

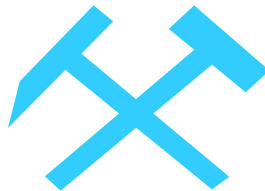
REPÚBLICA DEL PERÚ
SECTOR ENERGÍA Y MINAS

INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO
DIRECCION DE GEOLOGIA AMBIENTAL



**MOVIMIENTOS EN MASA EN LAS QUEBRADAS
JACTAY, TINGORAGRA LA FLORIDA Y LLICUA, Y
SU INFLUENCIA EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO**
(Distritos: Huánuco y Amarilis)

POR:
BILBERTO ZAVALA CARRIÓN



ENERO 2006

MOVIMIENTOS EN MASA EN LAS QUEBRADAS JACTAY, TINGORAGRA LA FLORIDA Y LLICUA, Y SU INFLUENCIA EN LA CIUDAD DE HUANUCO

INDICE

RESUMEN	2
INTRODUCCION.....	3
MARCO GEOGRAFICO, CLIMÁTICO E HIDROLÓGICO	4
MARCO GEOLOGICO	7
METODOLOGIA	10
MOVIMIENTOS EN MASA EN LAS QUEBRADAS JACTAY, TINGORAGRA-RONDOS, LA FLORIDA Y LLICUA	10
EVENTOS HISTÓRICOS	10
INVENTARIO DE MOVIMIENTOS EN MASA	10
QUEBRADA JACTAY:.....	12
QUEBRADA TINGORAGRA - LA FLORIDA.....	15
QUEBRADA LLICUA	34
OTROS PELIGROS IDENTIFICADOS EN EL ÁREA.....	37
DISCUSIONES E INTERPRETACIONES	41
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	42
BIBLIOGRAFÍA.....	43

RELACION DE MAPAS

1. Mapa de Inventario de peligros
2. Mapa Geomorfológico y Procesos Activos

RESUMEN

La ciudad de Huánuco con una población mayor de 150,000 habitantes, está localizada en la Vertiente Oriental Andina, en la zona transicional entre la región altoandina y la selva alta, la cual es drenada de sur a norte por el río Huallaga y limitada por montañas de pendiente moderada a abrupta de donde descienden cursos de agua permanente (río Higuera) y quebradas estacionales en ambos márgenes (Jactay, Tingoragra-Rondos, Florida y Llicua). Las lluvias se presentan generalmente como eventos débiles hasta muy prolongados, alcanzando valores de hasta 40 mm en 24 horas.

La población experimentó un crecimiento acelerado desde 1960 con la ocupación de áreas periféricas de la ciudad (laderas y piedemontes) y terrenos llanos que conforman antiguas y recientes terrazas aluviales, abanicos proluviales de antiguos huaycos (Las Moras, La Florida, Llicua, etc) y vertientes de detritos (San Luis), generalmente susceptibles a la ocurrencia de huaycos.

Geológicamente existen en el área esquistos muy meteorizados y fracturados (foliados), cubiertos por depósitos residuales y coluvio/deluviales superficiales, los cuales condicionan la ocurrencia de deslizamientos, derrumbes y cárcavas; también existen depósitos fluviales, aluviales y proluviales que rellenan el valle.

La ocurrencia de flujos de detritos (huaycos) en las quebradas estudiadas está manifestada por la morfología existente, tratándose de abanicos con pendientes inferiores a 5° y 7°, que controlan el curso actual del río Huallaga. Asimismo muchos procesos de movimientos en masa (deslizamientos y derrumbes) y cárcavamiento reconocidos en las fotografías aéreas de 1962, presentan una actividad más reciente y potencialidad de peligro alta.

Los desastres históricos ocurridos en la ciudad de Huánuco han sido ocasionados principalmente por inundaciones, y en segundo plano destacan pequeños huaycos en la quebrada Llicua, sector de San Luis y Tingoragra-La Florida. Sin embargo según lo observado geomorfológicamente en las microcuencas Jactay, Tingoragra-Rondos, La Florida y Llicua, es posible inferir que los movimientos en masa de gran magnitud (huaycos), ocurrieron de una manera excepcional, no registrada en los últimos 500 años (ocupación histórica de la ciudad), y solo se manifiestan periódicamente como deslizamientos, derrumbes y cárcavas que generan huaycos menores.

Basados en los volúmenes de material disponible erosionable o fácilmente incorporable en la generación de flujos de detritos, estimados en el presente trabajo, las áreas más propensas están ubicadas en la cárcava derecha de la quebrada La Florida y cárcava izquierda de la quebrada Tingoragra-Rondos.

MOVIMIENTOS EN MASA EN LAS QUEBRADAS JACTAY, TINGORAGRA LA FLORIDA Y LLICUA, Y SU INFLUENCIA EN LA CIUDAD DE HUANUCO

INTRODUCCION

La evaluación de peligros por movimientos en masa, es una actividad permanente que realiza la Dirección de Geología Ambiental del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET). Por ello durante el desarrollo del proyecto "**Riesgo Geológico en la Región Huanuco**", creyó conveniente efectuar una evaluación sobre el peligro que representan las quebradas adyacentes a la ciudad de Huanuco, capital de la región, cuyos resultados se presentan en este trabajo.

El área de estudio se encuentra en la Vertiente Oriental Andina, en la zona transicional entre la región altoandina y la selva alta; caracterizado por la presencia del valle interandino del río Huallaga limitado por montañas moderadas a abruptas, jurisdicción de los distritos de Huánuco y Amarilis, provincia de Huanuco a una altitud de 1894 msnm.

El crecimiento acelerado de la ciudad de Huanuco generó a partir de 1960, un proceso de ocupación del suelo hacia áreas periféricas de la ciudad (áreas agrícolas y laderas de vertientes inferiores), surgiendo asentamientos humanos y urbanizaciones de barrios populares, las cuales se localizan en áreas vulnerables, sobre todo aquellas ubicadas en los abanicos de antiguos depósitos de flujos de detritos (huaycos).

Si bien es cierto, la ocurrencia de huaycos de gran magnitud sobre las áreas de expansión urbana mencionadas, no ha sido frecuente en el siglo pasado, la evolución de procesos morfodinámicos en las cabeceras y partes medias de las quebradas estudiadas, podrían generar, tras la ocurrencia de lluvias excepcionales eventos de mayor magnitud, que comprometerían gran parte de la ciudad de Huanuco.

Los resultados que se presentan corresponden al trabajo geológico efectuado entre el 07 y 12 de noviembre del año 2005, la interpretación de imágenes satelitales y fotografías aéreas del año 1963, la revisión de información bibliográfica (geológica, hidrológica), disponible de trabajos anteriores.

Existen trabajos anteriores en el tema de riesgos geológicos de la ciudad, entre los que cabe destacar:

- Estudio Ambiental y Riesgo de Desastres en la ciudad de Huanuco. Convenio entre la Municipalidad provincial de Huanuco y el Instituto Nacional de Desarrollo Urbano (INADUR), en junio de 1998.
- Inspección de Riesgos Geológicos en la ciudad de Huánuco, efectuado por la Dirección de Geotecnia de INGEMMET (DAVILA B., S. & PARI P., W.) en agosto de 1998.
- Trabajos de tesis sobre:
 - Microzonificación sísmica en el distritos de Amarilis (CACHAY C., W., 1992)
 - Microzonificación sísmica en el distrito de Huánuco (VELA S., A., 1992).
 - Proyecto de Factibilidad: Drenaje Pluvial para la ciudad de Huanuco (SALAZAR C., J., 1999).

MARCO GEOGRAFICO, CLIMÁTICO E HIDROLÓGICO

Desde 1940 hasta 1996, la población de la ciudad de Huánuco se incrementó en más de 10 veces, dinámica que indica un alto grado de urbanización. Entre 1981 a 1993 el crecimiento de la población se dio través de ocupación de suelos eriazos y bajo la modalidad de invasión y de asociaciones de vivienda. Solo en 1981 se contaba con menos de cinco asentamientos humanos, en 1993 con 29 y en 1996 la cantidad de asentamientos fue de 35. En 1998 se calculó una población de 146,476 habitantes que ocupan un área de 1011.53 has (Ver Cuadro N° 1), lo cual significa una Densidad Bruta Promedio de 144.81 Hab/Ha., que representa un nivel de concentración poblacional moderadamente alto (INADUR, 1998).

**CUADRO N° 1 :
POBLACION DE LA CIUDAD DE HUANUCO**

AÑO	1940	1961	1972	1981	1993	1998
POBLACION	11996	24,646	41,607	61,812	122,098	146,476
AREA URBANA		203	508	643	892 (1)	1,011.53

El centro urbano antiguo de Huánuco constituyó el primer y más importante núcleo de expansión urbana de la ciudad, la 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 (A.A.HH.), entre ellos Aparicio Pomares, Las Moras, que se localizaron sobre áreas de alto valor agrícola y laderas inferiores de las vertientes de cerros circundantes a la ciudad, principalmente en el sector oeste y noroeste.

En 1998 la ciudad ocupaba un área de 1,011.53 Has, 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 (crecimiento longitudinal), y en las vertientes inferiores (piedemontes y abanicos) de cerros elevados de moderada a fuerte pendiente (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° 2.

CUADRO N° 2 POBLACION VULNERABLE EN AREAS DE PELIGRO POR MOVIMIENTOS EN MASA

SECTOR	POBLACION EN 1998	AREA (HAS)	AFECTADA DIRECTAMENTE
APARICIO POMARES	15,925	14.50	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		22,648

Fuente: INADUR, 1998.

El clima en la región de la Vertiente Oriental del centro de Perú es templado y seco con ciertas variaciones según la estación del año; lluvias torrenciales en los meses de diciembre a abril.

Está influenciada por la masa de aire tropical marítima que se origina en el área de baja latitud del Océano Atlántico y llega a las laderas orientales de los Andes provocando fuertes lluvias sobre las laderas de las montañas que miran al Este.

Las precipitaciones pluviales mensuales para el período lluvioso (septiembre a mayo) son del orden de 13 a 72 mm, con máximos valores entre diciembre y abril (valores máximos en febrero) y meses relativamente secos entre junio y agosto (4 a 6 mm).

El análisis de los registros de precipitaciones mensuales en la Estación Corpac muestra los siguientes valores promedio, desviación estándar, máximos y mínimos (Ver Cuadro N° 3), para el período 1962-1998.

CUADRO N° 3
PRECIPITACIONES MENSUALES EN LA ESTACION CORPAC (1962-1998).

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
PROMEDIO	49,24	72,39	60,56	29,9	10,68	4,21	3,64	5,94	13,16	32,29	47,04	50,44	373,76
D.STANDARD	25,93	33,12	30,38	20,46	10,60	7,44	4,78	8,85	12,06	29,54	26,19	28,96	95,13
MAXIMO	95,90	164,10	129,00	70,00	34,00	30,00	19,00	41,00	52,60	109,00	133,30	169,30	549,20
MINIMO	0,30	16,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,80	12,00	110,10

Fuente: SALAZAR C., A., 1999.

Las lluvias, suelen presentarse en magnitud como eventos débiles hasta muy violentos y prolongados, pudiendo alcanzar valores de hasta 40 mm en 24 horas (Ver Cuadro 4).

Un análisis sobre probabilidad de precipitaciones máximas en 24 horas, calculado por varios métodos se presenta en el Cuadro N° 5.

CUADRO N° 4
PRECIPITACIONES MAXIMAS EN 24 HORAS

AÑO	PRECIPITACION	AÑO	PRECIPITACION (mm)
1962		1981	
1963		1982	
1964	26,70	1983	
1965	19,50	1984	
1966	25,50	1985	
1967	40,00	1986	
1968	20,40	1987	25,00
1969	27,40	1988	22,00
1970	20,00	1989	21,00
1971	15,10	1990	27,00
1972	16,50	1991	25,00
1973	26,10	1992	
1974	25,60	1993	37,00
1975	29,20	1994	29,00
1976	16,00	1995	31,80
1977	31,40	1996	21,00
1978	15,80	1997	20,00
1979	40,00	1998	24,00
1980			

Fuente: Tomado de SALAZAR C., A., 1999.

CUADRO N° 5
VALORES COMPARATIVOS DE PRECIPITACIONES MAXIMAS EN 24 HORAS

PERIODOS DE RETORNO	PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)			
	GUMBEL	SENAHMI	PEARSON	PROMEDIO
2	27,01	25,57	24,19	25,59
5	33,65	31,45	29,33	31,48
10	38,04	37,03	33,68	36,25
25	43,59	45,12	37,85	42,19
50	47,70	51,51	40,76	46,66

Fuente: Tomado de SALAZAR C., A., 1999.

El principal eje de drenaje lo constituye el río Huallaga, el cual discurre en dirección promedio sur-norte. Su característica principal, es el color de sus aguas en el período lluvioso, definido por ser ocre (rojizo), que evidencia la carga de sedimentos en suspensión que acarrea y la naturaleza de los materiales que erosiona e incorpora en sus márgenes, principalmente de las zonas de Ambo y San Rafael (Alto Huallaga). Ocupa un lecho pedregoso con un ancho entre 15 a 60 m, limitado por terrazas entre 2 y 5 m de altura con vegetación ribereña matorral y arbórea.

Hacia el río Huallaga, en el tramo estudiado, discurren cursos de agua de régimen mas o menos permanente (río Higuera), así como cursos de agua de régimen estacional y torrentoso (quebradas Himaragra, Llicua, Jactay, Tingoragra-Rondos, La Florida y Esperanza). Los registros de caudales para el río Higuera entre 1964 y 1979 dan cuenta de valores promedio de 2,2 a 4,9 m³/seg entre mayo y octubre (mínimos en agosto) y entre 6,6 y 14 m³/seg (máximos en marzo).

MARCO GEOLOGICO

Geomorfológicamente la ciudad de Huánuco se emplaza sobre un valle fluvial maduro, de fondo plano, curso divagante del río Huallaga y un tributario principal el río Higuera, algo encajonado por la ocupación tanto urbana y agrícola, en su tramo final.

La población se asienta sobre terrenos llanos que conforman antiguas terrazas de gran espesor en la confluencia del río Higuera (Ejm.: sector Marabamba), dos a tres niveles de terrazas aluviales entre el sector de Pillcopata al sur y Huayupampa al norte; abanicos con pendiente inferior a 5° de las quebradas Himaragra, Llicua y La Esperanza (margen derecha) y Huancachupa, Jactay, Tingoragra-Rondos-La Florida (margen izquierda), limitada por una cerros de moderada a fuerte pendiente compuestos por detritos de vertiente, rocas metamórficas alteradas de los cerros Pilcomocho, Cruz Punta, San Cristóbal, Jactay y Huatupa, que generan suelos residuales y morfologías redondeadas con desarrollo escaso de terrenos de cultivo y pastizales.

Geológicamente el substrato rocoso del área se compone de rocas antiguas del Complejo Marañón, constituidas litológicamente por esquistos cuarzo-micáceos a esquistos cuarzo-muscovíticos, de color gris plateado a gris rojizo por alteración (QUISPEIVANA, L., 1996). Se presentan generalmente con discontinuidades de fractura y foliación, muchas veces muy meteorizados, generando un suelo residual en algunos casos de regular espesor. Hacia el sector oeste, valle de Higuera en los sectores de Marabamba y cerro Pillco Mozo se tienen afloramientos de rocas intrusivas (tonalitas y granodioritas), cuya meteorización genera un suelo arenoso.

Los depósitos superficiales recientes están caracterizados por la presencia de depósitos fluviales, aluviales, proluviales, coluvio-deluviales y residuales, los cuales se describen a continuación:

Depósitos fluviales: Constituyen el cauce actual del río Huallaga e Higuera, materiales gravo arenosos superficiales, sueltos removidos periódicamente durante las avenidas estacionales formando playas y barras longitudinales. Tanto el curso del río Huallaga e Higuera ha variado en algunos sectores notablemente.

Depósitos aluviales: Lo conforman las terrazas o depósitos ubicados indistintamente a ambos márgenes al río Huallaga. Se pueden diferenciar claramente tres niveles de terrazas, entre Pillcopata y Huayabamba, presentándose terrenos amplios ocupados por la ciudad misma, terrenos de cultivo paulatinamente desarrollados como habilitaciones urbanas. Las terrazas más antiguas que evidencian la dinámica antigua del río Huallaga y afluentes la conforman las terrazas altas disectadas que se extienden desde la zona de Tomayquichua (aguas arriba y hacia el sur del área de estudio) y que en el sector analizado corresponden a las zonas de Marabamba y Pilcomayo así como algunos remanentes en el sector frente a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán (margen derecha) y en Pampa Blanca.

Un segundo nivel se diferencia en el sector frente a Pillcomarca (margen izquierda) y entre Paucarbamba y el Puente Calicanto (margen derecha). Un tercer nivel, de mayor extensión corresponde a una terraza más inferior con ligera inclinación hacia el río, ocupada en gran parte por la ciudad de Huánuco, desembocadura del río Higuera y en el sector de Huayupampa hacia el norte, la cual en parte es una terraza inundable.

Los depósitos descritos en la margen izquierda a lo largo de la ciudad (VELA S., A., 1992) se tratan de niveles superficiales de consistencia media de arcillas limosas, limos inorgánicos, arenas arcillosas a limosas; debajo estratos de arenas con gravas sueltas y escasos bolos aislados. Hacia la margen derecha, sector de Paucarbambilla es más o menos similar alcanzando el suelo superficial hasta 2 m de espesor, encima de depósitos de gravas sueltas con bloques aislados (CACHAY C., W., 1992).

Depósitos proluviales: Lo componen los depósitos de abanico de las quebradas que descienden hacia el río Huallaga, y conforman huaycos antiguos. En el tramo de valle estudiado se distinguen dos abanicos principales, el de la quebrada Tingoragra-Rondos-La Florida amplio más antiguo diferenciándose en las fotografías aéreas hasta tres eventos o flujos de detritos.

Los suelos de estos depósitos incluyen una mezcla de gravas subangulosas en una matriz limoarenosa, caóticos como se muestra en las Fotos . Corresponden

localmente al suelo de fundación de Puellas, AA. HH. Las Moras, La Florida, Leoncio Prado, Ignacio Arbulú Pineda y San Felipe, Urbanizaciones Primavera y Las Flores. Investigaciones Geofísicas realizadas por INGEMMET (DAVILA B., S. & PARI P., W., 1998) en los sectores de Puellas y Las Moras, con sondajes eléctricos verticales indican espesores de depósitos de huaycos antiguos del orden de 35 a 53 m, diferenciando depósitos poco compactos (huaycos recientes) y depósitos compactos (huaycos antiguos).

El abanico de Llicua segundo en extensión, presenta un flujo antiguo de gran dimensión cuyo depósito alcanza un espesor mayor de 50 m, cuyas terrazas originadas por erosión son ocupadas por asentamientos humanos en ambas márgenes. Un depósito más reciente con desviación importante del curso del río Huallaga y pendiente ligeramente inclinada (menor a 5°) y ocupada ampliamente por los asentamientos humanos de Llicua.

Los depósitos varían entre gravas subangulosos a subredondeados con fragmentos de esquistos en una matriz arenosa limosa (Urb. Leoncio Prado), algo compactos en estado seco.

Asimismo los límites norte y sur del área de estudio corresponden a depósitos proluviales, como es el caso del abanico del sector de Esperanza (al norte) y el de Pacán hacia el sur¹.

Depósitos coluvio-deluviales: Mezcla de materiales inconsolidados ubicados en las vertientes de los cerros, emplazados en sus partes medias e inferiores. Se cartografían como depósitos de vertiente o vertiente de detritos, mostrando cierta inclinación hacia el valle, y son una mezcla de clastos angulosos a subangulosos dentro de una matriz limoarcillosa. Es posible encontrar mezcla de estos con depósitos residuales. Localmente se pueden diferenciar con mayor extensión en el sector este de Amarilis (San Luis), así como las vertientes inferiores sobre la carretera hacia el Aeropuerto de Huánuco.

Depósitos residuales: La presencia de suelo residual está ligada a la meteorización de los esquistos, cuyo desarrollo se manifiesta en las áreas aprovechadas como terrenos agrícolas y pastoreo, tanto en las cabeceras y partes medias superiores de las quebradas de Jactay, Tingoragra (sectores de Rondos, Nauyán y Queracocha) y Llicua (Llicua Alta), cuyo suelo es gravo limoso a gravo arcilloso, medianamente denso, muy permeable².

¹ Los depósitos observados en campo y a través de la fotointerpretación, principalmente los de la quebrada Esperanza, muestran características de depósitos fluvioglaciares, con geoformas de "camellones alargados"; estos controlan el drenaje actual de esta cuenca.

² Para la delimitación de esta unidad se utilizó el criterio de diferenciación por uso de suelo agrícola en las vertientes. Es posible que en algunos casos estos suelos hayan sido removidos localmente.

METODOLOGIA

Para la evaluación de peligro geológico de movimientos en masa se han efectuado los siguientes trabajos:

- Revisión de la información bibliográfica existente, tanto de trabajos técnicos como tesis de universidades.
- Preparación de mapa topográfico base con información del IGN (1963) e INADUR (1998).
 - Interpretación de fotos aéreas del año 1963 (vuelos altos y bajos).
 - Cartografía geodinámica convencional e inventario de movimientos en masa in situ a escala 1:25,000, con toma de datos morfométricos.
 - Toma de fotografías digitales y videos de las áreas con movimientos en masa y zonas críticas.
 - Caracterización litológica de los materiales en las quebradas estudiadas (substrato y depósitos superficiales) con ayuda de información de la carta geológica nacional, fotos aéreas y trabajo de campo.
 - Elaboración de mapas de inventario de movimientos en masa, mapa de pendientes y geomorfológico y procesos activos.

MOVIMIENTOS EN MASA EN LAS QUEBRADAS JACTAY, TINGORAGRA-RONDOS, LA FLORIDA Y LLICUA

En este acápite describimos las principales ocurrencias de procesos de deslizamientos, derrumbes, erosión en cárcavas y huaycos, identificados en las quebradas Jactay, Tingoragra, La Florida y LLicua. Se mencionan su tipología, dimensiones, material involucrado, estado o potencialidad del peligro, etc.

EVENTOS HISTÓRICOS

Se reportan los siguientes eventos que afectaron sectores aledaños a la ciudad de Huánuco (Ver Cuadro N° 6) los cuales se describen en los reportes de emergencias en el país (INDECI, 1996, 2000 y 2003), información del Diario El Comercio entre 1910 -1989 (PREDES, 1990) así como de nuestra Base de Datos (INGEMMET, 1997)³.

INVENTARIO DE MOVIMIENTOS EN MASA

Se efectuó una cartografía e inventario de peligros de movimientos en masa así como hidrológicos (inundaciones, etc.) a escala 1:25,000, cuya distribución se muestra en el Mapa N° 1.

³ Si bien es cierto la información no es muy detallada para el caso de movimientos en masa, se interpretan los procesos por las características descritas.

CUADRO N° 6 EVENTOS HISTÓRICOS QUE AFECTARON LA CIUDAD DE HUÁNUCO Y ALREDEDORES

FECHA	EVENTO	DAÑOS OCASIONADOS
30/12/1927	Inundación	Desborde del río Huallaga. Destrucción de la localidad, casas y cultivos arrasados en su mayor parte por la crecida del río.
27/01/1988	Inundación ⁴	Desbordes del río Huallaga inundan 20 casas y sembríos
07/02/1994	Inundación	Más de 400 familias damnificadas, a raíz que se produjo el desborde del río Huallaga
09/11/1995 ⁵	Fuertes lluvias ocasionaron huaycos pequeños por las quebradas en los sectores 3 y 4 del AA. HH. San Luis (Amarilis)	16 viviendas destruidas, 26 afectadas y 300 damnificados. Interrupción de los jirones Mantaro, Santiago y las Av. José Carlos Mariategui, Esteban Pabletich en el sector 3 y la Av. Ricardo Palma en el sector 4. 20 personas heridas y 4 fallecidas. Colapso de tuberías de agua y desagüe en ambos sectores
26/09/1999	Desborde de laguna en el sector de Jatunpozo (centro poblado de Jancao), generó un huayco aguas abajo ⁶ .	570 personas damnificadas, 40 hectáreas de cultivos destruidos, y puente carrozable y dos peatonales destruidos, 48 viviendas destruidas y 27 afectadas en el sector inferior (Esperanza).
14/11/2001	Huayco en el distrito de Amarilis	21 viviendas destruidas y 48 afectadas en Amarilis; 206 damnificados y 2 heridos
03/01/2002	Huayco en Colpa Baja	Intensas lluvias generaron un huayco que destruyó dos viviendas y 5 hectáreas de hortalizas; 14 damnificados.
17/05/2002	Lluvias intensas en la localidad de Santo Domingo de Nauyán	40 familias damnificadas y 40 casas afectadas

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

⁴ Esta inundación probablemente puede estar relacionada al sector de Huayopampa.

⁵ Este mismo año se registraron flujos a lo largo de la quebrada Tingoragra.

⁶ Por las versiones obtenidas en campo se asocia al huayco en el sector de Esperanza.

Para un mejor entendimiento de los procesos de movimientos en masa diferenciados en el área, así como el permitir expresar su potencialidad de riesgo, dividimos al área de estudio en tres sectores o quebradas principales (lado oeste); para el caso de las quebradas Tingoragra - La Florida por presentar complejidad en sus cuencas se describirán en forma separada. En el lado este de la ciudad se describe la microcuenca de la quebrada Llicua.

La distribución de procesos activos movimientos en masa, erosión fluvial y de laderas, se muestra en el Mapa N° 2.

QUEBRADA JACTAY:

La quebrada Jactay está ubicada en el sector oeste de Huánuco y es la cuenca de menor extensión entre las cuatro microcuencas analizadas, con altitudes entre 1900 y 2700 msnm.

La pendiente de los terrenos varía entre 15° y 32° mientras que la pendiente del cauce principal entre 5° y 17°. La cuenca presenta una forma más o menos triangular, con tres canales principales que confluyen formando un cauce angosto, en promedio de 8 a 10 m, cuya parte inferior se utiliza como vía de acceso a las poblaciones ubicadas en las laderas de Jactay.

La litología predominantemente de la zona son esquistos micáceos, que por meteorización generan un suelo rojizo, pedregoso con matriz arcillosa.

La vegetación es escasa con algunos arbustos, pastos naturales y fundos muy pequeños con cultivos (Ver Foto N° 1).

En esta quebrada se ha podido identificar tres procesos de movimientos en masa activos, un depósito de huayco antiguo y el peligro potencial de huaycos excepcionales:

Depósito de huayco antiguo: Corresponden al cono de deyección ubicado al pie de las vertientes del cerro Jactay.

En la zona de Pampa Blanca se diferencia un depósito aluvial antiguo (terrazza antigua) con pendiente entre 8 a 10° y cuyo frente del depósito presenta una pendiente pronunciada con altura promedio de 50 m. A su costado se aprecia un pequeño abanico que presenta un área de 330 x 180 m, con una inclinación de 8° y un espesor promedio de 10 m., vale decir un volumen de material aproximado de 594000 m³.



Foto N° 1 Vista panorámica de la quebrada Jactay, donde se distinguen los procesos de cárcavas y deslizamientos activos, así como la ocupación del suelo. Se distingue en la parte inferior de la foto el sector de Pampa Blanca, remanente de una terraza aluvial antigua disectada.

Deslizamientos traslacionales (Fichas 1, 2 y 3): Se trata de tres deslizamientos activos ubicados en la cárcava derecha y centro de la cuenca, que presentan escarpas o asentamientos de terreno de forma semicircular a recta en dirección cara libre a la cárcava (Ver Foto N° 1 y 2).



Foto N° 2: Vista hacia el norte que muestra una zona de deslizamiento activo en la margen izquierda de la quebrada Jactay. Nótese el tipo de suelo residual aprovechado por áreas de pastos y cultivos.

Los saltos de terreno en los deslizamientos varían entre 1 y 5 m. Las áreas y volúmenes aproximados en las zonas afectadas, así como su potencialidad de peligro se resumen a continuación:

FICHA	AREA (m ²)	ESPELOR/ALTURA	VOLUMEN (m ³)	POTENCIALIDAD
1*	14,400	10	216,000	Baja
2	600	15	9,000	Baja
3	12,000	15	180,000	Media
	27,000		405,000	

(*) Los números de ficha indicados están referidos en el mapa N° 1.

Huaycos excepcionales: Esta quebrada se activa ocasionalmente con lluvias normales originando flujos de lodo e inundaciones aguas abajo, sin embargo la presencia de deslizamientos traslacionales, en su parte media descritos representan zonas de aporte de material detrítico de posibles huaycos a lo largo del cauce de la quebrada hacia las zonas de asentamientos humanos ubicados aguas abajo, así como inundaciones pluviales hacia el sector de Laguna, en la margen izquierda del río Higuera.

QUEBRADA TINGORAGRA - LA FLORIDA

Es la cuenca más amplia de las tres y presenta dos microcuencas Tingoragra-Rondos y La Florida y colinda con la quebrada de Jactay a través de una cresta redondeada formada por el cerro Santa Rosa, con altitudes entre 1900 y 3950 msnm.

La microcuenca de Tingoragra-Rondos presenta tres cárcavas muy desarrolladas tanto en suelo residual como en substrato rocoso, donde se han inventariado 14 ocurrencias de movimientos en masa, entre derrumbes, deslizamientos, cárcavamiento y flujos de detritos (Ver Foto N° 3).



Foto N° 3 Vista de la quebrada Tingoragra-Rondos donde se pueden apreciar los procesos de deslizamientos y derrumbes en las tres cárcavas principales. En la parte inferior de la foto el sector de Puelles, un terreno ligeramente inclinado que representa un abanico antiguo ocupado por una importante población.

Las pendientes en sus laderas oscilan entre 12° y 32° (localmente las paredes o caras hacia las quebradas presentan pendientes mayores a 50°). El cauce en las cárcavas varía entre 17° y 23° (parte media a superior) y entre 3° y 6° (parte inferior), presentando cauces angostos entre 15 a 20 m.

La litología predominantemente (al igual que en las otras áreas estudiadas) esta compuesta por esquistos micáceos, que por meteorización generan un suelo rojizo, pedregoso, denso a medianamente denso, con matriz arcillosa, en algunos sectores de mayor espesor. La vegetación es escasa con algunos arbustos, pastos naturales y cultivos sobre todo en la parte superior (Rondos); algunos sectores afectados por erosión presentan reforestación en sus laderas.

Los procesos de movimientos en masa identificados son activos, tratándose de deslizamientos de tipo traslacional y derrumbes en las márgenes de las cárcavas, carcavamiento, así como el peligro potencial de huaycos excepcionales.

Huaycos: En las fotografías aéreas de 1962 se pueden diferenciar hasta tres eventos principales que controlan la morfología del abanico y del cauce actual del río Huallaga (Ver Mapa N° 1).

El abanico mayor corresponde al flujo de detritos de mayor dimensión que se abre desde el sector de Puellas con una ligera pendiente hacia el río. Arealmente ocupa una superficie aproximada de 1000 m en la dirección del flujo y un ancho de hasta 1200 m, cuyo pie ha sido cortado por el río Huallaga, presentando este último un tramo recto. Su disposición areal sugiere un aporte de la quebrada Puellas.

Posteriormente un depósito de huayco más reciente, de menor dimensión y distribuido hacia el sur, generó una desviación del cauce del Huallaga, ocupando un área aproximada de 450 x 400 m.

Más recientemente y cortando el abanico anterior, formando terrazas en ambas márgenes, se distingue un cono de flujo menor presentando un pequeño abanico (200 x 250 m)⁷.

Depósitos de huaycos ocurridos en las últimas décadas se pueden apreciar en el cauce actual de la quebrada, desde la avenida Huallayco hacia aguas arriba en el sector de Puellas. En este sector el ancho la quebrada (totalmente encauzada), varía de 15 a 17 m y muros de concreto de 4 a 5 m de altura, y los huaycos suelen ser ocasionales a periódicos en la estación lluviosa (Ver Foto N° 4). En la parte media de la quebrada (aguas arriba de Puellas), también son identificables depósitos de huayco en el cauce y márgenes de la quebrada (Foto N° 5).

⁷ Aunque no es claro en las fotografías aéreas, es posible que el depósito de éste huayco contenga aporte de material de la quebrada La Florida.



Foto N° 4 Vista de la confluencia de las quebradas Tingoragra y La Florida, aguas arriba de la avenida Huallayco. Se distingue el material reciente de los últimos huaycos.



Foto N° 5 Vista aguas abajo de la quebrada Tingoragra. Se aprecian niveles o terrazas de origen proluvial (huaycos), superficiales, superiores a los 2 m.



Foto N° 6 Deslizamiento que afecta el sustrato rocoso, proceso identificado en la parte media-inferior de la quebrada Tingoragra.

Se aprecian además desviaciones parciales del cauce de la quebrada. Particularmente el evento identificado como número 27 (Foto N° 9) presenta un comportamiento complejo con desplazamientos en dos direcciones (longitudinal y transversal).

Las áreas y volúmenes aproximados calculados de las zonas afectadas, a partir de la cartografía geomorfológica, su potencialidad⁸ se resumen a continuación:

FICHA	AREA (m ²)	ESPESOR/ALTURA (m)	VOLUMEN (m ³)	POTENCIALIDAD
5	14000	16	224000	Baja
6	10000	15	150000	Baja
8	2000	15	30000	Baja
11	24000	20	480000	Alta
12	15000	20	320000	Media
15	8400	18	151200	Alta
26	10800	25	270000	Alta
27	22400	20	448000	Muy Alta
28	6000	20	120000	Baja
30	9000	15	135000	Baja
	121600		2328200	

Es bueno precisar que muchos de los procesos identificados en este sector presentan reactivaciones recientes, no precisadas, pero relativamente de 2, 10 y

⁸ La potencialidad expresada cualitativamente, se refiere principalmente en la incorporación como material detrítico para la generación de flujos de detritos (huaycos).

hasta 20 años atrás⁹; esto expresado en el carácter de la morfología en las escarpas, la vegetación existente en el cuerpo y alrededores.

Ejemplos adicionales de estos procesos descritos se muestran en las fotografías 7, 8, 9, 10 y 11.



Foto N° 7 Deslizamiento que afecta tramo de la trocha hacia Rondos y Nauyán. Nótese el cabalgamiento y agrietamiento en la carretera y los asentamientos en ambas márgenes (cárcava izquierda quebrada Tingoragra-Rondos).



Foto N° 8 Escarpas de deslizamiento sucesivas traslacionales y longitudinales en la cárcava izquierda de la quebrada Tingoragra-Rondos).

⁹ La precisión de ello no fue posible por no contar con una secuencia de fotos aéreas de diferentes años, para estimar la recurrencia y avance de los deslizamientos.



Foto N° 9 Deslizamiento traslacional en la cárcava derecha de la quebrada Tingoragra-Rondos; apréciese los saltos de terreno así como la naturaleza del proceso activo, donde involucra un suelo pedregoso..



Foto N° 10 Escarpas de deslizamiento longitudinales en la cárcava izquierda de la quebrada Tingoragra-Rondos que involucra suelo residual. La vegetación es escasa con arbustos y pastos naturales.



Foto N° 11 Vista aguas arriba en la cárcava central de la quebrada Tingoragra-Rondos que muestra una zona de deslizamiento complejo con movimientos longitudinales y transversales al carcavamiento.

Derrumbes: Fichas 4, 25 y 29. Indistintamente a los deslizamientos, en las márgenes de las cárcavas, suelen presentarse zonas de arranque irregulares, sin planos de deslizamiento claros, involucrando sectores del substrato metamórfico fracturado (Ver Foto N° 12) y meteorizado como suelos residuales, superficiales; algunas veces se encuentran en forma combinada con los deslizamientos, principalmente en las caras libres hacia las quebradas.



Foto N° 12 Vista aguas abajo en la cárcava izquierda de la quebrada Tingoragra, con procesos de derrumbes que involucran substrato meteorizado.

Se identificó tres sectores principales cuyas dimensiones se detalla a continuación:

FICHA	AREA (m ²)	ESPESOR/ALTURA (m)	VOLUMEN (m ³)	POTENCIALIDAD
4	9600	15	144000	Baja
25	12000	10	120000	Baja
29	9000	8	72000	Baja
	30600		336000	

Carcavamiento: Fichas 7, 16 y 17. La parte descrita en este sector presenta tres cárcavas principales que en planta presenta anchos entre márgenes de 50-90 m, con secciones en "V", cortando secuencias metamórficas muy alteradas y suelos residuales, cuya evolución es observable en las fotos aéreas de 1962. Algunas cárcavas más recientes se han cartografiado e involucran suelos residuales arcillosos, generalmente en terrenos con poca vegetación y pendiente pronunciada afectando trocha carrozable (Ver Foto N° 13), sin embargo en el sector de Rondos las cárcavas y surcos disectan terrenos con menor pendiente y ocupados por terrenos agrícolas.



Foto N° 13 Vista hacia el suroeste sobre la trocha carrozable entre Rondos y Nauyán. Nótese el proceso de erosión en surcos y cárcavas sobre las laderas con suelo residual.

La microcuenca de La Florida, presenta también tres cárcavas muy desarrolladas tanto en suelo residual como en substrato rocoso, siendo la parte central mas disectada (Ver Foto N° 14). Se registraron en el campo 15 ocurrencias de movimientos en masa, entre derrumbes, deslizamientos (traslacionales y rotacionales), cárcavamiento y huaycos.

Las pendientes en las laderas oscilan entre 10° y 30° (muy localmente las paredes o caras hacia las quebradas presentan pendientes mayores a 35° y 50°). El cauce en las cárcavas varía entre 8° y 17° (parte media a superior) y entre 3° y 7° (parte inferior y abanico), presentando cauces angostos entre 15 a 20 m.

Predominantemente afloran esquistos micáceos, que por meteorización generan un suelo residual rojizo, pedregoso con matriz arcillosa, en algunos sectores de mayor espesor, medianamente denso a denso, permeable.

La vegetación es escasa con algunos arbustos nativos (pencas) y pastos naturales y escasos cultivos sobre todo en la parte media.

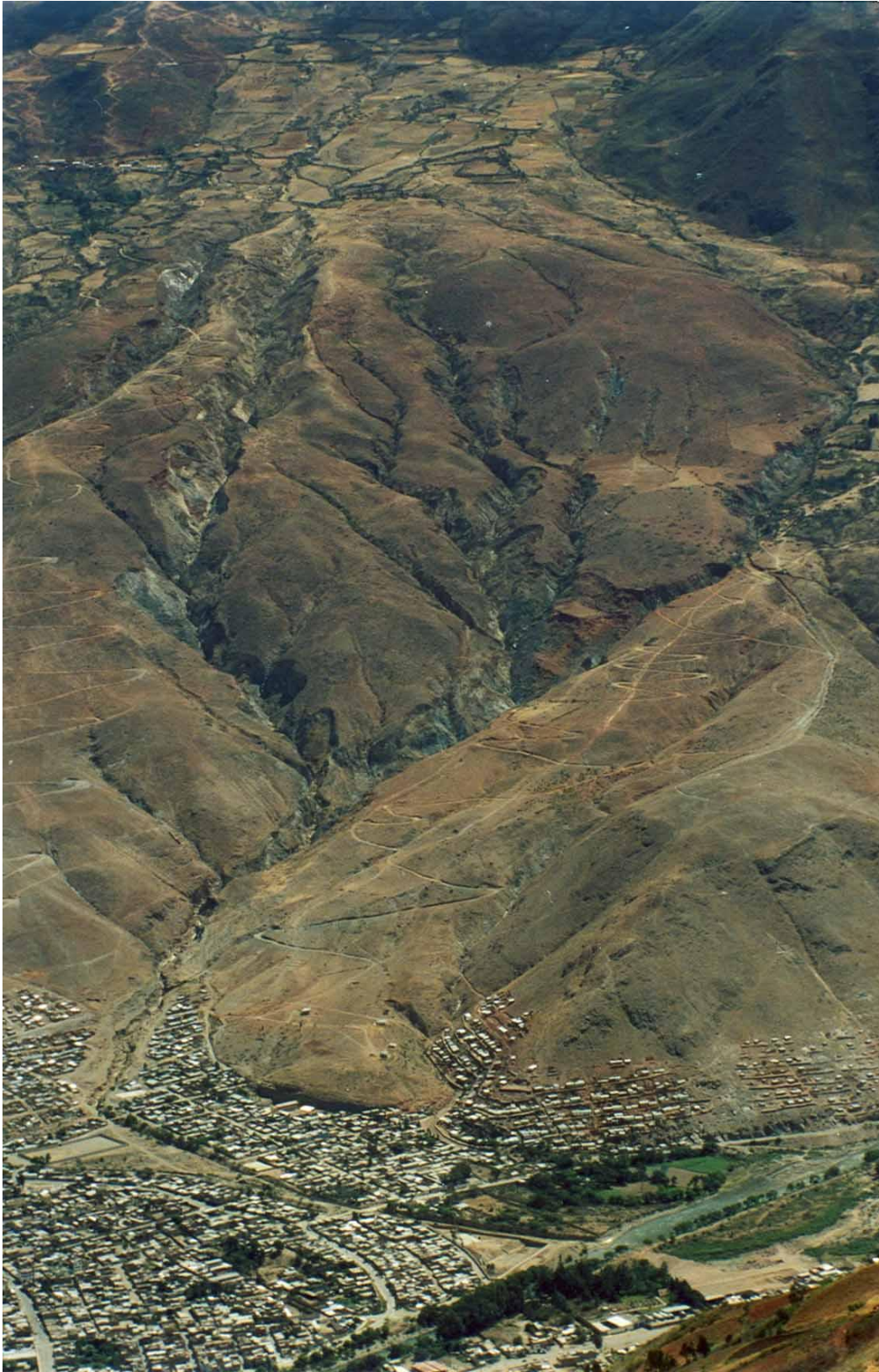


Foto N° 14 Vista de la quebrada La Florida donde se aprecia una mayor erosión en la parte central; derrumbes y deslizamientos son apreciados en sus márgenes. En la parte inferior derecha de la foto el sector de Huayopampa, susceptible a inundaciones.

En el inventario de movimientos en masa se registraron 16 eventos entre activos e inactivos, tratándose de deslizamientos de tipo traslacional (9) y rotacional (1), derrumbes en las márgenes de las cárcavas (1), carcavamiento (2), así como el peligro potencial de huaycos excepcionales (1). Se identificó una avalancha de detritos en la cuenca superior.

Deslizamientos traslacionales: Fichas 9, 10, 21, 22, 23, 32, 33, 34. Se presentan longitudinalmente en la dirección de las cárcavas con dimensiones entre 100 y 250 metros lineales y también algunos de forma transversal (Fotos N° 15, 16, 17 y 18). Algunos deslizamientos tienen una componente compleja (traslacional/rotacional).

A continuación se detallan las dimensiones estimadas de estos procesos, así como su potencialidad de peligro:

FICHA	AREA (m ²)	ESPESOR/ALTURA (m)	VOLUMEN (m ³)	POTENCIALIDAD
9	7000	12	84000	Baja
10	3000	10	30000	Baja
21	7500	15	112500	Alta
22	3850	12	46200	Media
23	1800	10	18000	Baja
32	12000	18	216000	Media
33	9000	10	90000	Baja
34	4200	12	50400	Media
	48350		647100	

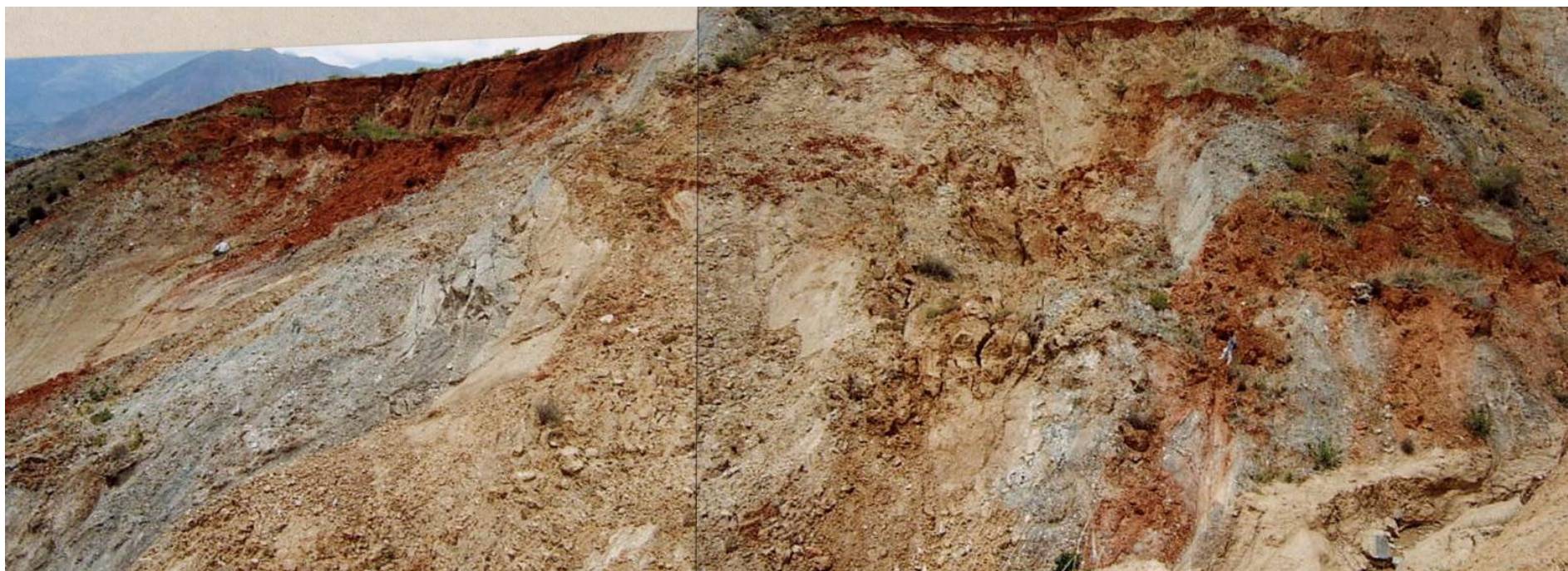


Foto N° 15 Deslizamiento traslacional en la cárcava derecha de la quebrada La Florida. Asentamientos de terreno muy recientes, agrietamientos y empujes de terreno hacia la quebrada. En el lado inferior derecho de la foto la quebrada presenta un cauce angosto y depósitos de remoción por huayco.



Foto N° 16 Deslizamiento complejo que muestra movimiento rotacional y traslacional, cárcava central de la quebrada La Florida.



Foto N° 17 Deslizamiento traslacional que muestra movimientos frescos de material con obstrucción y desviación del cauce de la quebrada La Florida (lado izquierdo y centro).



Foto N° 18 Deslizamiento en la cárcava izquierda de la quebrada La Florida. Saltos de terreno recientes transversales a la cárcava principal.

Deslizamientos Rotacionales: Fichas 13 y 14. Se distinguen dos procesos en la cárcava izquierda con potencial de peligro alto y reactivaciones frescas (1 o dos años atrás). En ambos casos existe una obstrucción importante del cauce de la quebrada, saltos discontinuos y asentamientos de terreno, con agrietamientos y avance retrogresivo (Fotos 19 y 20), así como gran cantidad de material inestable a suelto que podría ser removido e incorporado en la generación de huaycos a lo largo de esta quebrada.

FICHA	AREA (m ²)	ESPESOR/ALTURA (m)	VOLUMEN (m ³)	POTENCIALIDAD
13	10500	18	189000	Muy Alta
14	11250	16	180000	Alta
	21750		369000	

Al analizar las áreas y volúmenes calculados para ambos casos (deslizamientos traslacionales y rotacionales), se puede ver la presencia de un importante volumen de material detrítico siendo este superior al millón de metros cúbicos, el cual en un gran porcentaje proviene de la cárcava derecha de la quebrada La Florida.



Foto N° 19 Vista panorámica de un deslizamiento rotacional en la cárcava derecha de la quebrada La Florida. Se aprecia claramente el salto principal, la naturaleza del 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° 20 Ejemplo de otro deslizamiento de tipo rotacional en la cárcava derecha de la quebrada La Florida. Se aprecia la superficie de deslizamiento cóncava así como aparentemente, procesos de asentamientos de hace algunos años con reactivaciones recientes en la cara libre a la quebrada. Zona con alto potencial para generación de huaycos.

Huayco La Florida: Ficha 35. En la parte inferior de la quebrada se puede apreciar la porción de un abanico proluvial disectado, donde la quebrada presenta un cauce estrecho, poco profundo en cuyas márgenes se ubican los AA. HH. de La Florida y Leoncio Prado (Fotos N° 21 y 22). En este sector se aprecia la naturaleza del material de huayco, la dimensión de los bloques arrastrados por un flujo antiguo.



Foto N° 21 Vista aguas debajo de la quebrada La Florida donde se muestra el abanico de un huayco antiguo ocupado por asentamientos humanos en ambas márgenes.



Foto N° 22 Sector del AA. HH. Leoncio Prado Ampliación donde se aprecia la morfometría de los depósitos y el tamaño de los bloques arrastrados por huaycos antiguos.

A lo largo de la quebrada (sector medio) se puede distinguir material de flujo reciente proveniente de los deslizamientos en sus márgenes (Ver Foto 23), cuya altura está entre 1.50 a 2.00 m, englobando bloques de roca con diámetros de 1.00 a 1.50 m en una matriz arcillo-limosa, así como obstrucciones en el cauce (Ver Fotos N° 24),



Fotos 23 y 24 Vista del sector medio de la quebrada La Florida (cárcava derecha), donde se puede apreciar material de huayco reciente en las paredes y fondo del cauce, así como la naturaleza de estos. Este material podría ser removido u arrastrado con una lluvia fuerte. En este sector existe un área inestable grande (deslizamientos), que podría ser incorporada, generando un flujo de gran dimensión.

QUEBRADA LLICUA

La microcuenca de la quebrada Llicua se ubica al este de la ciudad de Huánuco y presenta una forma más o menos alargada, desarrollada entre los 1900 y 3450 msnm (Foto N° 25). Sus laderas presentan una pendiente moderada a fuerte con inclinaciones entre 25° y 40°. La pendiente del cauce en la cárcava principal oscila entre 16° y 26° en el tramo superior mientras que en el abanico se tiene pendientes entre 4° y 7°.



Foto N° 25 Vista de la quebrada Llicua, donde se distingue la pendiente fuerte de sus laderas, y los depósitos de remoción más antiguos afectados por erosión, así como la ocupación antrópica de su abanico.

Afloran en su ámbito esquistos micáceos, que por meteorización generan un suelo pedregoso con matriz arcillosa, de color rojizo, en algunos sectores con mayor espesor, medianamente denso a denso, permeable.

La vegetación es escasa con algunos arbustos y pastos naturales, sin embargo hacia el sector de Llicua alta, se tienen mayores áreas de cultivo y pastizales.

En esta microcuenca se diferencian depósitos de huaycos antiguos, carcavamiento intenso así como un deslizamiento antiguo en la margen izquierda (cerro San Cristóbal).

Huaycos en la quebrada Llicua y otros movimientos en masa identificados: En las fotos aéreas se distinguen dos depósitos de huayco antiguos. El más antiguo se muestra como un depósito proluvial masivo, muy disectado formando cárcavas y bloques piramidales por erosión pluvial. Su espesor varía entre 25 a 40 metros.

Otro evento más reciente que corta a los depósitos antiguos forma un abanico amplio con una longitud máxima en el eje principal cerca de 650 m y un ancho de 750 m, que controla la dirección del cauce del río Huallaga en este sector.

El cauce actual de la quebrada es angosto con 10 a 15 m de ancho y profundo, que presenta dos a tres ramales hacia aguas arriba (Foto N° 26); uno de ellos más pequeño baja por el sector del AA HH Canteras de Llicua, en el cual se está construyendo un muro de contención o defensa. El cauce principal desciende por el lado izquierdo del abanico el cual se encuentra encauzado en la parte inferior (Ver Foto N° 27).



Foto N° 26 Vista de la quebrada Llicua aguas abajo donde se aprecia el cauce principal angosto de la quebrada que corta depósitos de huayco antiguos; hacia el fondo parte del abanico.



Foto N° 27 Vista aguas arriba de la quebrada Llicua desde la carretera a Tingo María, la cual se ha encauzado en su tramo final.

Un evento reconocido en la margen izquierda de la quebrada corresponde a un deslizamiento traslacional antiguo (Foto N° 28)



Foto N° 28 Vista de una escarpa semicircular de un deslizamiento antiguo en la ladera del cerro San Cristóbal. Se aprecian escarpas o saltos secundarios.

OTROS PELIGROS IDENTIFICADOS EN EL ÁREA

Considerando el ámbito del área de estudio se pueden mencionar además los siguientes procesos geodinámicos:

Huayco en la quebrada La Esperanza: La quebrada Esperanza (Pumarinri) presenta un extenso abanico originado por un huayco de gran magnitud que controla la morfología del valle del río Huallaga. Un flujo reciente (1999), que afectó un promedio de 60 viviendas en el caserío de Jancas y hubo dos muertes, así como interrupción en la carretera a Tingo María¹⁰. La morfología cartografiada evidencia hasta tres eventos de huaycos antiguos que bajaron por esta quebrada.

En el área aún se puede distinguir el material de huayco con bloques de roca de hasta 2 m de diámetro y el sector de reboce del flujo (Foto N° 29). La versión de los pobladores y los datos encontrados destacan el desborde de una laguna en la cuenca superior de donde se inició el flujo, generando daños aguas abajo.



Foto N° 29 Vista aguas arriba del sector de La Esperanza donde se distingue la curva en el cauce de la quebrada que produjo un huayco reciente.

Huaycos en la carretera hacia el Aeropuerto: La erosión y los derrumbes en las cárcavas existentes en la vertiente oeste, entre Huayopampa y Chunapampa, genera ocasionalmente, en el período de lluvias, una serie de huaycos pequeños que cortan en varios tramos la carretera que conduce de Huánuco hacia el Aeropuerto, donde existen varios badenes, así como algunas viviendas (Foto N° 30). En el mapa geomorfológico se diferencian abanicos de huaycos antiguos como también depósitos de vertiente entremezclados que evidencian la actividad con flujos provenientes de estas laderas.

¹⁰ Hacia aguas arriba este huayco afectó puente de piedra del sector de Cachuna, el cual ha sido reconstruido.



Foto N° 30 Material de huayco en el badén sobre la carretera al Aeropuerto.

Inundaciones y Erosión Fluvial ocasionales a excepcionales por desbordes del río Huallaga: Los sectores de Huayopampa (al norte) así como entre aguas arriba de Pillcomarca (Cuartel del ejército) y la Universidad de Huánuco, por su morfología son frecuentemente afectados por inundaciones y erosión fluvial. Estas áreas donde la ocupación urbana ha encajonado el río, colocándose defensas con enrocados y muros de tierra, tanto viviendas como terrenos de cultivo ubicadas sobre terrazas bajas del río Huallaga son susceptibles. (Ver Fotos N° 14, 31 y 32).



Foto N° 31 Vista aguas abajo del río Huallaga en el sector de la Universidad de Huánuco, cauce divagante, encajonado susceptible a inundaciones excepcionales y erosión fluvial.



Foto N° 32 Sector de Pillcomarca, terraza baja susceptible a inundaciones excepcionales a ocasionales.

Otro sector susceptible a inundaciones excepcionales, por su morfología corresponde a las riberas bajas adyacentes al río Higuera, en el sector comprendido aguas abajo de Kotosh y la desembocadura al río Huallaga

Flujos de lodo en el sector de San Luis: La erosión lineal y en surcos en las vertientes de detritos al este de Amarilis (sector del cerro San Cristóbal), generan en la temporada de lluvias flujos de lodo que afectan las viviendas ubicadas en la parte inferior, como los ocurridos el año 1995.

Huaycos cerca a Kotosh: En el Km 4+000 de la carretera a La Unión (Foto N° 33), periódicamente ocurren huaycos que afectan un tramo de 150 m de la carretera. En este sector se distingue el depósito de un huayco de mayor dimensión el cual produjo una desviación del cauce del río Higuera cuya área es de 350 x 500 m. Gran parte de la ladera en este sector presenta problemas de cárcavas en el sector superior.



Foto N° 33 Tramo de la carretera Huánuco-La Unión frecuentemente afectada por huaycos que interrumpen el tráfico normal.

Erosión de laderas: Cárcavas y surcos en las laderas del cerro Jactay que afectan trocha carrozable hacia el caserío de Chacmapampa (Foto N° 34). En este sector se aprecia una gran cobertura de suelo residual muy susceptible a la erosión pluvial.



Foto N° 34 Vista hacia el oeste sobre la trocha carrozable Jactay-Chacmapampa, afectada por surcos y cárcavas. En este sector se tiene un espesor de suelo residual importante.

DISCUSIONES E INTERPRETACIONES

Muchos de los eventos geodinámicos descritos, en las cuatro microcuencas estudiadas, han sido reconocidos en las fotografías aéreas de 1962, sin embargo un porcentaje importante de las ocurrencias de movimientos en masa, tanto por su topografía (escarpes y cuerpos deslizados) y la vegetación involucrada evidencian una actividad más reciente, y un potencial de peligro alto.

Los reportes y trabajos existentes no dan cuenta de la ocurrencia de un huayco histórico de gran magnitud en el área estudiada, sin embargo si se pueden mencionar la ocurrencia de flujos de detritos menores, que interrumpen la carretera en los sectores de Huallayco al oeste (quebradas Tingoragra-Rondos y La Florida) y los sectores de LLicua y San Luis (al este).

El huayco más reciente en el entorno del área cuyas características y origen se precisaron en los trabajos de campo ocurrió en el sector de La Esperanza; sin embargo este evento no estuvo asociado a un evento de fuertes lluvias, pues inclusive ocurrió en el mes de septiembre de 1999, temporada en que no llueve en la zona.

Al comparar el mapas topográfico de 1963 (IGN) y un mapa del área urbana de la ciudad de Huánuco (INADUR, 1998), se puede diferenciar claramente el avance y ocupación de áreas ribereñas al río Huallaga, que como en el caso de Huayopampa son susceptibles a inundaciones fluviales.

El material disponible o fácilmente incorporable en un huayco o flujo de detritos lo representan las áreas descritas con deslizamientos y derrumbes, habiéndose calculado mayores volúmenes en los sectores de la cárcava derecha de la quebrada La Florida y cárcava izquierda de la quebrada Tingoragra-Rondos.

La predicción de la ocurrencia futura de huaycos que afectarían áreas de la ciudad de Huánuco, adyacentes a las quebradas estudiadas, es un trabajo en el cual se requiere contar con mayor información tanto topográfica de detalle (digital) e hidrológica, que permitan realizar un modelamiento del mismo¹¹.

La información analizada, paralela al estudio que se refiere este trabajo, no evidencia una relación directa del fenómeno El Niño; las ocurrencias de huaycos e inundaciones históricas están relacionadas a precipitaciones pluviales normales a ocasionales que ocurren en la cuenca Huallaga.

¹¹ Para efectuar un modelamiento es necesario contar con un mapa topográfico a escala 1:10,000 o mayor, así como imágenes satelitales actuales (Quickbird), el cual podría realizarse con el software FLO2D.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Los deslizamientos y derrumbes así como el carcavamiento presente en las quebradas adyacentes a la ciudad están condicionados por la litología y depósitos superficiales existentes.
2. Las áreas con mayor peligro potencial y volumen de material incorporable a la generación de un huayco de grandes magnitudes se ubican en la cárcava derecha de la quebrada La Florida y cárcava izquierda de la quebrada Tingoragra-Rondos.
3. De lo observado en las microcuencas de Jactay, Tingoragra-Rondos, Florida y LLicua, es posible inferir que la actividad y procesos de movimientos en masa (huaycos de gran magnitud), se presentaron de una manera excepcional la cual no fue registrada en los últimos 500 años (ocupación histórica de la ciudad). Sin embargo los procesos de deslizamientos, derrumbes y cárcavas avanzan estacionalmente en el período lluvioso, generando flujos menores.
4. Los desastres históricos registrados en la ciudad de Huánuco están ligados principalmente a inundaciones por desbordes del río Huallaga. En segundo lugar sobresalen los huaycos en la quebrada LLicua y áreas adyacentes (San Luis). Históricamente no se relatan huaycos de gran magnitud en las quebradas Jactay, Tingoragra-Rondos y La Florida que hayan generado desastres, sin embargo ocurren periódicamente pequeños flujos de lodo y piedras.
5. El crecimiento horizontal de la ciudad de Huánuco en dirección longitudinal y transversal al valle del río Huallaga, aceleró la ocupación de áreas o terrenos donde antiguamente ocurrieron movimientos en masa (huaycos) de gran magnitud, así como inundaciones.
6. Prohibir la habilitación de áreas urbanas en los sectores adyacentes al abanico de la quebrada La Florida.
7. Realizar una limpieza periódica en los cauces de las quebradas Tingoragra-Rondos, La Florida y LLicua y prohibir el arrojado de desmonte o basura a ellas.
8. Reforestar las laderas adyacentes a las zonas de carcavamiento, derrumbes utilizando plantaciones del lugar.
9. Los canales de derivación de aguas en la cuenca superior de la quebrada Tingoragra-Rondos-La Florida, recomendados en trabajos anteriores, en forma similar como los colocados encima de las torres de alta tensión, deberían prolongarse hacia el sector norte para derivarlos a las quebradas ubicadas en estos sectores.

BIBLIOGRAFÍA

CACHAY C., W. (1992). Microzonificación sísmica en el distrito de Amarilis. Tesis de ingeniero civil, Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Huánuco.

DAVILA B., S. & PARI P., W. (1998). Inspección de Riesgos Geológicos en la ciudad de Huánuco. Informe Interno, INGEMMET, Dirección de Geotecnia, agosto 1998.

INADUR (1998). Estudio Ambiental y Riesgo de Desastres en la ciudad de Huanuco. Convenio entre la Municipalidad provincial de Huanuco y el Instituto Nacional de Desarrollo Urbano (INADUR), en junio de 1998.

INGEMMET (1997). Álbum de Mapas de Zonificación de Riesgos Fisiográficos y Climatológicos del Perú. Memoria Descriptiva. Dirección de Geotecnia. Bol. 17, Serie C., Geodinámica e Ingeniería Geológica.

PREDES (1990). Base de Datos de Desastres entre 1910 y 1989, con información del Diario El Comercio.

QUISPE SIVANA L. (1996). Geología del Cuadrángulo de Huánuco. Boletín N° 75, Serie A: Carta Geológica Nacional, INGEMMET.

SALAZAR C., J. (1999). Proyecto de Factibilidad: Drenaje Pluvial para la ciudad de Huanuco.

VELA S., A. (1992). Microzonificación sísmica en el distrito de Huánuco. Tesis de ingeniero civil, Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Huánuco.