

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

INFORME TÉCNICO
GEOLOGÍA AMBIENTAL

SEGURIDAD FÍSICA DEL RELLENO SANITARIO DE
DESECHOS DOMÉSTICOS
UNIDAD CULEBRILLAS
COMPAÑÍA MINERA AURÍFERA REAL AVENTURA
(DISTRITO PARCOY, PROVINCIA PATAZ Y DEPARTAMENTO LA LIBERTAD)

POR:

SEGUNDO NÚÑEZ SUÁREZ

 **INGEMMET**

LIMA - PERÚ
JULIO - 2006

ÍNDICE

RESUMEN

1. ANTECEDENTES

2. ASPECTOS GENERALES

3. METODOLOGÍA DE ESTUDIO

4. CARACTERÍSTICAS DEL RELLENO SANITARIO

5. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

- 5.1 Formas de origen deposicional
- 5.2 Formas de origen gravitacional
- 5.3 Formas de origen estructural
- 5.4 Formas de origen fluvial

6. ASPECTOS LITOLÓGICOS

- 6.1 Depósitos superficiales
- 6.2 Rocas intrusivas

7. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS

8. PELIGROS GEOLÓGICOS

- 8.1 Flujos de detritos (huaycos)
- 8.2 Deslizamientos y derrumbes
- 8.3 Erosión en cárcavas
- 8.4 Erosión fluvial
- 8.5 Inundación fluvial

9. MEDIDAS CORRECTIVAS

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

REFERENCIAS

ANEXOS

ANEXO1: FIGURAS

Figura 1: Mapa de Ubicación

Figura 2: Perfil esquemático de huaycos actuales

Figura 3: Perfil esquemático del cono deyeectivo de la Quebrada Culebrillas

Figura 4: Mapa geomorfológico

Figura 5: Mapa Litológico

Figura 6: Mapa de Peligros Geológicos

ANEXO 2: MEDIDAS CORRECTIVAS

ANEXO 3: FOTOGRAFÍAS

RESUMEN

El estudio analiza la seguridad física del relleno sanitario, para desechos domésticos de la Unidad Culebrillas - Compañía Minera Aurífera Real Aventura SAC, ubicado sobre el cono de deyección de la Quebrada Culebrillas, afluente del Río Parcoy por su margen derecha, superficie originada por flujos de detritos (huaycos) que discurrieron por la Quebrada Culebrillas. Los trabajos comprendieron estudios relacionados básicamente a los aspectos geológicos, ingeniero geológicos, procesos geomorfológicos, e identificación de los peligros geológicos que puedan comprometer al área de estudio. El trabajo de campo se llevo a cabo entre el 07 al 09 de junio, culminando los trabajos de gabinete el 10 de julio del presente año.

Las laderas de la cuenca de la Quebrada Culebrillas, están formadas por rocas intrusivas muy meteorizadas, alteradas y fracturadas formando laderas de fuerte pendiente, identificándose peligros geológicos recientes y pasados, como deslizamientos, derrumbes, erosión de laderas (cárcavas), los cuales tienen como factor "detonante" las precipitaciones pluviales periódicas y/o excepcionales (Fenómeno El Niño), para generar flujos de detritos (huaycos). Los huaycos son los principales fenómenos que pueden comprometer la seguridad física del relleno sanitario y los que formaron el depósito proluvial donde se asienta el mismo, siendo probable que se halla generado antes de los años 80. Existen evidencias que el evento represó, por horas el Río Parcoy, con un volumen aproximado de 1.5 millones de m³. En la actualidad los huaycos, que ocurren periódicamente, y que se canalizan principalmente hacia la margen derecha de la Quebrada Culebrillas, son de menor magnitud y sus volúmenes, entre 80,000 a 100,000 m³, no alcanzan a sobrepasar el talud del cono de deyección en su margen izquierda de 20 m. de altura. Es importante mencionar la constante erosión en la margen derecha del Río Parcoy, que compromete el pie del cono de deyección de la Quebrada Culebrillas.

Producto de los resultados del estudio, se plantean recomendaciones para mejorar y garantizar la seguridad física del relleno sanitario y otras obras de infraestructura ubicadas en el área de estudio.

1. ANTECEDENTES

La Compañía Aurífera Real Aventura S.A.C., mediante carta dirigida al Director Ejecutivo del INGEMMET con fecha 05 de junio del 2006, solicita una evaluación de riesgo del área donde se localiza el relleno sanitario para desechos domésticos Unidad Culebrillas. Dicho pedido fue derivado a la Dirección de Geología Ambiental, donde designan a un profesional para la realización de dicho trabajo. Los trabajos de campo se realizaron entre los días 07 al 09 de junio del presente año.

2. ASPECTOS GENERALES

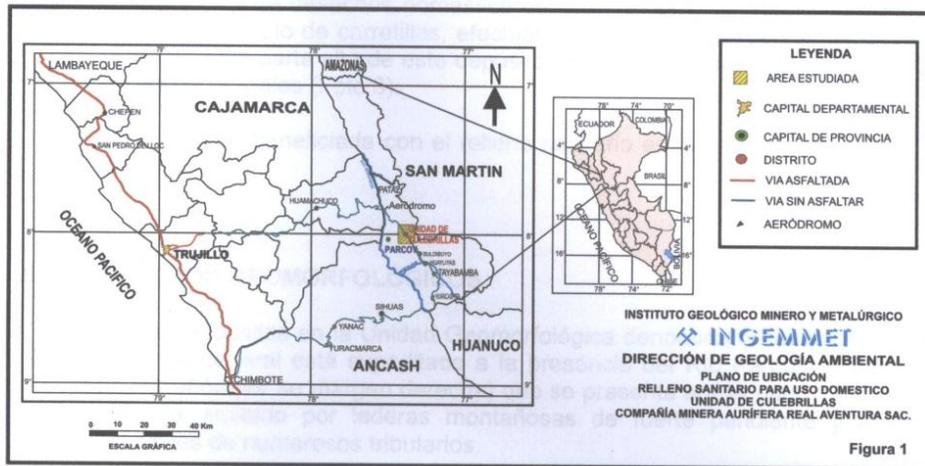
El relleno sanitario se ubica políticamente en el distrito de Parcoy, Provincia de Pataz, Departamento de La Libertad (Figura 1), a 2 460 m.s.n.m., entre las siguientes coordenadas:

9117747 N, 225295 E
9117753 N, 225321 E
9117738 N, 225297 E, y
9117743 N, 225323 E

Es accesible mediante la carretera de penetración Trujillo – Huamachuco – Chagual (350 Km.), asfaltada en sus primeros tramos, también por vía aérea en vuelos comerciales Lima – Chagual (1 hora con 20 minutos) o desde Trujillo – Chagual (45 minutos), para luego trasladarse en camioneta (tres horas) hasta la Unidad de Culebrillas (Cia. Aurífera Real Ventura S.A.C.), donde se ubica dicho relleno.

De clima cálido y seco, siendo la temperatura media anual de 27,4° C, registrándose mínimas y máximas extremas entre 18° y 41° C, las temperaturas alcanzan una media anual de 22° C.

Se estiman precipitaciones anuales de 430 mm, siendo los meses de enero a abril los de mayor precipitación pluvial; en el Fenómeno El Niño del año 1997/1998, la precipitación en este periodo fue de 2,000 mm. (SENAMHI-2002).



El área de estudio se localiza entre los 2 500 a 3 000 msnm (ver Figura 4).

3. METODOLOGÍA DE ESTUDIO

El trabajo consistió en tres etapas:

Gabinete I: Revisión y análisis de la información disponible (geología, fotos aéreas, imágenes satelitales, etc.)

Campo: Reconocimiento del área de estudio, mapeo y descripción de los peligros geológicos existentes, recopilación de información adicional, cartografiado geomorfológico, litológico e ingeniero geológico del área circundante al relleno sanitario. Se usaron planos topográficos a escala 1:5,000 (proporcionados por la Cia. Aurífera Real Aventura SAC. - Unidad Culebrillas). En los trabajos de campo se contó con el apoyo del Ing. Jorge Peralta.

Gabinete II: Procesamiento de la información obtenida en campo, preparación de planos y redacción del informe final, incluyendo la elaboración de planos y figuras.

4. CARACTERÍSTICAS DEL RELLENO SANITARIO

El relleno sanitario de desechos domésticos Unidad Culebrillas, esta ubicado en el cono de deyección de la Quebrada Culebrillas, margen derecha del Río Parcoy (a 80 metros de su ribera), a 10 m. de la relavera y a 45 m. de la quebrada; cuenta con 23 m. de largo, 10 m de ancho y una profundidad de 2 m. aproximadamente. Se encuentra recubierto con una geomembrana (HDP) de 1 mm de grosor, dispuesto en forma de una cubeta (Foto 1). En la actualidad el relleno sanitario se trabaja con los requerimientos de construcción y operación adecuados.

El transporte de desechos domésticos del campamento al relleno sanitario, se realiza por medio de carretillas, efectuándose con una frecuencia de dos días (Foto 2). En la parte alta de este depósito se encuentra un canal de evacuación de aguas pluviales (Foto 3).

La población beneficiada con el relleno sanitario es de aproximadamente 150 personas.

5. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

El área se localiza en la Unidad Geomorfológica denominada Valle Interandino. El relieve general está supeditado a la presencia del Río Parcoy (afluente del Río Marañón por su margen derecha) que se presenta encajonado y en un valle profundo, limitado por laderas montañosas de fuerte pendiente y abanicos proluviales de numerosos tributarios.

En el área existen numerosos lechos fluviales, que corresponden a quebradas temporales (sub cuencas) con presencia de huaycos periódicos y excepcionales, como la Quebrada Culebrillas, que varían desde muy estrechos y cortos (hasta 100 m.), con pendientes muy fuertes, muchos de los cuales pueden transportar importantes volúmenes de sedimentos gruesos y finos.

Las laderas superiores están relacionadas a rocas intrusivas, presentándose con geoformas de pendientes moderadas a abruptas.

En el área diferenciamos las siguientes geoformas:

5.1 Geoformas de origen deposicional

Abanicos proluviales.- Corresponden a los conos defectivos de la Quebrada Culebrillas y otros conos menores, se forman como productos de los sucesivos flujos de detritos (huaycos), ver fotos 4, 5, 6 y 7. Se han diferenciado varios eventos algunos de ellos erosionados por posteriores huaycos a través del tiempo.

El abanico de la Quebrada Culebrillas es el de mayor dimensión, tiene una longitud de 450 m., con un espesor medido en el ápice de 23 m, y en la parte terminal hasta 5 m, formados por bloques, cantos y gravas bien gradadas (diferente tamaño), ver figura 2. La irrupción de este huayco invadió el cauce del río Parcoy, haciendo que este migre hacia la margen izquierda, es muy posible que lo haya represado por corto tiempo.

Hay evidencias de eventos más recientes, los cuales discurren por la margen derecha de la Quebrada Culebrillas, con longitudes máximas de hasta 450 m., anchos hasta de 100 m. y espesores máximos en su ápice de 8 m. y en la parte terminal hasta 0.3 m. Estos abanicos son constantemente erosionados por el Río Parcoy (Figura 3).

5.2 Geoformas de origen gravitacional

Están relacionados a la ocurrencia de movimientos en masa y se tratan de acumulaciones de detritos no consolidados, los cuales son producto de los desprendimientos, derrumbes y caídas de rocas (acción de la gravedad).

5.3 Geoformas de origen estructural

Montañas modeladas en rocas intrusivas.- Representadas por laderas y crestas de topografía abrupta (pendientes mayores de 30°) modeladas en un pórfido granítico (Foto 7), disectado por las quebradas que bajan hacia el Río Parcoy, formando cauces profundos, con drenaje dedrítico, su alteración da lugar a una gruesa cobertura de suelo arenoso lo que facilita la generación de movimientos en masa (deslizamientos, derrumbes y huaycos).

5.4 Geoformas de origen fluvial

Terraza aluvial.- Relacionada a la dinámica fluvial del Río Parcoy, formada por depósitos aluviales pocos consolidados, compuestos por gravas, arenas, limos y algo de arcillas (Foto 7). En época lluviosa (diciembre a abril), las terrazas son erosionadas, favoreciendo la ampliación del cauce del Río Parcoy.

6. ASPECTOS LITOLÓGICOS

En el área se ha distinguido, dos unidades litológicas, una formada por materiales recientes de diferente origen y otra por rocas intrusivas.

6.1 Depósitos superficiales (I)

Formados por materiales generados en el Cuaternario reciente, se distinguen depósitos aluviales, proluviales y deluviales, los que se describen a continuación :

Depósitos fluviales (I-1).- Se encuentran formando pequeñas terrazas en ambos márgenes del Río Parcoy. Están compuestos principalmente por bloques, grava, englobados en una matriz areno-limosa, los fragmentos están seleccionados y tienen formas subredondeadas, con espesores de hasta 1 m. Son depósitos muy inestables debido a la falta de cohesión, las terrazas que se forman no tienen una duración en el tiempo, por la dinámica misma del Río Parcoy, estando sometidas a erosión fluvial e inundaciones. Son usados como material de construcción (agregados).

Depósitos proluviales (I-2).- Derivan genéticamente de mecanismos torrenciales (flujos de detritos/huaycos), los que transportaron masivamente desde bloques de roca alteradas hasta suelos arenosos, se presentan como depósitos de vertiente en forma de conos o abanicos de suave pendiente, con cierta inclinación hacia el valle. En los pies de estos depósitos es frecuente el socavamiento, producto de la erosión fluvial, que generan derrumbes hacia el cauce del río. En el área de estudio se

localizan en la parte baja de la Quebrada Culebrillas, formando el cono de deyección de la misma, con un área de 109,216 m².

Están compuestos por materiales granulométricamente muy heterogéneos, de tamaños variados que van desde bloques de hasta 1,5 m, cantos y gravas, en una matriz areno limosa, con clastos angulosos a subredondeados de naturaleza intrusiva, distribuidos en forma caótica, con espesores entre los 0,30 a 23 m.

Depósitos deluviales (I-3).- Son acumulaciones de depósitos de vertiente cuyo origen está asociado generalmente a flujos no canalizados, formando pequeños abanicos en su pie. Se ubican en las laderas de la Quebrada Culebrillas y del Río Parcoy.

Estos depósitos se caracterizan por estar compuestos de clastos angulosos con fragmentos de roca, que llegan a medir hasta 20 cm., los cuales están englobados en una matriz areno-limosa. Depósitos sueltos muy porosos.

6.2 Rocas intrusivas (II)

Constituye la base rocosa y las geoformas elevadas de la zona de estudio, formada por rocas intrusivas pertenecientes al Pórfido Granítico Culebrillas, se presenta de color gris blanquecino con tonalidades rojizas por meteorización, de grano medio a grueso y holocristalina. (Sánchez J., Álvarez D., & Lagos, A.). Por lo general presentan resistencia media a blanda, muy meteorizadas, alteradas y fracturadas, generando suelos arenosos. Petrográficamente corresponde a las granodioritas.

7. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS

El relleno sanitario para disposición de residuos domésticos, se ubica en un antiguo depósito proluvial granulométricamente muy heterogéneo, en los que predominan las fracciones gruesas de formas angulosas hasta subredondeadas, compuesto por: 10% de bloques (hasta de 1.5 m), 10% de bolones y 50% gravas, englobadas en una matriz areno (20%) - limosas (10%), clasificadas como gravas areno – limosas mal gradadas (GP-GM), los clastos en general se presentan alterados y corresponden a fragmentos de origen intrusivo, superficialmente muy permeables (observaciones en campo: después de una lluvia ligera el agua se infiltra rápidamente), medianamente consolidados. En sectores donde se presentan uniformes (granulométricamente) suelen constituir buenos elementos de fundación, particularidad que no es común en todo el depósito debido a la presencia de lentes y variaciones granulométricas.

En los alrededores del relleno sanitario se aprecian afloramientos de rocas intrusivas muy alteradas, que forman depósitos de arenas sueltas que generan suelos (deluviales). Estos tipos de depósitos se caracterizan por ser inestables, es por ello que en el área localizamos cicatrices de deslizamientos y derrumbes.

Los abanicos proluviales recientes, generalmente están compuestos por gravas en 60%, bolones 10% y englobados en una matriz areno-limosa en 30%.

8. PELIGROS GEOLÓGICOS

Los peligros geológicos identificados en el área circundante al relleno sanitario se agrupan en: movimientos en masa (flujos de detritos, deslizamientos y derrumbes), erosión de laderas, erosión fluvial e inundaciones.

- 8.1 Flujos de detritos (Huaycos):** En los depósitos de conos o abanicos antiguos, como en el que está localizado el relleno sanitario, el espesor y naturaleza de los materiales indican flujos de gran dimensión con velocidades extremas, que represaron el Río Parcoy, evidenciando intensa actividad geodinámica en tiempos históricos

Como se mencionó líneas arriba, el relleno sanitario se ubica sobre un antiguo cono proluvial, posiblemente originado antes de los años 80 (versiones de lugareños), y después de una temporada de intensas precipitaciones pluviales. Por la proyección del cono hacia la margen izquierda del Río Parcoy, es posible que este evento embalsara el río por horas. El material de este huayco se vio incrementado por detritos provenientes de deslizamientos y derrumbes ubicados en ambos márgenes de la quebrada, dando un volumen aproximado de 1.5 millones de m³ (Foto 7).

El depósito proluvial, presenta alturas con relación al cauce de la Quebrada Culebrillas de 23 m. en el inicio del cono, y 5 m. en la desembocadura en el Río Parcoy, el relleno sanitario se localiza a 45 m. del cauce de la quebrada y a 80 m. del Río Parcoy.

Para que se genere un huayco de grandes dimensiones, como el anteriormente descrito, tendrían que presentarse los siguientes factores: a) precipitaciones excepcionales (Fenómeno El Niño) y b) gran aporte de material a la quebrada, para ello sería necesaria la generación y/o activación de derrumbes y deslizamientos en ambos márgenes de la Quebrada Culebrillas.

En la actualidad los huaycos que ocurren periódicamente, se canalizan principalmente hacia la margen derecha de la Quebrada Culebrillas, siendo estos de menor magnitud (con volúmenes entre 80,000 a 100,000 m³) debido a que, según lo observado, ya se moviliza gran parte del material. El material depositado por estos huaycos, son rápidamente erosionados por el Río Parcoy.

- 8.2 Deslizamientos y derrumbes:** Son pocos los deslizamientos cartografiados en el área de la cuenca de la Quebrada Culebrillas, los que se encuentran involucran en su mayoría a depósitos superficiales (arenosos), así como, en algunos sectores, al sustrato rocoso (rocas intrusivas).

En las laderas de la cuenca de la Quebrada Culebrillas, se aprecian cicatrices de antiguos deslizamientos, así como derrumbes activos que involucran roca y suelos (Foto 7).

Los deslizamientos presentan longitudes de la corona al pie del deslizamiento, entre 80 hasta 160 m., estos fenómenos son de desplazamiento violento debido a la pendiente. Los factores locales que causan estos eventos son: la litología (roca muy meteorizada, alterada y

fracturada), fuerte pendiente (mayor de 30°), erosión del pie del talud y escasa cobertura vegetal; siendo “detonados” por fuertes precipitaciones.

Los derrumbes se localizan en las laderas de la cuenca de la Quebrada Culebrilla, de fuerte a muy fuerte pendiente, en rocas intrusivas que generan suelos arenosos y gravo – arenosos inconsolidados y fracturados. Estos fenómenos aportan la mayor cantidad de material suelto a la quebrada, que luego son arrastrados por los huaycos.

- 8.3 Erosión en cárcavas:** Se han identificado zonas con erosión de laderas en forma de cárcavas y surcos que varían en largo, ancho y profundidad, y algunas con desarrollo irreversible, que afectan a los materiales superficiales que cubren a rocas intrusivas muy meteorizadas y alteradas, las cuales a su vez, son el inicio de la generación de procesos de movimientos en masa (derrumbes, deslizamientos y/o flujos).

Se han inventariado dos áreas con erosión de laderas activas, las cuales generan pequeños flujos, una en un antiguo deslizamiento ubicado en la margen derecha del Río Parcoy y la otra en la margen derecha de la Quebrada Culebrillas.

- 8.4 Erosión fluvial:** Ocurre principalmente en la margen derecha del Río Parcoy, y en menor escala en ambos márgenes de la Quebrada Culebrillas, son factores directos de la presencia de derrumbes.

En la actualidad, es constante la erosión fluvial en la margen derecha del Río Parcoy al pie del cono de deyección de la Quebrada Culebrillas (Foto 4).

- 8.5 Inundaciones:** Estas se ubican en ambos márgenes del Río Parcoy, en las zonas de terrazas bajas, las cuales son inundadas en tiempos de crecida (Foto 7).

9. MEDIDAS CORRECTIVAS

Para mejorar y garantizar la seguridad física del relleno sanitario y demás infraestructura, en este capítulo trataremos de plantear algunas alternativas de solución a los problemas localizados en el área de estudio, principalmente en la cuenca de la Quebrada Culebrillas.

MEDIDAS DE MANEJO A NIVEL DE LA CUENCA DE LA QUEBRADA CULEBRILLAS

Las medidas que se proponen para este sector, están orientados principalmente a minimizar los procesos erosivos intensos que ocurren, con el propósito de disminuir sustancialmente el aporte de sedimentos finos y gruesos al cauce de la Quebrada Culebrillas. En el Anexo 3, se presentan los diagramas de algunas de las medidas de protección de las laderas y quebradas recomendadas.

Para el manejo de zonas con cárcavas:

- Regeneración de la cobertura vegetal
- Empleo de zanjas de infiltración

Para el control físico de los procesos de cárcavamiento, se propone un conjunto de medidas, principalmente de orden artesanal entre las que caben destacar (Anexo 3):

- Diques transversales constituidos con materiales propios de la región como: troncos, ramas, etc.
- Deberá permitirse el crecimiento de la cobertura vegetal nativa a lo largo de la cárcava y en las zonas circundantes a ella, asegurando su estabilización, así como la disipación de la energía de las corrientes concentradas en los lechos de las cárcavas.

Medidas para el manejo en zonas de deslizamientos y cárcavas: Las “zonas críticas” en la cuenca de la Quebrada Culebrillas están relacionadas a los deslizamientos y derrumbes y se localizan principalmente entre los 2500 a 3100 m.s.n.m.

El proceso ocurre esencialmente en forma natural, así como el socavamiento del pie del deslizamiento (en épocas de precipitaciones), desprendiéndose materiales gruesos y finos, que luego son transportados por la quebrada.

La vegetación natural (pastos, malezas, arbustos, árboles), que se desarrollan en estas áreas, contribuyen a atenuar el proceso de incisión rápida de las masas deslizantes, no obstante que seguirá produciéndose en forma lenta hasta alcanzar el equilibrio natural entre el suelo y la vegetación nativa.

- Por estas razones, es recomendable regenerar y no destruir la cobertura vegetal natural.

Medidas de manejo para sub-cuencas con lechos fluviales secos: Con el propósito de propiciar la fijación de los sedimentos en tránsito y de minimizar el transporte fluvial, es preciso aplicar, en los casos que sea posible, las medidas que se proponen a continuación :

- Encauzamiento del canal principal del lecho de la Quebrada Culebrillas, con remoción selectiva de los materiales gruesos, que han sido utilizados en los enrocados o espigones para controlar las corrientes.
- Propiciar la formación y desarrollo de bosques ribereños con especies nativas para estabilizar los lechos.

Es preciso aplicar medidas de manejo del lecho de la quebrada, para tratar de minimizar el transporte de sedimentos. Las medidas a aplicarse deben ser diseñadas esencialmente para las condiciones de lluvias excepcionales (Fenómeno El Niño):

- Disposición escalonada de presas artesanales cada 30 o 40 m., que contribuirán a disipar la energía destructora de los huaycos, disminución de la capacidad de transporte y fijación de los sedimentos medios y gruesos en el cauce.
- Forestación natural con especies nativas, con la finalidad de estabilizar las riberas y ayudar al proceso de fijación de los sedimentos. Esta zona boscosa deberá ser declarada intangible, convirtiéndose en un medio ecológico refugio de la flora y fauna silvestre.

OTRAS MEDIDAS DE MANEJO:

En las zonas con posibilidad de presentarse deslizamientos o derrumbes, es preciso evaluar constantemente los procesos de fracturamientos y agrietamientos, que permitan determinar la presencia de masas colapsables, que eventualmente pueden desestabilizar la laderas. Con los resultados de este "monitoreo" se pueden plantear a tiempo las medidas correctivas.

Proteger con muros hasta de 1.50 m. al relleno sanitario, el cual deberá llegar hasta las faldas del cerro, estos pueden ser de tipo gaviones.

Para la erosión fluvial del Río Parcoy, que incide en el pie del cono de deyección de la quebrada:

- En la actualidad hay gaviones que están protegiendo la terrazas contra la erosión del Río Parcoy, los cuales deben tener un mantenimiento constante.
- Reforestar las zonas aledañas con especies nativas.
- Mantener la canalización del río.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. El relleno sanitario y las relaveras de la Compañía Aurífera Real Aventura S.A.C, se ubican en el cono de deyección de la Quebrada Culebrillas, geoforma formada por flujos de detritos (huaycos), con una longitud de 450 m. en su dirección principal.
2. Las laderas y crestas de topografía abrupta (pendientes mayores de 30°), han sido modeladas en rocas intrusivas (granodioritas), disectadas por quebradas que drenan hacia el Río Parcoy. La alteración de estas rocas da lugar a una gruesa cobertura de suelos arenosos, que facilita la generación de movimientos en masa (deslizamientos, derrumbes y huaycos).
3. Los huaycos que se presentan en la Quebrada Culebrillas, son los eventos que pueden afectar al relleno sanitario y están relacionados a precipitaciones excepcionales (Fenómeno El Niño), y al material suelto acumulado en la cuenca de la Quebrada Culebrillas (lecho y laderas).
4. La mayor cantidad de masa desplazada por los huaycos, es la proporcionada por los deslizamientos y derrumbes activos. En la actualidad aun queda material suelto en las laderas de la cuenca, pero no en la suficiente cantidad para sobrepasar el cauce y afectar al relleno sanitario.

5. En el Capítulo 9, se presentan las medidas correctivas recomendadas para garantizar la seguridad física del relleno sanitario y demás infraestructura.
6. Como medida de mediano a largo plazo, realizar un estudio ingeniero – geológico más detallado de la cuenca de la Quebrada Culebrillas.

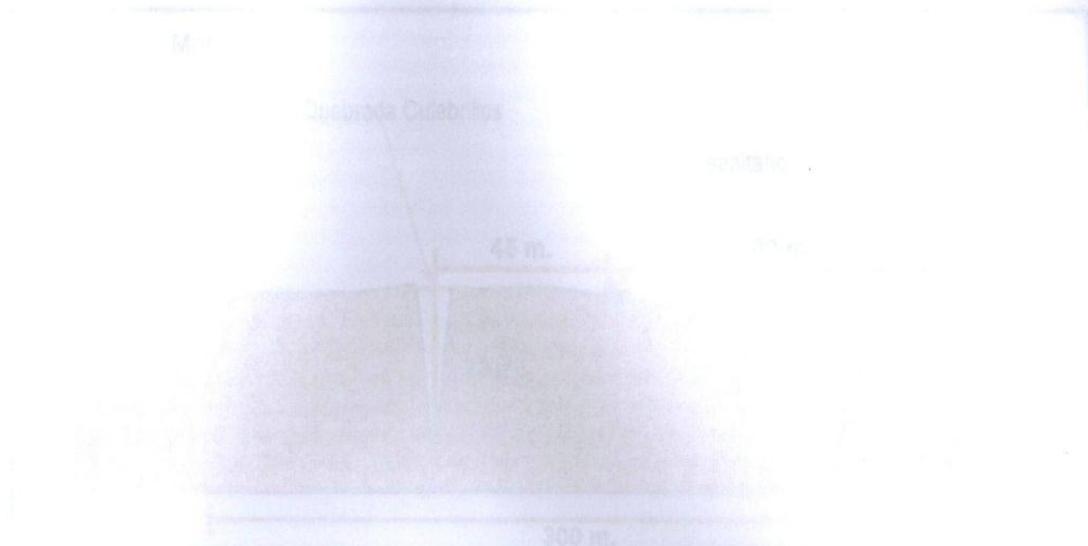
REFERENCIAS

SÁNCHEZ J., ÁLVAREZ D., & LAGOS, A. (1998). Geología de los Cuadrángulos de Juscusbamba y Pólvora (Hojas 16-i y 16-j). Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, En: Carta Geológica Nacional, Serie A, Bol. 119, 262 p.

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROGRAFÍA (2002). Mapas de temperatura máxima normal, precipitación anual – periodo normal, precipitación acumulada El Niño 1997/1998. En: Atlas de Peligros Naturales del Perú, Editores. Sistema Nacional de Defensa Civil. Programa de la Naciones Unidas para el Desarrollo. 308-326 p.

DGA – INGEMMET (2005). Amenazas Geológicas en las Cuencas de El Tingo y Hualanga. Distrito y Provincia de Patate, Departamento La Libertad. Convenio CMPSA – INGEMMET. Marzo 2005.

ANEXOS



Perfil esquemático del antiguo cono de desyección de la quebrada Culebrillas.

ANEXO 1: FIGURAS



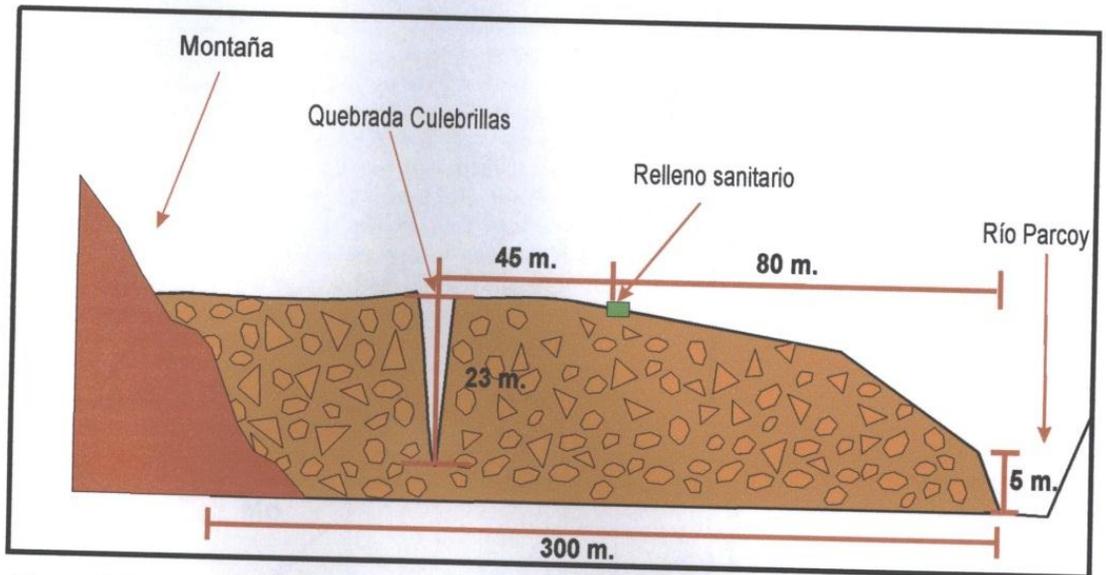


Figura 2 Perfil esquemático del antiguo cono de deyección de la quebrada Culebrillas, donde se ubica el relleno sanitario y las relaveras.

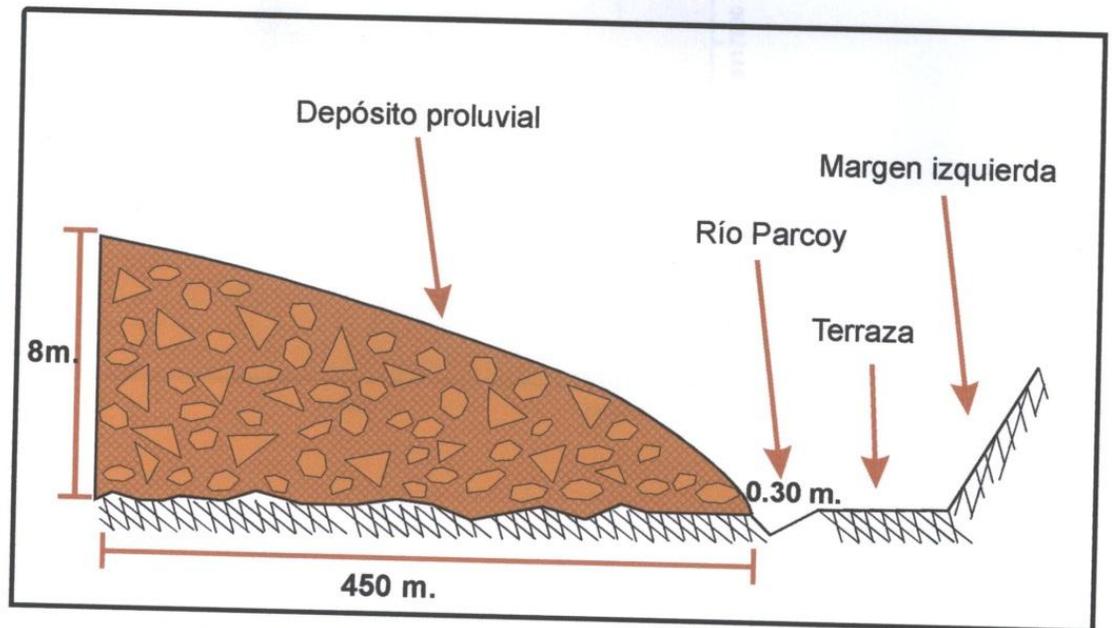
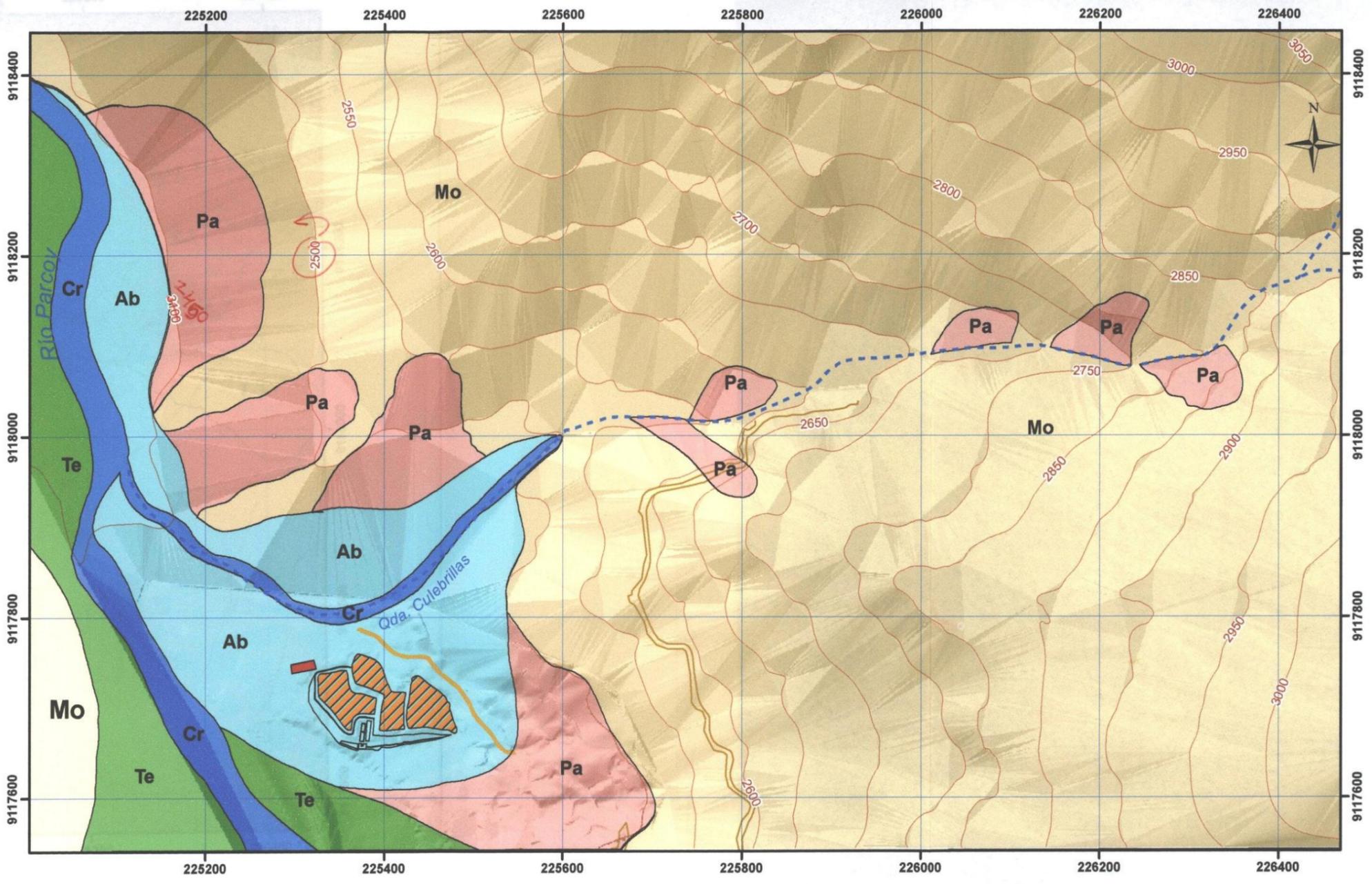


Figura 3 Perfil esquemático de los depósitos de huaycos actuales



LEYENDA			
Unidad	Subunidad	Símbolo	Descripción
Formas de origen denudacional	Abanico	Ab	Abanicos proluviales ubicados en la parte terminal de la quebrada, formada por huaycos.
Formas de origen gravitacional		Pa	Están relacionados a la ocurrencia de movimientos en masa y se tratan de acumulaciones de detritos no consolidados.
Formas de origen estructural	Montañas modeladas en rocas intrusivas	Mo	Áreas de laderas de fuerte pendiente (> 30°). Se caracteriza por presentar una roca muy alterada, es susceptible a la formación de fenómenos de remoción en masa.
Formas de origen fluvial	Terraza fluvial	Te	Terrazas ubicadas en las margenes del río Parcoy, son susceptibles a inundaciones y erosiones fluviales.
	Cauce de río o quebrada	Cr	Zona donde actualmente discurre el canal del río Parcoy y de la quebrada Culebrillas, zonas inundables.

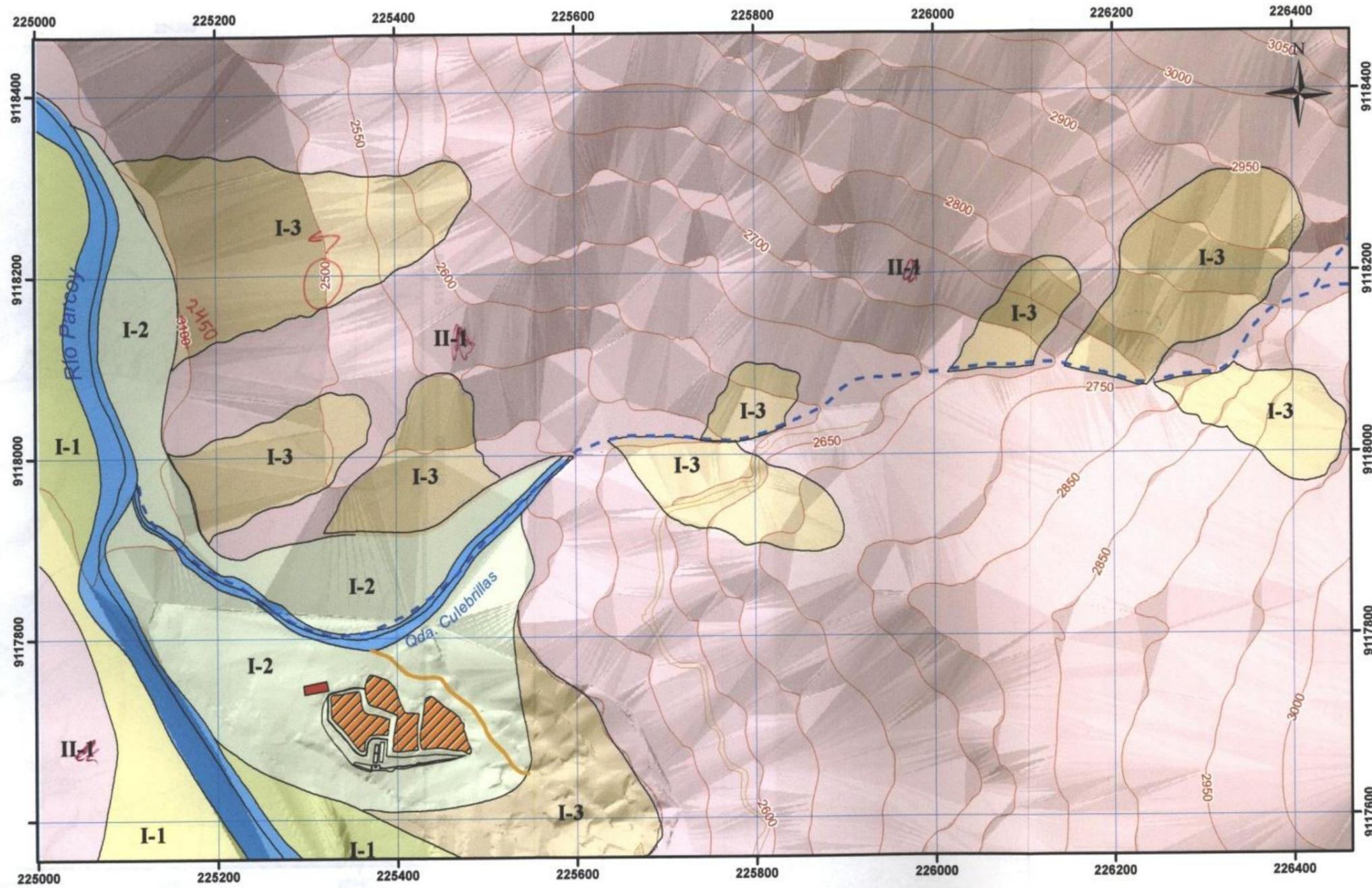
Simbología	
Curvas de nivel	
Quebrada	
Río	
Carretera afirmada	
Canal	
Relleno sanitario	
Cancha de relaves	

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

MAPA GEOMÓRFOLÓGICO
 Relleno Sanitario de la Unidad de Culebrillas
 (Distrito de Parcoy, Provincia de Pataz, Departamento La Libertad)

0 25 50 100 150 200 250 Mtrs.
 Realizado por: Núñez S. Fecha: Julio 2006.
 Escala: 1 : 5.000 **Figura N° 4**

BASE TOPOGRÁFICA: Cía. Real Aurífera Aventura SAC.

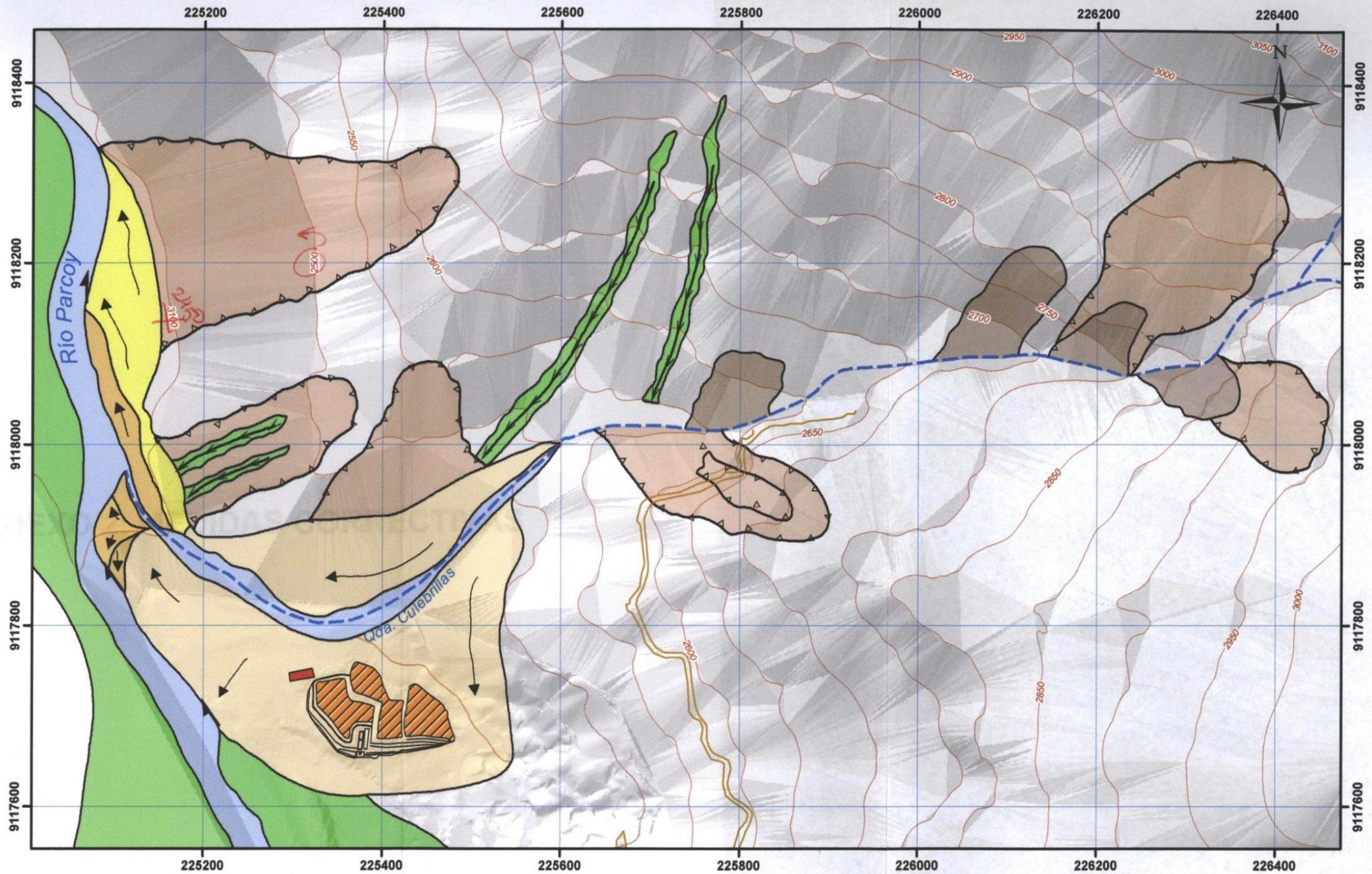


Leyenda			
Litología	Unidad	Tipo	Descripción
Depósitos superficiales	I-1	Depósitos fluviales	Terrazas ubicadas en ambas margenes del río Parcoy, están compuestas por arenas y gravas, englobados en matriz arenosa. Área sujeta a inundaciones y erosiones fluviales.
	I-2	Depósitos proluviales	Terrazas ubicadas en la parte terminal de la quebrada Culebrillas, tiene forma de abanico, conformado por material muy heterogéneo (bloques, gravas en matriz areno-limoso). Área sujeta a flujos (huaycos).
	I-3	Depósitos deluvial	Depósito conformado por gravas, escasamente bloques, englobados en una matriz areno-limoso. Área donde se pueden presentar derrumbes.
Roca intrusiva	II-1	Diorita	Roca intrusiva alterada, se han presentado deslizamientos, algunos de ellos se han reactivado en forma de derrumbes, se presenta también erosiones de ladera.

Simbología	
Curvas de nivel	
Quebrada	
Río	
Carretera afirmada	
Canal	
Relleño sanitario	
Cancha de relaves	

REPÚBLICA DEL PERÚ
 SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO
MAPA LITOLÓGICO
 Relleno Sanitario de la Unidad de Culebrillas
 (Distrito de Parcoy, Provincia de Patate, Departamento La Libertad)

0 25 50 100 150 200 250 Mtrs.
 Realizado por: Nuñez S. Fecha: Julio 2006. **Figura N° 5**
 Escala : 1 : 5.000
 BASE TOPOGRÁFICA: Cía. Real Aurífera Aventura SAC.



Leyenda	
Deslizamiento Inactivo	
Derrumbe activo	
Huayco antiguo	
Huayco reciente	
Erosión en cárcavas activa	
Zonas inundables	
Erosión fluvial	

Simbología	
Curvas de nivel	
Quebrada	
Río	
Carretera afirmada	
Canal	
Relleno sanitario	
Cancha de relaves	

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

MAPA DE PELIGROS GEOLÓGICOS
 Relleno Sanitario de la Unidad de Culebrillas
 (Distrito de Parcoy, Provincia de Pataz, Departamento La Libertad)

0 25 50 100 150 200 250 Mtrs.

Realizado por: Núñez S. Fecha: Julio 2006.
 Escala: 1 : 5,000 **Figura N° 6**
 BASE TOPOGRÁFICA: Cía. Real Aurífera Aventura SAC.

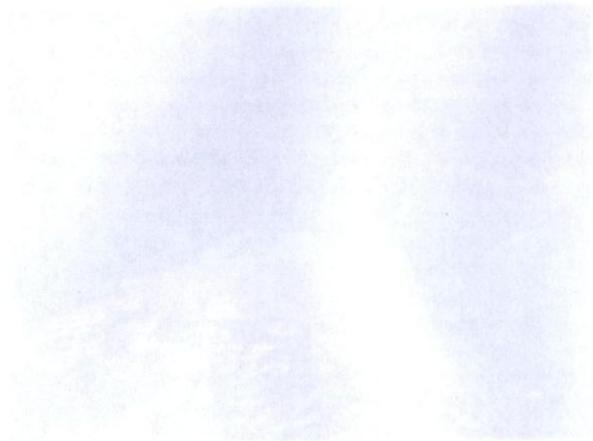


Foto 1 - Personal de protección en el rollo sanitario

ANEXO 3: FOTOGRAFÍAS

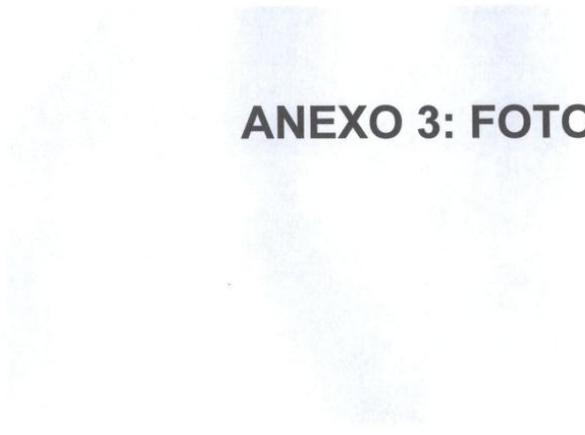


Foto 2 - Personal de protección en carretilla los
rollos sanitarios



Foto 3 - Personal de protección en carretilla los
rollos sanitarios



Foto 1 .- Vista del relleno sanitario



Foto 2 .- Personal llevando en carretilla los desechos sólidos hacia el relleno sanitario.



Foto 3 .- Canal de coronación, ubicado dentro del cuerpo del depósito proluvial, (huayco) en parte revestido.



Foto 4 .- El río Parcoy esta erosionando parte frontal del flujo.

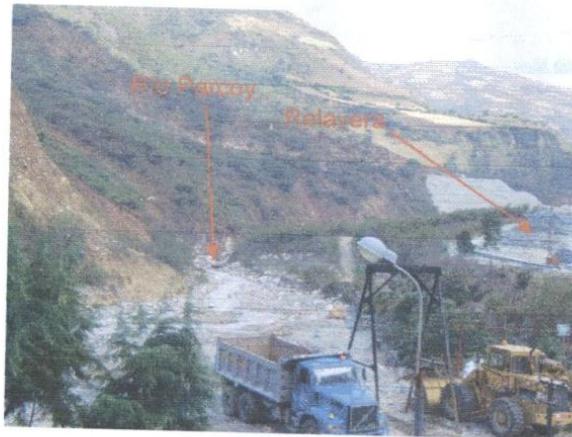


Foto 5 .- Río Parcoy y relaveros ubicadas en la terraza del depósito proluvial.



Foto 6 .- Se muestra la relavera y el relleno sanitario ubicado en el depósito proluvial. En la margen izquierda (color blanquecino) se muestra un depósito de desmonte de mina.

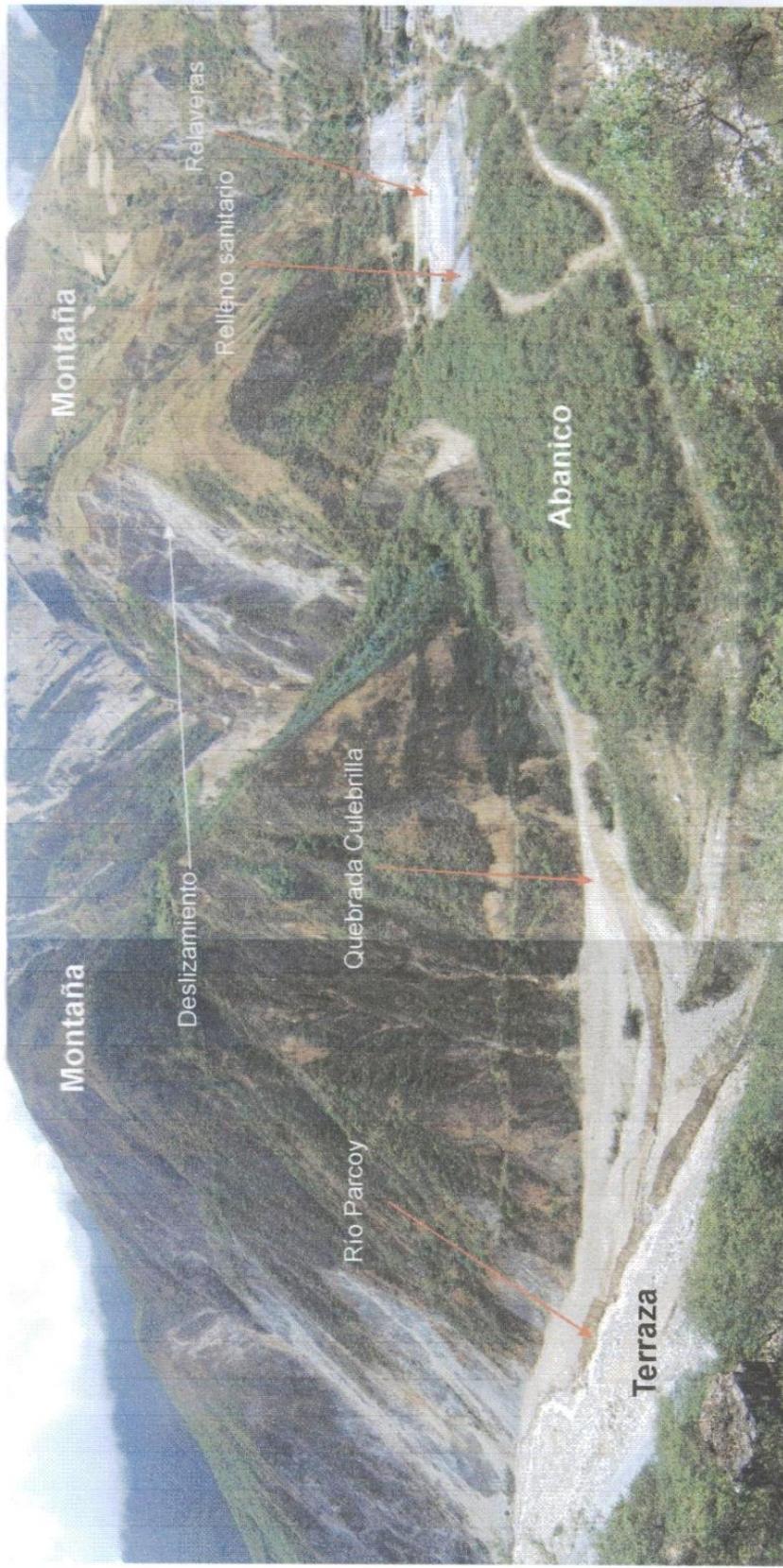


Foto 7.- Quebrada Culebrillas, se aprecian los diferentes flujos que han bajado. El relleno sanitario ubicado en una antigua terraza proluvial (abanico).



Foto 8 .- En el perfil se aprecian hasta dos flujos, erosionados por el río Parcoy.



Foto 9 .- Terrazas que se han formado por diversos flujos que han bajado por la quebrada Culebrillas.

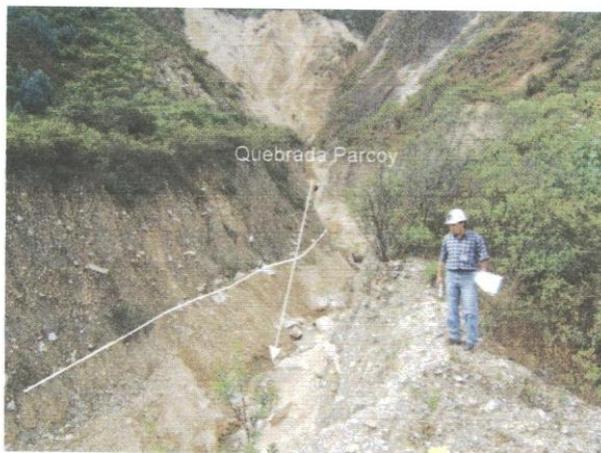


Foto 10 .- Dos secuencias de flujos que han bajado por la quebrada Culebrillas.