la cárcava, que socava la plataforma de carretera y produce derrumbes. Fenómeno activo de recurrencia periódica.	Afecta 100 m de carretera.
Colpas Ambo 165031100	Sustrato de lutitas y arenisca; fracturado; suelo proluvial-residual conformado de gravas, limos y arenas; pendiente de 20° - 35°. Fenómeno activo de recurrencia periódica estacional. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial	4	3	12	Quebrada que trae huaycos, se observa material gravo - arenoso en el cauce. En partes altas de la ladera se observa zonas desprovistas de vegetación. Para controlar los derrumbes en la ladera se ha reforestado con eucalipto.	Terrenos de cultivo, pérdida de animales, puede afectar viviendas del poblado de Colpas.
Urbanización Avelino Cáceres Ambo Ambo 165021116	Sustrato de areniscas, limolitas y lutitas; muy fracturada (F3) y ligeramente meteorizada (A2); suelo proluvial gravo-limoso; pendiente del terreno de 20° - 35°; morfología de quebrada. Fenómeno activo de recurrencia periódica-estacional. Precipitaciones pluviales intensas.	4	3	12	Por los jirones Huánuco y Libertad en Ambo, bajan huaycos de la quebrada Hatunragra. En el Jr. Huánuco está encauzada con muros de concreto en ambas márgenes, mientras que el Jr. Libertad está desprovista de alguna obra de defensa, sólo se observa que los pobladores han colocado sacos de arena a la entrada de sus viviendas para evitar la entrada de agua. Las dos quebradas se juntan y desembocan al río Huertas. Esta es una situación peligrosa para los barrios de Chacra Colorada y Chunapampa.	Afecta carretera y viviendas de los barrios de Chacra Colorada y Chunapampa. Se ha construido un baden en la carretera que va hacia Huachar; la quebrada necesita una limpieza ya que el Jr. Huánuco está totalmente colmatado con material proluvial y basura.

Paraje / Sector Distrito / Provincia Código	Causas o factores principales	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
Cerro Ambococha Ambo Ambo 165021135	Sustrato de lutitas; naturaleza del suelo; pendiente del terreno de 35° - 50°; morfología de quebrada. Fenómeno activo de recurrencia periódica-estacional. Precipitaciones pluviales intensas.	4	3	12	Quebrada con zonas que presentan inestabilidad en sus nacientes, se producen derrumbes hacia la cara libre que en periodos lluviosos sus materiales son acarreados como huaycos. El cono de material proluvial acumulado en la parte baja está siendo usado como botadero de basura.	Afecta 200 m de carretera, terrenos de cultivo.
Huácar Ambo 165021138	Sustrato de areniscas; naturaleza del suelo; pendiente del terreno de 20° - 35°. Fenómeno activo de recurrencia periódica-estacional. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	4	3	12	Se le ha dado protección a la margen derecha por medio del arrimado de material. También se han producido en la zona desbordes del río Huacari (Huacarmayo) que inundaron la zona urbana de Huácar en los años de 1920, 1931 y 1970.	Podría afectar terrenos de cultivo y poblado de Huácar.
Huácar Ambo 165031160	Sustrato de esquistos; muy fracturado (F3) y ligeramente meteorizado (A2); naturaleza del suelo; pendiente del terreno de 35° - 50°. Precipitaciones pluviales intensas. Taludes de corte verticales.	4	3	12	Material suelto en la quebrada proveniente de los derrumbes que se dan hacia la cara libre de la cárcava, arrastrados como huaycos. Fenómeno activo de recurrencia periódica.	Afecta 100 m de carretera.
Vichaycoto Conchamarca Ambo 165021174	Sustrato de rocas sedimentarias; naturaleza del suelo; pendiente del terreno de 35° - 50°. Fenómeno activo de recurrencia periódica-estacional. Precipitaciones pluviales intensas.	4	3	12	Quebrada en cuyo cauce se ha acumulado basura y restos de plantas arrojadas, así como sus aguas de desagüe desfogon a la quebrada que cruza por el poblado de Vichaycoto.	Puede afectar viviendas del poblado de Vichaycoto.
Viroy - Buena Vista Huácar Ambo 165021257	Sustrato de esquistos, naturaleza del suelo. Fenómeno activo de recurrencia periódica. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	4	3	12	Material gravo-arenoso en el cauce que se acumula en parte de la llanura de inundación, la cual estaba ocupada por la feria del poblado de Buena Vista-Viroy. Las viviendas que están asentadas en ambas márgenes al mismo nivel que las aguas resultaron inundadas. Agrietamientos en las laderas del sector de Cunara	Afectó 10 viviendas, un mercadillo y campo deportivo.
Huácar Huácar Ambo 165021265	Sustrato de areniscas y lutitas; morfología de quebrada; naturaleza del suelo. Fenómeno activo de recurrencia periódica. Precipitaciones pluviales intensas.	4	3	12	El río Huacari trae huayco, el cual afecta sus márgenes, se han colocado muros de gaviones en la margen derecha por sectores, material gravo arenoso en el cauce con bolones de hasta 1,5 m de diámetro.	Puede afectar viviendas.
Quebrada Collonura San Rafael Ambo 165041279	Naturaleza del suelo; pendiente del terreno de 35° - 50°. El fenómeno es activo, de recurrencia periódica. Precipitaciones pluviales intensas.	4	3	12	Quebrada que trae huayco, acumula sus materiales como abanico, en el cual actualmente se siembra eucaliptos. Se observa material gravo-arenoso en su cauce, el flujo de agua es constante.	Un flujo de gran proporción puede afectar las viviendas aguas abajo en la margen derecha del río Huallaga.
San Rafael Ambo 165041284	Naturaleza del suelo; pendiente del terreno de 35° - 50°; morfología de quebrada; discontinuidades en las rocas. Precipitaciones pluviales intensas.	4	3	12	Quebrada que trae huayco periódicamente, materiales gravo-arenosos en su cauce, el depósito presenta forma de abanico en la desembocadura al río Huallaga, este abanico está reforestado con árboles de eucalipto.	Puede afectar dos viviendas.

Paraje / Sector Distrito / Provincia Código	Causas o factores principales	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
Quebrada Huanpón / Jivia Jivia Lauricocha 155021035	Pendiente del terreno de 35° - 50°; suelo proluvial (gravo-arenoso; limoso). Precipitaciones pluviales intensas, dinámica fluvial.	4	3	12	Abundante material suelto en la quebrada. Bloques de hasta 1,5 m de diámetro aproximadamente. En la cuenca media alta de la quebrada se observan derrumbes. Se están colocando defensas.	Afecta carretera Baños-Jivia y puede afectar algunas viviendas aledañas, hubo dos muertos y afectó pastos.
Quebrada Achinpuna Jesús Lauricocha 155021046	Suelo coluvio-deluvial (gravo-arenoso; limoso); pendiente del terreno de 35° - 50°, morfología de quebrada tributaria de valle fluvial de ladera de fuerte pendiente. Precipitaciones pluviales intensas.	4	3	12	Se observa material proluvial en el cauce de la quebrada Achinpuna. Bloques de hasta 1,5 m de diámetro aproximadamente en el cauce. Se observa derrumbes y deslizamientos en ambas márgenes de la quebrada que aportan material.	Afecta tramo de carretera a Jesús en el km113+490 y pastos.
San José de Cozo Cayrán Huánuco 165131028	Pendiente del terreno; morfología de valle fluvial; naturaleza del suelo; rocas muy fracturadas; substrato de mala calidad (muy meteorizado). Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	4	2	8	Depósito de abanico, de material grueso, heterogéneo, porcentaje de bolones 5 %, gravas 60 % y arenas y limos 35 %, flujo de material canalizado. Produce la obstrucción de 120 m de vía, y enterró 1 vivienda. El huayco originó el represamiento de la quebrada por una semana, se necesita realizar una limpieza de cauce, y de la carretera con maquinaria pesada. Los bolones arrastrados llegan a tener hasta 6 m de diámetro.	Afectó 80 m de carretera, una vivienda y terrenos de cultivo, Aguas abajo podría afectar poblado de Cozo.
Cozo Cayrán Huánuco 165131029	Pendiente del terreno; morfología de valle fluvial; rocas muy fracturadas. Precipitaciones pluviales intensas.	4	2	8	Depósito de forma de cono, con bolones en un 8 %, 50 % de grava y 42 % de arena y limo. Produjo la colmatación del cauce fluvial, obstrucción de 70 m. Quebrada de corto recorrido actualmente seca, produjo un huayco que causó el desvío del curso del río a la margen izquierda, los bloques transportados tienen hasta 2 m de longitud, también se observan derrumbes hacia la cara libre de la torrentera.	Afectó 100 m de carretera.
Santa María del Valle Huánuco. 165131062	Substrato de mala calidad; rocas muy fracturas; tipo de suelo; pendiente del terreno. Precipitaciones pluviales; dinámica fluvial.	4	2	8	Depósito en forma de cono, material fino en más del 50 %, bloques 3 %, gravas 30 %, arena-limo 67 %, flujo canalizado, cauce de 2 m de ancho, actualmente discurre agua por la carcava, además se observa procesos de erosión de cárcavas y surcos.	Afecta 150 m de carretera y canal de riego, 5 has de terrenos de cultivo.
Quebrada Yamamachay Churubamba Huánuco 165141090	Substrato de mala calidad; roca muy fracturada; tipo de suelo; pendiente del terreno. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	4	2	8	Depósito de material proluvial en abanico, bloques en un 10 %, gravas 40 % y arenas-limos 50 %; flujo canalizado, causa la colmatación del cauce, obstruye unos 450 m de cauce. Afectó tramo de carretera; parte del abanico es ocupado por viviendas y terrenos de cultivo.	Afecta 30 m de carretera.
La Unión Dos de Mayo. 155131033	Pendiente del terreno, substrato de mala calidad; rocas muy fracturadas; alternancia de rocas de diferente competencia. Precipitaciones pluviales intensas.	4	2	8	Quebrada de corto recorrido ha depositado un abanico proluvial antiguo de 180 m, actualmente discurren huaycos por la quebrada, los materiales arrastrados provienen de los derrumbes que se dan en ambas márgenes de la quebrada. El depósito actual tiene 65 m de ancho y se ubica al lado derecho del depósito antiguo.	Afecta 65 m de carretera.

Paraje / Sector Distrito / Provincia Código	Causas o factores principales	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
La Unión Dos de Mayo. 155131038	Substrato de mala calidad, rocas muy fracturadas, pendiente del terreno. Precipitaciones pluviales intensas.	4	2	8	Quebradas por donde discurren huaycos, los materiales son aportados desde los derrumbes que se producen en las caras libres, los materiales proluviales forman un abanico de 350 m de ancho, depositados sobre depósitos más antiguos, en este sector confluyen tres quebradas. En el depósito actualmente se ubican viviendas de tapial.	Las viviendas ubicadas en el depósito pueden resultar afectadas por un próximo evento.
La Unión Dos de Mayo. 155131039	Substrato de mala calidad, rocas muy fracturadas, pendiente del terreno; morfología de ladera de colina.	4	2	8	Tramo de carretera La Unión-Huallanca entre el km 142+600 al km 144, afectada por flujos de detritos originados en materiales poco consolidados, los flujos se depositan a manera de abanicos sobre la margen derecha del río Vizcarra.	Afecta la carretera La Unión-Huallanca.
Pachas Dos de Mayo. 155121054	Substrato de mala calidad; rocas muy fracturadas; tipo de suelo; pendiente del terreno. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	4	2	8	Quebrada que trae huayco, material grueso en más del 50 %, heterogéneo, gravas 45 %, arenas y limos 50 %, bloques y bolones de 5 %, obstruye 150 m de carretera, derrumbes hacia la cara libre de la cárcava.	Afecta 150 m de carretera.
Quebrada Muchan Baños Lauricocha 155021025	Pendiente del terreno de 20° - 35°, suelo proluvial (gravo-arenoso; bloques). Precipitaciones pluviales intensas.	4	2	8	Se observa material proluvial en el cauce de la quebrada Muchan. Abundante material suelto en el cauce y cono deyección. Bloques de hasta 3 m de diámetro aproximadamente sueltos en el cauce. Huayco periódico.	Afectó carretera Baños-Jivia-Jesús; Baños-Huánuco y pastos.
Flujos de Tierra						
Pachachupan Chinchao Huánuco. 165141142	Substrato de mala calidad; tipo de suelo; pendiente del terreno. Precipitaciones pluviales intensas; agua subterránea.	4	3	12	Se producen empujes contra muro de contención de concreto, el cual se encuentra agrietado e inclinado, también afectó cuneta y carretera. Presencia de agrietamientos en el talud superior de carretera.	Afecta 120 m de carretera y cuneta de coronación.

P: Peligro V: Vulnerabilidad R: Riesgo



Foto N° 32 Deslizamiento-flujo en el sector de la quebrada Chinchasagra que afecta periódicamente tramo de la carretera Chavinillo-Rondos.



Foto N° 33 Reptación de suelos en ladera de moderada pendiente, sector de Huarus, margen derecha del río Chocobamba (Huacrachuco).

Cuadro 7.4
Principales áreas afectadas por movimientos complejos

Paraje / Sector Distrito / Provincia Código	Causas o factores principales	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
Deslizamiento-Flujos						
Km 11+000 al km 14+300 de la carretera Umpayoc-Churubamba Churubamba Huánuco 165141105.	Substrato de mala calidad conformada por esquistos; roca muy fracturada; tipo de suelo; pendiente del terreno de 20° - 35°; Precipitaciones pluviales intensas.	4	3	12	Terreno removido, hacia la quebrada, con gran cantidad de escarpas, y abundante filtración de agua, la carretera Vichos-Churubamba ha sido trazada en el cuerpo del deslizamiento. Escarpa irregular, superficie rotacional, velocidad del movimiento muy lento, progresivo, produce el asentamiento de varios tramos de carretera. Ocurrido en febrero-marzo de 2005.	Afecta tramo de 3,3 km de la carretera Churubamba-Umpayoc.
Km 60 carretera Huánuco-Tingo María Chinchao Huánuco 165121150	Tipo de suelo; rocas muy fracturadas; pendiente del terreno de 35° - 50°. Precipitaciones pluviales intensas; agua subterránea. Talud de corte de carretera.	4	3	12	Deslizamiento antiguo de escarpa abrupta con vegetación joven, se observa una removida con reactivación de escarpa de deslizamiento en la plataforma de carretera, con asentamientos y pérdida de asfalto.	Asentamientos en tres desarrollos de carretera.
Sector Huacarpata Chaulan Huánuco 165011168	Areniscas muy fracturadas y altamente meteorizadas; suelo residual areno-limoso; pendiente entre 5° - 20°; morfología de ladera. Precipitaciones pluviales intensas; filtraciones.	4	3	12	Morfología escalonada del terreno, muy saturado. No se evidencia asentamientos ni agrietamientos actuales. Se puede observar también en la ladera erosión en cárcavas profundas, así como escarpas de deslizamientos pequeños.	Puede afectar el poblado de Chaulán y camino de herradura.
Rantahuagan Caina Ambo 165031096	Sustrato de areniscas, limolitas, lutitas, calizas y esquistos; extremadamente fracturadas y moderadamente meteorizadas; suelo residual arcillo-limoso; pendiente del terreno de 20° - 35°. Precipitaciones pluviales intensas; filtraciones.	4	3	12	Deslizamiento-derrumbe: escarpa irregular, asentamiento de terrenos, agrietamientos sobre la escarpa principal. También se pueden observar otras escarpas al lado izquierdo de la ladera donde se producen derrumbes cuyos materiales son arrastrados posteriormente a manera de huaycos. El fenómeno es activo.	Afecta cinco viviendas, terrenos de cultivo y camino rural.
km 38 carretera Huánuco-Tingo María. Chinchao Huánuco 165141159	Substrato de mala calidad conformado por esquistos; rocas muy fracturadas; tipo de suelo. Precipitaciones pluviales intensas; agua subterránea.	3	3	9	Movimiento lento de terreno, empuje sobre muro de concreto construido al pie del talud superior de carretera, levantamientos de la carretera, posible deslizamiento antiguo reactivado, en cuyo cuerpo existe abundante filtración de agua, en la zona se ubican dos viviendas.	Afecta 160 m de carretera, terrenos de cultivo y podría afectar dos viviendas.
Yanas Dos de Mayo 155121048	Substrato de mala calidad conformado por esquistos; rocas muy fracturadas; tipo de suelo; pendiente del terreno de 20° - 35°. Precipitaciones pluviales intensas; presencia de aguas subterráneas.	4	2	8	Escarpas múltiples, de forma irregular-continua, superficie rotacional, 300 m de longitud, 400 m de desnivel entre la escarpa y el pie, el avance es retrogresivo. Se generan huaycos constituidos de material grueso en más del 50 %, no canalizado, forma un abanico. Se ha reforestado la zona con eucalipto.	Pérdida de terrenos de cultivo.

Paraje / Sector Distrito / Provincia Código	Causas o factores principales	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
Yanas Dos de Mayo 155121049	Substrato de mala calidad conformado por esquistos muy fracturados; tipo de suelo; pendiente del terreno de 20° - 35°. Precipitaciones pluviales intensas; presencia de aguas subterráneas.	4	2	8	Ladera inestable que presenta varias escarpas, el terreno se encuentra agrietado, hay asentamientos, derrumbes y deslizamientos hacia la cara libre de la cárcava, en la cual se generan huaycos.	Afecta terrenos de cultivo. Se ha reforestado la ladera con eucaliptos.
Derrumbe-Flujos						
Quechualoma Churubamba Huánuco 165141099	Substrato de mala calidad conformado por esquistos; roca muy fracturada; tipo de suelo; pendiente del terreno de 20° - 35°. Precipitaciones pluviales intensas; infiltración de agua.	4	3	12	Escarpa de 40 m de longitud, movimiento rápido, progresivo, depósito de flujo que recorrió a una distancia de 60 m, el material sobresaturado fluye y obstruye la carretera, destruyó un vivienda, no se pudo apreciar la zona de arranque por presentar la zona abundante cobertura vegetal. Presencia de filtración de agua.	Destruyó una vivienda y tramo de carretera de unos 20 m.
Putugaragra Baños Lauricocha 155021061	Litología del substrato conformado por rocas sedimentarias, suelo fluvio-glacial (gravo-arenoso; limoso); pendiente del terreno de 35° - 50°. Precipitaciones pluviales intensas.	4	3	12	Abundante material suelto en las laderas con bloques grandes de hasta 3 m de diámetro. Roca sedimentaria (caliza) muy fracturada y alterada. Este tipo de problemas se pueden presentar en ambas márgenes con fuertes precipitaciones. Ocurrido el 28/02/1994.	Afecta pastos, y puede afectar tramo de carretera km 119+000. Afectó una vivienda y terrenos de cultivo.
Ripán Dos de Mayo 155131022	Pendiente del terreno de 35° - 50°; morfología de ladera de montaña; tipo de suelo; substrato conformado por esquistos. Precipitaciones pluviales intensas.	4	3	12	Derrumbe - flujo: talud rocoso fracturado, rotura mixta en acantilado, forma irregular, los materiales caídos son arrastrados a manera de huaycos, depósito de forma de abanico, constituido de material grueso en más del 50 %, gravas en un 70 % y arenas y limos en un 30 %.	Puede afectar unas 30 viviendas ubicadas en el actual depósito de abanico del huayco.
La Unión Dos de Mayo 155131027	Pendiente del terreno de 35° - 50°; tipo de suelo; substrato de rocas de tipo conglomerado. Precipitaciones pluviales intensas.	4	2	8	Derrumbe - flujo: zona de derrumbes en acantilado conformado por conglomerados, los derrumbes se producen por avances de la erosión en cárcavas que socavan el fondo y desestabilizan las paredes, produciendo derrumbes que luego son arrastrados a manera de huayco que deposita sus material en forma de abanico, actualmente el abanico es usado como terreno de cultivo y se asientan algunas viviendas.	Pueden ser afectadas las viviendas y los terrenos de cultivo asentados en el depósito.

P: Peligro V: Vulnerabilidad R: Riesgo

Cuadro 7.5
Principales áreas afectadas por erosión de laderas

Paraje / Sector Distrito / Provincia Código	Causas o factores principales	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
Quebrada Tingoragra - Las Moras - La Florida Huánuco 165131018	Pendiente del terreno 20° - 35°; morfología de ladera de colina; naturaleza del suelo; rocas muy fracturadas; substrato de mala calidad. Precipitaciones pluviales intensas.	4	4	16	Erosión en surcos y cárcavas, de 4 000 m de longitud, mayor a 10 m de profundidad, compromete un área de 600 has aproximadamente. En esta zona se han unido dos quebradas, Tingo Ragra y Las Moras, por medio de la desviación de un cauce reforzado con muros de concreto, afecta terrenos de cultivo. Se observan derrumbes y deslizamientos en las márgenes de las quebradas y sus afluentes los cuales pueden generar huaycos.	Puede afectar las viviendas ubicadas cerca del cauce de la quebrada.
Jactay Huánuco 165141017	Pendiente del terreno 20° - 35°; morfología de ladera de colina; naturaleza del suelo; rocas muy fracturadas; substrato de mala calidad. Precipitaciones pluviales intensas.	5	3	15	Erosión de laderas en cárcavas y surcos de 3 000 m de longitud, profundidades mayores a 10 m, el área afectada es de unas 378 ha. Se presentan derrumbes y deslizamientos en ambas márgenes, pueden generar flujos que afectarían a las viviendas que se encuentran en pleno cauce ya que esta quebrada no tiene una salida hacia el río Huallaga. En periodos de precipitaciones el agua y su carga en suspensión discurren por las calles.	Afectaría viviendas ubicadas en la zona de Loma Blanca.
Huánuco Huánuco 165141019	Pendiente del terreno 20° - 35°; morfología de ladera de colina; naturaleza del suelo; rocas muy fracturadas; substrato de mala calidad. Precipitaciones pluviales intensas.	4	3	12	Erosión en surcos y cárcavas de dimensiones, 2 500 m de longitud, profundidad mayor a 10 m, área comprometida de 175 ha. Se pueden generar algunos flujos en las quebradas que pueden afectar tramos de carretera.	Se pueden afectar tramos de carretera por donde cruzan las cárcavas.
Cañapata Santa María del Valle Huánuco 165131071	Substrato de mala calidad; rocas muy fracturadas; tipo de suelo; pendiente del terreno 5° - 20°. Precipitaciones pluviales.	4	3	12	Erosión de laderas en cárcavas y surcos, de 500 m de longitud y 10 - 20 m de profundidad, derrumbes hacia la cara libre de las cárcavas.	Afecta 1 km de carretera, terrenos de cultivo.
Cochamayo Huánuco Huánuco 165141107	Substrato de mala calidad; roca muy fracturada; tipo de suelo; pendiente del terreno 35° - 50°. Precipitaciones pluviales intensas.	4	3	12	Erosión en surcos y cárcavas con derrumbes hacia su cara libre, los materiales sueltos son acarreados como flujos que se depositan formando pequeños conos que interrumpen el tránsito por la carretera hacia Churubamba.	Afecta en 3 km de carretera varios tramos.
Quebrada Pachurragra Huácar Ambo 165021139	Substrato de areniscas, lutitas y esquistos; naturaleza del suelo; pendiente del terreno de 20° - 35°. Fenómeno activo de recurrencia periódica-estacional. Precipitaciones pluviales intensas.	4	3	12	Los cerros ubicados sobre el poblado de Huacar presentan erosión en cárcavas que arrastran huaycos y los depositan en forma de conos. Los materiales arrastrados por los huaycos provienen de los derrumbes hacia la cara libre de las cárcavas.	Podría afectar al barrio de Pachurragra en Huacar.

Paraje / Sector Distrito / Provincia Código	Causas o factores principales	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
Atahuayun Huácar Ambo 165021145	Sustrato de rocas sedimentarias y volcánicas; discontinuidades en las rocas; naturaleza del suelo; pendiente de 20° - 35°. Precipitaciones pluviales intensas.	4	3	12	Erosión de laderas en cárcavas profundas, conos de material proluvial, derrumbes hacia la cara libre de la cárcava, Reactivación del cono el cual ha sido cortado por un huayco reciente. Los conos de material proluvial son ocupados por terrenos de cultivo.	Podría afectar viviendas y cultivos.
Cochas Margos Huánuco 165011169	Sustrato de areniscas, lutitas y limolitas; muy fracturadas (F3) y moderadamente fracturada (A3); suelo residual; pendiente del terreno de 20° - 35°; morfología de ladera. Precipitaciones pluviales intensa; filtraciones	4	3	12	Erosión laminar y en surcos, las calles del poblado de Cochas están erosionadas en surcos que pueden afectar los cimientos de las casas. En períodos de lluvia las viviendas se humedecen y se derrumban.	Puede afectar viviendas del poblado de Cochas.
Cerro Ambococha Ambo 165021288	Naturaleza del suelo; pendiente del terreno de 20° - 35°; discontinuidades en las rocas. Precipitaciones pluviales intensas	4	3	12	Erosión en cárcavas profundas que genera huaycos que afectan la carretera.	Afecta la carretera.

P: Peligro V: Vulnerabilidad R: Riesgo



Foto N° 34 Erosión en cárcavas y surcos en la margen izquierda del río Quere; afecta terrenos de cultivo en la parte inferior.

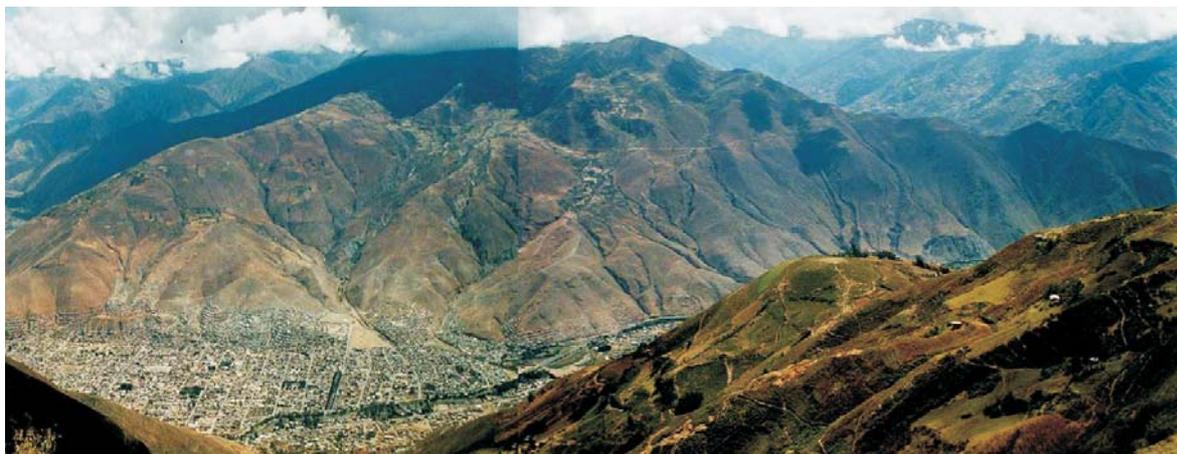


Foto N° 35 Vista de la ladera oeste de la ciudad de Huánuco, área afectada por erosión de laderas; nótese las cárcavas y surcos, sobre un suelo residual originado por la meteorización del substrato metamórfico. La erosión genera la ocurrencia de derrumbes y deslizamientos en sus márgenes, material removible para generación de flujos de detritos.

PELIGRO SÍSMICO

Nuestro país ubicado en la zona central y occidental de Sudamérica, presenta un territorio muy accidentado debido principalmente al proceso de subducción de la placa de Nazca bajo la Sudamericana. Este proceso da origen a un gran número de sismos de diferentes magnitudes con focos a diversos niveles de profundidad y que han producido en superficie distintos grados de destrucción. Estos sismos son parte de la principal fuente sismogénica en razón a que en ella se han producido los sismos de mayor tamaño conocidos en Perú. Una segunda fuente la constituye la zona continental cuya deformación produce la formación de fallas de diversas longitudes con la consecuente ocurrencia de sismos de magnitudes menores en tamaño a los que se producen en la primera fuente (CAHILL & ISACKS, 1992; TAVERA & BUFORN, 2001).

En estas condiciones, en Perú los sismos constituyen el mayor peligro al cual se encuentra sometido el territorio, de ahí que los daños que ellos provocan en las ciudades dependerán de su tamaño y de la capacidad de respuesta de las estructuras a la aceleración a la cual son sometidas. La correcta equivalencia entre estos dos factores permitirá reducir los daños causados por este tipo de peligro.

Para el monitoreo de la actividad sísmica que ocurre en el territorio peruano, el Instituto Geofísico del Perú (IGP), opera una red sísmica nacional compuesta por 31 estaciones, de las cuales 20 son de periodo corto y 11 de banda ancha. En este acápite se presentan los resultados de la revisión y análisis de la sismicidad histórica e instrumental presente en la región Huánuco. Asimismo, el importante número de registros de sismos en esta región nos ha permitido realizar estimaciones de las aceleraciones máximas esperadas para un periodo de 50 años, así como conocer las posibles intensidades que podrían afectar a las distintas localidades existentes dentro de la región Huánuco. De esta manera se espera contribuir a la evaluación de la sismicidad como factor detonante de movimientos en masa y en general como amenaza.

Historia Sísmica de la Región Huánuco

La historia sobre los acontecimientos sísmicos ocurridos en Perú, descrita con detalle por SILGADO (1978), da cuenta de sismos históricos que afectaron la región produciendo diversos niveles de daño en las ciudades y diversas localidades. La descripción de los sismos más importantes en la región Huánuco se presentan en el Cuadro N° 7.6 (SILGADO, 1978). Según las informaciones contenidas en el cuadro, las máximas intensidades en la escala Mercalli Modificada evaluadas en la región oscilaron entre VII y X, siendo el sismo ocurrido el 1° de noviembre de 1947, uno de los más catastróficos.

Para la mayoría de los sismos descritos se elaboró sus respectivos mapas de intensidades, siendo uno de los correspondientes al sismo ocurrido el 1° de noviembre de 1947 originado en la deformación cortical en la zona subandina.

El terremoto de Satipo del 1° de noviembre de 1947, tuvo sus coordenadas epicentrales en 10,5° sur, y 75° oeste, y llegó a ocasionar daños severos a lo largo de toda la región oriental. Las isosistas alcanzaron valores entre VIII (Satipo) y alrededores. En Huánuco las intensidades alcanzaron valores entre V y VI MM (Huánuco, Ambo, Tingo María, Panao, Llata), tal como se muestra en la Figura N° 6.

Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas

La región Huánuco, ha sido afectada por un gran número de sismos que produjeron intensidades de grado VI a X en la escala de Mercalli Modificada (MM), siendo los más importantes los que ocurrieron en 1839, 1907, 1947, 1962, 1966, 1971 y 1994; además de otros que afectaron a las ciudades de Moyobamba, Yurimaguas, Lamas, como el último sismo, ocurridos el 25 de septiembre del 2005.

En la Figura N° 7 se presenta el Mapa de Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas elaborado para el Perú por ALVA et al. (1984), como parte del proyecto SISRA a cargo del Centro Regional de Sismología para América del Sur y el Caribe (CERESIS). Dentro del área de la región de Huánuco se observa que prevalece una zona puntual en donde las intensidades máximas son del orden de grado VII (MM), estando ubicada cerca a la ciudad de Huánuco y al Codo del Pozuzo. El resto del área, se caracteriza por presentar intensidades de grado IV a V.

Sismotectónica de la Región

El entorno sismotectónico del Perú se caracteriza por la colisión y subducción de la placa de Nasca bajo la Sudamérica, proceso conocido como subducción, el mismo que dio origen a la aparición de la fosa peruana-chilena, a la Cordillera de los Andes, a los principales sistemas de fallas activas y a la ocurrencia continua de un gran número de sismos de diversas magnitudes. Estas características geomorfológicas, geológicas y geofísicas, permiten considerar al Perú como uno de los países de mayor riesgo sísmico en América Latina. Dentro de este contexto, los últimos sismos que han producido importantes cambios geomorfológicos, geológicos y geofísicos en áreas cercanas a sus epicentros, son los ocurridos en Nasca en 1996 (7,7 Mw), Arequipa en el 2001 (8,2 Mw), y el de Lamas y Moyabamba 25 de septiembre del 2005 (7,5 Mw). En este último, sismo en particular con influencia en el área de estudio, se pudo apreciar la reactivación de un deslizamiento en el valle del río Huacrachuco (Ver Foto N° 36).

Cuadro 7.6
Datos macrosísmicos ocurridos en Huánuco y área de influencia sísmica

Localiad / Fecha	Hora	Intensidad	Observaciones
Chanchamayo 07/04/1839	19:30	VII	Terremoto en Chanchamayo. Tschudi relata que estando en una choza de esa región, leyendo apoyado sobre un enorme tronco de árbol talado, repentinamente éste se levantó en tremenda sacudida, como pie y medio y fue lanzado de espaldas por encima de él. Refiere que este movimiento sacó de su lecho al cercano río Aynamayo, cambiando su curso.
Costa entre Lambayeque y Casma 16/11/1907	05:10	VI	Temblores sentidos en la costa, entre Lambayeque y Casma en la región central en Tarma, Cerro de Pasco, Huánuco y en la Selva entre Masisea y Puerto Bermúdez.
Vertiente Oriental Cordillera Oriental 24/12/1937	01:23	X	Terremoto en las vertientes orientales de la Cordillera Central. Afectó los pueblos de Huancabamba, en el valle del mismo nombre, y Oxapampa cerca del río Chuquibamba. Los efectos destructores del sismo fueron muy marcados en las construcciones de adobe o tapial. En el valle de Chontabamba fueron 34 las casas completamente destruidas: en Oxapampa 7, en el Progreso 23, en San David 10 y en Huancabamba 18. Hubo grandes deslizamientos en los cerros boscosos de Chontabamba y Chorobamba en una extensión aproximada de 50 km. En el Fundo Victoria se abrió una grieta de la que emanó abundante cantidad de agua que arrasó corpulentos árboles, aumentando el caudal del río Chorobamba. En los caminos de herradura a Huancabamba se produjeron enormes grietas y derrumbes de cerros. El movimiento sísmico se sintió fuerte en San Ramón, La Merced, Pozuzo y Tarma, y en las provincias de La Unión y Llata del departamento de Huánuco, donde hubo alarma. Desde el 24 hasta el 30 de diciembre de ese año se contaron en Huancabamba hasta 600 réplicas.
Valles Mantaro y Chanchamayo 02/07/1938	06:06 06:57	VII	La ciudad de Tarma y poblaciones situadas en los valles del Mantaro y Chanchamayo fueron sacudidas por dos violentos sismos que ocurrieron a las 06:06 y 06:57 horas. En Tarma, el segundo movimiento causó el derrumbe de varios cerros. Alarma en Jauja, Huancayo, La Merced y San Luis de Shuaro. En Oxapampa originó ligeros daños. Intensidad de grado VI MM. Distancia epicentral para el segundo temblor 89 km.
Cerro Pasco y San Ramón 21/08/1945	11:30		El Observatorio Sismológico de Lima, registraba a horas 11:30 un temblor localizado a unos 330 Km de distancia. Las tarjetas cuestionario y telegramas recibidos daban cuenta de un movimiento que afectó diversas poblaciones situadas en la Sierra Central y en las vertientes orientales de los Andes. En Cerro de Pasco y en San Ramón, alcanzó una intensidad de Grado V MM. En Llata, Huánuco, IV. En las ciudades de la costa, entre Lima y Mala, se sintió ligeramente, estimándose un área aproximada de percepción de unos 210 000 km ² .
Zona central del Perú	09:59	X	Terremoto en la zona Central del Perú. Afectó una vasta región situada en la vertiente oriental de la Cordillera, entre los paralelos 11° a 11° 25' y entre los meridianos 74° 50' y 75° 15'. Dejó un saldo de muertos cuya cifra exacta quedó desconocida, pero que sólo en los centros poblados de Satipo, Andamarca, Acobamba, La Merced, Víctor, Comas, Perené y otros, alcanzó a 200. Por sus efectos destructores, se estimó una intensidad que osciló entre los grados VIII a IX MM, en un área de 4 000 km ² , el movimiento sísmico tuvo un área aproximada de percepción de 1 300 000 km ² , abarcando casi todo el territorio peruano y una gran porción del brasileño comprendido entre Tabatinga una aceleración promedio de cm/seg ² , con periodos de 0,3 y 0,25 de segundo.

Localiad / Fecha	Hora	Intensidad	Observaciones
01/11/1947			<p>Los daños a la construcción fueron bien pronunciados en el puerto de Satipo, donde se desplomaron las gruesas paredes de ladrillo reforzado con varillas de fierro de la iglesia en construcción, como también muchos edificios recientes de ese material. En La Merced quedaron inhabilitadas las casas de adobe, quedando ileso el hotel de esa localidad, construido a base de ladrillo y cimientos de concreto reforzado. La destrucción se extendió a los pueblos de Andamarca, Acobamba y Comas. Más al oeste, las poblaciones de Jauja y Cerro de Pasco sufrieron numerosos desperfectos en sus construcciones de adobe.</p> <p>En los vuelos de reconocimiento entre San Ramón y Satipo, se observó infinidad de derrumbes y desprendimientos de la parte alta de las zonas boscosas hacia el fondo de las quebradas, las cuales causaron represamientos. El Puerto Ocopa quedó inundado a consecuencia de la rotura brusca de una de esas presas. La carretera de penetración hacia Satipo fue destruida en varios de sus tramos. Alrededor de 100 réplicas se sintieron en la región desde el 1º de noviembre hasta el 15 del mismo mes. El Observatorio de Huancayo registró numerosos movimientos con distancias entre 110 y 140 km y direcciones entre 32º y 59º NE, que dieron buena idea de la ubicación de esa zona dislocada.</p>
Satipo 22/05/1955	18:46	VII	Fuerte temblor en la región de Satipo. Cayeron varias paredes en el pueblo de Andamarca. Los datos de distancia de los Observatorios de Lima y Huancayo, ajustados a la curva de un foco de profundidad ligeramente superior a lo normal, indicaron un epicentro situado en el río Ipoqui, cerca del pueblo de Satipo, en las vertientes orientales de los Andes.
Huánuco-Tingo María 29/10/1956	10:42	VI	Sismo ligeramente destructor en Huánuco y Tingo María (Grado V-VII MM). En Tingo María fueron dos movimientos que se percibieron en forma de violentas explosiones, a juzgar por las impresiones de un observador. Sentido fuertemente en los pueblos aledaños al río Marañón en el departamento de Ancash, y en el puerto de Chimbote; levemente en Lima. Área de percepción alrededor de 122 000 km ² .
Junín 03/03/1962	19:41	VII	Fuerte sismo en el anexo de Yungay, distrito de Ulcumayo, provincia de Junín situado en una zona boscosa de las vertientes orientales de los Andes. Destrucción y agrietamiento de construcciones de adobe y piedra. Deslizamiento de las partes altas. Intensidad VI - VII MM.
Lima 17/10/1966	21:41	IX	Fue uno de los más destructores ocurridos en Lima después del sismo de 1940. Cien personas muertas, fue destructor a lo largo de toda la franja litoral entre Lima y Supe. También afectó Tingo María, Cerro de Pasco.
Andes Orientales 23/07/1969	22:00		Un sismo de magnitud 5,6 y de profundidad de 1 km, causó ligeros daños en las construcciones rurales de los caseríos y pueblos de Chilifruta, Lampa, Pomamanta y Pariahuanca en los Andes Orientales, distantes en promedio unos 50 km al NE de Huancayo. Después del movimiento de tierra, se observó en las faldas del nevado Huaytapallana (5 500 msnm), un desplazamiento vertical del terreno. Según Deza (1971) el bloque NE se levantó unos cuarenta centímetros respecto del bloque SO.
Zona Central del país 10/06/1971	01:47	VI	Intenso movimiento sacudió la parte central del país, alcanzando en Pasco una intensidad tal, que deterioró varias antiguas casas rurales. En Huánuco, Junín, Chíncha e Ica fue fuerte; en Lima se estimó una intensidad III-IV MM. Sentido en los departamentos de Ancash, La Libertad, Amazonas, San Martín y en Yurimaguas, Orellana, Pucallpa, Contamana, Iquitos en el departamento de Loreto.

Localidad / Fecha	Hora	Intensidad	Observaciones
Juanjuí y Saposoa 22/03/1972	02:34	IX	Juanjuí y Saposoa, edificados a orillas del río Huallaga, fueron remecidos violentamente por un sismo que dejó 22 heridos y alrededor de 500 viviendas inhabilitadas entre derrumbadas y semidestruidas. La mayor parte de esas casas, como todas las de la región, son construcciones de adobón con techos de pajas o tejas, y ocasionalmente una que otra construcción de material noble. En el área urbana de Juanjuí se produjeron fenómenos de licuefacción de arenas con sumideros alineados, que a juicio de Perales (1972) indicaban la existencia de una gran grieta que facilitó su formación. Asentamiento y encombamientos malograron el terraplén de la Carretera Marginal. El sismo precipitó el derrumbe de taludes de los cerros cerca de Saposoa. Hubo agrietamientos superficiales en terreno fluvio-aluvial en Juanjuí una de ellas tenía una longitud de 200 m. Abertura de 1 cm, y una dirección N 25° E. El movimiento se sintió con menor intensidad en Tarapoto, Lamas, Moyobamba, Rioja y otros caseríos del departamento de San Martín y, asimismo en varias provincias de los departamentos de La Libertad, Lambayeque y Huánuco.
Masisea 09/08/1974	04:53		Fuerte sismo de magnitud 5.6 Ms en la escala de Richter, afectó la región de Pucallpa, Campo Verde.
Aguaytía 06/01/1979	01:31		Sismo cuyo epicentro ocurrió entre las coordenadas 08° 54' sur con 75° 40' O, con una magnitud de 5,6 grados Ms en la escala de Richter.
08/04/1986	18:01		Sismo muy fuerte con una magnitud de 6,4 Ms en la escala de Richter. Cuyo foco epicentral se localizó en 08° 06' S y 74° 12' O.
16/10/1994	00:05		Movimiento telúrico con 5.6 Ms en la escala de Richter
12/06/1995	03:35		Sismo con 5,5 Ms en la escala de Richter.
28/12/2001	22:09		Movimiento telúrico con una magnitud de 5.5 Ms en la escala de Richter.
Lamas-Moyobamba 25/09/2005	08:55	VI	Fuerte sismo que afectó la región oriental del Perú, en las localidades de Yurimaguas, Lamas y Pampa Hermosa. En estas localidades se han reportado el desplome y daños mayores en un gran número de casas de adobe (aproximadamente 500 viviendas), las mismas que ocasionarían un gran número de personas con heridas de diferente grado (23 personas). Se han reportado 2 500 damnificados y la muerte de cinco personas por derrumbes de sus viviendas. Intensidades de IV-V fueron evaluadas en Contamana, Juanjuí, Iquitos, Chiclayo, Trujillo, Huánuco. Se activó deslizamiento en el sector del valle de Huacrachuco; derrumbes en la carretera entre Sihuas y Tayabamba.

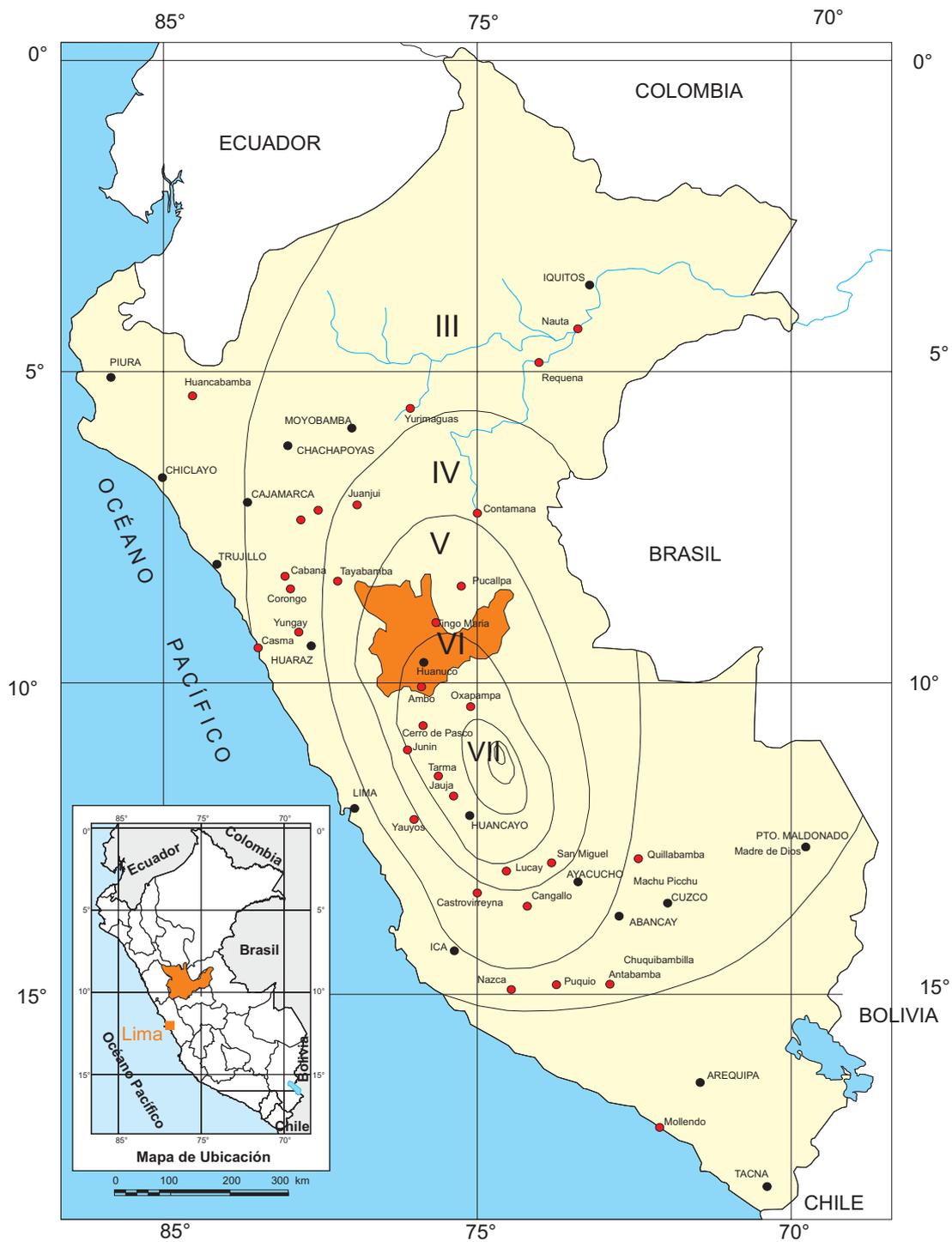
Fuente: SILGADO, 1978; IGP, 2005.

Estudios sobre la Neotectónica del Perú (SEBRIER et al, 1982), así como la elaboración de los mapas neotectónicos (MACHARE et al. 1991) y sismotectónicos de Perú (TAVERA et al. 2001), han permitido identificar la presencia sobre nuestro territorio de un importante número de fallas activas, muchas de las cuales producen sismos continuamente. En el área de influencia de la región Huánuco, las fallas más importantes son:

- **Falla de la Cordillera Blanca:** Tiene rumbos entre N 100° E y N 150° E con buzamientos entre 55° y 75° hacia el SO. Sus movimientos son normales a normales ligeramente siniestrales. El sistema de fallas tiene una longitud de 190 km y cada una de

las fallas que lo conforman no tiene más de unos 8 km, Los saltos verticales son variables, están comprendidos entre 1 y 50 m.

- **Falla Huaytapallana:** Se encuentra al pie del nevado Huaytapallana en dirección N-NE de la ciudad de Huancayo. La falla se originó con dos sismos de magnitud 5,6 Mb ocurridos en julio y octubre de 1969, y pusieron en evidencia en superficie dos segmentos de escarpa de falla con un azimut promedio de 135° N y buzamientos de 60° y 70° en dirección NE. Ambos segmentos alcanzan una longitud de 20 km aproximadamente. La intensidad máxima del sismo en las cercanías de la falla fue de VIII-IX (MM).



Leyenda

- Líneas Isosistas
- VI** Grado de Intensidad según la escala Modificada de Mercalli
- Capital de provincia
- Capital de distrito

Mapa de Líneas Isosistas del Terremoto de Satipo del 1 de noviembre de 1947

ESCALA DE INTENSIDAD MERCALLI MODIFICADA

Referencia: E. Silgado ,1978

Fig. N° 6



Fig. N° 7



Foto N° 36 Vistas comparativas de un área de deslizamientos en el sector del cerro Alto Colorado, margen derecha del río Huacrachuco, antes y después del sismo del 25/09/2005, que muestra la activación ocasionada, afectando terrenos de cultivo y a una vivienda

- **Falla Cayesh:** Esta falla se ubica cerca de la localidad de Cayesh, al NE de la ciudad de Tarma, con un rumbo promedio de 160° NE. La falla es de tipo normal y corta los depósitos cuaternarios presentes en la zona sobre una extensión del orden de 10 km aproximadamente.
- **Sistema de fallas de Satipo:** Fallas inversas con orientación NO-SE y ángulos de inclinación del orden de los 20°, con longitudes entre 300 a 500 km. Este sistema es el resultado del continuo proceso de deformación de la corteza continental. Estos sistemas están presentes en mayor número de norte a sur, sobre la zona subandina al pie del borde oriental de la cordillera andina, afectando a los principales plegamientos del escudo brasileño (BERNAL & TAVERA, 2002).
- **Falla Quiches:** Se extiende con rumbo NNO entre los pueblos de Quiches y Chingalpo, sobre la margen occidental del río Marañón, al NNE de Huaráz. La falla de 20 km de longitud comprende varias secciones con buzamientos al este y al oeste. La falla Quiches se reactivó durante un fuerte sismo ocurrido en 1946, el cual formó una escarpa de falla de unos 3,5 m de desplazamiento vertical.

Del mismo modo, se puede observar la presencia de un gran número de lineamientos, siendo el más importante el de Chancay-Huánuco. Este lineamiento limita al norte con el megabloque Lima y Huaraz mostrando un callamiento transversal con rumbo NNE-SSO.

Distribución Espacial de los Sismos

El análisis de la distribución espacial de los sismos ocurridos en Perú se basa en los datos históricos e instrumentales del Instituto Geofísico del Perú, que considera los sismos ocurridos entre los años 1500 a 2005. Según el mapa de la Figura N° 8, los sismos han sido clasificados en superficiales ($h < 60$ km), intermedios ($61 < h < 350$ km) y profundos ($h > 351$ km).

En la región Huánuco, la actividad sísmica presenta focos superficiales e intermedios y se distribuyen según las características antes descritas. La distribución de los sismos en profundidad, muestra que el mayor número configura la superficie de colisión de placas, desde la fosa peruano-chilena hasta una profundidad de 60 km. Por debajo de esta profundidad y distancias, desde la fosa, de 500 km, los sismos se distribuyen de manera casi horizontal y están asociados a la deformación interna de la placa de Nazca. Los sismos con focos más superficiales y ubicados a distancias de 150 y 550 km desde la fosa, tendrían su origen en la deformación

interna de la placa Sudamericana con la presencia de fallas de diversas longitudes, tanto cerca de la línea de costa como en la zona subandina. A mayor profundidad y distancias de 600 km desde la fosa, los sismos tienen profundidades de 500 km y se deberían a la deformación interna de un trozo de placa oceánica, aún fría, que flota en el interior del manto (TAVERA & BUFORN, 2001).

Estudio Sísmico Probabilístico

A fin de conocer las aceleraciones máximas producidas por un sismo, que en el futuro pudiera ocurrir en la región Huánuco, se evaluó el peligro sísmico utilizando la base de datos sísmicos del catálogo sísmico del IGP, la ley de atenuación de Casaverde y Vargas (1980), y las fuentes sismogénicas definidas por ZAMUDIO & TAVERA (2004). Para el cálculo de las aceleraciones máximas se ha hecho uso del programa RISK III (McGUIRE, 1999).

Se presenta en los mapas N° 9, 10 y 11 las aceleraciones máximas para periodos de 30, 50 y 100 años con un 10% de excedencia y en ella se observa que las aceleraciones mayores en la región de Huánuco, se presentan a lo largo de la zona del Codo del Pozuzo en forma concéntrica y disminuyen conforme se avanza hacia el noroeste.

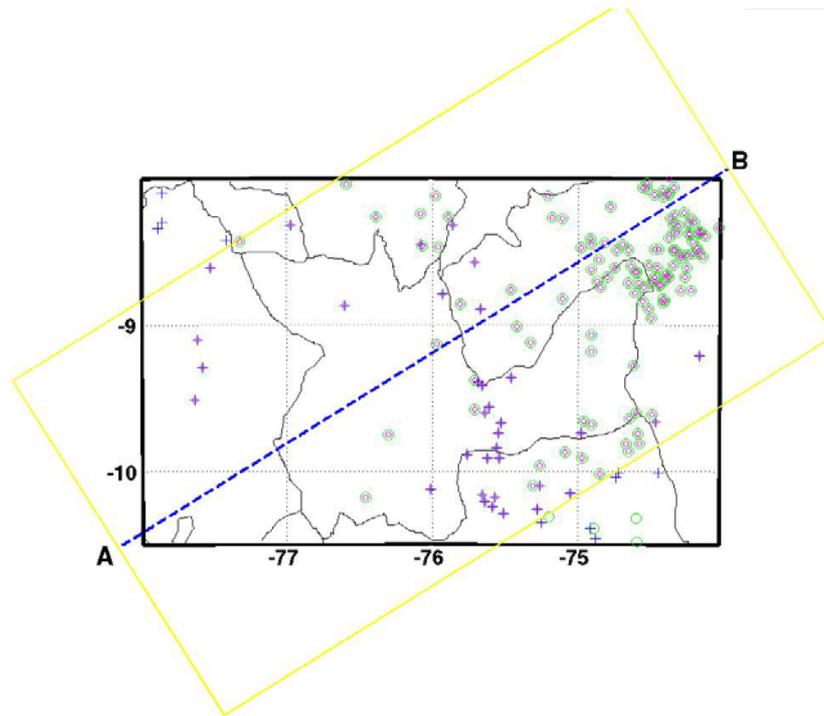
El mapa de distribución de aceleraciones máximas para 30 años muestra que éstas oscilan entre 279 a 371 gals (Mapa N° 9), para 50 años de vida útil varían de 299 a 401 gals. (Mapa N° 10) y para 100 años varían entre 339 y 451 gals (Mapa N° 11).

Estos resultados muestran que las áreas más propensas a soportar aceleraciones importantes se encuentran al este del Codo de Pozuzo, siendo coherente con el importante número de sismos que en dicha área ocurren. El rápido decaimiento de los valores de aceleración se debe por una parte, a que el número de sismos que ocurren en continente, disminuyen así como la participación de la cordillera andina como un elemento atenuador de la energía liberada por los sismos que ocurren en la zona de subducción.

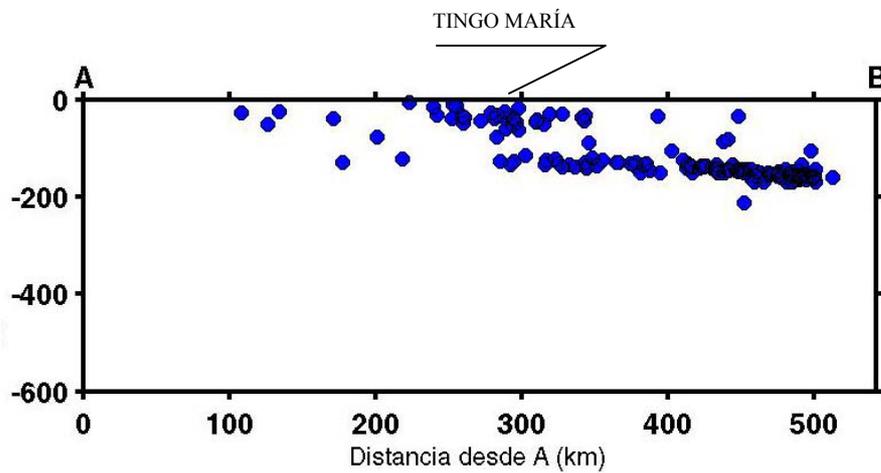
Zonificación y Aceleraciones Máximas

El Mapa de Zonificación Sísmica para el Perú (ALVA, 1999), actualmente es utilizado en el Reglamento Nacional de Construcción Sísmica (Figura N° 9). Según dicho mapa (MTC/SENCICO, 1997), la región de Huánuco, se ubica dentro de la zona 2 que corresponde a la intensidad media y en ella las aceleraciones oscilan entre 275 a 455 gals¹⁶.

¹⁶ En Perú, la ocurrencia de sismos ha sido dividida en tres zonas: Zona 1, de sismicidad alta, donde la ocurrencia de sismos de intensidad alta es más frecuente; Zona 2, de sismicidad intermedia, con ocurrencia moderada de sismos de intensidad alta y Zona 3, donde los sismos de intensidad fuerte no son muy frecuentes.



- + Sismos superficiales, profundidad < 60 km
- Sismos intermedios, profundidad < 300 km
- × Sismos profundos, profundidad < 700 km
- Área seleccionada de sismos para el perfil AB
- ⊕ Sismos seleccionados



Mapa de distribución de sismos de Huánuco y Perfil sísmico ABp

Fuente: Instituto Geofísico del Perú, 2005



Fig. N° 9

Según la guía metodológica de evaluación de riesgo por fenómenos de remoción en masa (INGEOMINAS, 2001) (Cuadro N° 7.7), con ventanas de tiempo para 30, 50 y 100 años de vida útil, corresponden 300, 475 y 1000 años de periodo de retorno respectivamente, para un 10% de excedencia se ha determinado en forma general, de acuerdo a valores de aceleraciones máximas esperadas para la región:

Alta: Zona que abarca la Cordillera Oriental y parte de la faja subandina en donde prevalecen la presencia de fallas de Huaytapallana, sistema de fallas Amauta-Satipo, Cordillera Blanca y Cayesh, cuya actividad sísmica compromete a las localidades de Huánuco, Tingo María, Panao, Ambo, La Unión, Llata, Huacaybamba, Acomayo, Puerto Inca, Huacrachuco, Queropalca, Pampamarca, entre otros.

Muy Alta: Zona que abarca las denominadas unidades geomorfológicas de la Cordillera Occidental y Oriental y parte de la faja subandina, en donde prevalecen la presencia de fallas geológicas activas, cuya actividad sísmica compromete a la región de Huánuco (localidades de Huánuco, Tingo María, Panao, Ambo, La Unión, Llata, Huacaybamba y Puerto Inca, entre otras).

En la Figura N° 10 se presenta un ejemplo de la curva de probabilidad de ocurrencia de aceleraciones máximas y sismos de gran magnitud para la ciudad de Huánuco. De dicha figura se deduce que se produciría una aceleración máxima de 400 gals con una probabilidad de 0,002 %, siendo el período medio de retorno del sismo que produce dicha aceleración de 900 años. Aceleraciones del orden de 180 gals se producirían con un porcentaje de 0,05 % con periodos de tiempo de 60 años en promedio.

Cuadro 7.7
Clasificación de la sismicidad

Categoría	Descripción	Valor Asignado
Alta	Se espera un AMH de entre 0,25-0,29 g	3
Muy Alta	Se espera un AMH mayores a 0,3 g	5

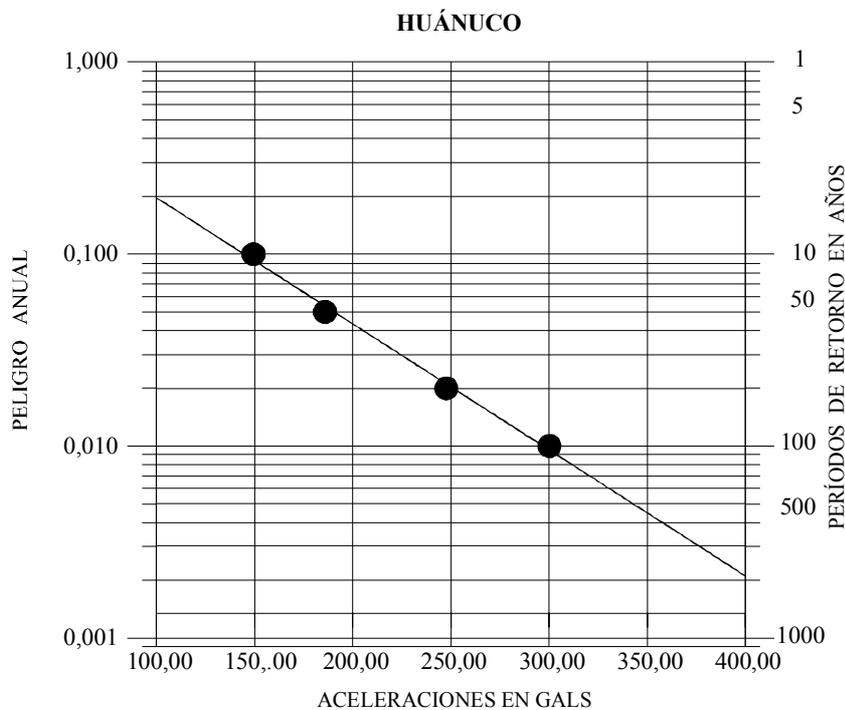
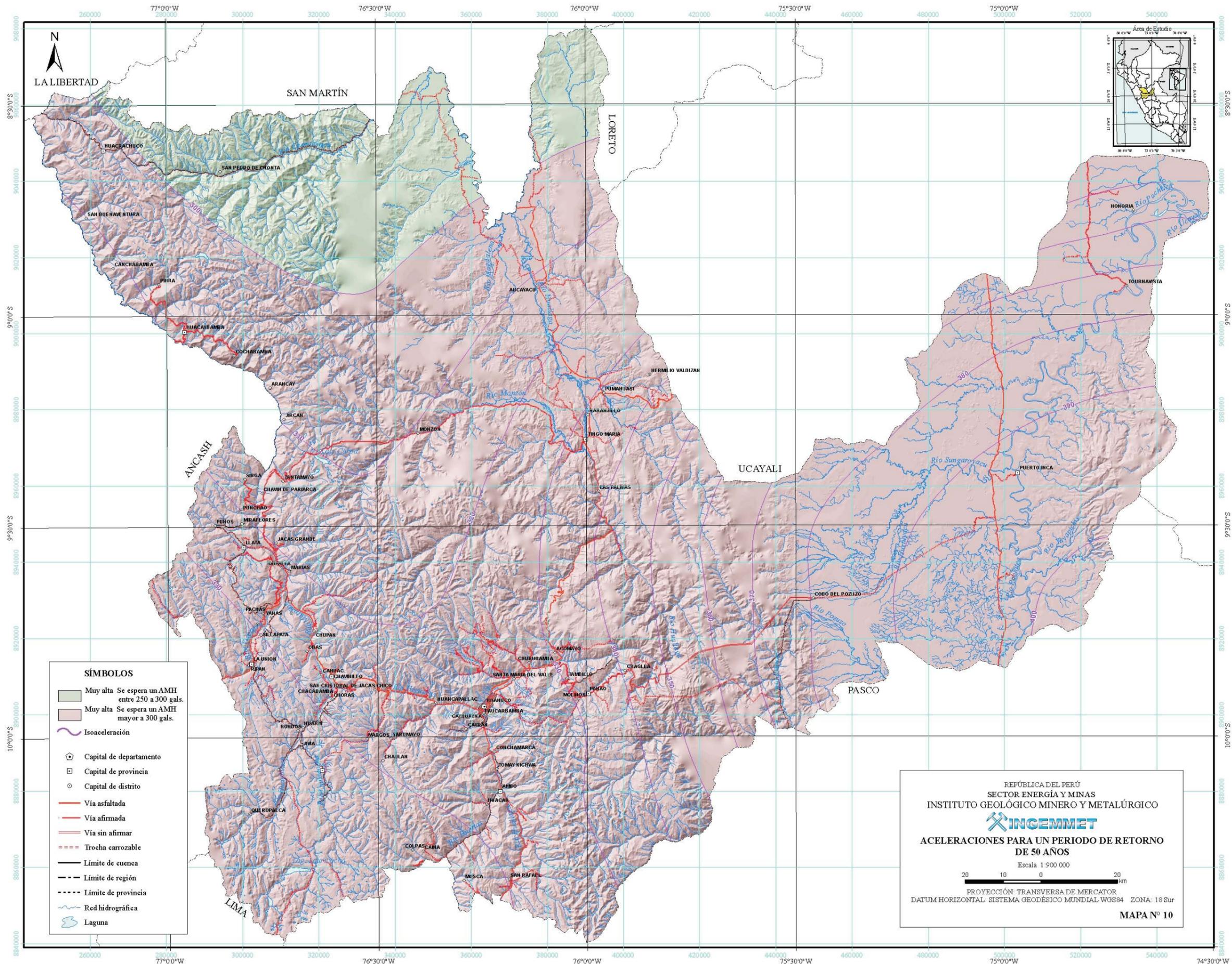


Figura N° 10 Curva de Peligro Anual para la ciudad de Huánuco

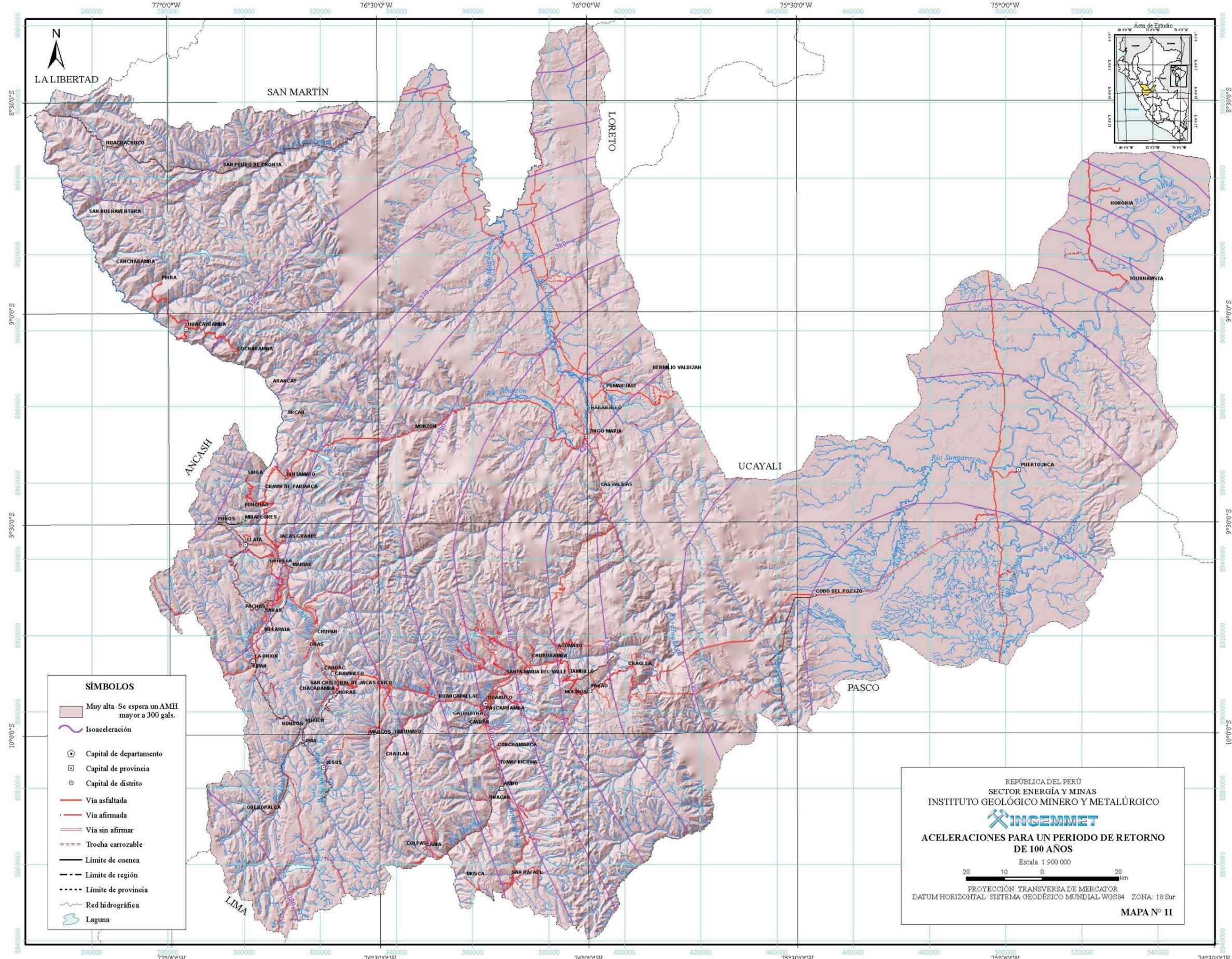
Fuente: IGP, 2005



- SÍMBOLOS**
- Muy alta Se espera un AMH entre 250 a 300 gals.
 - Muy alta Se espera un AMH mayor a 300 gals.
 - Isoaceleración
 - Capital de departamento
 - Capital de provincia
 - Capital de distrito
 - Vía asfaltada
 - Vía afirmada
 - Vía sin afirmar
 - Trocha carrozable
 - Límite de cuenca
 - Límite de región
 - Límite de provincia
 - Red hidrográfica
 - Laguna

REPÚBLICA DEL PERÚ
 SECTOR ENERGÍA Y MINAS
 INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO
ACELERACIONES PARA UN PERIODO DE RETORNO DE 50 AÑOS
 Escala 1:900 000

 PROYECCIÓN: TRANSVERSA DE MERCATOR
 DATUM HORIZONTAL: SISTEMA GEODÉSICO MUNDIAL WGS84 ZONA: 18 Sur
MAPA N° 10



SÍMBOLOS

- Muy alta Se espera un AMH mayor a 300 gals.
- Isoaceleración
- Capital de departamento
- Capital de provincia
- Capital de distrito
- Vía asfaltada
- Vía afirmada
- Vía sin afirmar
- Trocha carrozable
- Límite de cuenca
- Límite de región
- Límite de provincia
- Red hidrográfica
- Laguna



REPÚBLICA DEL PERÚ
SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

INGEMMET

ACELERACIONES PARA UN PERIODO DE RETORNO DE 100 AÑOS

Escala 1:900 000

PROYECCIÓN: TRANSVERSA DE MERCATOR
DATUM HORIZONTAL: SISTEMA GEODÉSICO MUNDIAL WGS84 ZONA: 18 Sur

MAPA Nº 11

PELIGROS GEOHIDROLÓGICOS

Los desastres históricos ocurridos en la ciudad de Huánuco y en general para la región, han sido ocasionados principalmente por inundaciones, peligros considerados en muchas referencias y textos como hidrológicos. Se incluye dentro de ello también las áreas de erosión de riberas o erosión fluvial. Ambos procesos son evaluados en el presente acápite.

Inundaciones

Se conoce como zonas inundables, aquellas que son anegadas durante eventos, desde normales a extraordinarios (lluvias promedio con avenidas estacionales, y lluvias intensas con avenidas poco frecuentes). Se encuentran ubicadas en zonas adyacentes a los ríos y cursos de aguas (Ver Mapa N° 4). Se incluyen entre las zonas inundables y sujetas a erosión fluvial, los cauces mayores y activos de los ríos principales y tributarios.

De acuerdo a las causas que las generan, las zonas susceptibles a inundarse, se clasifican en:

- Áreas plano depresionadas con deficiencias de drenaje superficial; incluye zonas urbanas con deficiencia de sistemas de drenaje pluvial en las que se producen encharcamientos por lluvias intensas y prolongadas.
- Áreas adyacentes a los ríos principales o quebradas secundarias, anegadas por aumento del caudal (aguas y sedimentos), que sobrepasan su capacidad de escurrimiento superficial y transporte.

- Desbordes de lagunas o embalses artificiales por aumento del nivel de agua, debido a lluvias intensas.
- Obstáculos al flujo natural por construcción de obras civiles (puentes, espolones y obras de encauzamiento mal diseñados) o reducción del cauce por ocupación antrópica inadecuada (ganancia de tierras para áreas urbanas o agrícolas).
- Obstáculos o desviaciones temporales por explotación de áridos o material aluvial en construcciones civiles.
- Obstáculos o desviaciones temporales generados por otros movimientos en masa (deslizamientos o flujos de detritos).
- Sedimentación o colmatación de cauces fluviales, por flujos de detritos e inundación de detritos¹⁷.

Para el geólogo es importante identificar las características o indicios que ayuden a identificar las áreas de inundación. Algunos criterios utilizados principalmente en campo son los geológicos, hidrológicos, geomorfológicos y de vegetación, como se señalan en la Cuadro N° 7.8.

Inundaciones en la Región Huánuco

Ocurren cuando períodos con precipitaciones pluviales abundantes y prolongadas, en las tres cuencas que drenan la región, originan grandes volúmenes de agua en los ríos principales y tributarios; estos eventos han ocurrido en la región con presencia o no de El Niño.

Cuadro 7.8
Criterios para la identificación de llanuras inundables

Criterios	Características principales
Geomorfológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Áreas planas, ubicadas en las márgenes de los ríos; áreas con cota inferior al cauce actual del río. • Presencia de zonas de erosión en terrazas.
Geológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Terrenos compuestos por depósitos inconsolidados, derivados de sedimentos fluviales (lodo, arena, limo y gravas), susceptibles a erosión durante las inundaciones y crecidas.
Hidrológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Lecho menor y mayor sujeto a inundaciones periódicas por un río principal o tributario mayor. • En ríos pequeños la llanura de inundación se encuentra sólo al interior de la curva de un meandro. • Zonas de meandros abandonados y llanura meándrica. • Diques naturales de sedimentos gruesos que se depositan durante las inundaciones. • Áreas pantanosas o áreas con suelos reteniendo altos niveles de humedad.
Vegetación	<ul style="list-style-type: none"> • Diferencias de vegetación natural en el entorno. • Vegetación perturbada por inundaciones anteriores

Fuente: COSUDE-PERVAC (2002)

¹⁷ Durante el período de estiaje predominan los fenómenos de depósito porque las velocidades son relativamente bajas y la capacidad de transporte de sedimentos es reducida.

Las inundaciones ocurren tanto en cauces de valle o montaña (cuencas Alto Huallaga y Alto Marañón), como en cauces de llanura (Bajo Pachitea y Bajo Huallaga). Los problemas que usualmente se presentan con las inundaciones son los siguientes:

- Anegamiento de llanuras de inundación y daños en áreas urbanas y urbano-marginales, obstrucción de tramos viales, daños en áreas agrícolas; pérdida de vidas en algunos casos.
- Anegamiento de áreas urbanas con deficiencias de drenaje pluvial en quebradas que descienden hacia ellas (Ej. Ciudad de Huánuco). Drenaje lento de las áreas inundadas las cuales se convierten en depósito de aguas prácticamente estancadas. Esta situación genera problemas sanitarios sobre la población y enfermedades.
- Erosión sobre las márgenes del cauce principal, produciendo cambios de curso permanentes y pérdida de áreas productivas (tierras de cultivo), en muchos sectores de los valles principales.

Los registros históricos descritos en los reportes de emergencias en el país (INDECI, 1995, 1998, 1999, 2000 y 2001), información del Diario El Comercio entre 1910 -1989 (PREDES, 1990), así como de la base de datos (INGEMMET, 1997), muestran que en el siglo pasado ocurrieron inundaciones con mayores o menores daños, en los años 1927, 1940¹⁸, 1951, 1988, 1994, 1998, 1999 y 2001. En el área se inventarió 30 sectores afectados por inundaciones. Un resumen de las áreas afectadas por inundaciones se muestran en el Cuadro N° 7.9, así como algunas fotografías ilustrativas (Fotos N° 37, 38 y 39).

Erosión fluvial

La erosión fluvial como proceso geohidrológico, generalmente acompaña a una inundación, y muchas veces es la que precede a ésta¹⁹.

En su ocurrencia intervienen factores como:

- Morfología y dinámica del río, pendiente y ancho del cauce, tipo de drenaje, naturaleza del suelo o substrato en las márgenes, etc.
- Tipo de avenida o crecida del río: máximas estacionales o excepcionales, relacionada a la pluviosidad de la región en un tiempo determinado, incluyendo la cantidad o volúmenes de sólidos
- Ocupación del hombre de áreas susceptibles.

Los daños por procesos de erosión fluvial ocurren sobre:

- Cimientos o estribos y pilares centrales de puentes de diferente tipo de material y estructura.
- Plataformas de carreteras (asfaltadas o afirmadas) y trochas carrozables.
- Terrazas (bajas y altas), conos proluvio-aluviales y aluvionales y laderas ocupadas como áreas de cultivo, urbanas y rurales.
- Otras obras de infraestructura mayor: bocatomas, canales de derivación, etc.

Estas infraestructuras carecen en algunos casos de obras de protección o defensa, o también son insuficientes o mal diseñadas.

En la cuenca se ha inventariado 61 ocurrencias de erosión fluvial, y representan el 21% de los peligros inventariados, las cuales se presentan generalmente asociadas a inundaciones (Fotos N° 40, 41 y 42).

Un resumen de los principales sectores afectados por erosión fluvial se muestra en el Cuadro N° 7.10.

FRECUENCIA DE OCURENCIA DE PELIGROS

Las características climáticas, geológico-geomorfológicas, sísmicas y conllevan a que nuestro territorio, esté ligado a una recurrencia de procesos de geodinámica externa como movimientos en masa y geohidrológicos, geodinámica interna (sismos), algunos de los cuales se repiten con mucha frecuencia asociados a eventos hidrometeorológicos (El Niño y La Niña), que se repiten en forma excepcional, abarcando grandes extensiones de superficie; sin embargo otros, de carácter local, son inducidos por la actividad humana para uso del suelo, o por eventos climáticos puntuales.

En la región Huánuco en particular, que presenta características particulares de geografía, climas variados en su entorno, contexto geológico-estructural complejo y características geomorfológicas variadas, la frecuencia de peligros naturales en comparación a otras áreas del país, está marcada por la ocurrencia de inundaciones y erosiones fluviales en los valles interandinos y en su transición a la selva baja, procesos asociados de movimientos en masa en las laderas como deslizamientos, huaycos y derrumbes, ligados a la actividad climática y sísmica.

Eventos pre-históricos de movimientos en masa marcan la morfología actual de la región, así como procesos de fuerte deglaciación en las partes altas. Sin embargo la ocupación y

¹⁸ Inundaciones producidas en la ciudad de Ambo; referidas en el texto mensaje del Presidente del Perú, Doctor Manuel Prado y Ugarteche, ante el Congreso Nacional, el 28 de julio de 1944.

¹⁹ La erosión fluvial suele estar ligada también como consecuencia de flujos o avalancha de detritos, que erosionan las márgenes de los cauces por aumento considerable de sólidos o carga sólida.

Cuadro 7.9
Principales áreas afectadas por inundaciones

Paraje / Sector Distrito / Provincia Código	Causas o factores principales	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
Chancadora San Rafael Ambo 165041029	Pendiente del terreno de 20° - 35°; morfología de valle fluvial. Fenómeno activo de recurrencia excepcional. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	5	3	15	Viviendas asentadas en la llanura de inundación del río Huallaga, en la margen izquierda. En la margen derecha se observa erosión fluvial y erosión en cárcavas en las laderas.	15 viviendas podrían ser afectadas
Cuartel del Ejército Pillcomarca Huánuco 165141014	Pendiente del terreno; morfología de valle fluvial. Precipitaciones pluviales intensas, dinámica fluvial.	4	3	12	Zona de llanura inundable y terrazas bajas, el agua alcanza una altura de 2 m aproximadamente, la zona inundada.	
Aguas abajo del Puente Vado Churubamba Huánuco 165141086	Pendiente de terreno; morfología. Precipitaciones pluviales intensas; infiltración de agua; dinámica fluvial. Ocupación inadecuada del suelo por el hombre.	4	3	12	Llanura y terrazas bajas inundables. El ancho del cauce del río Chinobamba es de 15 m; procesos de erosión fluvial en la margen derecha; se han colocado muros de concreto y arrimado de material.	Afecta tramo de carretera a Chinobamba, puede afectar viviendas y terrenos de cultivo.
Huánuco Huánuco 165141111	Pendiente del terreno, morfología. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial. Ocupación inadecuada del suelo por el hombre.	4	3	12	Área inundable, ante una subida del nivel del río Huallaga afectaría terrenos de cultivo ubicados en la llanura inundable en ambas márgenes.	Afecta terrenos de cultivo.
Molino Pachitea 165141128	Pendiente del terreno; morfología. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	4	3	12	Terrazas bajas y llanura de inundación actualmente usadas como terreno de cultivo, vivienda y recreación, susceptible a inundaciones excepcionales.	Puede afectar viviendas y terrenos de cultivo.
Ramal - Aspuzana José Crespo y Castillo Leoncio Prado 165341001	Pendiente del terreno; morfología de valle inundable. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	4	3	12	Inundación, afecta llanura inundable, terraza baja, en una extensión de 1,5 km ² , la zona inundada es área urbana y agrícola.	Puede afectar viviendas del poblado de Aspuzana.
Cotomonillo José Crespo y Castillo Leoncio Prado 165341003	Pendiente del terreno; morfología de valle fluvial. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	4	3	12	Llanura inundable en una extensión de 0,75 km ² , la zona inundada es agrícola, altura de la terraza es de 1 m, la inundación se puede producir con una avenida normal.	Puede afectar terrenos de cultivo.
Puerto Aucayacu José Crespo y Castillo Leoncio Prado 165341004	Pendiente del terreno; morfología de valle fluvial. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	4	3	12	Área sujeta a inundaciones y erosión fluvial, longitud erosionada de 300 a 400 m, por socavamiento fluvial, afecta terrazas y área urbana, inundación en la llanura inundable, de una extensión de 2 km ² , zona inundada es urbana y agrícola.	Puede afectar terrenos de cultivo

Paraje / Sector Distrito / Provincia Código	Causas o factores principales	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
San Rafael San Rafael Ambo 165041032	Pendiente de 35° - 50°, morfología de valle fluvial. Fenómeno es activo de recurrencia periódica. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	4	3	12	Zona inundable, desnivel entre el nivel de agua del río Huallaga y su margen izquierda es de 1,5 m, las viviendas en el poblado de San Rafael se han construido en ambas márgenes, las márgenes del río Huallaga se encuentran protegidas por muros de concreto. En las laderas de los cerros en la margen derecha de este sector se puede observar erosión en cárcavas que depositan sus materiales a manera de escombreras.	Afecta 200 m carretera, poblado de San Rafael.
Av. 16 de Noviembre - Huancapata Ambo Ambo 165021115	Pendiente del terreno de 20° - 35°; morfología de valle inundable. Fenómeno activo de recurrencia periódica y estacional. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	4	3	12	El puente Huancapata es muy estrecho y cuando el río Huallaga se carga, causa inundaciones de las calles y viviendas cercanas.	Afecta viviendas.
Huácar Ambo 165021141	Pendiente del terreno de 20° - 35°; morfología de valle inundable. Fenómeno activo de recurrencia periódica y estacional. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial	4	3	12	El río Huacarmayo puede inundar el poblado de Huácar, se han colocado defensas ribereñas con muros de gaviones y con el apilado de material del río en su margen derecha.	Podría inundar viviendas y la plaza de armas de Huácar.
Viroy Huácar Ambo 165011152	Pendiente del terreno de 35° - 50°, morfología de valle. Fenómeno activo de recurrencia excepcional. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial; filtraciones.	4	3	12	Se observan unas 11 viviendas construidas sobre una terraza baja antigua del río Marcacoto que pueden ser inundadas con una crecida del caudal. No se observa que se haya construido alguna obra de defensa ribereña.	Podría afectar unas nueve viviendas.
Pillcomarca Pillcomarca Huánuco 165141012	Pendiente del terreno; Morfología de llanura de inundación. Precipitaciones pluviales intensas, dinámica fluvial.	4	2	8	Llanura inundable y terrazas bajas, las zonas inundadas son áreas urbanas y terrenos agrícolas, la extensión afectada es de 1'400,000 m ² , el área se puede inundar con una avenida excepcional. El curso principal del río es anastomado. Las terrazas bajas tienen una altura de 2 m.	Afecta terrenos de cultivo.
Confluencia de la quebrada Las Moras en el río Huallaga Huánuco Huánuco 165141020	Pendiente del terreno; morfología de valle fluvial; naturaleza del suelo. Precipitaciones pluviales intensas.	4	2	8	Zona de llanura inundable, el agua alcanza una altura de 2 m aproximadamente, el área afectada es agrícola, las terrazas tienen una altura de 2 m. La inundación se puede producir con una avenida normal. Antigua posición del curso del río Huallaga, la cual había sido ocupada por viviendas, razón por la cual se ha tenido que reubicar a todos, ya que la zona se inundó. Se han colocado arrimado de material y enrocado en la margen derecha para evitar un nuevo ingreso del río Huallaga a la zona.	Afectó viviendas ubicadas en la zona inundable.

Paraje / Sector Distrito / Provincia Código	Causas o factores principales	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
Santa María del Valle Huánuco 165141079	Pendiente del terreno; morfología. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	4	2	8	Llanura de inundación amplia del río Huallaga en este sector, ocupada por terrenos de cultivo que pueden ser afectados con una subida del nivel del río. El río se pega a su margen izquierda y socava el talud inferior de carretera, puede ocasionar asentamientos y derrumbes, se han colocado muro de concreto y rocas en el talud inferior de carretera, para poder habilitar el tránsito.	Afecta 250 m de carretera y terrenos de cultivo.
Km17 carretera Curquish-Llata Llata Huamalíes 155111072	Pendiente del terreno; morfología de valle inundable. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	4	2	8	Llanura inundable y terrazas bajas afectadas por inundación, en una extensión de 2 500 m ² , el agua alcanza alturas de hasta 1 m, la zona de inundación en avenidas normales, al subir el nivel del río inunda la carretera.	Afecta 130 m de carretera.
Cariapampa Cayran Huánuco 165131001	Pendiente del terreno; morfología de valle fluvial y terraza. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	3	2	6	Zona con problemas de erosión fluvial, existe socavamiento, afecta terrazas aluviales. EL río Cuchihuasi aumenta sus niveles de caudal en periodos lluviosos, resultando afectada la margen izquierda, erosiona terrenos de cultivo y además puede afectar unas 7 viviendas ubicadas en el cauce de la quebrada.	Puede afectar 100 m de carretera, siete viviendas y aproximadamente 5 ha de terrenos de cultivo.
Río Garbanzo, desembocadura al Conchumayo Santa María del Valle Huánuco 165141051	Pendiente del terreno, morfología. Precipitaciones pluviales intensas, dinámica fluvial.	3	2	6	Llanura aluvial inundable, zona agrícola afectada, se puede producir con una avenida excepcional. Los terrenos agrícolas están ubicados en la desembocadura del río Garbanzo.	Afecta terrenos de cultivo.
Pampas Tomayquichua Ambo 165021307	Pendiente del terreno de 5° - 20°; morfología de valle fluvial. El fenómeno es activo de recurrencia periódica- estacional. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial	3	2	6	El río Huallaga inundó varias hectáreas de cultivos, afectó a numerosas familias que habitan en las riberas del río Huallaga.	Afectó viviendas y terrenos de cultivo.
Baños Baños Lauricocha 155021013	Pendiente del terreno de 20° - 35°. Dinámica fluvial, precipitaciones pluviales intensas.	3	2	6	Inundación fluvial en la margen derecha del río Nupe. El río divaga y con lluvias fuertes crece desbordándose. Con una crecida del río también puede afectar la margen izquierda donde se ubica el poblado de Baños. Compromete también centro poblado La Merced (Jesús).	Afecta puente y pastos. Podría afectar viviendas de la margen izquierda del poblado de Baños.
Baños del Inca / Camino Inca / Batán Baños Lauricocha 155021018	Pendiente del terreno de 5° - 20°, morfología de valle fluvio-glacial. Dinámica fluvial, precipitaciones pluviales intensas.	3	2	6	Se observa inundación fluvial en la margen izquierda del río Nupe. Con lluvias fuertes el río crece e inunda la margen izquierda. El río divaga de margen a margen. En la actualidad este sector se está utilizando como cantera de áridos.	Afecta pastos y terrenos de cultivo.

P: Peligro V: Vulnerabilidad R: Riesgo



Foto N° 37 Vista aguas abajo del río Huallaga en el sector de Ambo; valle ocupado en ambas márgenes por la ciudad, susceptible a inundaciones excepcionales. Se aprecian muros de concreto (margen izquierda) y gabiones (margen derecha). Foto G. Valenzuela.



Foto N° 38 Sector de Cullcuy-Huachoc, adyacente al aeropuerto de Huánuco, susceptible de inundación en ambas márgenes del río Huallaga; se aprecian algunas defensas con enrocados y arrimado de material.



Foto N° 39 Sector de Cascay que muestra un área susceptible a inundaciones y erosión fluvial, en la margen derecha del río Chinobamba



Foto N° 40 Vista aguas arriba del río Huallaga. Tramo de la carretera Tingo María-Aucayacu afectada por erosión e inundación fluvial.

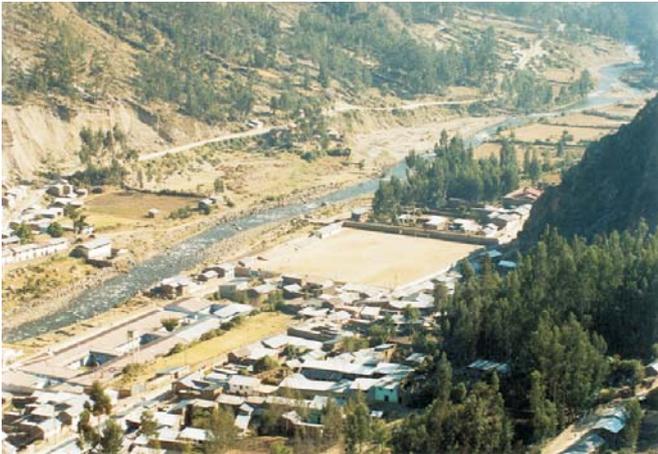


Foto N° 41 Vista aguas abajo del río Vizcarra. Sector a las afueras del poblado de La Unión afectado por erosión fluvial que compromete tramo de la carretera a Huánuco.



Foto N° 42 Erosión fluvial en la margen izquierda del río Nupe, km 99 de la carretera Huánuco-Baños; se distingue puente Bayly con colapso de estribo derecho. Se ha construido puente nuevo de concreto, aguas abajo.

Cuadro 7.10
Principales áreas afectadas por erosión fluvial

Paraje / Sector Distrito / Provincia Código	Causas o factores principales	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
Tecte San Rafael Ambo 165041053	Pendiente del terreno de 35° - 50°; morfología de valle inundable. Fenómeno activo de recurrencia periódica y estacional. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	5	4	20	El poblado de Tecte ubicado en la margen izquierda del río Huallaga, cerca de la orilla resultan afectadas las viviendas cuando sube el caudal del río. Para darle protección a las márgenes se han colocado muros de concreto y de piedras.	En 1998 la subida de caudal destruyó el puente vehicular de madera, el 5 de marzo del 2003 destruyó las paredes de dos viviendas asentadas en la margen izquierda.
Tingo María Leoncio Prado 165241005	Pendiente del terreno < 5°; morfología de valle fluvial. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	5	3	15	Longitud erosionada de 2 km, por efectos de socavamiento fluvial; río Huallaga erosiona ambas márgenes, el cauce del río es amplio, resultan afectadas la terrazas, área urbana y agrícola.	Puede afectar viviendas cerca de las márgenes del río, terrenos de cultivo y puente.
Amarilis Huánuco 165141023	Pendiente del terreno 5° - 20°; morfología de valle glaciar, material de remoción antigua. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	4	3	12	Socavamiento fluvial, afecta terrazas en una longitud de 80 m, también afecta una estructura. Huayco destruyó puente antiguo, colmató el cauce con material proluvial, se tienen bolones de hasta 1,70 m de longitud, y esta colmatación produce la erosión en ambas márgenes. Puede verse comprometido puente de concreto de 20 m de luz, se ha colocado gaviones en ambos estribos.	Destruyó puente de concreto antiguo.
Santa María del Valle Huánuco 165131065	Tipo de suelo; rocas muy fracturadas. Dinámica fluvial; precipitaciones pluviales intensas.	4	3	12	100 m de la margen derecha erosionada del río Quiroz, la socavación lateral produce derrumbes que están afectando dos canales de riego y tramo de carretera afirmada.	Afecta 100 m de carretera y 100 m de canal.
La Unión Dos de Mayo 155131030	Morfología de valle fluvial y terrazas; pendiente del terreno, tipo de suelo. Dinámica fluvial, precipitaciones pluviales intensas. Ocupación inadecuada del suelo.	4	3	12	Erosión fluvial en un tramo de 330 m, 180 m aguas arriba y 150 m aguas abajo también se produce inundación de terraza baja, el área afectada rural, agrícola, la altura de las terrazas es <1,5 m, la zona resultaría afectada con una avenida excepcional.	Puede afectar 8 viviendas.
Sillapata Dos de Mayo 155131062	Pendiente del terreno 50° - 70°; morfología de valle fluvial. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	4	3	12	El río Vizcarra produce erosión en ambas márgenes y puede afectar tramo de carretera en la margen izquierda, en la margen derecha afecta terrenos de cultivo, en donde se producen derrumbes por la socavación lateral que produce el río.	Afecta 350 m de carretera.
Quebrada Angashyacu - Puente Anda José Crespo y Castillo Leoncio Prado 165221001	Pendiente del terreno; morfología de valle fluvial. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	4	3	12	Erosión fluvial, socavamiento fluvial, longitud erosionada de 500 m, el río Huallaga se pega a su margen derecha, se debe colocar muro de gaviones, en la margen izquierda se ubican terrenos de cultivo que pueden ser inundados.	Afecta 500 m de carretera T. María - Aucayacu, terrenos de cultivo.
Quebrada Bella Rupa Rupa, Leoncio Prado 165241003	Pendiente del terreno 5° - 20°; morfología de valle fluvial. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	4	3	12	Longitud erosionada de 200 m, por socavamiento fluvial, la quebrada Bella al subir de caudal se desborda por su margen izquierda cerca de la confluencia con el río Monzón, afectando la plataforma de carretera y el puente de acceso a Monzón.	Afecta 100 m de carretera y puente de concreto. Se debería colocar defensas ribereñas con gaviones.

Paraje / Sector Distrito / Provincia Código	Causas o factores principales	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
Parque Nacional de Tingo María Rupa Rupa Leoncio Prado 165241004	Pendiente del terreno 5° - 20°; morfología de valle fluvial. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	4	3	12	Longitud erosionada de 200 m aproximadamente por efectos de socavamiento fluvial, el río Monzón erosiona ambas márgenes, pudiendo afectar los estribos del puente de acceso de T. María a Monzón, además en la margen derecha produce la pérdida de terrenos, el río actualmente se encuentra a escasos 25-30 m, de la entrada al Parque Nacional de T. María.	Puede afectar puente y terrenos de cultivo.
Sector Afilador Tingo María Leoncio Prado 165241006	Pendiente del terreno; morfología de valle fluvial. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	4	3	12	Longitud erosionada de 1000 m, por efectos del socavamiento fluvial, el río Huallaga se encuentra erosionando su margen izquierda, puede afectar viviendas ubicadas en esa zona, se han colocado muro de gaviones aguas arriba de la confluencia del río Monzón al Huallaga, estas defensas también deben colocarse aguas abajo.	Puede afectar viviendas y terrenos de cultivo.
Km 352 Carretera Central San Rafael Ambo 165041023	Pendiente del terreno de 20° - 35°; morfología de valle fluvial. Fenómeno activo - periódico. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	4	3	12	EL río Huallaga en periodos lluviosos, aumenta su caudal y erosiona su margen izquierda que está afectando la plataforma de la carretera central. Para controlar la erosión en este sector se ha colocado un muro de gaviones.	Afecta 149 m de carretera, terrenos de cultivo.
Km 352 Carretera Central San Rafael Ambo 165041024	Pendiente de 20° - 35°; morfología de valle fluvial. Fenómeno es activo de recurrencia periódica-estacional. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	4	3	12	Erosión de la margen izquierda del río Huallaga, afecta la base del talud inferior y produce derrumbe en la plataforma de la carretera.	Afecta 100 m de carretera.
Saunaj - km 362 + 500 Carretera Central San Rafael Ambo 165041045	Morfología de valle fluvial; pendiente del terreno 20° - 35°, precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial. Fenómeno activo de recurrencia periódica. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	4	3	12	EL río Huallaga erosiona su margen izquierdo cuando se producen subida del caudal. Se ha construido muro de concreto en el talud inferior de carretera.	Afecta 200 m de carretera.
Km. 363 + 600 Carretera Central San Rafael Ambo 165041047	Pendiente del terreno de 35° - 50°; morfología de valle fluvial. Fenómeno activo de recurrencia periódica. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	4	3	12	El Río Huallaga erosiona en ambas márgenes, se ha colocado en la margen izquierda un muro de gaviones para evitar que se produzcan derrumbes en el talud inferior de carretera, en la margen derecha la erosión ha causado el colapso de toda la ladera.	Afecta 300 m de carretera.
Km 365 + 500 Carretera Central San Rafael Ambo 165041050	Morfología de valle fluvial; pendiente del terreno de 20° - 35° . Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial	4	3	12	La erosión de la margen derecha producida por el río Huallaga produce derrumbes en el talud inferior de carretera.	Afecta 400 m de carretera.
Tecte - Km 376 + 900 Carretera Central San Rafael Ambo 165021055	Pendiente del terreno de 35° - 50°; morfología de valle inundable. Fenómeno activo de recurrencia periódica y estacional. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	4	3	12	EL río Huallaga separa a su margen izquierda, erosiona y causa derrumbes en el talud inferior de carretera.	Afecta 150 m de carretera.

Paraje / Sector Distrito / Provincia Código	Causas o factores principales	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
Km 368 + 500 Carretera Central Tecte San Rafael Ambo 165021056	Pendiente 20° - 35°; morfología de valle inundable. Fenómeno activo de recurrencia periódica y estacional. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	4	3	12	Erosión en la margen izquierda del río Huallaga, se ha construido muro de concreto en el talud inferior de carretera para protegerla.	Afecta 300 m de carretera.
Km 373 Carretera Central Ambo Ambo 165021063	Pendiente del terreno de 35° - 50°; morfología de valle fluvial. Fenómeno activo de recurrencia periódica. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	4	3	12	EL río Huallaga hace un codo y erosiona su margen izquierda.	Afecta 200 m de carretera.
Chacapampa - km 377 al km 377 + 800 Carretera Central Ambo Ambo 165021069	Pendiente del terreno de 20° - 35° ; morfología de valle inundable. Fenómeno activo de recurrencia periódica y estacional. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	4	3	12	El río huallaga hace un codo en este sector y erosiona su margen izquierda, para detener esta erosión y no destruya la plataforma de carretera se ha colocado un muro de roca y de concreto.	Afecta 250 m de carretera.
San Francisco de Mosca Ambo 165031084	Morfología de valle inundable; pendiente. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	4	3	12	El río Chaupihuaranga forma dos brazos, de los cuales uno de ellos erosiona la margen derecha y afecta la plataforma de la carretera.	Afecta 100 m de carretera.
San Francisco de Mosca Ambo 165031085	Pendiente del terreno de 35° - 50°; morfología de valle inundable. Fenómeno activo de recurrencia periódica y estacional. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	4	3	12	El río Chaupihuaranga erosiona su margen derecha y puede afectar la plataforma de la carretera.	Afecta 200 m de carretera.
San Francisco de Mosca Ambo 165031093	Pendiente del terreno de 35° - 50°; morfología de valle. Fenómeno activo de recurrencia periódica. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	4	3	12	El río Huertas en este sector hace un codo y se pega a su margen derecha, erosionando el talud inferior de carretera que provoca derrumbes en la plataforma de carretera. La carretera está trazada sobre un depósito de material coluvio-aluvial de gravas y limos.	Afecta 150 m de carretera.
Centro poblado menor de Acobamba Huacar Ambo 165011095	Sustrato de rocas metamórficas (esquistos) y volcánicas (andesitas); muy fracturada (F3) y ligeramente meteorizada (A2); suelo proluvial gravo-limoso; pendiente de 35° - 50°; morfología de valle inundable. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	4	3	12	El río Huertas ha socavado la base del talud inferior y ha causado la pérdida de plataforma de la carretera.	Afecta 100 m de carretera.
Km 388 Carretera Central Ambo Ambo 165021122	Sustrato de areniscas y lutitas; pendiente del terreno de 20° - 35°; morfología de valle inundable. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	4	3	12	En este punto el río Huallaga hace un codo y erosiona la margen izquierda, causando erosión y derrumbes en el talud inferior de la carretera.	Afecta 200 m de carretera.

Paraje / Sector Distrito / Provincia Código	Causas o factores principales	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
Tomayquichua Ambo 165021125	Pendiente del terreno de 5° - 20° y 20°-35°; morfología de valle inundable. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	4	3	12	El río Huallaga se pega a su margen izquierda, erosiona y ocasiona derrumbes en el talud inferior de la carretera.	Afecta 100 m de carretera.
Conchamarca Ambo 165021133	Morfología de valle inundable; pendiente del terreno de 5° -20° y 20° - 35°. Fenómeno activo de recurrencia periódica y estacional. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	4	3	12	Erosión en la margen derecha, ha producido derrumbes en el talud inferior que han afectado la plataforma de carretera.	Afecta 80 m de carretera.
Cochachincha Huácar Ambo 165021149	Pendiente del terreno de 35° -50°; morfología de valle. Fenómeno activo de recurrencia periódica. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	4	3	12	Erosión de la margen derecha del río Huertas, afecta el talud inferior de carretera. EL año 2001 se construyó un muro de piedras en la margen derecha para darle protección.	Afecta 150 m de carretera, sector de Cochachinche.
Huácar Ambo 165011154	Sustrato de areniscas, lutitas y esquistos, naturaleza del suelo; fracturada; pendiente del terreno de 35° - 50°. Fenómeno activo de recurrencia periódica. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	4	3	12	La margen derecha del río Huertas en este sector es afectada por erosión, produce derrumbes en el talud inferior y puede afectar la carretera.	Afecta 101 m de carretera.
Huácar Ambo 165011156	Naturaleza del suelo; pendiente del terreno de 35° - 50° y 20° - 35°. Fenómeno activo de recurrencia periódica. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	4	3	12	Erosión de la margen derecha del río Huertas, afecta el talud inferior de carretera, se ha arrimado material de río en esta margen para darle alguna protección.	Afecta 250 m de carretera.
Uchucyacu Huácar Ambo 165031161	Pendiente del terreno de 20° - 35°; morfología de valle inundado. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	4	3	12	Erosión de la margen derecha del río Huertas.	Afecta 200 m de carretera.
Buenos Aires San Francisco de Mosca Ambo 165031163	Morfología de valle. Fenómeno activo de recurrencia periódica. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	4	3	12	El río Huertas erosiona su margen derecha y puede afectar el talud inferior de carretera.	Afecta 150 m de carretera.
San Francisco de Mosca Ambo 165031166	Pendiente del terreno de 35° - 50°; morfología de valle. Fenómeno activo de recurrencia periódica. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial	4	3	12	El río Huertas se pega a su margen derecha y erosiona el talud de la carretera.	Afecta 100 m de carretera.
km 380 de la carretera Lima – Huánuco Ambo 165021290	Pendiente del terreno de 35° - 50°; morfología de valle fluvial. El fenómeno es activo. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial	4	3	12	El río Huallaga erosiona su margen derecha cuando sube el caudal, se encuentran comprometidas las viviendas ubicadas en este sector.	Puede afectar viviendas.

Paraje / Sector Distrito / Provincia Código	Causas o factores principales	P	V	R	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
Manzana Molino Pachitea 165141122	Tipo de suelo; morfología; pendiente del terreno. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial; ocupación inadecuada del suelo por el hombre.	4	2	8	Longitud erosionada de 150 m, afecta terraza, terraplén y zona urbana, probable inundación, abanico antiguo ocupado por la población como AA.HH. Se debe colocar enrocado en la margen izquierda.	Puede afectar de 3-5 viviendas, 200 m de camino rural.
Molino Pachitea 165141127	Pendiente del terreno; morfología. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	4	2	8	El río Panao se pega a la margen derecha, causando problemas de erosión del talud inferior de carretera, se ha colocado un muro de concreto. Actualmente la erosión fluvial continua aguas abajo pasando el muro de concreto, donde se están produciendo derrumbes en el talud inferior de carretera.	Afecta 100 m de carretera
La Unión Dos de Mayo 155131025	Morfología de valle fluvial, cono de detritos, terraza; tipo de suelo gravo-arenoso; pendiente del terreno. Dinámica fluvial, precipitaciones pluviales intensas. Ocupación inadecuada del suelo.	4	2	8	Erosión fluvial en una longitud de 200 m, terraplén y terraza, en el área se encuentran asentadas unas 5 viviendas, se ha colocado un pequeño gavión para proteger la plataforma de la carretera, que resulta insuficiente, hacia arriba se ha colocado enrocado.	Puede afectar 200 m de carretera y 3-5 viviendas.
La Unión Dos de Mayo 155131040	Pendiente del terreno; morfología de valle fluvial. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	4	2	8	Erosión fluvial en una longitud de 600 m, en la confluencia del río Lampas y Vizcarra, afecta terrazas y zona agrícola ubicados en la llanura de inundación, la erosión afecta el talud inferior de la carretera La Unión-Baños produciendo derrumbes.	Afecta 600 m de la carretera La Unión-Baños.
Huijan Pinra Huacaybamba 145341016	Tipo de suelo; morfología. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial; huaycos.	4	2	8	Socavamiento fluvial, afecta terrazas ocupadas por zonas agrícolas.	Afecta terrenos de cultivo.
Huacrachuco Marañón 145321057	Morfología de valle fluvial, pendiente del terreno. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	4	2	8	Llanura inundable, terraza baja, viviendas ubicadas en el cauce del río Huacrachuco pueden ser inundadas ante una avenida excepcional.	Puede afectar cuatro viviendas.
Mamahuaje Huacrachuco Marañón 145311071	Pendiente del terreno; morfología de valle fluvial; material de remoción antiguo; tipo de suelo. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	4	2	8	Cuatro viviendas ubicadas muy cerca del cauce del río Huacrachuco ocupan la llanura de inundación y pueden ser afectadas ante una subida del caudal.	Pueden ser afectadas unas cuatro viviendas.
Huácar Ambo 165021147	Pendiente del terreno de 20° - 35°; morfología de valle. Precipitaciones pluviales intensas; dinámica fluvial.	4	2	8	El río hace un codo hacia su margen derecha y provoca erosión y derrumbes en el talud inferior de carretera.	Afecta 150 m de carretera.
Huácar Ambo 165011294	Naturaleza del suelo, pendiente del terreno de 20° - 35°; morfología de quebrada. Precipitaciones pluviales intensas, dinámica fluvial.	4	2	8	El río Huacari hace un codo en este sector y causa erosión de su margen derecha, se ha colocado un muro de gaviones para darle protección al estribo del puente de concreto ubicado en este punto.	Puede afectar el puente.

crecimiento paulatino de las ciudades en los valles y laderas, por el hombre, aumentan en muchos casos la frecuencia en la recurrencia de eventos de carácter desastroso.

Para determinar la probabilidad de su ocurrencia, es necesario analizar una serie de parámetros como datos históricos, datos estadísticos, etc.

Datos Históricos de Eventos Desastrosos Ocurridos en el Área

Todo estudio de evaluación del peligro, parte del análisis de los eventos registrados en su entorno, en forma cronológica, que

permitan conocer la distribución de áreas que fueron afectadas en el pasado histórico.

En este caso se valió de información bibliográfica y periodística (PREDES, con información de El Comercio entre 1900-1989; otros reportes), sobre el relato y detalles de algunos eventos escritos en la literatura, así como de la información que se pudo obtener en los trabajos de campo.

En el Cuadro N° 7.11, se resume la cronología de eventos sucedidos en el siglo pasado y de los últimos años, donde se revela la ocurrencia de 12 inundaciones, 10 huaycos, tres aluviones y dos deslizamientos²⁰.

Cuadro N° 7.11
Cronología de principales peligros geológicos y geohidrológicos ocurridos en la región Huánuco

Fecha	Descripción del peligro
1907	Aluvión de Rumichaca: Desborde de la laguna Rumichaca y consecuente aluvión cuyo material represó temporalmente el río Huallaga, frente a la localidad de Ambo.
30/12/1927	Inundación en la ciudad de Huánuco: Desborde del río Huallaga. Destrucción de la localidad, casas y cultivos arrasados en su mayor parte por la crecida del río.
15/03/1951	Inundación en San Rafael: San Rafael. Desbordamiento del río Huallaga destruyen los muros de contención y arrastran 4 puentes, 4 casas y 1 hotel. Las aguas cubren hasta 80 cm de altura toda la población. Enormes pérdidas materiales.
29/10/1962	Aluvión de la laguna Niño Perdido: Desbordamiento de la laguna por la caída de un bloque de hielo desde el cerro Cristóbal; generó flujo que afectó e inundó parte del campamento de la mina Raura.
18/02/1967	Inundación en Tingo María: Desbordamiento del río Huallaga inundan la cuarta parte de la ciudad. 200 familias afectadas. Calles inundadas y viviendas inhabitables.
1971	Huayco en la quebrada Batán e inundación del poblado de San Rafael: La quebrada Batán, se represó en el antiguo puente peatonal, por la gran cantidad de material arrastrado, originando la inundación del poblado de San Rafael que afectó varias viviendas. El puente Batán ya ha sido afectado tres veces porque tiene una luz muy baja. Se han construido muros de concreto en la margen derecha de la quebrada, haciéndose necesaria su construcción también en la margen izquierda, se ha reforestado las laderas con árboles de eucalipto.
07/12/1987	Huaycos e inundaciones: Prov. de Leoncio Prado y Chanchamayo (San Juan, Pampa Azángaro y Los Ángeles. Más de 300 desaparecidos en zona rural. Se corta carretera en vía Carpich y Tomay. Más de 50 huaycos en las últimas 48 horas.
06/02/1988	Huayco arrasó con dos puentes, aisló 25 pueblos. Pérdidas evaluadas en I/. 20,000.
21 y 22/10/1988	Aluvión de Gangrajanca-Queropalca: Desprendimiento de un pedazo de hielo del glaciar Gangrajanca en la laguna del mismo nombre originó el aluvión por el río Carhuacocha. Se produjo una falla de la laguna glaciar de Gangrajanca (laguna Sucia) a las 19 horas del día 21 de octubre de 1988, esta laguna se ubica al pie del nevado Ciulla perteneciente a la cordillera de Huayhuash. El aluvión se originó por una falla en el dique morrénico de la laguna Gangrajanca a causa del retroceso glaciar de los nevados de la cordillera de Huayhuash, produciéndose un flujo de material glaciar y de las aguas de la laguna Carhuacocha ubicada al pie de la primera. Un total de 8 000,000 m ³ de agua fueron desalojados hacia la laguna Carhuacocha que a su vez desfogó hacia el río que nace de ella, produciéndose el aluvión; recorrió 15 km en 60 minutos con una velocidad de 50 km/hora y caudal de 750 m ³ /s. Afectó la localidad de Queroalca desapareciendo 18 viviendas, dejó inhabitable unas 30 viviendas, afectó además los puestos de salud, colegio nacional, sistema de alcantarillado y agua potable, puentes, losas, etc.

²⁰ Los datos consignados son pocos en relación a los ocurridos cronológicamente. La información periodística generalmente no tipifica claramente a los movimientos en masa, sin embargo como información es útil para la evaluación del área.

Fecha	Descripción del peligro
27/01/1988	Inundación en el sector de la Urbanización Huayupampa (Huánuco): Desbordes del río Huallaga inundaron 20 casas y sembríos en la margen derecha.
28/02/1994	Derrumbe-flujo en la ladera del cerro Puturagra (Baños, Lauricocha): Fuertes lluvias originaron derrumbe en ladera, afectando una vivienda y terrenos de cultivo.
03/1994	Deslizamiento en el sector de Ichumarcan (Baños): Con lluvias fuertes que duraron 3 días, se produjo el deslizamiento que afectó dos viviendas. Se observa escarpa de deslizamiento en las laderas de la margen izquierda del río Nupe, con material suelto en las laderas; agrietamientos en las laderas de hasta 0,70 m de ancho.
09/11/1995	Huaycos pequeños por las quebradas en los sectores 3 y 4 del AA. HH. San Luis (Amarilis): Fuertes lluvias ocasionaron flujos de lodo y piedras ocasionando 16 viviendas destruidas, 26 afectadas y 300 damnificados. Interrupción de los jirones Mantaro, Santiago y las Av. José Carlos Mariátegui, Esteban Pabletich en el sector 3 y la Av. Ricardo Palma en el sector 4. 20 personas heridas y cuatro fallecidas. Colapso de tuberías de agua y desagüe en ambos sectores.
20/01/1997	Inundación de Yuyapichis (Puerto Inca): Desborde del río Pachitea inundó distrito de Yuyapichis, destruyendo 15 viviendas y afectando otras 80; se perdieron 100 hectáreas de cultivos.
13/01/1998	Inundaciones en Vendillo y Yanayaco: Desborde del río Huallaga en estos dos sectores inundaron 300 hectáreas de cultivos, destruyó 35 viviendas y afectó otras 64, dejando 584 damnificados; 25 cabezas de ganado perdidas.
10/02/1998	Inundación en Tournavista: Desborde del río Pachitea dejó 38 viviendas afectadas, 10 destruidas, colegio y centro de salud dañados. Dejó un saldo de 288 damnificados.
12/02/1998	Inundación en el sector de Pampas (Tomayquichua): El río Huallaga inundó varias hectáreas de cultivos, afectó a numerosas familias que habitan en las riberas del río Huallaga.
19/01/1999	Inundación en el distrito de Hermilio Valdizán: Desborde del río Moronillas destruyó tres viviendas y afectó otras cinco; hubo dos muertos y 18 damnificados.
06/02/1999	Desborde del río Huallaga en varios sectores de Tingo María afectó los asentamientos humanos de Aguas Verdes, La Libertad y Brisas del Huallaga. 139 viviendas inundadas, 700 damnificados, 45 metros lineales del aeropuerto de Tingo María inundados.
26/09/1999	Huayco de Esperanza: Desborde de laguna en el sector de Jatunpozo (centro poblado de Jancao), generó un huayco aguas abajo. 570 personas damnificadas, 40 hectáreas de cultivos destruidos, puente carrozable y dos peatonales destruidos, 48 viviendas destruidas y 27 afectadas en el sector inferior (Esperanza).
21/01/2001	Desborde del río Huallaga afectó localidades de Pucate, Las Mercedes, La Colpa y Mohena; destruyó 13 viviendas, inundó 492 hectáreas de cultivos.
14/11/2001	Huayco en el distrito de Amarilis: 21 viviendas destruidas y 48 afectadas en Amarilis; 206 damnificados y dos heridos.
06/03/2001	Huayco en el sector de San Buenaventura: Afectó 22 viviendas y un centro de salud; 132 damnificados.
03/01/2002	Huayco en Colpa Baja (Huánuco): Intensas lluvias generaron un huayco que destruyó dos viviendas y 5 hectáreas de hortalizas; 14 damnificados. Interrupción de vía hacia el aeropuerto de Huánuco.
17/05/2002	Lluvias intensas en la localidad de Santo Domingo de Nauyán. 40 familias damnificadas y 40 casas afectadas.
14/12/2002	Deslizamientos en los cerros aledaños a los caseríos de Agua Blanca, Shitari, San Andrés, Corvina, Colorada, etc., generaron huaycos de lodo, palizadas y piedra perjudicando chacras, cultivos y viviendas.
05/03/2003	Erosión fluvial en el poblado de Tecte (San Rafael): La subida de caudal destruyó el puente vehicular de madera, destruyendo las paredes de dos viviendas asentadas en la margen izquierda del río Huallaga.
22/04/2003	Huayco de la quebrada Viroy (Buena Vista, Huácar): Material gravo-arenoso en el cauce que se acumula en parte de la llanura de inundación, la cual estaba ocupada por la feria del poblado de Buena Vista - Viroy. Las viviendas que están asentadas en ambas márgenes al mismo nivel que las aguas resultaron inundadas. En el sector de Cupara las laderas de los cerros presentan agrietamientos. Afectó 10 viviendas, un mercadillo y campo deportivo.
02/2005	Huayco de Cozo: Huayco que bajó de quebrada afluente por la margen derecha del río Cozo obstruyó parcialmente el río y afectó tramo de 120 m de carretera a Margos; una vivienda fue afectada. El depósito del huayco presenta bloques de roca de 3 a 7 m de diámetro. Otros flujos menores ocurrieron en el valle.

Fuente: Elaboración propia con datos de INDECI, PREDES e INGEMMET.

Análisis Estadístico de Frecuencia de Datos o Eventos Inventariados y Peligros Geológicos Principales

El análisis estadístico en la ocurrencia de peligros geológicos y geohidrológicos inventariados (840 ocurrencias), muestra que los deslizamientos ocupan el primer lugar (32,2 %), le siguen las caídas: desprendimientos de rocas y derrumbes (19,1 %), los flujos de detritos (17,8 %), erosión de laderas (13,2 %), erosión fluvial e inundaciones (11,3 %), movimientos complejos (5,2 %), reptaciones (1,2 %) y vuelcos, como se aprecia en la Figura N° 11.

Considerando sólo los movimientos en masa e incluyendo a la erosión de laderas (745 ocurrencias), los deslizamientos ocupan

el primer lugar (36,4 %), seguido de caídas (21,2 %), los flujos (17,8 %), erosión de laderas (13,2 %), complejos (5,9 %) y reptaciones (1,3 %). Ver Figura N° 12.

Las ocurrencias de peligros geológicos cuya valoración cualitativa en relación a su grado de peligro es alto y su vulnerabilidad asociada también alta (daños ocasionados o probables), representan un 30 % del total inventariado en la región (Ver Figura N° 13); en orden de ocurrencia están: primero los flujos incluyendo huaycos, flujos de tierra y un aluvión (74), derrumbes (52), deslizamientos principalmente de tipo rotacional (52), erosión fluvial e inundaciones (ambas suman 50), la erosión de laderas (10), los movimientos complejos (9), un alud y un vuelco.

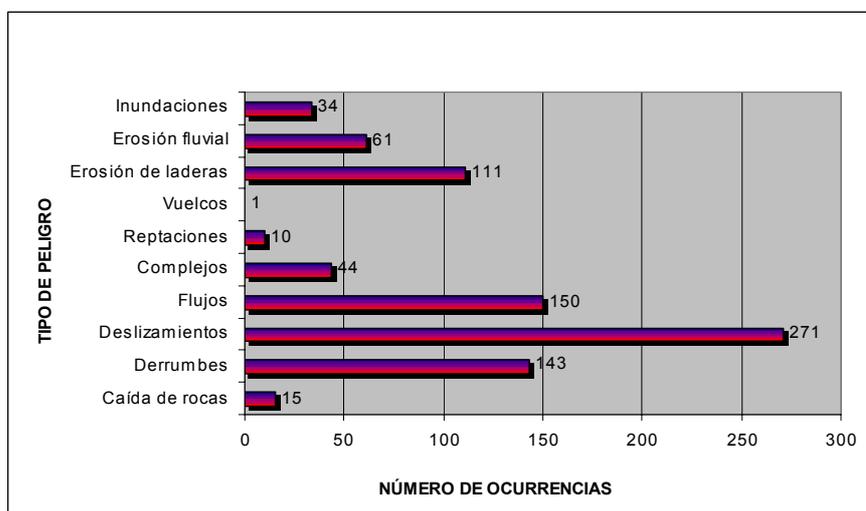


Figura N° 11 Inventario de peligros - Región Huánuco

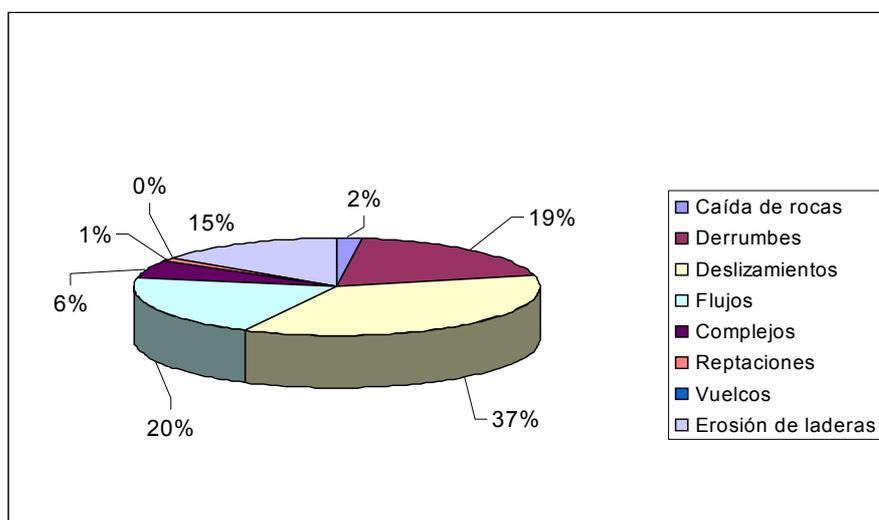


Figura N° 12 Ocurrencias de movimientos en masa

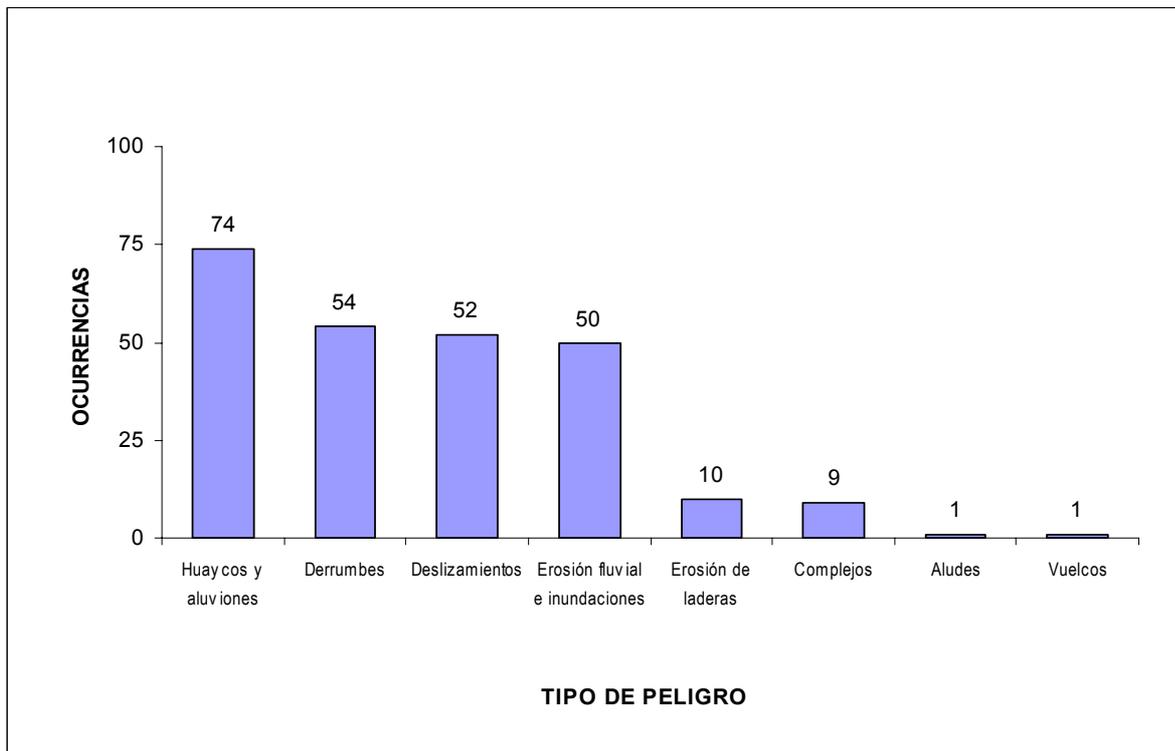


Figura N° 13 Ocurrencias con grado de peligro alto en la Región Huánuco

CAPÍTULO VIII

SUSCEPTIBILIDAD A LOS PELIGROS

BILBERTO ZAVALA CARRIÓN

GENERALIDADES

La susceptibilidad está definida como la posibilidad de que una zona sea afectada por un determinado proceso geológico (movimiento en masa), expresada en grados cualitativos y relativos. Los factores que controlan o condicionan la ocurrencia de los procesos geodinámicos, pueden ser intrínsecos o externos. El elemento más efectivo de representación referente a la peligrosidad de una zona, región o cuenca, es el mapa de susceptibilidad. Su uso es adecuado para planificadores, ingenieros, científicos y técnicos, encargados en general de labores de prevención y gestión de desastres²¹.

Existen diversas formas de elaborar mapas de susceptibilidad a los movimientos en masa, los más usados son los **mapas de inventario**, en los cuales se reconocen las áreas donde ocurren o han ocurrido eventos, y que pueden volver a ocurrir; los **mapas de factores**, en los que se identifican las áreas donde confluyen determinados factores que condicionan su ocurrencia en una determinada área, aunque éstos no hayan ocurrido, pudiendo suceder en un futuro. En el último caso, la metodología se basa en la preparación de mapas temáticos de factores condicionantes, y en la superposición de estos mapas, estableciendo el grado de susceptibilidad en función del peso asignado a cada uno de los factores considerados. Los mapas se preparan con ayuda de Sistemas de Información Geográfica (SIG), estableciendo bases de datos asociadas que se interrelacionan.

Las limitaciones que presentan los mapas de susceptibilidad, es que predicen las áreas donde pueden ocurrir movimientos en masa, pero no la fecha, ni si este ocurre, ni la totalidad de éstas; indican una posibilidad de ocurrencia en base al análisis de factores condicionantes; asimismo, requieren de un conocimiento del área a evaluar; sus límites deberán interpretarse como una referencia y no como valores absolutos.

SUSCEPTIBILIDAD A LOS MOVIMIENTOS EN MASA

Método empleado y elección de variables

En el presente trabajo, se utilizó el método basado en la categorización y ponderación de factores²². Cada factor o variable corresponde a un mapa temático, que se combina con los otros, obteniendo una zonificación de la susceptibilidad en grados cualitativos.

Los factores o variables utilizados para el análisis de susceptibilidad a los movimientos en masa son los siguientes: cobertura vegetal y uso de suelo, hidrogeología, geomorfología, pendientes y litología (ver Cuadro N° 8.1), los cuales se han analizado individualmente por su grado de susceptibilidad (Ver Items: 3.6, 4.6.2, 5.2, 5.3.1 y 6.2).

Grados de susceptibilidad a los movimientos en masa

La obtención de los grados de susceptibilidad, se calculó a partir de los valores obtenidos de las interacciones entre los cinco mapas de factores: pendientes, litología, geomorfología, cobertura vegetal y uso de suelo e hidrogeología, con ayuda del GIS (ARCGIS 9.0, y los softwares Spatial Analysis y 3D Analysis), empleando la siguiente ecuación:

$$SMM = \frac{SCV(0,17) + SHG(0,10) + SGM(0,20) + SP(0,25) + SL(0,35)}{5}$$

en donde:

SCV : Susceptibilidad del parámetro cobertura vegetal y uso de suelo.

SHG : Susceptibilidad del parámetro hidrogeología.

SGM : Susceptibilidad del parámetro geomorfología.

²¹ Los mapas de susceptibilidad proporcionan a los planificadores una herramienta para facilitar la toma de decisión en cuanto a la factibilidad de realizar un proyecto o a la necesidad de profundizar el análisis geológico de un lugar.

²² Es un método heurístico, indirecto, cualitativo. Su principal inconveniente es el grado de subjetividad que se introduce cuando se seleccionan y ponderan a las variables consideradas; una gran ventaja es la automatización, el recojo y posterior análisis de datos en un SIG (CARRARA, 1984. En: SANTACANA I QUINTAS, N., 2001).

SP : Susceptibilidad del parámetro pendiente

SL : Susceptibilidad del parámetro litología

Los valores calculados por el software en GIS, se evaluaron en forma estadística, primeramente se dividió en forma aritmética en cinco rangos (entre el máximo y mínimo valor obtenido, y posteriormente estos fueron corregidos empleando la suma de las desviaciones al cuadrado (DESVI2) obteniéndose los siguientes rangos (Cuadro N° 8.2)²³:

En el Cuadro N° 8.3 se describen las características de las cinco zonas de susceptibilidad diferenciadas.

Validación del Mapa de Susceptibilidad

El último paso del análisis de susceptibilidad es la validación de los resultados obtenidos, pues este mapa debe reflejar a escala regional la susceptibilidad a los movimientos en masa, que permita tener una idea de la utilidad del mapa para predecir deslizamientos en el futuro.

Cuadro 8.1
Ponderación de las variables en el análisis de susceptibilidad a los movimientos en masa

Variable	Característica	Obtención	Peso
Pendiente	Rangos de pendiente de los terrenos, expresado en grados (0° a 90°).	Modelo digital de elevaciones, elaborado con el SIG a partir de mapas topográficas a escala 1:100 000 con equidistancia de curvas cada 50 m (Mapa N° 4).	25
Geomorfología	Unidades geomorfológicas de acuerdo a su amplitud de relieve, altura relativa, pendiente y asociación morfogénica.	Interpretación de imágenes satelitales, cartas topográficas y chequeo de campo a escala 1:100 000 (Mapa N° 3).	15
Litología	Se estima la inestabilidad de los terrenos en función a las características litológicas de las unidades diferenciadas (substrato rocoso y depósitos inconsolidados).	En base a los mapas geológicos a escala 1: 100 000 de la Carta Geológica Nacional (Mapa N° 5).	35
Cobertura vegetal y uso de suelo	Diferentes tipos de vegetación natural y cultivos. Se estima en forma cualitativa de acuerdo a la presencia o ausencia de cobertura vegetal. Se incluyen las áreas urbanas, lagunas y embalses.	A partir del Mapa Ecológico (INRENA) a escala 1: 1 000 000, mapas topográficos actualizados a escala 1: 100 000 del IGN (Mapa N° 1).	10
Hidrogeológico	Diferenciación de unidades litológicas en función de su permeabilidad,	Con la información geológica y la base del Mapa Hidrogeológico de Perú a escala 1: 1 000 000 (Mapa N° 3)	15

Cuadro N° 8.2

Rango de valores	Grado de susceptibilidad
0,00 – 0,19	Muy Baja
0,19 – 0,36	Baja
0,36 – 0,49	Moderada
0,49 – 0,65	Alta
0,65 – 0,84	Muy Alta

²³ Se utilizó el método de cálculo de la Función W, con el fin de encontrar valores más pequeños para grupos de valores proporcionales, minimizando las sumas de las desviaciones al cuadrado en relación con los promedios en grupos. Esta metodología está citada en el Manual sobre Manejo de Peligros Naturales en la Planificación para el Desarrollo Regional Integrado (1993).

Cuadro N° 8.3
Grados de susceptibilidad a los movimientos en masa

Grado	Características	Recomendación
Muy Alta Susceptibilidad	<p>Zonas en donde todas las condiciones del terreno son muy favorables para generar movimientos en masa.</p> <p>Principalmente son áreas donde ocurrieron deslizamientos en el pasado o recientes (inventariados en el presente estudio), o reactivaciones de los antiguos al modificar sus taludes, ya sea como deslizamientos, derrumbes o movimientos complejos. Están concentradas donde el sustrato rocoso es de mala calidad, es decir rocas metamórficas (esquistos, pizarras y filitas), sedimentarias (limolitas, limoarcillitas, areniscas y yeso) y depósitos de vertiente (coluvio-deluviales), laderas con pendiente entre entre 15° y 45°, morfologías de montañas de moderada a fuerte pendiente, piedemontes (detritos de vertiente, depósitos de deslizamiento antiguo, abanicos deluvio-coluviales y montañas de moderada pendiente). Terrenos con cobertura vegetal del tipo pajonales de puna y matorral húmedo principalmente; algunas áreas deforestadas (valles de Pumachaca y Chinchao)</p> <p>Su distribución mayor está sobre el macizo del Complejo Maraón extendido con dirección NO-SE en el lado occidental de la región, correspondiendo a los valles del Maraón (entre Rondos y San Buenaventura) y Huallaga (entre San Rafael y Chaglla, valles superiores del Monzón y Chontabamba).</p>	<p>Prohibir el desarrollo de todo tipo de infraestructura.</p>
Alta Susceptibilidad	<p>Zonas en donde la mayoría de condiciones del terreno son favorables para generar movimientos en masa, cuando se modifican sus taludes: sustrato rocoso de limolitas, limoarcillitas, areniscas, capas rojas y conglomerados, pizarras y areniscas, limolitas, limoarcillitas y carbón, rocas intrusivas; montañas de moderada y fuerte pendiente, montañas y colinas estructurales. Los terrenos presentan pendientes que varían entre 15° y 25° mayormente (algunos casos hasta 45°), piedemontes de valle, acumulaciones glaciofluviales y morrenas.</p> <p>Predominan terrenos de pajonales, matorrales húmedos, vegetación de zonas húmedas y áreas deforestadas (oeste de Puerto Inca y Yuyapichis). Destacan en esta zona los sectores de Panoa, valle del río Higuera, sector de Huacrachuco y franjas alineadas de la Faja Subandina al este y oeste de Tingo María-Aucayacu, Codo del Pozuzo y Montaña del Sira. Colinas estructurales alineadas entre La Unión y Queropalca, en el lado occidental.</p>	<p>Restringir el desarrollo de infraestructura urbana, o de instalaciones destinadas a una alta concentración de personas. En el caso de infraestructura vial, líneas de energía, minería, etc., se deberán realizar estudios geotécnicos de detalle.</p>
Moderada Susceptibilidad	<p>Zonas en donde el terreno presenta algunas condiciones para generar movimientos en masa. Incluye zonas con geoformas de colinas y lomadas disectadas, monte islas constituidas por rocas sedimentarias (intercalaciones de areniscas, limoarcillitas, calizas), depósitos glaciofluviales y de vertiente. La pendiente de los terrenos varía entre 5° - 25°. La cobertura vegetal y uso de suelo está entre áreas deforestadas, bosques húmedo de colinas, bosques, algunas áreas de pajonales de matorrales húmedos.</p> <p>Están distribuidas principalmente en la zona oriental, al este del Codo del Pozuzo (cuenca Pachitea), sectores medios de los valles afluentes al río Huallaga (ambas márgenes) y valle superior del río Maraón y afluentes (sector de Queropalca, La Unión).</p>	<p>Permitir el desarrollo de infraestructura urbana e industrial, siempre y cuando, con el fin de conocer de forma detallada las propiedades de los terrenos y poder tomar decisiones respecto a la viabilidad del proyecto.</p>
Baja Susceptibilidad	<p>Zonas en donde las condiciones del terreno no son favorables para generar movimientos en masa.</p> <p>Coincidencia con zonas llanas a ligeramente inclinadas (1° a 5°), que incluyen geoformas de terrazas altas y/o planicies antiguas, abanicos proluviales y aluvionales (entre Huachar y Santa María del Valle), monte islas, colinas y lomadas disectadas (sector Tingo María, Aucayacu y este de Puerto Inca y Yuyapichis), así como algunas montañas de moderada pendiente y laderas estructurales (sector de Llata). Ocupan principalmente áreas húmedas de llanura meándrica y terrazas, bosques húmedos de montaña y algunas áreas de pajonales.</p> <p>Podrían ser afectadas por procesos que ocurren en sus franjas marginales, como el caso de flujos; asimismo, erosión de las márgenes de ribera.</p>	<p>Se permite el desarrollo de infraestructura estratégica, urbana, industrial, siempre y cuando se incorporen las recomendaciones del estudio en los diseños de la infraestructura para hacer viable el o los proyectos, o adaptarse a las condiciones del terreno y poder reducir la probabilidad de sufrir pérdidas y daños.</p>
Muy Baja Susceptibilidad	<p>Corresponde a terrenos muy llanos con pendientes <1°, geoformas de planicies y llanura de inundación fluvial). Litológicamente corresponden a terrenos permeables: depósitos fluviales y aluviales, algunos fluvio-glaciales.</p> <p>Podrían ser afectadas por procesos que ocurren en sus franjas marginales, como obstrucciones o cierres de valle por flujos, e inundaciones.</p> <p>Ocupan las partes inferiores de los valles principales y tributarios mayores.</p>	<p>Se debe contemplar la evaluación de procesos geohidrológicos (inundaciones y erosión fluvial) en las áreas de escorrentía.</p>

El mapa de susceptibilidad obtenido ha sido validado con el mapa de inventario de movimientos en masa (Mapa N° 8), en el cual, un gran porcentaje (más del 80%) de las ocurrencias inventariadas se localizan en las áreas zonificadas como de alta y muy alta susceptibilidad.

SUSCEPTIBILIDAD A LAS INUNDACIONES Y EROSIÓN FLUVIAL

Uno de los principales peligros que afectan al territorio de la región son las inundaciones, generalmente combinadas con los procesos de erosión fluvial. Estas se producen por desborde de los ríos de orden mayor, caso Huallaga, Pachitea y Maraón y algunos tributarios como los ríos Nupe, Vizcarra, Huacrachuco, Tulumayo, Pozuzo, Huertas, Higuera, Chontabamba, Pumabamba, Chinchao, etc.

Uno de los aspectos fundamentales en el análisis de la susceptibilidad a las inundaciones es la geomorfología, siendo uno de los conceptos más usados el de llanura de inundación²⁴. Ésta controla teóricamente, el flujo de agua, y además existe el hecho de que la actual configuración de las formas del terreno y la distribución actual de los sedimentos fluviales, han sido originadas por los mismos ríos que provocarán inundaciones en el futuro. Este análisis geomorfológico de formas del terreno y sistema fluvial, debe ser reforzado con información sobre registros históricos de antiguas inundaciones e información topográfica.

Considerando las características topográficas (pendiente) y unidades geomorfológicas (llanura inundable) de la región, el término de susceptibilidad a las inundaciones se aplica a los terrenos propensos a sufrir anegamiento, encharcamiento o inundación, como producto del desborde de ríos (IDEAM, 2001).

Método de análisis y elección de variables

El análisis de la susceptibilidad a las inundaciones se basa principalmente en la caracterización geomorfológica, apoyada en la interpretación de imágenes satelitales y trabajo de campo, y en general, en la utilización de los mapas geomorfológico y pendientes. Las variables usadas, la forma de obtención de cada mapa, así como los pesos asignados a cada factor (mapa) se presentan en el Cuadro N° 8.4. Los pesos asignados a las unidades diferenciadas en cada mapa (polígonos) en relación a las inundaciones se presentan en los Cuadros 8.5 y 8.6.

Grados de susceptibilidad

La obtención de los grados o rangos de susceptibilidad, con ayuda del GIS (ARCGIS 9.0, y el software Spatial Analysis y 3D Analysis), fueron calculados estadísticamente de la misma forma utilizada para el mapa de susceptibilidad a los movimientos en masa, a partir de los datos obtenidos de las interacciones de estos dos mapas empleando para ello la siguiente ecuación:

$$SI = SGMI (0,60) * SPI(0,40)$$

En donde:

SGMI : Susceptibilidad del parámetro geomorfología a las inundaciones

SPI : Susceptibilidad del parámetro pendiente a las inundaciones

La caracterización de los diferentes rangos de susceptibilidad a las inundaciones (ver Mapa N° 12), se describen y detallan en el Cuadro N° 8.7

Cuadro N° 8.4
Ponderación de las variables en el análisis de susceptibilidad a las inundaciones

Variable	Descripción	Obtención	Peso
Pendiente	Rangos de pendiente de los terrenos, expresado en grados (0° a 90°).	Modelo digital de elevaciones, elaborado con SIG a partir de mapas topográficos a escala 1:100 000 con equidistancia de curvas cada 50 m (Mapa N° 4).	40
Geomorfología	Unidades geomorfológicas de acuerdo a su amplitud de relieve, altura relativa, pendiente y asociación morfogénica.	Interpretación de imágenes satelitales, cartas topográficas y chequeo de campo a escala 1:100 000 (Mapa N° 3).	60

²⁴ Los enfoques básicos empleados para la evaluación de inundaciones son la hidrología, meteorología y geomorfología.

Cuadro 8.5
Unidades geomorfológicas y susceptibilidad a las inundaciones

Unidad geomorfológica		Susceptibilidad	
		Grado	Calificación
Montañas		Nula	0
Colinas y lomadas		Nula	0
Piedemontes	Abanico proluvial/aluvial	Baja	1
	Abanico deluvio-coluvial	Baja	1
	Abanico aluvional	Baja	1
	Detritos de vertiente	Nula	0
	Detritos de acumulación glacio-fluvial	Baja	1
	Depósitos de deslizamiento	Nula	0
Planicies y depresiones**	Planicie aluvial alta o terraza alta / fondo de valle fluvial	Media	3
	Llanura o planicie inundable	Alta	5
	Planicie alta disectada / planicie antigua	Media	3
	Lagunas / valle glaciar con lagunas	Media	3

Cuadro 8.6
Pendientes y susceptibilidad a las inundaciones

Pendientes	Calificación	Susceptibilidad
0° a 1°	5	Muy alta
1° a 5°	3	Alta
5° a 15°	0	Nula
15° a 25°	0	Nula
25° a 45°	0	Nula
>45°	0	Nula

Cuadro 8.7
Susceptibilidad a las inundaciones – región Huánuco

Grado de susceptibilidad	Descripción
Alta [1]	<p>Terrenos que corresponden a la llanura de inundación periódica a ocasional de los ríos principales en las cuencas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Huallaga: entre Huácar y Santa María del Valle, valle del Monzón, Tingo María, Aucayacu hacia aguas abajo y río Tulumayo); afluentes como los ríos Higueras, Huertas y Chontabamba. • Pachitea: Codo del Pozuzo y río Pachitea (entre Yuyapichis y su desembocadura al Ucayali). • Maraón: Algunos sectores de la cuenca superior entre Cauri y Jesús y en el valle del río Vizcarra. Área de inundación normal en el valle encajonado aguas abajo de Huacaybamba. <p>Incluyen zonas urbanas y asentamientos urbanos ubicados dentro de las áreas de inundación normal a excepcional (sectores de Huánuco, Tingo María, Huácar, Ambo, entre otros), terrenos de cultivo y vías de comunicación.</p>
Moderada [2]	<p>Terrenos bajos adyacentes a la llanura de inundación, terrazas; paleocauces o cauces antiguos en la desembocadura del río Pachitea; vertientes de suave inclinación en el sector de Codo del Pozuzo; valles fluviales y glaciares de ríos secundarios y cabeceras de éstos en áreas de lagunas; algunas planicies altas (La Unión). Terrenos levemente inclinados, mal drenados, inundados en períodos excepcionales o por elevación de nivel freático, principalmente en las cabeceras de valles.</p> <p>Principalmente terrenos de cultivo, áreas rurales dispersas con crecimiento de la población en los últimos años. Recurrencia ocasional a excepcional</p>
Baja	<p>Sectores muy reducidos de topografía plano-ondulada y terrazas altas aguas abajo de Tingo María; cabeceras de los valles tributarios al río Sungaroyacu y vertientes inferiores, de suave pendiente en el valle del Huallaga, entre Huánuco y Cayrán. Sectores planos de Huanucomarca y algunas lomadas altas. Pueden deberse también a inundaciones de carácter pluvial, en áreas planas con deficiencia de drenaje.</p>
Nula	<p>Montañas y colinas, vertiente de laderas inclinadas y cóncavas; terrazas antiguas elevadas.</p>

[1] En estas áreas son frecuentes además los procesos de erosión fluvial o de riberas.

[2] En el mapa de susceptibilidad aparecen algunos valores de susceptibilidad media en las partes altas. Esto se debe al grado de precisión del mapa de pendientes de acuerdo a la equidistancia entre las curvas de nivel y la escala de mapa utilizadas. Estas áreas al parecer planas, pueden ser susceptibles a inundación por aguas pluviales.

CAPÍTULO IX

EVALUACIÓN DE LAS AMENAZAS

BILBERTO ZAVALA CARRIÓN

GENERALIDADES

La amenaza se define como: «probabilidad de ocurrencia de un fenómeno potencialmente destructor, en un área específica, dentro de un determinado período» (VARNES, 1984):

El concepto fundamental en la evaluación de amenazas es el de **Factor de disparo** conocido también en la literatura como «factor detonante o «factor gatillo»²⁵. Es aquel que desde el exterior, induce hacia un comportamiento dinámico activo, se generarán partiendo de las condiciones iniciales (susceptibilidad). Estos factores son los sismos y lluvias (MORA Y VAHRSON, 1993).

Los mapas de amenaza se deben considerar de carácter temporal, pues están sujetos a las condiciones presentes en un determinado momento, ya que estas son cambiantes a través del tiempo²⁶. Por lo tanto la evaluación de la amenaza es el proceso mediante el cual se determina la probabilidad de ocurrencia y la severidad de un evento en un tiempo dado y en un área determinada. Representa la recurrencia estimada y ubicación geográfica de eventos probables.

AMENAZAS DE MOVIMIENTOS EN MASA

Para el análisis de la amenaza por movimientos en masa se consideró las precipitaciones y los sismos.

Movimientos de masa disparados por lluvias

Diversos factores hidrometeorológicos afectan la estabilidad de las laderas. Uno de ellos es la lluvia. Cuando cae sobre una ladera, dependiendo de la pendiente del terreno y la cobertura vegetal existente, un porcentaje es interceptado por la vegetación, otro se infiltra en el suelo o se almacena en las depresiones para luego infiltrarse; la infiltración continúa aún después que cesa la lluvia y, en algún momento cuando la humedad del suelo y la posición del nivel freático han aumentado (sobresaturación) pueden crearse

condiciones críticas, aumentando la presión de poros, disminuyendo los esfuerzos efectivos, por consiguiente, la resistencia al esfuerzo cortante. Se alcanzan entonces umbrales de inestabilidad que disparan el movimiento de una parte o toda la ladera (GONZÁLEZ & MILLÁN, 1998).

Las causas de eventos desastrosos como los deslizamientos son meteorológicos en un un 96% (lluvias o períodos invernales prolongados o lluvias intensas de corta duración, en ese orden), por ello es importante estudiar la relación de la lluvia con la ocurrencia de los deslizamientos, mediante la determinación de umbrales de lluvias detonante (intensidad, duración y frecuencia). Investigaciones realizadas en diferentes países para determinar la relación lluvias/movimientos en masa, asumen que existen dos tipos de efectos principales de la lluvia: el efecto acumulativo de la lluvia a mediano plazo (varios días) y el efecto inmediato de la lluvia de corto plazo que se presenta justo antes de la ocurrencia del deslizamiento (MAYORGA, 2005).

El parámetro lluvia como detonante a los movimientos en masa generalmente es evaluado con datos pluviométricos como promedios mensuales y máximos anuales, precipitaciones máximas diarias, con períodos de observación en el tiempo.

En nuestro caso, para la relación de las lluvias como detonante a los movimientos en masa», se utilizó la información de los mapas de isoyetas, elaborados por SENAMHI (ver Mapas N° 1 y 2) de:

- **Precipitación acumulada para el período lluvioso en años normales: septiembre-mayo:** las precipitaciones van desde valores menores a 500 mm en la zona occidental hasta mayores a 3 000 mm.
- **Precipitación acumulada de El Niño 1997-1998:** Las lluvias alcanzadas en este evento excepcional oscilan entre menores a 600 mm hasta sectores con valores mayores a 2 800 mm.

²⁵ Los factores detonantes son variables decisivas en la activación de los movimientos de masa, pues desencadenan movimientos, aún en una ladera en equilibrio.

²⁶ Los niveles de amenaza pueden variar, sobre todo cuando la intervención antrópica juega un papel muy importante en los procesos de movimientos en masa.

Ambos mapas no muestran mucha variación en los valores máximos y mínimos alcanzados en la región, para años normales y con El Niño, sin embargo su distribución presenta una marcada diferencia.

No existen estudios regionales, que establezcan rangos de precipitación que se relacionen a la ocurrencia de movimientos en masa. Para el análisis de amenaza se establecieron en forma cualitativa, rangos de precipitaciones en ambos mapas, los cuales para el análisis de amenazas han sido ponderados en: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto, (ver Cuadro N° 9.1) con calificación del 1 al 5.

Movimientos de masa disparados por sismos

Los terremotos han sido reconocidos como una de las mayores causas de movimientos de masa (KEEFER, 1984).

Diversos autores han estudiado los movimientos de masa inducidos por sismos, intentando establecer relaciones entre los parámetros sísmicos y la distribución de los movimientos de masa, usando bases de datos de terremotos a los cuales se les ha documentado los procesos de inestabilidad generados. Entre los parámetros más usados se tienen la magnitud, intensidad y aceleración sísmica. En relación a la magnitud, estudios efectuados por KEEFER, D. K., (1984), demuestran la ocurrencia de caídas, deslizamientos de rocas y rupturas disparados con magnitudes de 4,0 MI, y avalanchas con magnitudes de 6,0 MI. Asimismo, menciona que algunos autores, comparando la intensidad sísmica con los tipos de movimientos de masa, concluyen que la intensidad mínima a la que se generan caídas es VI; para deslizamientos, desprendimientos laterales y flujos es VII y, la intensidad más baja para cualquier movimiento de masa ha sido IV. En el caso de

aceleración sísmica (OJEDA, et al., 2001), para un sector de Colombia, menciona en la *Guía Metodológica de Evaluación del riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa*, valores de aceleraciones en tres categorías de amenaza: 0,21 a 0,25 g (moderadamente alta), 0,25 a 0,29 (alta) y mayor a 0,29 (muy alta).

En el análisis del peligro sísmico realizado para la región (Ver Item 7.2), se tiene la ocurrencia de sismos con epicentros en el área de influencia, siendo los más importantes los que ocurrieron los años 1839, 1907, 1947, 1962, 1966, 1971 y 1974; además otros ocurridos en las localidades de Moyabamba y Yurimaguas (1990, 1991), o como el ocurrido el 25/09/2005 en Lamas. De estos, el más destructor fue el de 1947 donde las máximas intensidades alcanzadas estuvieron entre VII y X, siendo para la región entre V y VI. En el mapa de distribución de máximas intensidades para Perú, la región alcanza valores de VI a VII, y según la zonificación sísmica del Perú el área se encuentra de una zona de sismicidad media.

Muchos deslizamientos antiguos cartografiados, de edad prehistórica, por sus características y dimensiones se asociarían a eventos sísmicos.

Para el análisis de amenazas en la región, se empleó el Mapa de Aceleraciones Sísmicas para una ventana de tiempo de 50 años y, un período de recurrencia de 475, con un nivel de confianza del 90 % (Mapa N° 10), y considerando la *Guía Metodológica de Evaluación del riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa* (OJEDA, 2001), se dividió el área en dos categorías de amenaza (Ver Cuadro N° 9.2).

Cuadro 9.1
Factor detonante: Precipitación acumulada en años normales y con El Niño

Precipitación acumulada año normal (mm)	Precipitación acumulada El Niño (mm)	Categoría	Calificación
< 500	< 600	Muy Baja	1
500 - 1000	600 - 1000	Baja	2
1000-2000	1000-2000	Media	3
2000-3000	2000-4000	Alta	4
> 3000	> 4000	Muy Alta	5

Cuadro 9.2
Factor detonante: Sismicidad

Categoría	Descripción	Valor asignado
Alta	Se espera un AMH de entre 0,25 a 0,29 g.	3
Muy Alta	Se espera un AMH mayores a 0,3 g.	5

Grados de amenaza (A) a los movimientos en masa

La obtención de los rangos para el mapa de amenaza a los movimientos en masa, fueron calculados a partir de los valores obtenidos de las interacciones entre:

- El mapa de susceptibilidad (Mapa N° 12) y los mapas de isoyetas de precipitación acumulada en el período lluvioso de un año normal (Mapa N° 1) y el mapa de isoaceleraciones sísmicas (Mapa N° 10).
- En forma similar se interactuó con el mapa de isoyetas de precipitación acumulada para el Niño 1997-1998.

Con ayuda del GIS (ARCGIS 9.0, y los softwares de Spatial Analysis y 3D Analysis), y empleando la siguiente ecuación:

$$AMENAZA (A) = SMM * (DS + DP)$$

donde:

SMM : Susceptibilidad a los movimientos en masa

DS : Detonante sismicidad

DP : Detonante precipitación

Los valores calculados en GIS, se evaluaron estadísticamente empleando primeramente cinco rangos en forma aritmética, luego calculando la suma de las desviaciones al cuadrado (DESVI2) obteniéndose los siguientes rangos (Cuadro N° 9.3):

Cuadro 9.3
Rangos de valores obtenidos

Rango de valores calculados		Grado de amenaza
Con años normales	Con El Niño	
4 – 10	4 – 10	Muy baja
10 – 18	10 – 18	Baja
18 – 25	18 – 28	Moderada
25 – 30	28 – 36	Alta
30 – 45	36 – 50	Muy alta

En los mapas N° 14 y 15 se presenta la distribución de grados de amenaza a los movimientos en masa, y en los Cuadros N° 9.4 y 9.5 se describen las cinco zonas diferenciadas, analizadas con presencia o no de El Niño.

Cuadro 9.4
Zonación de la amenaza en la región Huánuco con precipitaciones acumuladas en años normales

Grado de amenaza	Características y distribución
Muy alta	Asociada con áreas de muy alta a alta susceptibilidad, en donde se han inventariado muchos movimientos en masa activos y antiguos. Las áreas principales se encuentran en el valle del río Marañón, entre Chavin de Pariarca y Arnacay; valles de los ríos Pumachaca y Chinchao, así como el sector de San Rafael y entre Santa María del Valle, Molinos, Pano y Chaglla; zonas de alta y moderada susceptibilidad en una franja longitudinal NNO-SSE al este de Aucayacu-Tingo María-Chaglla, con ocurrencia de precipitaciones entre 2 000 y 3 000 mm, y en una franja discontinua NS entre Puerto Inca y Yuyapichis, con precipitaciones pluviales entre 2 000 y 3 000 mm. Las aceleraciones sísmicas consideradas son muy altas y las precipitaciones están en el rango de 500 a 2 000 mm.
Alta	Representan un porcentaje de área importante, y coinciden con áreas de moderada, alta a muy alta susceptibilidad, ubicados en la parte occidental de la región, zonas montañosas en la cabecera y cuencas medias del río Marañón (entre Huarín y Singa y entre Huacaybamba y Canchabamba) y Huallaga (laderas de moderada pendiente adyacentes a las localidades entre Huánuco y Santa María del Valle, Chaglla, Tomayquichua), incluyendo áreas glaciares y periglaciares. Un sector importante del llano amazónico con colinas y lomadas disectadas con presencia de precipitaciones acumuladas entre 2 000 y 3 000 m al oeste de Puerto Inca y Yuyapichis. Los rangos de aceleración sísmica están entre altos y muy altos y, con precipitaciones inferiores a 500 mm (sector occidental), hasta más de 2 000 m en el sector oriental.
Moderada	Abarca zonas montañosas (laderas de moderada a fuerte pendiente), montañas y colinas estructurales distribuidas en el sector central-occidental de la región, correspondiendo a los sectores de los valles de Chontabamba (al norte), Higuera y Huertas (al sur), con una susceptibilidad entre muy alta hasta moderada a los movimientos en masa; esta última ubicada en una franja de colinas y lomadas disectadas hasta montañas de fuerte pendiente (incluyendo laderas estructurales) en la parte central de la región y en el sector de la cordillera del Sira. Las precipitaciones pluviales están entre 500 y 1 000 mm (lado occidental), y la aceleración sísmica entre alta a muy alta; en el sector occidental con lluvias entre 1 500 y 2 000 mm.

Grado de amenaza	Características y distribución
Baja	<p>Su distribución es regular en la región y abarca terrenos moderadamente inclinados (colinas, lomadas, montaña de moderada pendiente y vertiente de detritos), con susceptibilidad moderada a alta (algunas áreas con susceptibilidad baja). Geográficamente, abarca zonas en las cabeceras de la cuenca de los ríos Marañón, franja entre Llata, La Unión y Baños, sectores de Margos, principalmente. Otros sectores se encuentran en la cuenca baja del río Chontabamba al NO de Aucayacu; colinas, lomadas y terrazas adyacentes al río Pachitea.</p> <p>Está relacionada a áreas con precipitaciones menores a 500 mm y en donde la aceleración sísmica es alta a muy alta; en el sector oriental, sectores de colinas y lomadas con precipitaciones entre 1 500 y 2 000 mm.</p>
Muy baja	<p>Terrenos muy llanos (planicies, terrazas y valles fluviales inundables) con moderada a muy baja susceptibilidad, donde la precipitación oscila entre 700 y 1 000 mm anuales (algunos sectores del sector oriental con precipitaciones de 1 500 a 2 000 mm. El porcentaje de área es bajo.</p> <p>Comprenden las partes bajas de los valles, especialmente en el tramo Huácar-Santa María del Valle, que por su ubicación son afectadas por las áreas o laderas adyacentes, entre Yuyapichis y Tournavista y Codo del Pozuzo, así como las áreas entre Tingo María y Aucayacu.</p>

Cuadro 9.5
Zonación de la amenaza en la región Huánuco con precipitaciones acumuladas El Niño 1997-1998

Grado de amenaza	Características y distribución
Muy alta	<p>Áreas de muy alta a alta susceptibilidad, que incluyen sectores de la cuenca media del río Vizcarra (entre La Unión y Tingo Chico), y entre Chavinillo, Llata, Singa, Chavín de Parí, Huacaybamba y Chontabamba (río Marañón); un sector del valle de Huacrachuco. Se encuentran también los valles medios-superiores de los ríos Pumachaca, Chinchao y Monzón, un sector importante entre Huánuco y Chaglla (río Huallaga), así como el sector comprendido entre Pumahuasi y Aucayacu; zonas de alta y moderada susceptibilidad en una franja longitudinal NNO-SSE al este de Aucayacu-Tingo María-Chaglla, con ocurrencia de precipitaciones entre 2 000 y 3 000 mm, y en una franja discontinua NS entre Puerto Inca y Yuyapichis, con precipitaciones pluviales entre 2 000 y 3 000 mm.</p> <p>Las aceleraciones sísmicas consideradas son muy altas y las precipitaciones están en el rango de 1 000 a 3 000 mm (un sector aislado con concentraciones de lluvias mayores a 4 000 mm al este de Aucayacu).</p>
Alta	<p>Corresponde a áreas de alta a muy alta susceptibilidad, ubicadas en el sector noroeste de la región (San Pedro de Chonta y Huacrachuco), entre San Rafael y Huánuco (laderas adyacentes en el valle del Huallaga y algunas franjas irregulares al este de Panao). Valle del río Marañón entre las localidades de Baños y Chavinillo, colinas, lomadas y montañas de moderada pendiente en el sector occidental entre La Unión, Rondos, Jesús y Colpas.</p> <p>Los rangos de aceleración sísmica son altos y muy altos, y las precipitaciones son variables oscilando entre 600 y 3 000 mm.</p>
Moderada	<p>Abarca una distribución regular en la región, comprendiendo zonas de susceptibilidad moderada a alta. Se distribuyen en las cabeceras de la cuenca de los ríos Marañón (La Unión, Baños, Queropalca). En la cuenca del Huallaga se distribuyen en las vertientes entre Mosca, Ambo, y Cayrán y la divisoria con la cuenca del Pachitea en el sector sur; otros sectores se encuentran en la cuenca baja de los ríos Chontabamba, Monzón y otros tributarios en ambas márgenes, aguas abajo de Chaglla. En el lado oriental su distribución areal es regular ocupando extensas zonas de colinas y lomadas al oeste y norte de Puerto Inca y Yuyapichis.</p> <p>Está relacionada a áreas con precipitaciones menores a 1 000 mm y en donde la aceleración sísmica es alta a muy alta; en el sector oriental sectores de colinas y lomadas las precipitaciones alcanzan valores entre 2 500 y 3 000 mm.</p>
Baja	<p>Su distribución areal es similar a las que se presentan en los períodos de lluvias en años normales; con menor porcentaje en los sectores NO de Aucayacu, así como entre Queropalca y La Unión (lado occidental). Las precipitaciones en estas áreas ocurren con valores entre 3 000 y 4 000 mm (lado oriental) e inferiores a 1 200 mm (lado occidental).</p>
Muy baja	<p>Comprenden las partes bajas de los valles, especialmente en el tramo Huácar-Santa María del Valle, que por su ubicación son afectadas por las áreas o laderas adyacentes, entre Yuyapichis y Tournavista y Codo del Pozuzo, así como las áreas entre Tingo María y Aucayacu.</p> <p>Las precipitaciones oscilan entre 2 000 y 4 000 mm anuales. El porcentaje de área es bajo. Sufren los efectos de las amenazas que ocurren en áreas adyacentes, como erosión en cárcavas, flujos de detritos y deslizamientos.</p>

CAPÍTULO X

VULNERABILIDAD EN LA REGIÓN Y ZONAS CRÍTICAS

BILBERTO ZAVALA CARRIÓN & MANUEL VÍLCHEZ MATA

GENERALIDADES

La vulnerabilidad se define textualmente, como la capacidad o grado de exposición de un elemento o área, a resistir el impacto de un evento peligroso. Los elementos o lugares expuestos al peligro, se consideran tanto desde un contexto social como material o económico; las personas y sus viviendas, sus recursos locales (suelo o tierra y espacios naturales y culturales protegidos) así como su infraestructura principal (servicios básicos de agua, desagüe, etc., viales, hidroenergéticos, irrigación, etc.), que pueden ser afectados por la ocurrencia de un peligro potencial.

Para el caso de la región Huánuco principalmente, las áreas vulnerables están expuestas tanto a los movimientos en masa (deslizamientos, derrumbes, huaycos, etc., en mayor porcentaje), como también a los peligros geohidrológicos (inundaciones y erosión fluvial en los tres valles principales)

En el presente capítulo se efectuó un análisis cualitativo sobre la exposición de los elementos o área a los peligros, que por estar ubicados dentro o en el área de influencia de uno o más eventos geodinámicos activos inventariados, se presume que puedan ser gravemente dañados o comprometidos, considerando además que anteriormente haya sufrido un daño por un evento natural peligroso.

Se consideraron para esta evaluación centros poblados, infraestructura vial (carreteras, puentes), infraestructura eléctrica e hidroenergética.

VULNERABILIDAD

En la región, un gran porcentaje de la población (más del 51 %), se encuentra ubicada en áreas considerados como ciudades, algunas como el caso de Huánuco, La Unión-Ripán, Tingo María,

Ambo y asentamientos urbanos como Llata, Aucayacu, Huacrachuco, han experimentado una expansión importante en las últimas décadas. Los problemas que más se relacionan con relación a la vulnerabilidad, es la falta de planificación y ordenamiento del territorio rural como de expansión urbana (ocupación de áreas susceptibles a los peligros), que permitan el uso adecuado del suelo.

Así por ejemplo, la población de la ciudad de Huánuco entre 1940 y 1996, se incrementó en más de 10 veces, dinámica que indica un alto grado de urbanización. Entre 1981 a 1993 el crecimiento de la población tuvo lugar a través de la ocupación de suelos eriazos y bajo la modalidad de invasión y de asociaciones de vivienda. En 1981 se contaba con menos de cinco asentamientos humanos, en 1993 con 29 y en 1996 la cantidad de asentamientos humanos fue de 35. En 1998 se calculó una población de 146 476 habitantes que ocupan un área de 1 011,53 ha (ver Cuadro N° 10.1), lo cual significa una densidad bruta promedio de 144,81 hab/ha, que representa un nivel de concentración poblacional moderadamente alto (INADUR, 1998).

El centro urbano antiguo de Huánuco constituyó el primer y más importante núcleo de expansión urbana de la ciudad, que conjuntamente con los barrios antiguos tradicionales (San Juan, Huallayco, La Cordobita, San Sebastián, San Pedro, San Francisco, Patrocinio, Las Mercedes, Calicanto, etc.), conformaron la ciudad originaria desarrollada entre 1541 y 1778.

A partir de 1960 el crecimiento acelerado de la población urbana, provocó una alta demanda de suelos para uso residencial, la que al no ser debidamente atendida generó un proceso de urbanización de tipo informal, surgiendo los primeros asentamientos humanos, entre ellos Aparicio Pomares, Las Moras, que se localizaron sobre áreas de alto valor agrícola y laderas inferiores de las vertientes

Cuadro 10.1
Población de la ciudad de Huánuco

AÑO	1940	1961	1972	1981	1993	1998	2005*
Población	11 996	24 646	41 607	61 812	122 098	146 476	161 005
Área Urbana (ha)		203	508	643	892 (1)	1 011,53	

(*) Se considera la población de los distritos de Huánuco, Amarilís y Pillcomarca

de cerros circundantes a la ciudad, principalmente en el sector oeste y noroeste.

En 1998 la ciudad ocupaba un área de 1 011,53 ha, con un patrón de ocupación del territorio de tipo lineal, condicionado por las características geomorfológicas naturales del valle adoptado para su emplazamiento. La ciudad se encuentra asentada sobre las terrazas del río Huallaga, entre el fundo Huayopampa, al norte, y el fundo Cayhuayna al sur, y en las vertientes inferiores (piedemontes y abanicos) de cerros elevados de moderada a fuerte pendiente con un crecimiento transversal.

Las áreas urbanas ubicadas en zonas de riesgo que serían afectadas por movimientos en masa (huaycos) son los sectores de Aparicio Pomares, La Florida, Las Moras (al oeste) y Llicua, San Luis (al este). La población en 1998 asentada en estos sectores se detalla en el Cuadro N° 10.2.

Cuadro 10.2
Población de Huánuco vulnerable en áreas de peligro por movimientos en masa

Sector	Población en 1998	Área (ha)	Afectada directamente
Aparicio Pomares	15 925	14,5	3 000
La Florida	5 525	22,39	3 124
Las Moras	11 459	26,64	6 040
San Luis	16 090	22,33	4 930
Llicua	8 846	27,51	5 554
TOTAL	57 845,00		22 648,00

Fuente: INADUR, 1998.

Así mismo, otros poblados como La Unión-Ripán, Tingo María y Ambo, con características urbanas, por su ubicación y características de desarrollo socio-económico, han experimentado una dinámica rápida de crecimiento actual y cambio de uso de suelo con incremento de la población urbana.

Poblaciones dedicadas a la minería, son pocas en la región, son zonas ubicadas en áreas de alta susceptibilidad a los peligros de alta montaña (aludes o aluviones), campamentos mineros como los de la mina Raura y poblados como Queropalca.

Problemas de inundaciones de carácter periódico y excepcional, que afectan a poblaciones urbanas, rurales y áreas de cultivos, ubicadas en las riberas de los ríos Huallaga y tributarios (Huánuco, San Rafael, Ambo, Huácar, Tingo María y Aucayacu) y Pachitea (Puerto Inca, Yuyapichis, Honoria y Codo del pozuzo), principalmente.

En general, existe una serie de obras de prevención (muros de concreto y enrocados artesanales, etc), construidos principalmente en las redes viales como también estructuras de contención en algunas poblaciones y áreas agrícolas ubicadas en áreas susceptibles a inundaciones y erosión fluvial, huaycos y deslizamientos (en los taludes de carreteras); estos se mencionan en los cuadros preparados para la evaluación de cada provincia.

Otros de los parámetros que sirve para el análisis de vulnerabilidad son los índices sociales, vale decir: la pobreza y el analfabetismo. Tomando los datos elaborados por la Dirección General de Asuntos Económicos y Sociales del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF, 2006), a partir de información del último censo llevado a cabo en el 2005 por INEI, se tiene:

Datos de pobreza

La región Huánuco muestra un índice o tasa de pobreza de 77,6 %, respecto al promedio de 51,6 % que tiene el Perú.

La incidencia de pobreza extrema en la población es de 49,6 % (19,2 % a nivel de Perú).

El ingreso per cápita mensual:

Línea de pobreza total de S/ 186,8 (S/ 202,5 promedio para Perú).

Línea de pobreza extrema de S/ 114,4 (S/ 113,20 nacional).

El nivel educativo de la población se puede resumir en el Cuadro 10.3, que se presenta a continuación:

Cuadro 10.3
Nivel educativo de la población de Huánuco

Nivel de educación	Porcentaje de la población
Sin nivel	19,43
Educación inicial	3,39
Primaria incompleta	32,35
Primaria completa	11,43
Secundaria incompleta	14,78
Secundaria completa	8,92
Superior no universitaria incompleta	1,61
Superior no universitaria completa	2,43
Superior universitaria incompleta	2,47
Superior universitaria completa	3,19

Fuente: MEF, 2006, a partir de datos del INEI, 2005.

El nivel de analfabetismo a nivel de la región es del 16,79%, distribuido conforme se muestra en el Cuadro 10.4. Esto a nivel de sexo representa un 24,68% en mujeres y un 9,04% en varones.

Cuadro 10.4
Nivel de analfabetismo total

Nivel	Porcentaje (%)
Nivel de analfabetismo total	16,79
Mujeres que no saben leer ni escribir	26,69
Hombres que no saben leer ni escribir	16,05
Personas entre 5 y 19 años que no saben leer ni escribir	14,65
Personas entre 5 y 19 años que no asisten a ningún programa de enseñanza regular	23,17

Fuente: MEF, 2006, a partir de datos del INEI, 2005.

ZONAS CRÍTICAS

Con las consideraciones arriba expuestas, y tomando como información principal la evaluación de campo realizada en las obras de ingeniería no lineales, centros poblados y zonas críticas, validándose además su ubicación en los mapas de amenaza a los movimientos en masa elaborados (Mapas N° 14 y 15), se han determinado por sus características de potencialidad del peligro y vulnerabilidad asociadas un total de 60 zonas críticas.

Para una adecuada explicación se agrupan y describen por provincias (Ver Cuadros N° 10.5 al 10.9). En cada una de ellas se

hace un comentario geodinámico, la vulnerabilidad y daños ocasionados o probables esperados, así mismo, se incluyen recomendaciones en medidas de prevención o mitigación existentes y/o recomendadas, según sea el caso. Estas zonas se presentan en el Mapa N° 16 y ejemplos se muestran en las Fotos N° 43 al 57. Un reporte preliminar de las zonas críticas fue preparado y entregado al Gobierno Regional en diciembre de 2005 (ZAVALA & VÍLCHEZ, 2005).

Cuadro 10.5
Zonas críticas por peligros geológicos en la provincia de Ambo

Sector (Distrito)	Descripción y observaciones geológicas	Vulnerabilidad y/o daños ocasionados	Recomendaciones
Barrio Chacra Colorada y Chunapampa (Ambo) 1	Huaycos en la quebrada Hatunragra e inundación provocada por el río Huallaga al obstruirse puente de piedra. Existe una escarpa de deslizamiento que ocurrió en 1940, a la fecha se encuentra estable.	Podría afectar calles y avenidas de la zona urbana. Inundación provocada por el río Huertitas podría igualmente causar estragos a las viviendas	Limpieza del cauce en la quebrada; enrocado en la margen derecha del río Huertitas, construcción de un puente longitud y luz mayor, levantar muro de concreto en la margen izquierda del río Huallaga.
Tecte (San Rafael) 2	Erosión fluvial en la margen izquierda del río Huallaga, en épocas de lluvias estacionales. 10 viviendas con pircas sobre las cuales han construido sus viviendas de tapial; las pircas por sectores se han derrumbado por la acción erosiva del río.	Afecta viviendas ubicadas al borde de la carretera (10), también ocurren derrumbes y caída de rocas en la carretera asfaltada que lleva a Huánuco (km 366+000 al 400+000).	Reubicación de aproximadamente 15 viviendas, las más comprometidas. Realizar obras de defensas continuando la construcción del muro de concreto.
San Rafael (San Rafael) 3	Huaycos y erosión en cárcavas. En 1971 huayco de la quebrada Batán en su desembocadura al río Huallaga represó el puente sobre la carretera a Huánuco; laderas con presencia de erosión en cárcavas.	Fue afectada plaza del pueblo; además el río Huallaga inundó calles en 1940 y destruyó el Banco de la Nación, la Plaza principal y el barrio Mullipampa. Erosión afecta carretera asfaltada a Huánuco (km 356).	Limpieza de cauces de quebradas, levantar muro de concreto a lo largo de las márgenes del río Huallaga (muro actual está a 1,50 m del nivel de las aguas). Lluvia excepcional puede ocasionar desbordes del río que afectaría las viviendas ubicadas al borde de la carretera.
San Juan de Cashayo. (San Rafael). 4	Deslizamiento y/o deslizamiento-flujo. Asentamientos de tierras en cada temporada de lluvias; agrietamientos, suelos arcillo-limoso saturados que forman oconales en diversos puntos del poblado. Deslizamiento activado en 1970 y no se reforesta el área desde 1986; puede generar huayco que interrumpiría vía y/o represar el río Huallaga.	Terrenos de cultivo, cancha deportiva y tramo de carretera asfaltada San Rafael-Huánuco.	Reforestación en el área de deslizamiento, además de limpieza del "túnel pasa-huayco", el que se encuentra lleno de material.
Carretera afirmada Ambo - Huácar - 8 de Octubre - Yanahuanca (Huánuco) 5	Derrumbes, erosión de laderas, erosión fluvial, huaycos. Lluvias estacionales inestabilizan taludes de roca muy fracturadas, y depósitos coluviales produciendo derrumbes, erosión de laderas en suelos limo arcillosos rojizos; aumento en la carga y caudal del río Chaupihuaranga y Huertitas erosionan taludes inferiores de carretera.	Carretera afirmada se vuelve intransitable durante los meses de lluvias (diciembre - abril) por la ocurrencia de fenómenos geodinámicos.	Mantenimiento de la carretera por los municipios de los pueblos por donde pasa la carretera.
Km 347-351 + 400 Carretera Cerro de Pasco-Huánuco (San Rafael) 6	Derrumbe y huayco. Lluvias estacionales; badén en la carretera que soporta las avenidas de flujo de material en Racquia.	Carretera afectada periódicamente (tramo de 4,4 km: Huariaca-Ambo), sobre todo entre Racquia y Ambo, donde suceden los dos fenómenos.	Mantenimiento de taludes y sembrar eucaliptos para anular el efecto de estos fenómenos.
Km 352-353 + 200 Carretera Cerro de Pasco-Huánuco (San Rafael). 7	Derrumbe, erosión fluvial y huayco. Lluvias estacionales; depósitos coluviales permeables, pendiente natural mayor a 70°. Erosión fluvial en talud inferior de la carretera, finalmente huayco km 353+200.	Tramo de 1200 m de carretera asfaltada; en algunos tramos no posee enrocados.	Tratamiento de los taludes debido a que la zona es muy inestable; el MTC debe colocar avisos sobre zonas peligrosas donde ocurren estos fenómenos.

Sector (Distrito)	Descripción y observaciones geológicas	Vulnerabilidad y/o daños ocasionados	Recomendaciones
Km. 354+000 al 357+800 Carretera Cerro de Pasco- Huánuco. (San Rafael) 8	Derrumbe, inundación, huayco, erosión fluvial y erosión de laderas. Lluvias estacionales; taludes de roca, esquisto muy fracturado se vuelve inestable con las lluvias, pendiente de la ladera entre 35° y 50°; erosión de laderas forman cárcavas que generan huaycos; uno de ellos en 1970 represó el río Huallaga.	Los taludes naturales poseen cárcavas que traen material durante las lluvias y malogran la carretera; inundación afecta 15 viviendas que se ubican en una terraza de inundación. Continuamente se producen huaycos y derrumbes que afectan la carretera.	Evitar que los pobladores se ubiquen en las terrazas bajas inundables; encauzar cárcavas y hacer defensas ribereñas. Tratamiento de taludes mediante la reforestación de laderas y cárcavas. Túnel pasahuayco actualmente no daña la vía en el km 357+250.
Km 358+200-361 Carretera Cerro de Pasco-Huánuco. (San Rafael) 9	Huaycos, derrumbes, erosión de laderas, erosión fluvial Taludes totalmente inestables, esquistos muy fracturados, y/o suelo coluvial susceptibles a erosionarse por acción de las lluvias; cárcavas traen huaycos; incremento del caudal del río Huallaga erosiona talud inferior de carretera.	Sector entre Cashayo e Independencia totalmente inestable; carretera se ve afectada cada vez que ocurren derrumbe y huaycos.	Mantenimiento de taludes, limpieza y reforestación en las cárcavas, realizar obras de protección de riberas.
Km 369+100-372+300 Carretera Cerro de Pasco-Huánuco. (Ambo) 10	Derrumbe y vuelco. Taludes de corte inestables muy fracturados de roca esquisto e intrusivas producen derrumbes y caídas por falla planar y vuelco; sismos pueden incentivar estos derrumbes.	Afecta carretera los meses de enero a marzo; muros de defensa en los taludes se encuentran destruidos por aportes continuos de material y quedan como escombros de talud acumulados en la base de los mismos.	Se debe realizar un mantenimiento de taludes.
Cerro Pachuragra, Huácar (Huácar) 11	Huaycos y erosión de laderas. Quebradas traen huayco, además río Huacarmayo inunda y trae huayco. Erosión de laderas en sector de Ingenio. Poblado posee muros de defensa contra inundaciones; parte de estos están colmatados.	Flujos afectan calles (aproximadamente el 80 % del pueblo). Erosión daña trocha afirmada que sirve de ingreso a Huácar y es la vía principal entre Ambo y Yanahuanca.	Limpieza y defensas con enrocados; Bosque de protección con eucaliptos para minimizar o anular la acción erosiva de las aguas en las laderas.
Trocha carrozable Colpas-Parcoy Km3+000 al km 8+000 y Colpas (Colpas). 12	Derrumbes, huaycos, deslizamientos, erosión de laderas, deslizamiento-flujo. Lluvias estacionales provocan huaycos que bajan por quebradas del sector Chacachinche; derrumbes, deslizamientos y erosión de laderas. Flujos que bajan de las quebradas Alpayacu y Laccha. Erosión de laderas de la margen derecha del río Rampón socavan talud inferior provocando derrumbes y deslizamientos, se observan escarpas.	Afectan al pueblo de Colpas en cada temporada de lluvias y a trocha carrozable que lleva al pueblo (alrededor de 20 viviendas) y 5 km de carretera. También derrumbes por socavamiento de las márgenes del río y que afecta viviendas que se ubican en las laderas superiores.	Realizar trabajos de drenaje en Colpas (en el oconal Huantacocha) para aminorar la carga hidráulica de la quebrada Alpayacu que recibe las aguas de este oconal y tratar que las viviendas no se ubiquen en el cauce de la quebrada. Forestación en área de deslizamiento.
Km 373-372+500 Carretera Cerro de Pasco-Huánuco (Ambo) 13	Derrumbes y erosión fluvial. Taludes verticales de roca esquisto muy fracturado, ladera natural con pendientes que varían entre 35° a 70°, lluvias estacionales y movimientos sísmicos tienden a ocasionar los derrumbes. Carga de río Huallaga aumenta en época de lluvias y erosiona talud inferior de carretera.	Tramo de carretera entre Salapampa, Matichico y Chacapampa.	Tratamiento de taludes, tratar de llevarlos a un ángulo adecuado.



Foto N° 43 Área susceptible a deslizamiento y huaycos, sector de San Juan de Cashayo (San Rafael); afecta la carretera entre Cerro de Pasco-Huánuco y puede represar río Huallaga como en años anteriores (Foto G. Valenzuela).



Foto N° 44 Área vulnerable a los huaycos e inundaciones; sector San Rafael-Huánuco (Foto G. Valenzuela).

Cuadro 10.6
Zonas críticas por peligros geológicos en las provincias de Dos de Mayo y Huacaybamba

Sector (Distrito)	Descripción y observaciones geológicas	Vulnerabilidad y/o daños ocasionados	Recomendaciones
Provincia de Dos de Mayo			
Carretera La Unión –Huallanca (La Unión) 14	Derrumbes, deslizamientos, movimientos complejos, huaycos, erosión fluvial e inundaciones. Derrumbes en talud superior de carretera La Unión - Huallanca; huaycos en la margen derecha del río Vizcarra, que cortan el tránsito vehicular. Erosión fluvial en el talud inferior de carretera, inundación en terrenos bajos utilizados para viviendas y cultivar en la margen izquierda del río Vizcarra.	Tramos de carretera pueden ser afectados por procesos de erosión fluvial, avance de los deslizamientos y derrumbes pueden producir obstrucciones en la carretera, los flujos de detritos y huaycos afectan varios tramos de carretera. Ante lluvias intensas podrían resultar inundadas viviendas ubicadas cerca del cauce del río Vizcarra.	Colocar defensas ribereñas en zonas afectadas por erosión fluvial por medio de gaviones; limpiar, encauzar quebradas y chorreras, colocar badenes en los pasos de huayco.
La Unión – Ripán (La Unión y Ripán) 15	Derrumbes, huaycos y erosión fluvial. Depósitos de abanico formados por materiales de huaycos antiguos, generación de derrumbes en el talud superior de carretera. Erosión fluvial en la margen izquierda del río Vizcarra afecta el talud inferior de la carretera La Unión - Puente Tingo Chico.	Compromete 30 viviendas; afecta tramos de 70 y 350 m de carretera. Al aumentar caudales del río Vizcarra, carretera es afectada por erosión en la plataforma (derrumbes).	Colocar defensas ribereñas por medio de gaviones y limpiar los cauces de quebradas, evitar en lo posible la construcción de viviendas en áreas de influencia de huaycos.
Carretera La Unión – Llata (Pachas) 16	Derrumbes, deslizamientos, huaycos, erosión de laderas, erosión fluvial e inundaciones. Cárcavas con derrumbes hacia su cara libre, acarreados posteriormente como huaycos. Terreno removido, con escarpas y asentamientos en el terreno.	Afecta 2,5 km de la carretera Llata - Tingo Chico, en tramos de 80, 70 y 150 m, por ocurrencia de deslizamientos y huaycos.	Colocar badenes y reforestar zonas desprovistas de vegetación.
Provincia de Huacaybamba			
Pinra (Pinra) 17	Erosión de laderas, derrumbes y huaycos. Cárcavas con generación de flujos que depositan sus materiales en forma de abanicos. Inundación de detritos con los materiales acarreados por la quebrada Pinra han colmatado su cauce. Deslizamientos hacia cara libre de la quebrada pueden generar huaycos que afectarían unas 5 viviendas ubicadas en su abanico.	De producirse un huayco en la quebrada puede afectar unas 5 viviendas ubicadas en el depósito de abanico.	Realizar trabajos de encauzamiento de la quebrada, evitar toda construcción de viviendas cerca del cauce de quebradas.

Sector (Distrito)	Descripción y observaciones geológicas	Vulnerabilidad y/o daños ocasionados	Recomendaciones
Huacaybamba (Huacaybamba)	Deslizamientos, huaycos, aluviones y erosión de laderas. Depósitos de deslizamiento que desvían el curso de quebradas; depósito de aluvión antiguo que represó río Marañón, en cuyo material actualmente se observan derrumbes. Deslizamiento en la margen derecha de la quebrada Molinoragra que la pueden represar, erosión de laderas con generación de flujos de detritos, que se depositan sobre terrenos de cultivo. Basculamientos en el terreno por deslizamientos, formación de escarpas.	El avance de los deslizamientos afecta terrenos de cultivo y carretera de acceso hacia la localidad de Huacaybamba y varios anexos.	Cambiar el trazo actual de la carretera hacia Huacaybamba.



Foto N° 45 Vista aguas arriba del valle del río Vizcarra donde se ubican las localidades de La Unión y Ripán, y tramo de la carretera a Huallanca. Las laderas están conformadas por conglomerados poco consolidados susceptibles a erosión de laderas, derrumbes-flujo y huaycos. Se distinguen abanicos deluviales de antiguos flujos.



Foto N° 46 Sector de Pinra, carretera de acceso hacia la localidad de Huacaybamba. Procesos de deslizamientos y derrumbes activos sobre secuencias de capas rojas alteradas. Afecta áreas de cultivo, tramos de carretera y algunas viviendas.

Cuadro 10.7
Zonas críticas por peligros geológicos en la provincia de Huamalíes

Sector (Distrito)	Descripción y observaciones geológicas	Vulnerabilidad y/o daños ocasionados	Recomendaciones
Cachigaga (Llata) 19	Deslizamientos; deslizamiento-flujo de tierra. Escarpas sucesivas, asentamientos en la plataforma de carretera, abundante filtración de agua, formación de bofedales, el terreno se presenta totalmente removido.	Afecta 180 m de la carretera Pachas - Llata, por fuertes asentamientos de la plataforma de carretera, también se produce la pérdida de terrenos de cultivos.	Continuar reforestado de las laderas superiores, colocar obras de drenaje para aguas subterráneas.
Cerro Quishuar (Tantamayo) 20	Área sujeta a deslizamientos. Presencia de múltiples escarpas de deslizamiento, así como cicatrices de deslizamientos antiguos.	Reactivaciones de los deslizamientos pueden afectar tramo de la carretera Chavín de Parí - Uripish.	Forestar la ladera.
Km 11 carretera Quipran - Chuquibamba (Chavín de Parí) 21	Área sujeta a deslizamientos. Escarpas sucesivas de deslizamientos, produce asentamientos en la plataforma de carretera.	Afecta 5 desarrollos de la carretera. De continuar los asentamientos se puede producir la pérdida de tramos de la carretera a Chuquibamba y Singa. Mineros informales explotan oro aluvial en la zona.	Colocar drenajes para las aguas subterráneas presentes en la zona.



Foto Nº 47 Vista del sector de deslizamiento cerca de la localidad de Chuquibamba, margen derecha del río Marañón. Afecta varios desarrollos de carretera hacia Chavin de Paríarca, Tantomayo. En la parte inferior laboran mineros auríferos artesanales.

Cuadro 10.8
Zonas críticas por peligros geológicos en la provincia de Huánuco

Sector (Distrito)	Descripción y observaciones geológicas	Vulnerabilidad y/o daños ocasionados	Recomendaciones
Quebradas Tingoragra y Las Moras (Rondos y La Florida) (Huánuco) 22	Derrumbes, deslizamientos, erosión de laderas, huaycos e inundaciones. Erosión de laderas intensa, en forma de cárcavas de más de 10 m de profundidad, con derrumbes y deslizamientos hacia su cara libre, desestabilización de las márgenes por socavamiento del fondo, terreno muy removido, se producen huaycos durante periodos de lluvia que arrastran todo el material suelto en las cárcavas. Terrenos bajos inundables, los materiales de huayco bajados por la quebrada Las Moras desvían el río Huallaga hacia su margen derecha y condicionan inundaciones en esa margen.	Las inundaciones afectaron viviendas ubicadas en los terrenos bajos inundables ubicados a la margen derecha del río Huallaga. Ante lluvias intensas se pueden producir huaycos que afectarían viviendas ubicadas cerca de los cauces de las quebradas.	Se han colocado muros de concreto para encauzar la quebrada. En la zona afectada por inundaciones se debe colocar defensas ribereñas por medio de enrocados o arrimado de material.
San José de Cozo (Cayrán) 23	Huaycos periódicos a ocasionales. Depósitos de material proluvial en forma de abanico, conformado por bolonería y grava, interrumpió el tránsito hacia la localidad de Margos, cauce del río Cozo actualmente colmatado.	La caída de un huayco de similares características puede cortar nuevamente el tránsito vehicular en la zona (Huánuco-Margos). Puede afectar aguas abajo poblado de Cozo.	Realizar trabajos de encauzamiento y limpieza del cauce. Levantar rasante de carretera y colocar defensas con enrocados. Construir defensas ribereñas para protección de caserío de Cozo.
La Esperanza (Amarilis) 24	Huaycos excepcionales. Depósito antiguo prehistórico que desvió río Huallaga. Material de huayco depositado a manera de abanico conformados por gravas y arenas, bloques con tamaños de 2 m, huayco bajado por la quebrada Pumarinri afectó viviendas de la cooperativa Jancas.	Afectó 60 viviendas de la cooperativa Jancas, dejó además 500 damnificados. La generación de un nuevo huayco puede afectar las viviendas ubicadas en el abanico del huayco e interrumpir tramo de la carretera Huánuco- Tingo María.	Realizar trabajos de limpieza de cauce y encauzamiento de la quebrada en este sector.
Chullay (Cayran) 25	Área sujeta a derrumbes. Derrumbes en el talud superior de carretera, constante caída de material fino a la carretera, también asentamientos en la plataforma.	Afecta 250 m de la carretera Huánuco-Margos.	No arrojar desmonte de trabajos de construcción de carretera en la parte superior, ya que constantemente se derrumban. Reforestar la ladera.
Quisqui (Quisqui) 26	Derrumbes y deslizamientos. Tramo de carretera Huánuco-La Unión presenta múltiples escarpas y asentamientos del terreno, zona removida e inestable. Derrumbes y asentamientos activos de material hacia la carretera y en talud inferior. Agrietamientos transversales en la ladera.	Afecta dos desarrollos de la carretera Huánuco - La Unión, terrenos de cultivo.	Forestar las laderas superior e inferior de carretera, zanjas de coronación y derivación de aguas pluviales.

Sector (Distrito)	Descripción y observaciones geológicas	Vulnerabilidad y/o daños ocasionados	Recomendaciones
Cullcuy - La Dispensa (Santa María del Valle) 27	Erosión de laderas y huaycos. Erosión en surcos y cárcavas con avance retrogresivo por medio de derrumbes hacia su cara libre, los materiales sueltos puede ser acarreados como huayco.	Ante lluvias intensas, pueden generarse huaycos que pueden cortar el tránsito hacia Tingo María.	Se ha colocado un badén.
Quebrada Olijmayo (Santa María del Valle) 28	Erosión de laderas y huaycos. Por el cauce actual de la quebrada discurren huaycos pequeños. Erosión de laderas en surcos y cárcavas, con derrumbes hacia su cara libre, los materiales sueltos pueden ser acarreados como huaycos. Presencia de escarpas de deslizamientos múltiples en ambas márgenes de la quebrada Olijmayo.	La generación de huaycos pueden cortar el tránsito hacia Tingo María, también afecta terrenos de cultivo.	Se ha colocado un badén. Se debe forestar las laderas superiores.
Aguas abajo del Puente Vado (Churubamba) 29	Área afectada por erosión fluvial e inundaciones. Terrenos bajos inundables, ubicación de viviendas y la carretera cerca del cauce del río Chinobamba, procesos de erosión fluvial en la margen derecha.	Afecta tramo de carretera hacia el poblado de Chinobamba. Subidas del nivel del río Chinobamba afectarían viviendas y la carretera.	Se ha colocado muro de concreto y también se ha arrimado material en la margen derecha, estas defensas deben ser extendidas aguas abajo.
Umpayoc - Carretera Churubamba - Vinchos km 11+000 - 14+300 (Churubamba) 30	Deslizamientos y flujo de tierra. Terreno removido e inestable, formación de escarpas de deslizamiento, avance del cuerpo del deslizamiento ladera abajo, empuje en la carretera, pérdida de tramos de plataforma de carretera, filtración abundante de agua, formación de bofedales.	Afecta 3,3 km de carretera, terrenos de cultivo.	Colocar drenajes para las aguas subterráneas presentes en la zona.
El Rancho - La Linda Km 1+000 desvío a Panao (Churubamba) 31	Área afectada por deslizamientos. Escarpa recta que involucra depósitos proluviales; empujes de terreno en la ladera superior, asentamientos en el terraplén de la carretera en unos 50 m, formación de escarpas secundarias.	Pueden ser afectados unos 450 m de carretera hacia Molino y Panao, 12 - 15 viviendas, una torre de alta tensión y dos postes de luz.	Se ha colocado muro de contención de concreto en el talud inferior, reforestar la ladera y reubicar viviendas ubicadas al pie de la ladera.
Chinchao (Chinchao) 32	Flujo de tierra. Asentamientos en la plataforma de carretera, agrietamientos en el asfalto, deformación en la alcantarilla, avance lento de material sobresaturado hacia el valle que desvió el río hacia su margen izquierda. Presencia de bofedales en la ladera inferior.	Afecta 40 m de carretera, puede producir la pérdida de la plataforma de la carretera.	Se han colocado alcantarillas, es necesario drenar las aguas subterráneas.

Sector (Distrito)	Descripción y observaciones geológicas	Vulnerabilidad y/o daños ocasionados	Recomendaciones
Pachachupán (Chinchao) 33	Flujo de tierras. Empuje de terreno sobre muro de contención de concreto que lo han inclinado, agrietamientos en el muro, empuje en la cuneta y la carretera. Agrietamientos en el talud superior de carretera, rotura de cuneta de coronación.	Afecta 120 m de carretera, de continuar el empuje del terreno se puede producir el colapso del muro de concreto, pérdida de la plataforma de carretera y cuneta.	Se ha colocado cuneta, cuneta de coronación y muro de concreto.
Quebrada Dos Aguas (Chinchao) 34	Área sujeta a deslizamiento. Asentamientos de terreno en la margen derecha de quebrada Dos Aguas, formación de escarpas de deslizamiento en el talud inferior de carretera, asentamiento lento de la carretera.	Afecta 250 m de carretera Huánuco - Tingo María.	Se ha colocado muro de concreto.
Km 38+950 carretera Huánuco - Tingo María (Chinchao) 35	Área sujeta a movimientos complejos. Movimiento lento del terreno, empuje lateral sobre muro de concreto colocado al pie del talud superior de carretera, abombamiento en el asfalto de la carretera.	De continuar los empujes en el terreno pueden afectar unos 160 m de carretera, dos viviendas y terrenos de cultivo.	Se ha colocado muro de concreto.
km 444 carretera Lima - Tingo María (Chinchao) 36	Área sujeta deslizamientos. Asentamientos del talud superior de carretera y plataforma, pérdida de la cuneta.	De continuar los asentamientos puede producir la pérdida de la plataforma de carretera.	Se ha forestado ladera, se colocó cuneta de coronación, alcantarilla y muro de concreto.
km 35 carretera Huánuco - Tingo María (Chinchao) 37	Área sujeta a deslizamiento. Caída de material suelto a la plataforma de carretera, asentamientos, agrietamientos, desvío de la quebrada hacia su margen izquierda. Terreno removido, formación de escarpas de deslizamiento.	Afecta 600 m de carretera; avance del deslizamiento con agrietamientos y asentamientos de la carretera, también pueden ser afectadas unas tres viviendas y una torre de alta tensión.	Se han colocado en la zona muros de concreto y cuneta de coronación.
Llicua (Amarilis) 38	Erosión de laderas, derrumbes, deslizamientos y huaycos. Derrumbes en ambas márgenes de la quebrada Agoragra, la escorrentía superficial socava la base de las laderas produciendo derrumbes y deslizamientos, estos materiales sueltos son acarreados en periodos lluviosos como huaycos. Presencia de cicatriz de deslizamiento antiguo en la margen izquierda de la quebrada. Erosión en cárcavas.	La generación de nuevos huaycos puede afectar viviendas ubicadas en el cauce o cerca del cauce de la quebrada.	Construir diques disipadores y forestar las laderas de la quebrada.

Sector (Distrito)	Descripción y observaciones geológicas	Vulnerabilidad y/o daños ocasionados	Recomendaciones
Cochas (Margos) 39	Área sujeta a erosión de laderas. Asentamientos de terreno en centro educativo, no existe canalización de aguas de escorrentía, el suelo es arenoso, las viviendas colapsan por socavamiento en sus cimientos.	Lluvias en 1995 afectaron calles del pueblo.	Construir un reservorio para almacenar agua y revestir los canales con piedra y cemento.
San Pedro de Chaulán (San Pedro de Chaulán) 40	Deslizamiento-flujo. Podría producirse en las laderas superiores donde se ubica el pueblo, el suelo está saturado y la roca es muy porosa y deleznable, el substrato es una arenisca.	Ante lluvias intensas podría afectar la calle Pedro Repeto con alrededor de 50 viviendas. Peligro y vulnerabilidad alta.	Hacer trabajos de revestimiento de canales para impedir la saturación del suelo.
Mosca (San Francisco de Mosca) 41	Área sujeta a deslizamiento. Corona de deslizamiento formada al suroeste del pueblo desde 1944 con indicios de reactivación, el mismo que se encuentra en el cuerpo de un deslizamiento antiguo. Reactivación en el lado de cancha deportiva, corona podría reactivarse y dar origen a un deslizamiento que afectaría al pueblo.	Poblado. Filtraciones y deslizamientos de pequeña magnitud en el entorno.	Reforestación de las laderas.
Cariapampa (Cayrán) 42	Inundaciones y erosión fluvial. Colmatación de cauce de la quebrada Cuchihuasi con material gravo arenoso y bolones, al subir en nivel de la quebrada puede inundar tramo de carretera y viviendas ubicadas cerca del cauce. Procesos de erosión fluvial en la margen izquierda de la quebrada.	Ante una lluvia intensa se puede producir inundaciones en la zona que afectarían las viviendas ubicadas cerca del cauce de la quebrada.	Colocar defensas ribereñas en ambos márgenes y encauzamiento, realizar trabajos de limpieza y descolmatación del cauce.
Pillcomarca (Pillcomarca) 43	Inundaciones excepcionales. Terrenos bajos inundables, conformados por terrazas del río Huallaga, son afectados por subidas del nivel del río.	Subidas del nivel del río Huallaga pueden afectar los terrenos de cultivo ubicados en las zonas inundables.	Realizar trabajos de encauzamiento del río Huallaga, colocar defensas ribereñas.



Foto N° 48 Vista de las quebradas Jactay, Tingoragra-Rondos y La Florida. Áreas potenciales para generación de huaycos que afectarían un importante sector de la localidad de Huánuco. En la foto derecha el sector de Huayopampa, vulnerable a las inundaciones.



Foto N° 49 Sector de Umpayoc (Churubamba). Dos vistas del área afectada por flujo de tierra lento, cuyo avance compromete trocha carrozable y terrenos de cultivo. Movimientos se incrementan hacia las caras libres, como se aprecia en la vista izquierda.



Foto N° 50 Sector de Quisqui. Área susceptible a deslizamientos y derrumbes que afectan tramo de la carretera Huánuco La Unión y terrenos de cultivo y pastoreo.



Foto N° 51 Sector Chullay, taludes de carretera de fuerte pendiente y con ausencia de vegetación, sujetos a derrumbes periódicos. Zona inestable que afecta tramo de carretera a Margos.

Cuadro 10.9
Zonas críticas por peligros geológicos en la provincia de Lauricocha

Sector (Distrito)	Descripción y observaciones geológicas	Vulnerabilidad y/o daños ocasionados	Recomendaciones
44 Cordillera Huayhuash (ladera este) (Queropalca)	Aludes que pueden provocar aluviones. Aluvión de Queropalca obstruyó parte del pueblo (1998). También podrían discurrir por quebrada Carhuacocha, río Nupe y por el río Janca-Nupe. Agrietamientos en el glaciar este en el nevado de Yerupajá; retroceso glaciar.	Efectos de aluvión de Huayllapa llegaron hasta el sector de Baños.	Encauzamiento del río y construcción de defensas con gabiones o enrocados para mitigar efectos de flujos menores.
45 Laguna Carhuacocha-Baños (Queropalca, Baños)	Aluvión. Restos de antiguos y modernos aluviones se observan en el valle, donde se ubican poblados de Queropalca, Concepción, Santa Rosa, Condorcancha, Cochambra, Baños entre otros.	Aluvión de Queropalca del 22/11/98 arrasó con 25 viviendas, escuela, posta médica, colegio secundario y pastos naturales. Tramo de carretera.	Presencia de glaciares colgados con agrietamiento transversal intenso. Frentes de hielo con retroceso glaciar.
46 Jivia-Contán (Jivia)	Área sujeta a deslizamiento, huaycos, reptación de suelos y erosión de laderas. Laderas removidas, evidencia de movimientos lentos; incluso compromete rocas metamórficas muy alteradas y fracturadas.	Carretera en algunos tramos; pastos y cultivos en secano.	
47 Corián (Jesús)	Área sujeta a deslizamientos y flujos. Deslizamientos activos.	Afecta carretera Jesús-Cauri en tramo de 200 m.	Estudios específicos, cambio de ruta.
48 Cauri-Punqui-Marcachacra (Jesús)	Deslizamientos, erosión de laderas, reptación de suelos y huaycos. Antiguo deslizamiento reactivado por sectores. Zona inestable.	Afecta caminos vecinales, pastos y terrenos de cultivo de secano.	Zona Arqueológica de Huayla, sector Jahual.
49 Quebrada Chinchasragra (San Francisco de Asís)	Movimientos complejos, derrumbes, deslizamientos y flujos. Escarpas de deslizamiento sucesivas, que producen el asentamiento de material hacia la quebrada. Derrumbes hacia la cara; materiales sueltos son acarreados como huaycos.	Afecta 30 m de carretera hacia Caramarca, también pastizales.	Forestar las laderas superiores.



Foto N° 52 Localidad de Baños, ubicada en el valle del río Nupe, afectada por inundación y erosión fluvial; se observan en sus márgenes restos de antiguos aluviones. (Foto L. Fidei).

Cuadro 10.10
Zonas críticas por peligros geológicos en la provincia de Leoncio Prado

Sector (Distrito)	Áreas sujetas a /comentario geodinámico	Vulnerabilidad y/o daños ocasionados	Recomendaciones
Tingo María - Afilador (Tingo María) 50	Erosión fluvial e inundaciones excepcionales. Procesos de erosión fluvial en ambas márgenes del río Huallaga en una longitud de 2 km en la ciudad de Tingo María, también en el sector de Afilador.	Ante lluvias intensas puede intensificarse el fenómeno y afectar las viviendas y terrenos de cultivo ubicados cerca del cauce.	Se han colocado enrocados en el sector de Afilador a la margen derecha del río Huallaga, se hace necesaria la colocación de gaviones en zonas vulnerables. Muros de concreto en ambas márgenes del río frente a la ciudad de Tingo María.
Parque Nacional Tingo María (Rupa Rupa) 51	Erosión fluvial. El río Monzón incide sobre su margen derecha produciendo socavamiento que puede causar pérdidas de terreno por derrumbes, cerca de la zona de acceso al Parque Nacional Tingo María. Huaycos de quebradas afluentes incrementan carga sólida del río.	Ante lluvias intensas el proceso se puede magnificar y afectar los terrenos ubicados a su margen izquierda y también los estribos del puente de acceso a Monzón.	Colocar defensas ribereñas colocando gaviones y enrocados a los estribos del puente.
Las Vegas (Daniel Alomía Robles) 52	Deslizamientos, derrumbes, huaycos y erosión de laderas. Deslizamientos activos que producen la pérdida de terrenos de cultivo, cárcavas y terrenos con <i>bad lands</i> . Avance retrogresivo, que desestabilizan terrenos, los materiales sueltos son acarreados como huaycos y flujos de lodo.	Tramo de 1 600 m de la carretera Tingo María - Aguaytía afectado por los deslizamientos y derrumbes, se puede producir la pérdida de la plataforma de carretera.	Se están realizando trabajos de rehabilitación de la vía por medio de rellenos profundos en la plataforma de carretera con bloques de roca. Se debe mejorar el sistema de drenaje de aguas de precipitación que discurren por las cárcavas.
Quebrada Bella (Rupa Rupa) 53	Erosión fluvial y huaycos. Erosión fluvial en la margen izquierda de la quebrada Bella por la ocurrencia de huaycos periódicos que bajan hacia el río Monzón; afecta estribo derecho de puente y plataforma de carretera.	Afecta puente y tramo de unos 100 de la carretera Tingo María – Monzón.	Realizar trabajos de encauzamiento en la quebrada por medio de la colocación de gaviones en ambas márgenes.
Puerto de Aucayacu (José Crespo y Castillo) 54	Erosión fluvial e inundaciones. Cauce actual del río Huallaga pasa muy cerca de la zona urbana de Aucayacu, zonas inundables en ambas márgenes del río, pueden resultar afectados terrenos de cultivo y algunas viviendas.	Precipitaciones excepcionales pueden provocar la subida del nivel del río Huallaga y afectar las instalaciones del embarcadero y las viviendas próximas al cauce.	Colocar defensas ribereñas por medio de gaviones



Foto N° 53 Sector del "deslizamiento Las Vegas", que afecta un importante tramo de la carretera Tingo María - Pucallpa. El proceso de erosión en cárcavas retrogresivo en ambas vertientes acelera la desestabilización de la carretera periódicamente. Se aprecian además flujos de aguas abajo.



Foto N° 54 Vista del río Hualлага, aguas arriba del puerto de Aucayacu; se distingue una extensa área susceptible a inundaciones ocasionales a excepcionales.

Cuadro 10.11
Zonas críticas por peligros geológicos en la provincia de Marañón

Sector (Distrito)	Áreas sujetas a /comentario geodinámico	Vulnerabilidad y/o daños ocasionados	Recomendaciones ^{II}
Huacrachuco (Huacrachuco) 55	Deslizamientos, derrumbes, erosión fluvial y huaycos. Material de bolonería y grava en el cauce de la quebrada Huagas, también en la quebrada Mataragra, depositado por huaycos que afectaron el distrito. Deslizamiento antiguo que desvió el cauce de la quebrada. Procesos de erosión fluvial en la margen derecha del río Huacrachuco. Deslizamientos en talud superior de carretera y en la margen derecha del río Huacrachuco que afectaron instalaciones de la CC.HH de Huacrachuco. Reactivaciones de deslizamientos en laderas frente a Huacrachuco, así mismo puede afectar tres viviendas ubicadas hacia abajo.	Los huaycos que discurrieron por ambas quebradas afectaron unas 37 viviendas en total, terrenos de cultivo, 20 m de canal, dos puentes y causó además 4 muertes. Viviendas ubicadas cerca de los cauces de quebradas pueden ser afectadas por nuevos huaycos, así como una subida del nivel del río Huacrachuco podría afectar y hacer colapsar un puente de concreto que lo cruza.	Se han realizado trabajos de encauzamiento de las quebradas con muros de concreto. Se debe reubicar viviendas que se encuentran cerca del cauce de quebradas y prohibir la construcción de otras nuevas.
Casapatayo -Asay (Huacrachuco -Marañón) 56	Deslizamientos. Topografía escalonada, reactivación de escarpas de deslizamiento pequeñas, derrumbes hacia la cara libre de cárcavas. Asentamientos en terrenos de cultivo, formación de oconales y bofedales.	Afecta tramo de 400 y 600 en la carretera a Huacrachuco, también puede afectar unas ocho viviendas en Casapatayo y 20 en Asay, terrenos de cultivo e infraestructura de riesgo en el cuerpo del deslizamiento.	Se debe realizar trabajos de reforestación de laderas.
Quebrada Potrero (Huacrachuco) 57	Deslizamientos y huaycos. Depósito de material de aluvión antiguo a ambas márgenes de quebrada Potrero, afectada por deslizamientos, este material puede ser acarreado generando huayco de gran dimensión.	La generación de un huayco puede interrumpir el tránsito hacia el distrito de Huacrachuco.	Colocar badén en la carretera.
Purhuayzillo (Huacrachuco) 58	Huaycos. Tramo de 2,5 km de la carretera de acceso a Huacrachuco, es cortado por flujos de detritos y huaycos por sectores, los cuales bajan desde chorreras y quebradas, depositándose a manera de abanicos.	Afecta varios sectores de la carretera de acceso a Huacrachuco en un tramo de 2,5 km.	Colocar badenes y limpiar los cauces de quebradas.
Quebrada Chumacpampa (Huacrachuco) 59	Huaycos. Quebrada con abundante material proluvial en el cauce, presencia de derrumbes hacia su cara libre en la parte alta de la quebrada, el último huayco depositó gran cantidad de material proluvial en forma de abanico, que destruyó la carretera de acceso a Huacrachuco.	Afectó 800 m de la carretera a Huacrachuco, se ha tenido que hacer una variante provisional por el valle del río Huacrachuco. Otro huayco de similares dimensiones puede afectar esta variante de la carretera.	Se debe variar el trazo de carretera, tratar de encauzar la quebrada y limpiar el material dejado por el huayco.
Rancapunco (Huacrachuco) 60	Deslizamientos. Deslizamientos traslacionales que muestran varias escarpas semicirculares, escalonamientos y "camellonamientos" en la plataforma de carretera.	Afecta tramo de 2 kilómetros de carretera en construcción hacia San Pedro de Chonta.	En ladera inferior de la carretera se ha reforestado con eucaliptos. Necesita forestar talud superior y colocar drenajes.



Foto N° 55 Vista de un sector de Huacrachuco que muestran la susceptibilidad a la ocurrencia de huaycos y erosión fluvial. Depósitos de huaycos recientes que cruzan el poblado, causaron cuatro muertes y seis viviendas afectadas.



Foto N° 56 Sector de Chumacpampa, frecuentemente ocurren huaycos que interrumpen un tramo de la carretera a Huacrachuco y anexos



Foto N° 57 Deslizamiento activo en el sector de Rancapunco, carretera Huacrachuco - San Pedro de Chonta (en construcción). Se ha reforestado en la ladera.

CONCLUSIONES

1. La región Huánuco, con características particulares de geografía, climas variados en su entorno, complejidad geológico-estructural y características geomorfológicas variadas, presenta una frecuencia de peligros geológicos, en comparación a otras áreas del país, marcada por la ocurrencia de inundaciones y erosión fluvial en los valles interandinos y en su transición a la selva baja, procesos asociados de movimientos en masa en las laderas (deslizamientos, huaycos y derrumbes) y áreas periglaciares (aluviones), ligados a la actividad climática y sísmica. Los eventos prehistóricos de movimientos en masa identificados en la morfología de la región, así como procesos de fuerte deglaciación en las partes altas, corroboran la geodinámica de esta área en el pasado reciente. La ocupación y crecimiento paulatino de las ciudades en los valles y laderas por del hombre, aumentan en muchos casos la frecuencia en la recurrencia de eventos de carácter desastroso.
2. El trabajo de inventario de peligros (840 ocurrencias), muestra una mayor ocurrencia de deslizamientos (32,2 %), seguido de desprendimientos de rocas y derrumbes (19,1 %), flujos de detritos (17,8 %), erosión de laderas (13,2 %), erosión fluvial e inundaciones (11,3 %), movimientos complejos (5,2 %), reptaciones (1,2 %) y vuelcos. Muchos de los eventos de movimientos en masa identificados, han sido reconocidos en las fotografías aéreas de 1962, sin embargo un porcentaje importante de las ocurrencias, tanto por su topografía (escarpes y cuerpos deslizados) y la vegetación involucrada, evidencian una actividad más reciente y un potencial de peligro alto.
3. Sólo para los movimientos en masa (incluyendo la erosión de laderas como un proceso que desencadena otros movimientos en masa; 745 ocurrencias), los deslizamientos ocupan el primer lugar (36,4 %), seguido de caídas (21,2 %), flujos (17,8 %), erosión de laderas (13,2 %), complejos (5,9 %) y reptaciones (1,3 %).
4. Considerando los peligros que han generado o provocarían daños (ocasionados o probables), éstos representan un 30 % del total de peligros inventariados, y en orden de ocurrencia en la región están primero los flujos (74), derrumbes (52), deslizamientos (52), erosiones fluviales e inundaciones en (ambas suman 50), erosión de laderas (10), movimientos complejos (9), un alud y un vuelco.
5. Se ha reconocido muchos eventos de deslizamientos y flujos de detritos antiguos, que represaron los valles de los ríos Marañón y Huallaga, de edad prehistórica a histórica, con dimensiones considerables en algunos casos, que controlan la morfología actual de estos valles. Ejemplos de ellos son los aluviones en el sector de Pinra – quebrada Chocchián frente a la localidad de Huacaybamba (Marañón) y los depósitos de las quebradas entre Ambo y la desembocadura del río Chinobamba, algunos probablemente asociados a rompimientos de diques morrénicos de lagunas glaciares (Huallaga). Por actividad glaciar (aludes o avalanchas) se circunscriben a la Cordillera de Huayhuash y Raura, como los que afectaron la población de Queropalca y un sector de las instalaciones de la mina Raura. Se tiene registros de tres aluviones en la edad histórica: Rumichaca (1907), Laguna Niño Perdido (1962), Gangrajanca-Queropalca (1988).
6. En el análisis de susceptibilidad a los movimientos en masa, el peso de los factores condicionantes considerados son: litología (35 %), pendientes (25 %), geomorfología (15 %), hidrogeología (15 %), cobertura vegetal y uso de suelo (10 %). El mapa de susceptibilidad a los movimientos en masa, nos muestra un alto y muy alto grado de susceptibilidad en el sector occidental de la región. Su distribución mayor está sobre el macizo del Complejo Marañón extendido con dirección NO-SE correspondiendo a los valles del Marañón (entre Rondos y San Buenaventura) y Huallaga (entre San Rafael y Chaglla, valles superiores del Monzón y Chontabamba y Chinchao) y algunos sectores al noreste de Tingo María. Entre las zonas de alta susceptibilidad destacan los sectores de Panao, valle del río Higuera, sector de Huacrachuco y franjas alineadas de la Faja Subandina al este y oeste de Tingo María-Aucayacu, Codo del Pozuzo y Montaña de Sira, colinas estructurales alineadas entre La Unión y Queropalca y, algunos sectores deforestados al oeste de Puerto Inca y Yuyapichis). Los peligros geológicos inventariados se ubican en las zonas de muy alta y alta susceptibilidad a los movimientos en masa, lo cual valida el mapa.

7. Las unidades de muy alta y alta susceptibilidad a los movimientos en masa son: litología (esquistos y micaesquistos, depósitos coluviales y conglomerados, areniscas y lodolitas; areniscas, limoarcillitas y lodolitas, filitas y pizarras); pendientes (15° a 25°; 25° a 45°); geomorfología (abanicos deluvio coluviales, depósitos de deslizamiento, detritos de vertiente y montañas glaciares; montañas con moderada a fuerte pendiente y con moderada pendiente); unidades hidrogeológicas (areniscas, lutitas; lutitas y lutitas carbonosas, esquistos, micaesquistos, gneis, filitas y pizarras; lodolitas, limonitas, limoarcillitas y rocas intrusivas); cobertura vegetal (pajonal y césped de puna y vegetación de zonas húmedas; matorral húmedo, bosque húmedo de montañas y zonas urbanas).
8. El mapa de susceptibilidad a inundaciones y erosión fluvial, nos muestra que las áreas de Alta Susceptibilidad corresponden a la llanura de inundación periódica a ocasional de los ríos principales en las cuencas de los ríos: Huallaga (entre Huácar y Santa María del Valle, valle del Monzón, Tingo María, Aucayacu hacia aguas abajo y río Tulumayo, así como de los afluentes los ríos Higueras, Huertas y Chontabamba); Pachitea (Codo del Pozuzo y entre Yuyapichis y su desembocadura al Ucayali); Marañón (algunos sectores de la cuenca superior entre Cauri y Jesús y por sectores en el valle del río Vizcarra; áreas de inundación normal se presentan en el valle encajonado aguas abajo de Huacaybamba). Estas áreas Incluyen zonas urbanas y asentamientos urbanos ubicados dentro de las áreas de inundación normal a excepcional (sectores de Huánuco, Tingo María, Huácar, Ambo, La Unión, entre otros), terrenos de cultivo, vías de comunicación incluyendo un sector del aeropuerto de Huánuco y de Tingo María.
9. La zonificación de la amenaza a los movimientos en masa, utilizando las precipitaciones acumuladas para años normales como detonante (además de la aceleración sísmica), destaca zonas de muy alta amenaza distribuidas en áreas de muy alta a alta susceptibilidad, ubicadas en el valle del río Marañón (entre Chavín de Parí y Arancay); sectores de la cuenca del Huallaga (valles de los ríos Pumachaca y Chinchao, sector de San Rafael y entre Santa María del Valle, Molinos, Pano y Chaglla); asimismo, en zonas de alta y moderada susceptibilidad en una franja longitudinal NNO-SSE al este de Aucayacu-Tingo María-Chaglla y en una franja discontinua N-S entre Puerto Inca y Yuyapichis. Con presencia de El Niño, la distribución areal de zonas de muy alta amenaza es mayor en el lado occidental de la región (oeste de Llata), así como en una franja en el sector central de la región (este de Huánuco y Tingo María). Incluyen en este caso los sectores de la cuenca media del río Vizcarra (entre La Unión y Tingo Chico), y entre Chavinillo, Llata, Singa, Chavín de Parí, Huacaybamba y Chontabamba (río Marañón), y un sector del valle de Huacrachuco. Se encuentran también los valles medios-superiores de los ríos Pumachaca, Chinchao y Monzón, un sector importante entre Huánuco y Chaglla (en la cuenca del Huallaga), así como el sector comprendido entre Pumahuasi y Aucayacu; Otra zona importante se distribuye en una franja longitudinal NNO-SSE al este de Aucayacu-Tingo María-Chaglla, y en una franja discontinua NS entre Puerto Inca y Yuyapichis; un sector aislado al este de Aucayacu).
10. Un gran porcentaje de la población (más del 51 %), se encuentra ubicada en áreas considerados como ciudades (caso de Huánuco, La Unión-Ripán, Tingo María, Ambo y asentamientos urbanos como Llata, Aucayacu, Huacrachuco), las cuales han experimentado una expansión importante en las últimas décadas. Los problemas en relacionan a la vulnerabilidad, son la falta de planificación y ordenamiento del territorio rural (no urbano), como de expansión urbana, (ocupación de áreas susceptibles a los peligros), que permitan el uso adecuado del suelo.
11. La evaluación de campo en la infraestructura, centros poblados y zonas críticas, validadas además con los mapas de amenaza a los movimientos en masa elaborados, determinó, por sus características de potencialidad del peligro y vulnerabilidad asociada, un total de 60 zonas críticas. Resaltan en impotancia las áreas de: Tecte, San Rafael, San Juan de Cashayo y tramos de carretera entre Ambo y San Rafael y entre Ambo-Huácar-Yanahuanca (peligros de derrumbes, huaycos, deslizamientos, movimientos complejos e inundaciones); quebradas Tingoragra-Rondos, Jactay, La Florida y LLicua adyacentes a la ciudad de Huánuco y Huayopampa (erosión en cárcavas, deslizamientos y flujos e inundaciones), áreas adyacentes a la localidad de La Unión y Ripan, carretera La Unión-Huallanca (erosión de laderas, derrumbes y flujos de detritos), sector Afilador-Tingo María y Aucayacu (inundaciones y erosión fluvial), localidad de Huacrachuco y su carretera de acceso (huaycos), sector Pinra, Huacaybamba (deslizamientos y movimientos complejos), Las Vegas (deslizamientos y carcavamiento), Queropalca (aluviones), entre otras.
12. La pobreza, analfabetismo, una urbanización acelerada centrada en la ciudad de Huánuco, así como vacíos humanos importantes hacen muy vulnerables las poblaciones ante las amenazas naturales.

BIBLIOGRAFÍA

- AGENCIA SUIZA PARA EL DESARROLLO Y LA COOPERACIÓN (COSUDE) & PREVAC (2002) - *Instrumentos de apoyo para el análisis y la gestión de riesgos naturales en el ámbito municipal de Nicaragua: guía para el especialista* (en línea). Proyecto: Apoyo local para el análisis y manejo de los riesgos naturales (ALARN). Managua: COSUDE, 46 p. (Consulta: mayo 2006), disponible en Internet: <http://www.prevac.org.ni/Desc_Manuales/Guia_Especial.pdf>
- AGUILAR, V. & MENDOZA, D. (2002) - *Aproximación a un modelo de susceptibilidad a movimientos de masa en el eje cafetero, Colombia*. Tesis Ing. Civil. Univ. del Valle, Fac. Ingeniería, Cali, 214 p.
- ALVA, J.E.; MENESES, J. & GUZMÁN, V. (1984) - *Distribución de máximas intensidades sísmicas observadas en el Perú* (en línea). Ponencia presentada en el V Congreso Nacional de Ingeniería Civil, 12-18 noviembre 1984. Lima: CISMID, 11 p. (consulta: mayo 2006), disponible en Internet: <http://www.cismid-uni.org/p_acelerograf/descargas/dmi.pdf>
- ALLENDE, T. (1996) - Geología del cuadrángulo de San Pedro de Chonta. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 68, 220 p.
- ASKEW, B. & ALGERMISSEN, S.T., eds. (1985) - *Catálogo de Terremotos para América del Sur. Perú: Datos de hipocentros e intensidades*. Lima: Centro Regional de Sismología para América del Sur (CERESIS), Proyecto SISRA, vol. 7, 3 t.
- BERNAL, I. & TÁVERA, H. (2002) - *Geodinámica, sismicidad y energía sísmica en Perú*. Lima: Instituto Geofísico del Perú, 63 p.
- CAHILL, T.A. & ISACKS, B.L. (1991) - Seismicity and shape of the subducted Nazca plate. *Journal of Geophysical Research*, 97(B12): 17503-17529.
- CASAVARDE, L. & VARGAS, J. (1980) - Zonificación sísmica del Perú. En: Seminario Latinoamericano de Ingeniería Sísmo Resistente, 2, Lima. Lima: OEA y Pont. Univ. Católica del Perú.
- CASTILLO, J. (1993) - *Peligro sísmico en el Perú*. Tesis, Fac. Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima.
- CASTRO, E., et al. (2001) - *Evaluación del riesgo por fenómenos de remoción en masa: guía metodológica para zonificaciones de amenazas por fenómenos de remoción en masa desde una perspectiva regional, y estimación de pérdidas físicas probables*. Bogotá: INGEOMINAS y Escuela Colombiana de Ingeniería, 163 p.
- CGS CONSULTORES ASOCIADOS (1997) - Geología de los cuadrángulos de Codo del Pozuzo y Río Palcazu. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 88, 144 p.
- COBBING, E.J., et al. (1996) - Geología de los cuadrángulos de Huaraz, Recuay, La Unión, Chiquián y Yanahuanca. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 76, 297 p.
- COBBING, E.J.; QUISPESIVANA, L. & PAZ, M. (1996) - Geología de los cuadrángulos de Ambo, Cerro de Pasco y Ondores. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 77, 238 p.
- CORNELL, C.A. (1968) - Engineering seismic risk analysis. *Bull. Seismological Society of America*, 58(5): 1583-1606.
- COROMINAS, J. (1988) - Criterios para la confección de mapas de peligrosidad de movimientos de ladera. En: Ayala, F.J.; Durán, J.J. & Peinado, T., eds., *Riesgos Geológicos*. Madrid: IGME, p. 193-201.
- DE LA CRUZ, J.; VALENCIA, M. & BOULANGGER, E. (1996) - Geología de los cuadrángulos de Aguaytía, Panao y Pozuzo. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 80, 134 p.
- DE LA CRUZ, J.; LARA, M. & RAYMUNDO, T. (1997) - Geología de los cuadrángulos de San Alejandro, Santa Rosa,

- Río Nova y Puerto Inca. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 98, 117 p.
- DENSMORE, L. & HOVIUS, N. (2000) - Topographic fingerprints of bedrock landslides. *Geology*, 28(4): 371-374.
- DÍAZ, G., et al (1998) - Geología de los cuadrángulos de Tocache y Uchiza. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 126, 235 p.
- DUQUE, E.G. & ESCOBAR, C.E (2001) - Manual de geología para ingenieros (en línea). Disponible en Internet: <<http://www.geocities.com/manualgeo>>
- GOBIERNO REGIONAL DE HUÁNUCO (2004) - *Estudio de Base «Plan regional de prevención y atención de desastres*. Huánuco: Gobierno Regional Huanuco, Subgerencia de Defensa Civil.
- GONZÁLEZ, A. & MILLÁN, J. (1999) - Procedimiento para la evaluación de la amenaza por fenómenos de remoción en masa en Santafé de Bogotá-Colombia. En: Congreso Panamericano de Mecánica de Suelos e Ingeniería Geotécnica, 11, Foz de Iguazu, Brasil 1999, *Memorias*. Brasilia: Associação Brasileira de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica.
- HUAMANÍ, A. & VALENZUELA, G. (2003) - Aguas termales y minerales en el oriente central del Perú. *INGEMMET, Boletín, Serie D: Estudios Regionales*, 25, 68 p.
- HUNGR, O., et al. (2001) - A review of the classification of landslides of the flow type. *Environmental & Engineering Geoscience*, 7(3): 221-238.
- INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (2001) - *Geomorfología y susceptibilidad a la inundación del valle fluvial del Magdalena: Sector Barrancabermeja – Bocas de Ceniza* (en línea). Bogotá: IDEAM, Subdirección de Geomorfología y Suelos, 68 p. Disponible en Internet: <<http://www.ideam.gov.co/publica/RíoMagdalena/geomagdalena2.pdf>>
- INSTITUTO GEOFÍSICO DEL PERÚ (2004) - *Catálogo sísmico preliminar para el período 1900-2004: sismología, datos de intensidades sísmicas* (CD-ROM). Lima: Instituto Geofísico del Perú, Centro Nacional de Datos Geofísicos.
- INSTITUTO NACIONAL DE DESARROLLO URBANO (1998) - *Estudio ambiental y riesgo de desastres en la ciudad de Huánuco*. Convenio entre la Municipalidad Provincial de Huánuco y el Instituto Nacional de Desarrollo Urbano (INADUR), junio de 1998. Lima: INADUR.
- INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL (1995-2006) - *Estadísticas de emergencias* (en línea). Lima: INDECI. (Consulta: mayo 2006), Disponible en Internet: <http://www.indeci.gob.pe/estadisticas/banco_datos.htm>
- INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL (2002) - *Compendio estadístico de emergencias 2001* (en línea). Lima: INDECI. (Consulta: mayo 2006), Disponible en Internet: <http://www.indeci.gob.pe/compend_estad_comp_estad2001.htm>
- INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL (2003) - *Compendio estadístico del SINADECI 2002*. Lima: INDECI, 359 p.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA (2005) - Banco de información distrital (en línea). Lima: INEI. (Consulta: mayo 2006), disponible en Internet: <<http://www.inei.gob.pe>>; <<http://www.desa.inei.gob.pe/mapas/bid/>>
- INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES (1995) - *Estudio de reconocimiento del uso del recurso hídrico por los diferentes sectores productivos en el Perú*. Convenio INRENA-PNUD-DDSMS. Lima: INRENA, Dirección General de Aguas y Suelos, 318 p.
- JACAY, J. (1996) - Geología del Cuadrángulo de Singa. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 67, 214 p.
- KEEFER D.K. (1984) - Landslides caused by earthquakes. *Geological Society of America Bulletin*, 95(4): 406-421.
- LEUREYRO, J.; MACHARÉ, J. & SEBRIER, M. (1991) - Actualización del mapa neotectónico del Perú a escala 1:2'000,000. En: Congreso Peruano de Geología, 7, Lima, 1991, *Resúmenes extendidos*. Lima: Sociedad Geológica del Perú, t. 1, p. 23-28.
- MACHARÉ, J., et al. (2003) - *Database and map of Quaternary faults and folds in Peru and its offshore region*. Reston, VA: U.S. Geological Survey, Open-File Report 2003-451, 54 p.
- MARTÍNEZ, W.; VALDIVIA, E. & SÁNCHEZ, J. (1997) - Geología de los cuadrángulos de Nuevo Edén y Puerto Bolívar. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 93, 253 p.
- MARTÍNEZ, W.; VALDIVIA, E. & CUYUBAMBA, V. (1998) - Geología de los cuadrángulos de Aucayacu, Río Santa Ana y Tingo María. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 112, 204 p.

- MAYORGA, R. (2005) - Determinación de umbrales de lluvia detonante de deslizamientos en Colombia. Meteorología Colombiana, (7). Resumen disponible en Internet: <<http://www.geociencias.unal.edu.co/met/met7art17.html>>
- MCGUIRE, R.K. (1976) - *Fortran computer program for seismic risk analysis*. Reston, VA: U.S. Geological Survey, Open-File Report 76-0067, 68 p.
- MEDINA, J. (1991) - *Fenómenos geodinámicos: estudio y medidas de tratamiento*. Lima: Tecnología Intermedia ITDG, 87 p.
- MESA DE CONCERTACIÓN PARA LA LUCHA CONTRA LA POBREZA & CONSEJO TRANSITORIO DE ADMINISTRACIÓN REGIONAL DE HUÁNUCO (2002) - *Plan de desarrollo departamental concertado Huánuco 2003-2021 (versión avanzada)* (en línea). Huánuco: MCLCP & CTAR Huánuco. (Consulta: mayo 2006), disponible en Internet: <http://www.mesadeconcertacion.org.pe/documentos/regional/2003_0299.pdf>
- MORA, S. & VAHRSON, W.G. (1993) - Determinación a priori de la amenaza de deslizamientos utilizando indicadores morfodinámicos. *Rev. Tecnología ICE*, 3(1): 32-42.
- MORALES, B. (1999) - Glaciers of Perú. With sections on the Cordillera Blanca on Landsat imagery and Quelccaya ice cap, by Stephan L. Hastenrath. En: Williams, R.S. & Ferrigno, J.G., eds., *Satellite image atlas of glaciers of the World, Chapter I: Glaciers of South America*. U.S. Geological Survey Professional Paper 1386-I-4, p. 151-179.
- NORSAR, et al. (2001) - *Technical mission to El Salvador, following the January 13 earthquake* (en línea). Report for CEPREDENAC, Panama, Costa Rica, Nicaragua, Honduras, El Salvador and Guatemala. San Salvador, 33 p. (Consulta: mayo 2006), disponible en Internet: <<http://www.ig.utexas.edu/research/projects/honduras/Final.pdf?PHPSESSID=f89c06625356a3b396c2d477d5f2c40>>
- ORDÓÑEZ, J. (2001) - *Análisis hidrometeorológico y aplicación del modelo de simulación IPH-MEN en la cuenca del río Pachitea*. Tesis Maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, 145 p.
- PELLEGRINI, G.B. (2000) - *Note illustrative della carta geomorfologica d'Italia alla scala 1:50.000, foglio 063: Belluno*. Roma: Servizio Geologico d'Italia, 141 p.
- PERÚ. MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS (2006). *Información socioeconómica de Huánuco* (en línea). Lima: Dirección General de Asuntos Económicos y Sociales. (Consulta: agosto 2006), Disponible en Internet: <http://www.mef.gob.pe/DGAES/info_interes/info_departamental/DGAES_info_socioeconomica_Huanuco.ppt#500,45> Información socioeconómica de Huanuco>
- PLAN DE ACCIÓN REGIONAL PARA CENTRO AMERICA (2000) - *Desarrollo de una metodología para la identificación de amenazas y riesgos a deslizamientos en la cuenca del río San Juan, República Dominicana* (en línea). Santo Domingo: RAPCA, 41 p. (Consulta: julio 2006), disponible en Internet: <<http://www.snet.gob.sv/Documentos/rapca/rd/estudio.PDF>>
- QUISPESIVANA, L. (1996) - Geología del cuadrángulo de Huánuco. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 75, 138 p.
- ROBINSON, E.S. (1990) - *Geología física básica*. México: Limusa, 699 p.
- RODRÍGUEZ, C.E.; BOMMER, J.J. & CHANDLER, R.J. (1999) - Earthquake-induced landslides: 1980-1997. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 18(5): 325-346.
- SANTACANA, N. (2001) - *Análisis de la susceptibilidad del terreno a la formación de deslizamientos superficiales y grandes deslizamientos mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica. Aplicación a la cuenca alta del río Llobregat*. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona. También disponible en Internet: <<http://www.tdcat.cesca.es/TDCat-0713101-113341/>>
- SÉBRIER, M., et al. (1982) - *Observaciones acerca de la neotectónica del Perú*. Lima: Instituto Geofísico del Perú, 107 p.
- SERCITEC & GEOINGENIERIA (2002) - *Diagnóstico ambiental de alternativas para la ubicación del parque minero industrial en la provincia de Pedernales*. Santo Domingo: Unidad Corporativa Minera.
- SERVICIO NACIONAL DE ESTUDIOS TERRITORIALES (2004) - *Memoria técnica para el mapa de susceptibilidad de deslizamientos de tierra en El Salvador* (en línea). San Salvador: SNET, 18 p. (Consulta: agosto 2006), Disponible en Internet: <<http://www.snet.gob.sv/Documentos/SusceptMovMasa-ES-SNET-2004.pdf>>
- SERVICIO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN, CAPACITACIÓN E INVESTIGACIÓN PARA LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN (2003) - *Norma técnica de edificación E.030. Diseño sismorresistente* (en línea). Lima,

- SENCICO, 37 p. (Consulta: agosto 2006), disponible en Internet: <http://cip.org.pe/Informacion/Documentos/pub/Norma_N.T.E.030.pdf>
- SILGADO, E. (1978) - Historia de los sismos más notables ocurridos en el Perú (1513-1974). *Instituto de Geología y Minería, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ing. Geológica*, 3, 130 p.
- SITAR, N. & KHAZAI, B. (2001) - Characteristics of seismically induced landslides in recent earthquakes. En: Kuhne, M., et al., eds., *Proceedings of the International Conference on Landslides: Causes, Impacts and Countermeasures*. Essen: Verlag Gluckauf, p. 227-137.
- STEINMÜLLER, K. & HUAMANÍ, A. (1999) - Aguas termales y minerales en el Centro del Perú. *INGEMMET, Boletín, Serie D: Estudios Regionales*, 21, 76 p.
- SUÁREZ, J. (1998) - *Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales*. Bucaramanga: Instituto de Investigaciones sobre Erosión y Deslizamientos, Universidad Industrial de Santander, 548 p.
- TAPIA, G. & LÓPEZ, J. (2001) - Mapeo geomorfológico analítico de la porción central de la Cuenca de México: unidades morfogénicas a escala 1:100,000. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 19(1): 50-65.
- TAVERA, H. & BUFORN, E. (2001) - Source mechanism of earthquakes in Peru. *Journal of Seismology*, 5: 519-539.
- THOMAS, M.F. (1994) - *Geomorphology in the tropics: a study of weathering and denudation in low latitudes*. Chichester: John Wiley, 482 p.
- VARNES, D.J. (1978) - Slope movement types and processes. En: Schuster, R.L. & Krizek, R.J., eds., *Landslides, analysis, and control*. Washington, DC: National Research Council, Transportation Research Special Report 176, p. 11-33.
- VARNES, D.J. (1984) - *Landslide hazard zonation: a review of principles and practice*. Paris: UNESCO, Comisión on Landslides on the IAEG, Natural Hazards Series, 3.
- VILLOTA, H. (1991) - *Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de las tierras*. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 212 p.
- WILLS, C.J. & MCCRINK, T.P. (2002) - Comparing landslide inventories: the map depends on the method. *Environmental & Engineering Geoscience*, 8(4): 279-293.
- WILSON, J.J.; REYES, L. & GARAYAR, J. (1995) - Geología de los cuadrángulos de Pallasca, Tayabamba, Corongo, Pomabamba, Carhuaz y Huari.. Actualizado por la Dirección de la Carta Geológica Nacional. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 60, 79 p.
- ZAMUDIO, Y. & TAVERA, H. (2004) - Análisis temporal de la actividad sísmica en el sur del Perú y sus implicancias tectónicas. En: Congreso Peruano de Geología, 12, Lima, 2004, *Resúmenes extendidos*, Lima: Sociedad Geológica del Perú, p. 328-331.
- ZAVALA, B. (2006) - *Movimientos en masa en las quebradas Jactay, Tingoragra, La Florida y Llicua, y su influencia en la ciudad de Huánuco*, informe inédito. Lima: INGEMMET, 43 p.
- ZAVALA, B. & VÍLCHEZ, M. (2005) - *Zonas críticas por peligros geológicos en la Región Huánuco, reporte preliminar*, informe inédito. Lima: INGEMMET, 38 p.