

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A6933

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LOS CENTROS POBLADOS: SAN JOSE, BUENA GANA, COLLAPAMPAMPA Y MIRAFLORES

Región Ayacucho
Provincia La Mar
Distrito Anchihuay



SEPTIEMBRE
2019

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LOS CENTROS POBLADOS: SAN JOSE, BUENA GANA, COLLAPAMPA Y MIRAFLORES

REGIÓN AYACUCHO, PROVINCIA LA MAR, DISTRITO ANCHIHUAY

Contenido

RESUMEN	2
1. INTRODUCCIÓN	3
1.1. Antecedentes y trabajos previos	3
1.2. Objetivos	4
2. ASPECTOS GENERALES	4
2.1. Ubicación y accesibilidad	4
3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	6
3.1. Pendiente del terreno.....	6
3.2. Unidades geomorfológicas.....	6
3.2.1. Montañas en rocas sedimentarias	6
3.2.2. Montañas en rocas metamórfica.....	7
3.2.3. Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial	7
3.2.4. Vertiente de depósito de deslizamiento.....	7
3.2.5. Terraza aluvial.....	7
4. ASPECTOS GEOLÓGICOS	7
4.1. Complejo Metamórfico.....	7
4.2. Formación Sandía	8
4.3. Formación Ananea.....	8
4.4. Grupo Cabanillas	8
4.5. Depósitos aluviales	8
5. PELIGROS GEOLÓGICOS	11
5.1. Conceptos teóricos.....	11
5.1.1. Deslizamiento.....	11
5.1.2. Movimiento complejo	19
6. PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS	23
CONCLUSIONES	29
RECOMENDACIONES	30
REFERENCIAS	31

RESUMEN

El distrito de Anchihuay con una extensión territorial de 266 km² se ubica en el valle del río Apurímac; en el oriente peruano. Por su ubicación geográfica está expuesta a fuertes lluvias estacionales (enero a marzo), a esto se suma sus condiciones geológicas y geomorfológicas que son susceptibles a la ocurrencia de peligros geológicos por movimientos en masa.

Ante esta problemática de riesgo, el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico a través de la Dirección de Geología Ambiental realizó la evaluación de peligros geológicos, en los diferentes sectores afectados del distrito de Anchihuay. El trabajo fue realizado por geólogos especialistas en riesgo geológico, durante 2 días de trabajo de campo y consistió en: el cartografiado de peligros geológicos que afectaron los centros poblados, carreteras y establecimientos públicos entre otros.

Como resultado de los trabajos de evaluación de zonas afectadas, se identificaron peligros geológicos de tipo: deslizamiento y movimiento complejo. Estos peligros afectaron en diferente intensidad a centros poblados, carreteras y establecimientos públicos (salud y educación).

El presente informe técnico con información geológica y geodinámica para la Gestión del Riesgo de Desastres, contiene mapas que muestran la cartografía de peligros geológicos de las áreas afectadas según el tipo de evento ocasionado por las lluvias intensas y/o excepcionales. Se emiten conclusiones y recomendaciones que deben ser tomadas en cuenta.

1. INTRODUCCIÓN

El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), como ente técnico-científico, incorpora dentro de los proyectos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR) a través de la ACT.7: Evaluación de peligros geológicos a nivel nacional. Su alcance contribuye con entidades gubernamentales en los diferentes niveles de gobierno (nacional, regional y local), a partir del reconocimiento, caracterización y diagnóstico de peligros geológicos en territorios susceptibles a movimientos en masa, inundaciones u otros peligros geológicos asociados a eventos hidroclimáticos, sísmicos o de reactivación de fallas geológicas, o asociados a actividad volcánica. Mediante esta asistencia técnica el INGEMMET proporciona una evaluación técnica que incluye resultados de la evaluación geológica-geodinámica realizada, así como, recomendaciones pertinentes para la mitigación y prevención de fenómenos activos o la generación de desastres futuros en el marco del Sistema de Gestión de Riesgo de Desastres.

El alcalde de la municipalidad distrital de Anchiuay, mediante Oficio N°052-2019-MDA/A, de fecha 04 de febrero del año en curso solicitó a nuestra institución una evaluación técnica de peligros geológicos en los centros poblados: San José, Buena Gana, Collpapampa y Miraflores.

El INGEMMET, por intermedio de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico comisionó a los profesionales Dulio Gómez Velásquez y Mauricio Núñez Peredo, especialistas en peligros geológicos, para realizar las evaluaciones técnicas, en los sectores previamente mencionados, el cual se realizó el 21 y 22 de febrero del presente año, previa coordinación con autoridades locales.

La evaluación técnica, se basa en la recopilación y análisis de información existente de trabajos anterior realizados por el Ingemmet, la interpretación de imágenes satelitales, preparación de mapas para trabajos de campo, toma de datos (fotografía y GPS), cartografiado y redacción de informe preliminar

Este informe, se pone en consideración del Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI, autoridades y funcionarios competentes, para la ejecución de medidas de mitigación y reducción de riesgo, a fin de que sea un instrumento técnico para la toma de decisiones.

1.1. Antecedentes y trabajos previos

Se pueden mencionar el estudio anterior efectuado en la zona que se menciona a continuación:

- a) Estudio de riesgos geológicos de la región Ayacucho (Ingemmet, 2015), realiza el mapa de susceptibilidad a movimientos en masa, donde se determina que los alrededores del distrito de Anchiuay, se ubica en una zona de Alto grado de susceptibilidad a peligros de tipo: deslizamiento, derrumbes, flujo de detritos y erosión de ladera. (figura 1).

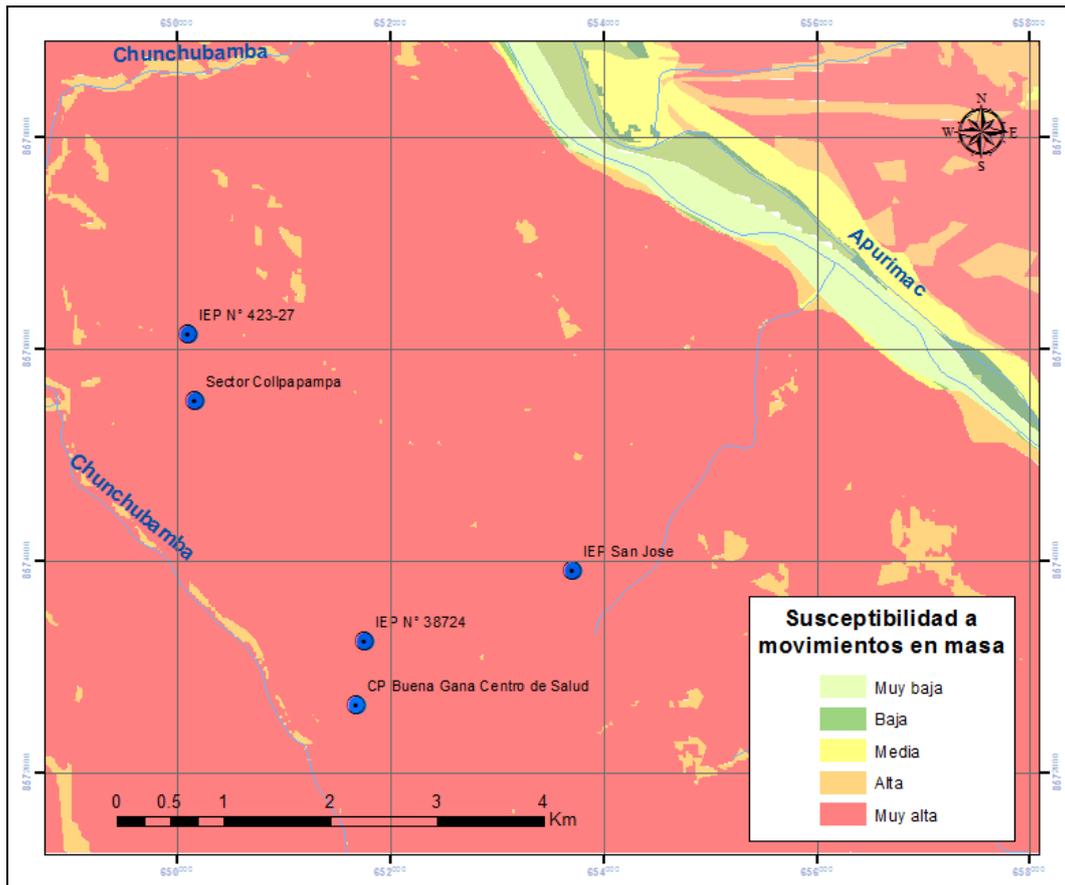


Figura 1. Mapa de susceptibilidad a movimientos en masa de la región Ayacucho, se observa el distrito de Anchiuay, se ubica en una zona de Muy Alto grado de susceptibilidad a movimientos en masa de tipo: deslizamiento, derrumbes, flujo de detritos y erosión de ladera. (Ingemmet, 2015).

1.2. Objetivos

- Identificar los peligros geológicos por movimientos en masa, que afectaron los tres sectores del distrito de Anchiuay, obras de infraestructura, terrenos de cultivo y vías de comunicación; así como, las causas de su ocurrencia.
- Emitir las conclusiones y recomendaciones pertinentes para la reducción o mitigación del riesgo.

2. ASPECTOS GENERALES

2.1. Ubicación y accesibilidad

El área de estudio en el distrito de Anchiuay se ubica en la margen izquierda del río Apurímac (figura 2), entre las coordenadas UTM WGS84 Zona 18Sur: 648000 – 857800 y 656000 - 8572000, a una altura que varía de 970 a 2403 m s.n.m. el distrito tiene una extensión territorial de 266 km² cuenta con aproximadamente 4 039 habitantes (INEI-2017), que se dedican principalmente a la agricultura.

El acceso a la zona de estudio:

Tramo		Km	Tipo de vía	Duración (h)
Lima	Ayacucho	873	Asfaltada	14:17
Ayacucho	San Francisco	182	Asfaltada	4:31
San Francisco	Anchihuay	70.8	Afirmada	2:59

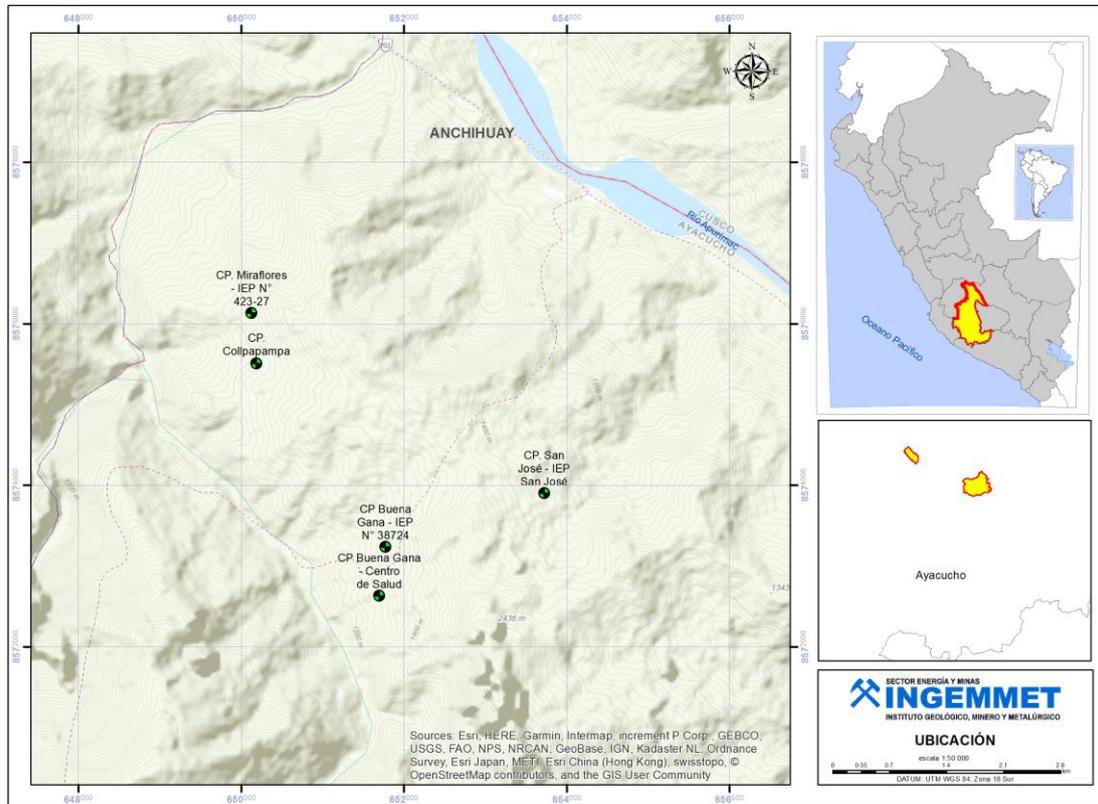


Figura 2. Mapa de ubicación de los CP afectados por movimientos en masa del distrito de Anchihuay.

El clima aquí es suave, y generalmente cálido y templado. En comparación con el invierno, los veranos tienen mucha más lluvia. Este clima es considerado Cwb según la *clasificación climática de Köppen-Geiger*. La temperatura media anual es 11.6 ° C en Anchihuay. La precipitación media aproximada es de 982 mm.

La precipitación es la más baja en junio, con un promedio de 15 mm. En enero, la precipitación alcanza su pico, con un promedio de 177 mm. Figura 3.

A una temperatura media de 13.0 ° C, noviembre es el mes más caluroso del año. A 9.9 ° C en promedio, junio es el mes más frío del año.

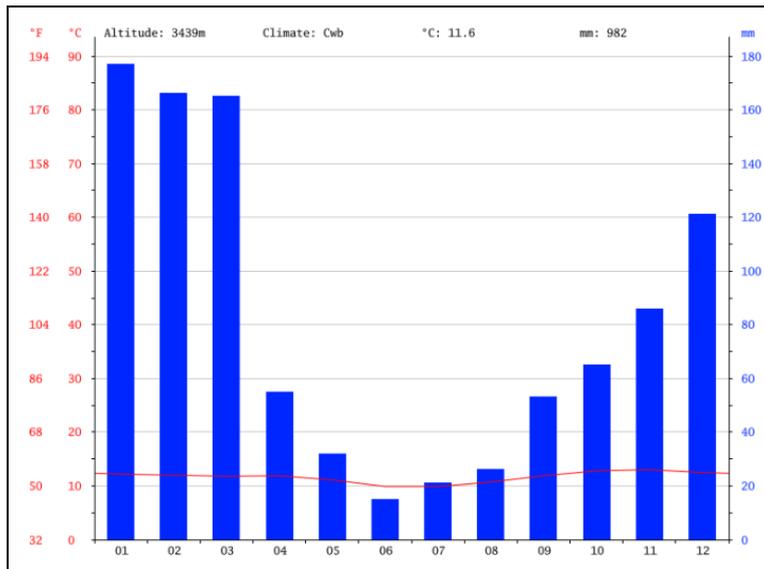


Figura 3. Precipitaciones anual en el distrito Anchihuay (fuente: <https://es.climate-data.org/americas-del-sur/peru/ayacucho/anchihuay>)

3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

El área de estudio presenta una topografía accidentada y agreste. El relieve es abrupto con terrenos accidentados, de flancos escarpados en algunas zonas cortado por profundos valles y quebradas. (figura 06).

3.1. Pendiente del terreno

Uno de los aspectos importantes en la clasificación de unidades geomorfológicas, además del relieve, es la pendiente de los terrenos. La pendiente es uno de los principales factores dinámicos y particularmente de los movimientos en masa, ya que determina la cantidad de energía cinética y potencial de una masa inestable (Sánchez, 2002); importante en la evaluación de procesos de movimientos en masa como factor condicionante.

En la zona de estudio, las laderas de los cerros tienen moderada pendiente, comprendidas entre 25° a 45°. Esto facilita el escurrimiento superficial de los materiales sueltos dispuestos en las laderas. Asimismo se tienen pendientes menores de los 5°, situadas en la parte baja del río Apurímac donde se asienta algunos centros poblados.

Por ello es propenso, considerando solo el factor pendiente, que ocurran movimientos en masa en laderas de montañas (deslizamientos) como cauces de quebradas (huaicos), porque facilita el escurrimiento superficial, como el fácil acarreo de material suelto en las laderas como cauces, respectivamente.

3.2. Unidades geomorfológicas

3.2.1. Montañas en rocas sedimentarias

Corresponde a relieves montañosos compuestos por rocas sedimentarias (pizarras y areniscas cuarzosas) con laderas de pendiente media a fuerte (15° a 45°). Se observa en el área de estudio.

3.2.2. Montañas en rocas metamórfica

Corresponde a relieves montañosos compuestos por rocas metamórficas (filitas y cuarcitas) con laderas de pendiente fuerte (25° a 45°). Se observa al noreste del área de estudio.

3.2.3. Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial

Corresponde a zonas con planicies ligeramente inclinadas y se localizan de manera aislada al pie del relieve montañoso, coincidente con el lecho y/o margen de los ríos y quebradas. Su origen está dado por la acumulación de sedimentos formados por fragmentos rocosos heterométricos (cantos, bolos, bloques, etc.), con matriz limo arenoso arcilloso que son transportados por el agua de escorrentía producto de las precipitaciones pluviales periódicas o extraordinarias.

3.2.4. Vertiente de depósito de deslizamiento.

Corresponde a las acumulaciones de ladera originadas por procesos de movimientos en masa, prehistóricos, antiguos y recientes, que pueden ser del tipo deslizamientos, avalancha de rocas y/o movimientos complejos.

Generalmente su composición litológica es homogénea; con materiales inconsolidados a ligeramente consolidados, son depósitos de corto a mediano recorrido relacionados a las laderas superiores de los valles.

Su morfología es usualmente convexa y su disposición semicircular a elongada en relación a la zona de arranque o despegue del movimiento en masa. Se relacionan con rocas de diferente naturaleza litológica, ya que es posible encontrarlas comprometiendo todo tipo de rocas.

Geodinámicamente se asocia a reactivaciones en los materiales depositados por los movimientos en masa antiguos, así como por nuevos aportes de material provenientes de la actividad retrogresiva de eventos activos

3.2.5. Terraza aluvial

Terrenos llanos relativamente altos por encima del curso actual de los ríos, principalmente de carácter estacionarios. Litológicamente están compuestas por fragmentos heterogéneos en tamaño y litología (bolos, cantos gravas, arenas, etc.), transportados por la corriente de río Apurímac, el cual conforma superficies planas o terrazas bajas en ambas márgenes. son consideradas susceptible a inundaciones en periodos de lluvias excepcionales.

4. ASPECTOS GEOLÓGICOS

Según la cartografía geológica en el cuadrángulo de San Francisco (Monge *et al.*, 1998), en el aérea de estudio se presenta las siguientes unidades geológicas (figura 6).

4.1. Complejo Metamórfico.

Aflora en los alrededores del distrito Anchiuay. Está compuesta principalmente por esquistos y filitas, con una esquistosidad y foliación bien marcada, de color gris verdusco, intercalada con capas delgadas de cuarcitas (Monge, *et. al.*, 1998). Esta unidad se presenta meteorizado, fracturado de calidad geotécnica media.

4.2. Formación Sandia.

Está compuesta principalmente por rocas sedimentarias, formada por una intercalación de areniscas y cuarcitas de grano fino, limolíticas y areniscas (Monge, *et. al.*, 1998). Esta unidad se caracteriza por presentar relieves suaves con buena cobertura vegetal, en muchos casos inestables debido a las pendientes pronunciadas y la constante deforestación que originan deslizamientos, en la zona de estudio se observa a la margen derecha del río Apurímac.

4.3. Formación Ananea.

Está compuesta principalmente por rocas sedimentarias, formada por una gruesa secuencia de pizarras, pizarras limolíticas y areniscas cuarzosas muy subordinadas en capas delgadas (Monge, *et. al.*, 1998). Esta unidad se caracteriza por presentar relieves suaves con buena cobertura vegetal, en muchos casos inestables debido a las pendientes moderada a fuerte (15° a 45°) y la constante deforestación que originan eventos como: deslizamientos, derrumbes y hundimientos, en los alrededores del distrito Anchiway. También esta unidad es susceptible a los procesos de erosión e inundación fluvial

4.4. Grupo Cabanillas

Esta unidad aflora en la margen izquierda del río Apurímac, entre los sectores de San Francisco y Buena Gana, esta unidad tiene una alineación noroeste, conformada por intercalación de areniscas gris claras a oscuras en capas delgadas intercalaciones con lutitas pizarrosas gris oscuras. Esta unidad litológica se encuentra muy meteorizado en superficie, de calidad geotécnica mal, susceptible a la ocurrencia de movimientos en masa.(Figura 4)

En el sector Yanasacha, se observa lutitas pizarrosas bituminosa de color gris oscuro altamente porosa, estas por la fricción o movimiento originado por un evento natural, tienden a generar la combustión, la humareda que genera es muy intensa que genera molestia a las vías respiratorias cuando la exposición es por encima de un periodo de tiempo de 1 min. (Figura 5)

4.5. Depósitos aluviales

Estos depósitos se encuentran distribuidos a lo largo de los cauces del río Apurímac. esta unidad está formada por grava en matriz arenosa, los fragmentos de roca son de forma bien redondeada.

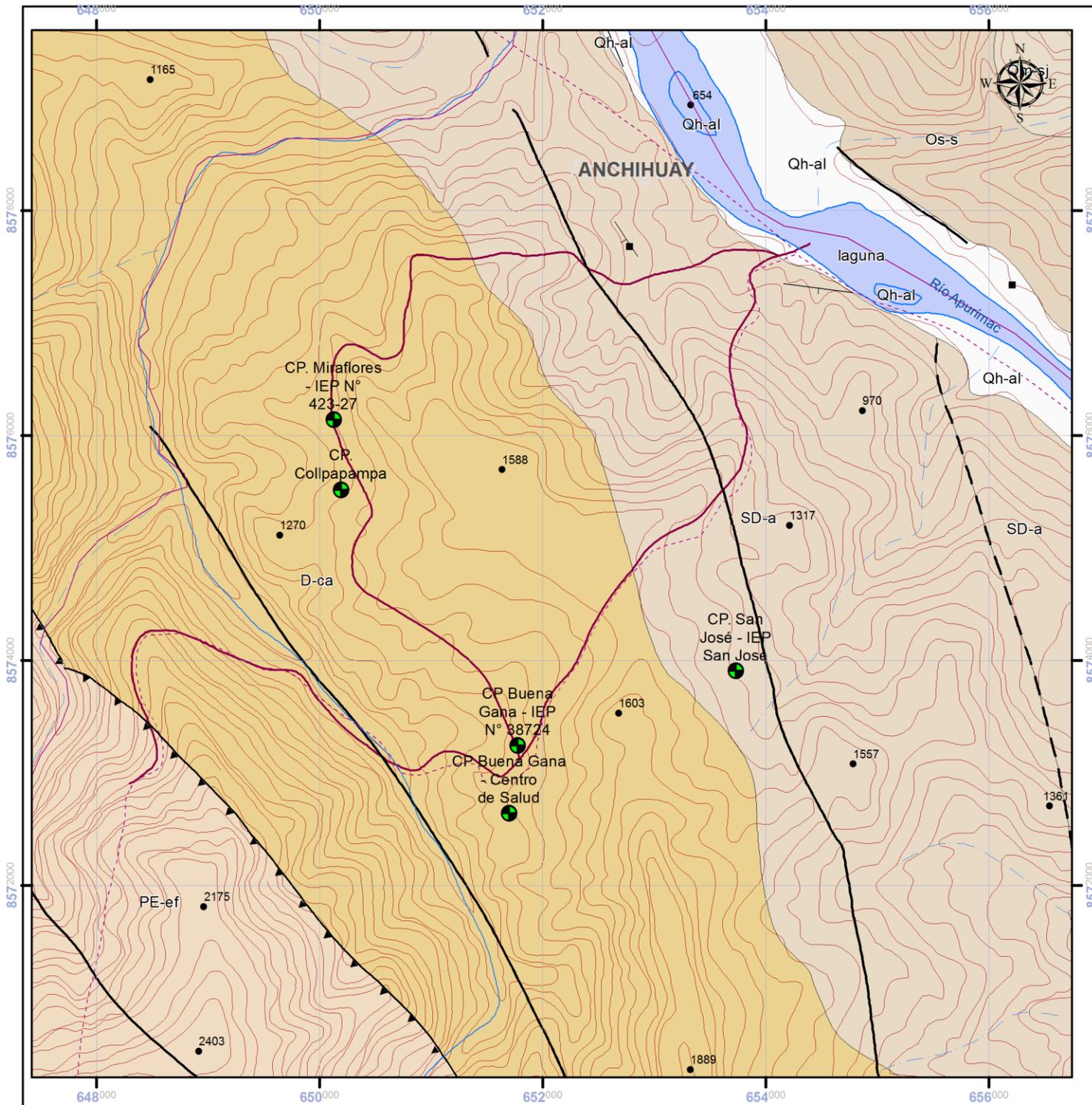
Las terrazas formadas en ambos márgenes, indican las fluctuaciones del caudal y la migración lateralmente de las aguas, generalmente están formadas por grava y arena.



Figura 4. Sector Yanasacha, se observa afloramiento de roca de la Formación Cabanillas, formado por lutitas pizarrosas de color gris oscuro,



Figura 5. Sector Colpapampa, se observa lutitas pizarrosas donde se origina humareda por la combustión de esta.



Símbolos	
	Via vecinal
	Via departamental
	Via nacional
	Sectores
	Cota
	Fofoil
	Poblado
	Rumbo y buzamiento de estratos
	Rumbo y buzamiento fotointerpretado
	Rumbo y buzamiento de esquistosidad
	Río principal
	Río secundario
	Quebrada
	Laguna
	Falla
	Falla inversa
	Falla cubierta
	Eje anticlinal
	Eje sinclinal
	Sinclinal acostado

Unidades litoestratigráficas	
	Qh-al <i>Depósito aluvial</i>
	SD-a <i>Formación Ananea</i>
	Os-s <i>Formación Sandia</i>
	D-ca <i>Grupo Cabanillas</i>
	PE-ef <i>Complejo metamórfico</i>



SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

ACT7: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL

MAPA GEOLÓGICO	Figura: 06
-----------------------	----------------------

Escala: 1:50 000 Datum: UTM WGS 84 Zona 18Sur
Versión digital: año 2019 Impreso 2019

5. PELIGROS GEOLÓGICOS

5.1. Conceptos teóricos

El termino movimientos en masa incluye todos aquellos movimientos ladera abajo de una masa de roca, de detritos o de tierras por efectos de la gravedad (Cruden, 1991). Algunos movimientos en masa, como la reptación, son, lentos, a veces imperceptibles y difusos, en tanto de otros, como algunos deslizamientos pueden desarrollar velocidades altas y pueden definirse con límites claros, determinados por superficies de rotura (Crozier, 1999^a, en Glade y Crozier, 2005).

Estos movimientos en masa, tienen como causas factores intrínsecos, como son la geometría del terreno, la pendiente, el tipo de suelos, el drenaje superficial-subterráneo y la cobertura vegetal; combinados con factores extrínsecos, entre ellos se consideran la construcción de viviendas en zonas no adecuadas, construcción de carreteras, explotación de canteras. Se tiene como “desencadenates” de estos eventos las precipitaciones pluviales periódicas y extraordinarias que caen en la zona

5.1.1. Deslizamiento

Es un movimiento ladera bajo de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla, o de un delgada zona en donde ocurre una gran deformación cortante.

En el sistema de Varnes (1978), clasifica los deslizamientos, según la forma de la superficie de falla por la cual se desplaza el material, en traslacionales y rotacionales. Los deslizamientos traslacionales a su vez pueden ser planares y o en cuña. Sin embargo, las superficie de rotura de movimientos en masa son generalmente más complejas que la de los dos tipos anteriores, pues pueden consistir de varios segmentos planares y curvos, caso en el cual se hablara de deslizamiento compuesto (Hutchinson, 1988). (figura 7)

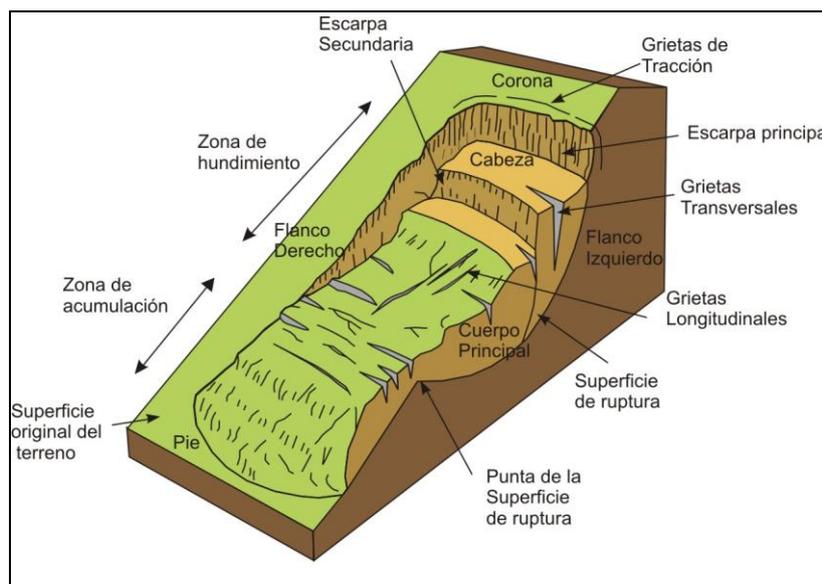


Figura 7. Esquema de Deslizamiento rotacional

Deslizamiento en el centro poblado San José

El centro poblado San José, se ubica entre las coordenadas UTM WGS 84, zona 18Sur 18653729 – 8573904, según versión de los pobladores hace dos años observaron grietas en la superficie.

La visita de campo realizado el día 20 de febrero, se ha observado que el sector es afectado por peligros geológicos de tipo deslizamiento, las misma presentan las siguientes características:

Deslizamiento A:

- Escarpe principal 90m.
- Salto vertical 1.5 m.
- Ancho de cuerpo desplazado 100 m.
- Longitud del escarpe principal al pie de la ladera 185 m.

Deslizamiento B:

- Escarpe principal 190m.
- Salto vertical 10 m.
- Ancho de cuerpo desplazado 132 m.
- Longitud del escarpe principal al pie de la ladera 170 m.

Deslizamiento C:

- Escarpe principal 90m.
- Ancho de cuerpo desplazado 80 m.
- Longitud del escarpe principal al pie de la ladera 45 m.

Deslizamiento D:

- Escarpe principal 124m.
- Salto vertical 1.0 m.
- Ancho de cuerpo desplazado 70 m.
- Longitud del escarpe principal al pie de la ladera 70 m.

Para la ocurrencia de peligros geológicos en el área de estudio, está condicionado aspectos geológicos, geomorfológicos y antrópicos.

Factores de sitio

- a) El sector presenta montañas sedimentarias con laderas de pendiente muy fuerte (25° a 45°). consideradas como laderas inestables, susceptible a la ocurrencia de deslizamientos o derrumbes
- b) Substrato muy meteorizado, susceptible a la ocurrencia de movimientos en masa.
- c) Suelos residuales poco saturados por sectores
- d) Cobertura vegetal regular, con sectores deforestados para ser utilizados como terrenos de cultivo.

Factores antrópicos

- a) Ocupación inadecuada del suelo por el hombre hacia zonas susceptibles.
- b) Ocupación de áreas donde se realizaron corte y explanación de ladera
- c) No cuenta con sistema de drenaje pluvial

El desencadenante principal es la lluvia intensa extraordinaria, que se presentan entre los meses diciembre a marzo.

Afecta:

El evento afecta infraestructura de la Institución Educativa Inicial N° 425-17mx-U San José, se observa grietas en el piso (patio, vereda) con apertura de 15cm, en algunos sectores se observa saltos verticales hasta de 5cm, la infraestructura no está apta para ser utilizada, de continuar el evento podría afectar la infraestructura de la Institución Educativa Primaria. (Figura 9)

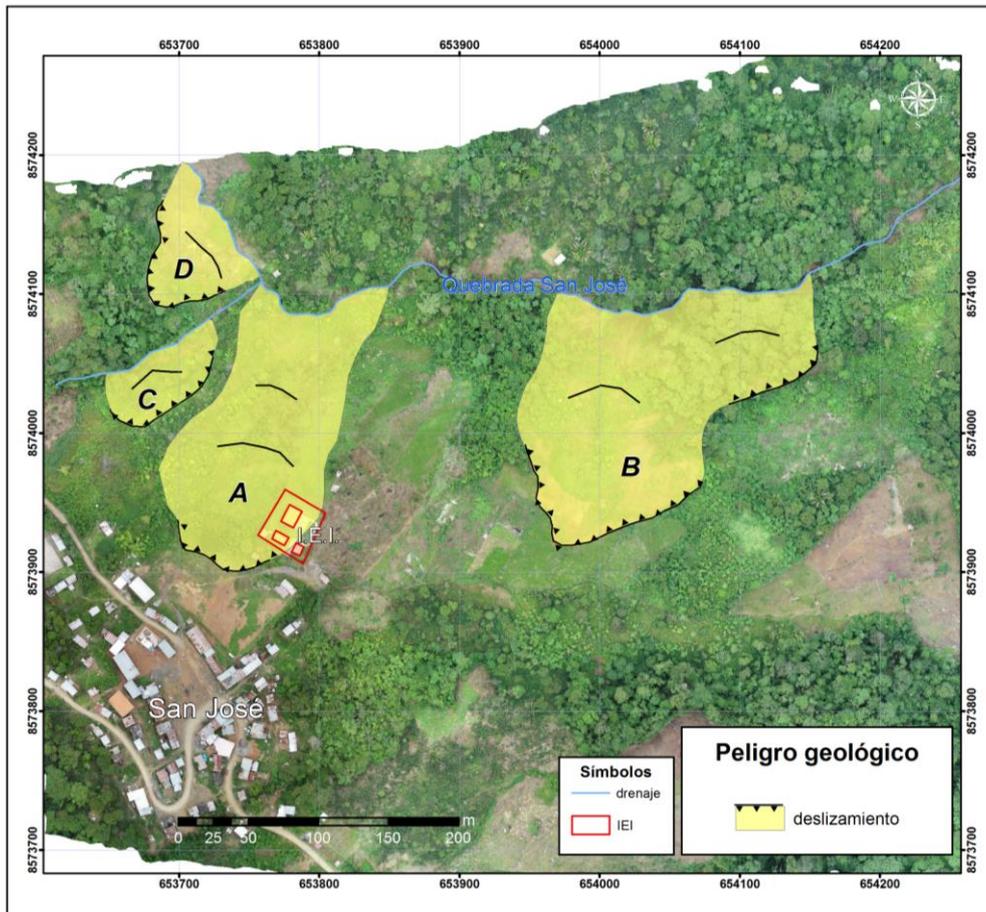


Figura 8. Cartografía del sector San José, se observa los peligros geológicos de tipo deslizamiento que afecta en los alrededores, involucra directamente a la Institución Educativa Inicial



Figura 9. Vista panorámica tomada con vehículo aéreo no tripulado (Drone), se observa el deslizamiento que afecta la Institución Educativa Inicial

Deslizamiento Sector Buena Gana.

El sector Buena Gana se ubica en entre las coordenadas UTM 651698.00 m E - 8572638.00 m S, en los alrededores del área de estudio se han identificado la ocurrencia de peligros geológicos antiguos y recientes de tipo: deslizamiento derrumbes, reptación de suelos y erosión de ladera, condicionado por los aspectos geológicos, geomorfológicos y antrópicos.

En el área donde se ubica el centro de salud se observa la ocurrencia de un deslizamiento que presenta un escarpe principal de 85 m de longitud, salto vertical que varían entre 1.5 a 2 m la masa se desplaza con una dirección norte 202°, afecta muros perimétricos así como infraestructura del centro de salud. (Figura 10)

La institución Educativa Primaria N° 38724/mx-P, se encuentra ubicado dentro de un evento antiguo, el que se reactivó presentando grietas en el terreno y paredes. La infraestructura que se ubica cerca al cauce de la quebrada se encuentra inhabitable, por encontrarse muy deteriorado. Cabe mencionar que esta infraestructura se encuentran construidas con material ladrillo concreto. (Figuras 11, 12 13 y 14)

También se identificó peligro geológico de tipo derrumbe, que afecta tramo de carretera Buena Gana – Yanasacha, una longitud de 30 m de plataforma. (Figuras 15)

Para la ocurrencia de peligros geológicos en el sector Buena Gana, está condicionado aspectos geológicos, geomorfológicos y antrópicos.

Factores de sitio

- a) El sector presenta montañas sedimentaria con laderas de pendiente muy fuerte (25° a 45°). consideradas como laderas inestables, susceptible a la ocurrencia de deslizamientos o derrumbes

- b) Substrato muy meteorizado, susceptible a la ocurrencia de movimientos en masa.
- c) Suelos residuales saturado por sectores
- d) Cobertura vegetal regular, con sectores deforestados para ser utilizados como terrenos de cultivo o para expansión urbana.

Factores antrópicos

- a) Ocupación inadecuada del suelo por el hombre hacia zonas susceptibles.
- b) Uso inadecuado de aguas de consumo y de escorrentía.
- c) No cuenta con sistema de drenaje pluvial

El desencadenante principal es la lluvia intensa extraordinaria, que se presentan entre los meses diciembre a marzo.

Afecta:

El evento afecta infraestructura del centro de salud Buena Gana, se observa grietas en la rampa de acceso a las instalaciones del centro de salud, cerco perimétrico con muros ligeramente inclinados. (Figuras 13).

También afecta la Institución Educativa Primaria N° 38724/MX-U Buena Gana, se observa grietas en las paredes de las aulas, veredas y muro de contención

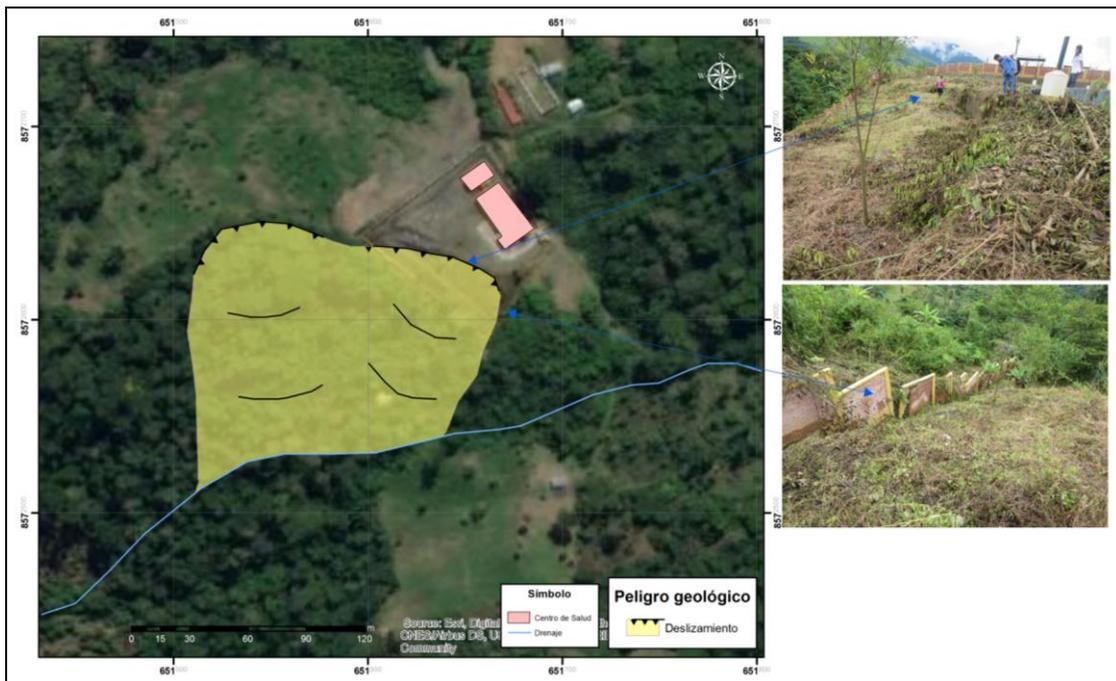


Figura 10 Cartografía de peligros geológicos en el área donde se ubica el centro de salud Buena Gana.



Figura 11. Se observa la rampa de acceso a las instalaciones del centro de salud, esta presenta grietas con apertura de 2 cm y levantamiento de 5 cm.

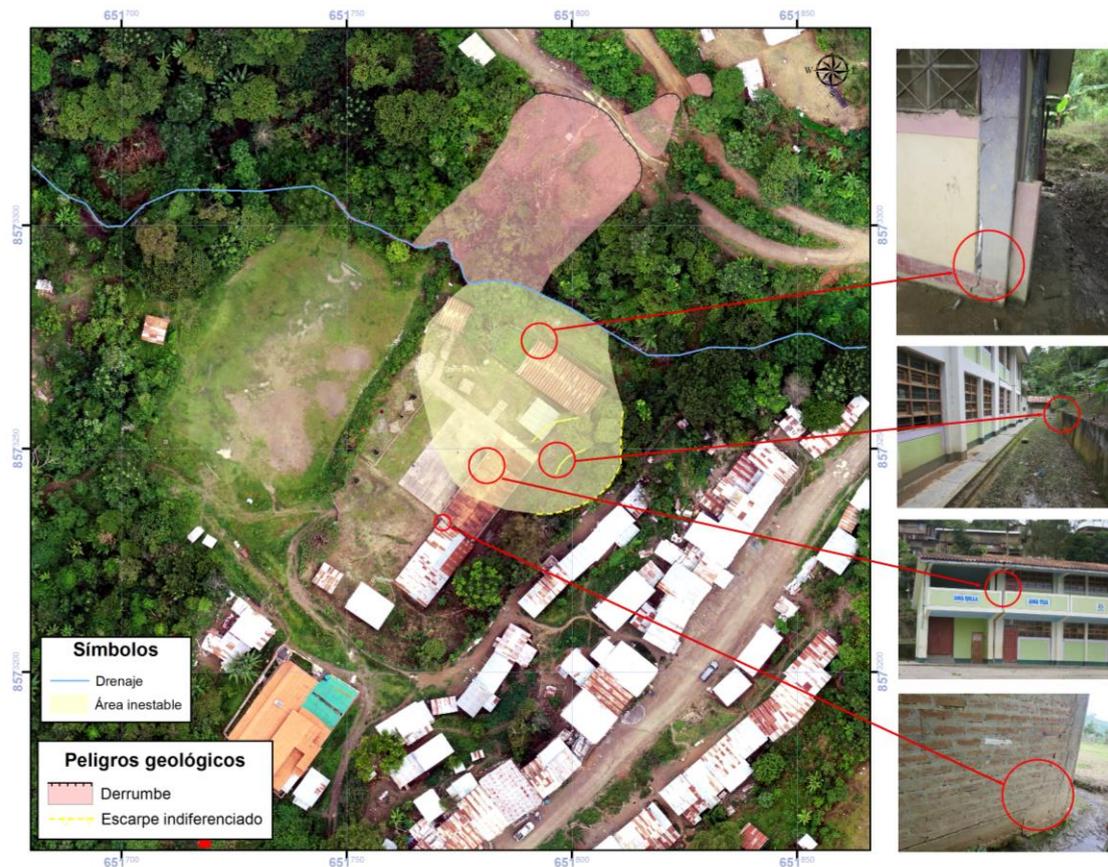


Figura 12. Cartografía de peligros geológicos en el área donde se ubica las instalaciones de la Institución Educativa Primaria N° 38724/MX-U Buena Gana



Figura 13. Vista de la infraestructura de la Institución Educativa Primaria N° 38724/MX-U Buena Gana, se observa grietas en las paredes como también en la vereda.



Figura 14. Vista del muro de contención que se ubica al sureste de la Institución Educativa, se observa muro de concreto levemente inclinado.



Figura 15. Tramo de carretera Buena Gana – Collpapampa, es afectado por derrumbe

Deslizamiento Sector Miraflores .

El sector Miraflores, se ubica entre las coordenadas UTM 650118 E - 8576106 S, según versión de los pobladores se han presentado grietas en el piso y paredes de la Institución Educativa Inicial N° 425-27/Mx-U como también en la institución educativa primaria.

En la visita de campo, se observó grietas en el piso de la I.E.I., con apertura que son menores a 5 cm, asentamiento de 10 cm y con una dirección de movimiento norte 228, (Figura 16 y 17).

La institución Educativa Primaria Miraflores, presenta grietas en el piso con apertura de 1 a 3 cm, con movimiento norte 230



Figura 16. Se tiene una vista panorámica del área afectada por movimientos en masa, tomada con Drone, en línea amarilla se marca el escarpe del deslizamiento reactivado, sí como la infraestructura educativa que se ubica en la parte alta del escarpe es afectado con agrietamientos en el piso.



Figura 17. La infraestructura de la I.E.I. N°425-27/Mx-U Miraflores presenta grieta en la pared, vereda y aulas que presentan un leve desplazamiento de su ubicación original.

5.1.2. Movimiento complejo

Los eventos tipificados como movimientos complejos agrupan procesos combinados de dos o más peligros, siendo los más comunes los deslizamientos flujos y derrumbes flujos (Figura 18)

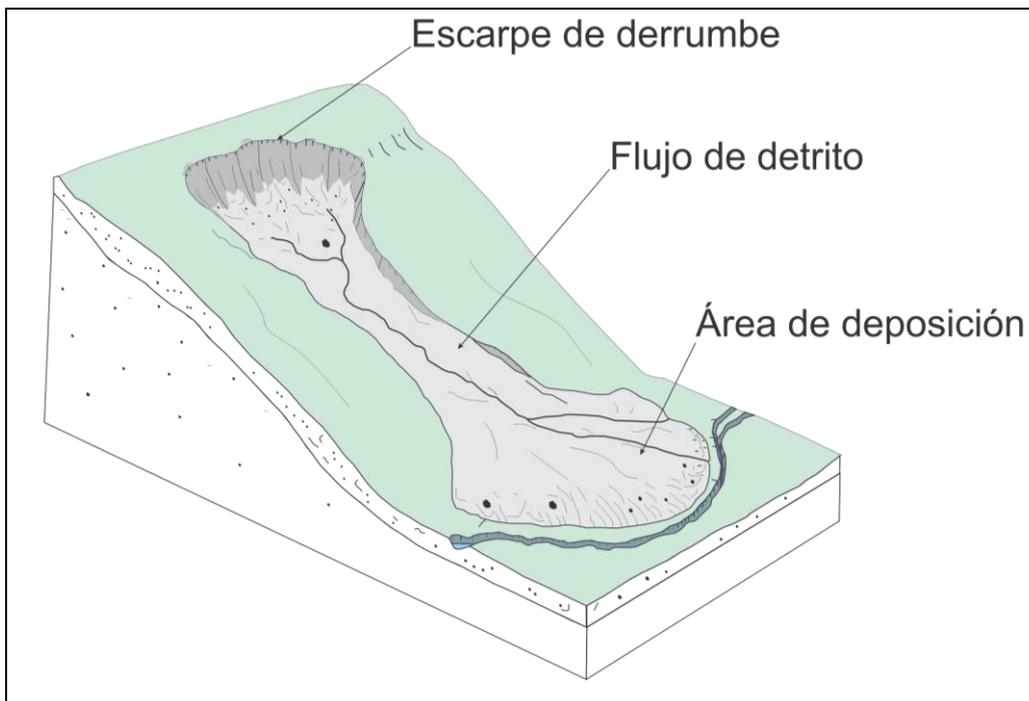


Figura 18 Esquema grafica de un movimiento complejo tipo derrumbe –flujo de detrito

Derrumbe flujo entre los sectores Collpapampa – Miraflores

El sector ubicado entre las coordenadas UTM 648905.79 m E -8576363.44 m S y 651078.13 m E-8574903.97 m S con altitud que varían de 1000 a 1400 m s.n.m. área entre los poblados de Collpapampa y Miraflores. Es susceptible a la ocurrencia de derrumbes.

La visita de campo realizado el día 23 febrero del año en curso, se observó que el evento antiguo en la actualidad se ha reactivado a manera de derrumbes con zonas de arranque en diferentes zonas, la masa desplazada presenta mayor porcentaje de agua llegando a convertirse en un evento de tipo flujos de detritos está discurre distancias hasta de 1.3 km. (figura 19)

Asimismo, el flujo de detritos acarrea material formado por gravas en matriz limo arcilloso más palizadas, afecta terrenos de cultivo. (Figura 20)

También, cabe mencionar que en la coordenada UTM 650191 m E – 8575511 m S, se observa emanación de humo, por la combustión de la roca formada por lutitas bituminosas de color negro altamente porosas, el origen se debe a la fricción de la roca que ocurre en la zona debido a los movimientos en masa y por presentar estratos de fácil combustión. Ver figura 21

Los factores que condicionan a la ocurrencia del evento son los que se menciona a continuación:

Factores de sitio

- e) Substrato de mala calidad formado por intercalaciones de lutitas pizarrosas y areniscas de grano fino.
- f) Laderas de montañas sedimentaria con pendiente entre 25 a 45°, susceptible a la ocurrencia de movimientos en masa.
- g) En las laderas se observa depósitos de eventos antiguos como derrumbes y deslizamientos, que se reactivan a manera de derrumbes y flujos de detritos con la presencia de lluvias periódicas o extraordinarias.
- h) Laderas con escasa cobertura vegetal, por sectores se observa deforestación que es utilizado como terrenos de cultivo siendo áreas susceptibles a erosión de ladera como también a movimientos en masa.

Factores antrópicos

- d) Cortes en el pie de la ladera.
- e) Ocupación inadecuada del suelo por el hombre hacia zonas susceptibles.
- f) Modificación del cauces naturales

El desencadenante principal es la lluvia intensa extraordinaria, que se presentan entre los meses diciembre a marzo.

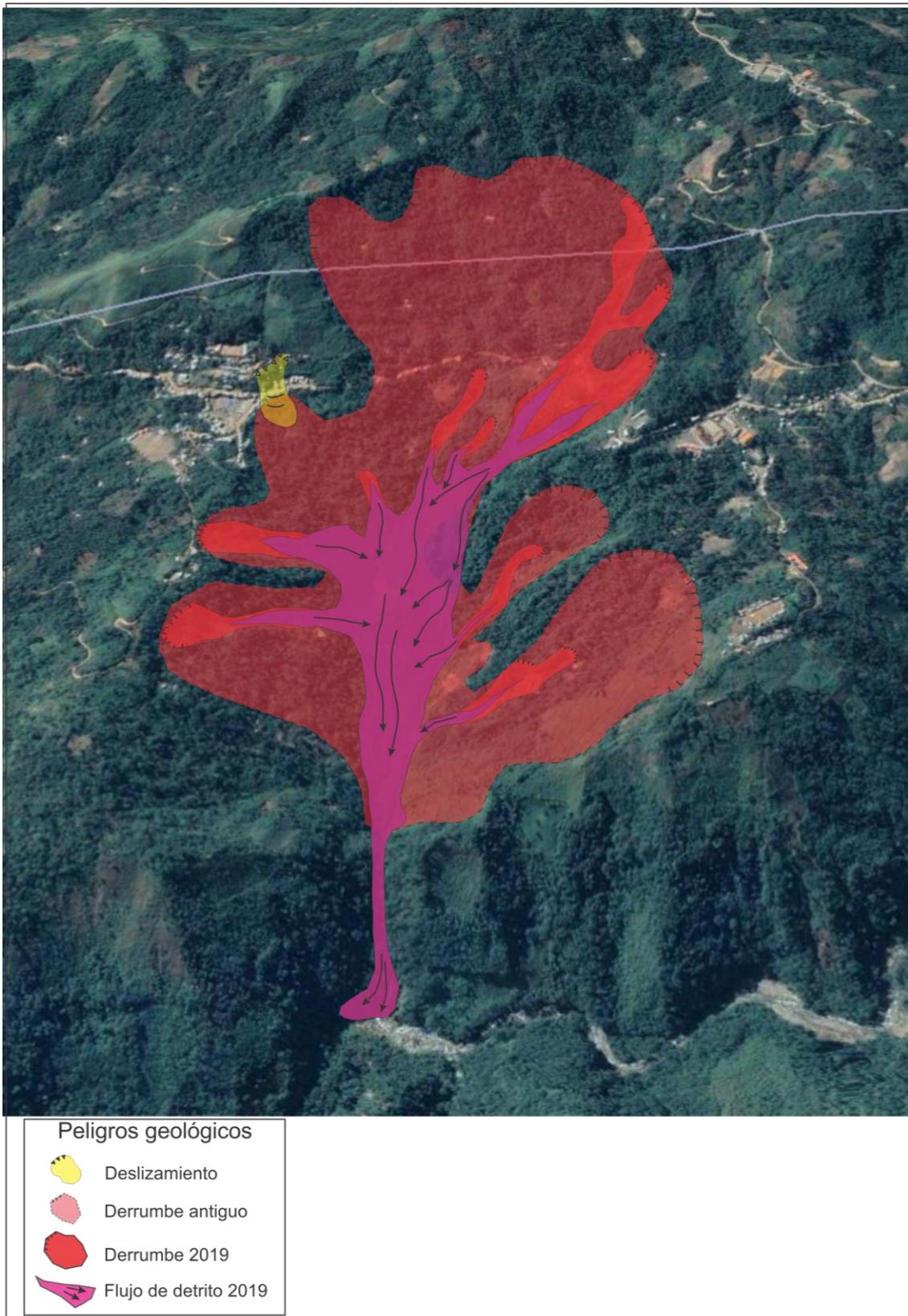


Figura 19, La cartografía usando imágenes Google Earth pro, se ha identificado derrumbes antiguos que el año 2019 por las intensas lluvias se reactiva a manera de derrumbe flujos de detrito, afecta terrenos de cultivo, en color amarillo se ubica la reactivación de evento de tipo deslizamiento que afecta viviendas e infraestructura educativa



Figura 20. Vista tomada con dirección noreste, se observa zonas de arranque donde ocurren derrumbes y estos se convierten en flujos de detritos por la cantidad de agua que contiene la masa desplazada.



Figura 21. Sector Collpapampa, se observa humareda, producto de la combustión de la roca sedimentaria formada por lutitas bituminosas, originada por la fricción de los estratos cuando se genera movimientos dinámicos

6. PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS

En esta sección se dan algunas propuestas generales de solución para la zona de estudio, con la finalidad de minimizar las ocurrencias de deslizamientos, derrumbes, caídas de rocas, flujos, procesos de erosión de laderas, entre otros; así como también para evitar la generación de nuevas ocurrencias.

6.1 PARA DESLIZAMIENTOS

Los deslizamientos ocurren esencialmente de forma natural pero también por la actividad antrópica (agrícola, deforestación) mal desarrollada que acelera el proceso; asimismo por el socavamiento al pie de laderas, la utilización de canales sin revestir, etc. A continuación, se proponen algunas medidas para el manejo de estas zonas:

- Manejo agrícola: evitar riegos en exceso, estos deben ser cortos y frecuentes, de modo que limiten la infiltración y la retención en la capa superficial del suelo en contacto con los cultivos.
- Los canales deben ser revestidos (concreto, mampostería, terrocemento, entre otros) para minimizar la infiltración y saturación de los terrenos.
- No debe construirse reservorios de agua sin revestimiento, ya que esto favorece la infiltración y saturación del terreno.
- El sistema de riego de cultivo debe ser tecnificado por aspersión controlada o por goteo.
- La remoción de la tierra para realizar el cultivo debe ser superficial pues una remoción más profunda realizada con maquinaria puede favorecer la infiltración y saturación del terreno.
- El desarrollo de vegetación natural (pastos, malezas, arbustos, árboles) contribuye a atenuar el proceso de incisión rápida de las masas deslizantes; no obstante, este seguirá produciéndose en forma lenta hasta alcanzar el equilibrio natural entre el suelo y la vegetación nativa.
- Realizar prácticas de conservación y regeneración de la cobertura vegetal natural conformada por pastos, malezas y arbustos.
- Realizar trabajos de reforestación de laderas con fines de estabilización. En la selección de árboles a utilizarse debe contemplarse las características de las raíces, las exigencias en tipo de suelos y portes que alcanzaran versus la pendiente y profundidad de los suelos, se recomienda que las plantaciones forestales se ubiquen al lado de las zanjas de infiltración con el objeto de captar el agua y controlar la erosión.
- Evitar el sobre pastoreo que produzca deterioro y destrucción de la cobertura vegetal, se debe realizar un manejo de las zonas de pasturas mediante el repoblamiento de pasturas nativas, empleando sistemas de pastoreo rotativo, evitar la quema de pajonales.

Uso de vegetación

El efecto de la vegetación sobre la estabilidad de los taludes es muy debatido; el estado del uso actual deja muchas dudas e inquietudes y la cuantificación de los efectos de estabilización de las plantas sobre el suelo, no ha tenido una explicación universalmente aceptada. Sin embargo, la experiencia ha demostrado el efecto positivo de la vegetación, para evitar problemas de erosión, reptación y fallas subsuperficiales (J. Suárez Díaz, 1998). Para poder analizar los fenómenos del efecto

de la vegetación sobre el suelo se requiere investigar las características específicas de la vegetación en el ambiente natural que se esté estudiando. Entre los factores se sugiere analizar los siguientes:

- Volumen y densidad de follaje, tamaño, ángulo de inclinación y aspereza de las hojas, altura total de la cobertura vegetal, presencia de varias capas diferentes de cobertura vegetal, tipo, forma, profundidad, diámetro, densidad, cubrimiento y resistencia del sistema de raíces.
- El tipo de vegetación, tanto en el talud como en el área arriba del talud es un parámetro importante para su estabilidad. La vegetación cumple dos funciones principales: En primer lugar, tiende a determinar el contenido de agua en la superficie y, además, da consistencia por el entramado mecánico de sus raíces.
- Como controlador de infiltraciones tiene un efecto directo sobre el régimen de aguas subterráneas y actúa posteriormente como secador del suelo al tomar el agua que requiere para vivir.

Factores que aumentan la estabilidad del talud:

1. Intercepta la lluvia
2. Aumenta la capacidad de infiltración
3. Extrae la humedad del suelo
5. Las raíces refuerzan el suelo, aumentando la resistencia al esfuerzo cortante
6. Anclan el suelo superficial a mantos más profundos
7. Aumentan el peso sobre el talud
8. Trasmiten al suelo la fuerza del viento
9. Retienen las partículas del suelo disminuyendo la susceptibilidad a la erosión

La deforestación puede afectar la estabilidad de un talud de varias formas:

1. Disminuyen las tensiones capilares de la humedad superficial
2. Elimina el factor de refuerzo de las raíces
3. Facilita la infiltración masiva de agua.

La quema de la vegetación aumenta la inestabilidad de los taludes, especialmente si esto ocurre en áreas de coluviones en los cuales la vegetación ejerce un papel preponderante en la estabilidad, especialmente por la eliminación del refuerzo de las raíces y por la exposición a la erosión acelerada.

a) Construir zanjas de coronación.

Las zanjas en la corona o en la parte alta de un talud, son utilizadas para interceptar y conducir adecuadamente las aguas de lluvias y evitar su paso por el talud. La zanja de la corona no debe construirse muy cerca del borde superior del talud para evitar que se convierta en activadora de un deslizamiento en cortes recientes; o en una nueva superficie de falla (movimiento regresivo) en deslizamientos activos; o se produzca la falla de la corona del talud o escarpe (figura 22).

Se debe tener en cuenta el mantenimiento periódico que debe efectuarse en las zanjas de coronación, a fin de evitar problemas que pueden incidir en la estabilidad del talud.

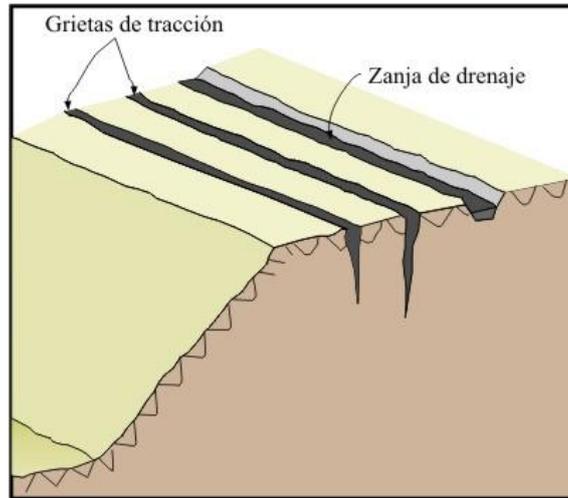


Figura 22 Canales de coronación.

b) Construir un sistema de drenaje tipo Espina de Pescado

Para disminuir la infiltración de agua en las áreas arriba del talud, se construyen canales colectores en Espina de Pescado, los cuales conducen las aguas colectadas fuera de las áreas vulnerables del talud, entregándolas generalmente a los canales en gradería o torrenteras (figura 23). Estos canales deben impermeabilizarse adecuadamente para evitar la infiltración del agua

c) Monitoreo permanente en la zona durante el periodo lluvioso

Implementar un sistema de monitoreo de la zona de arranque, que permita determinar la existencia de movimiento en la masa deslizante, este puede estar constituido por estacas de madera o varillas de hierro, las cuales deben estar colocadas tanto dentro del deslizamiento, como en una zona estable (fuera o encima del cuerpo de deslizamiento), realizándose medidas de la distancia entre estacas, cada cierto tiempo, aumentado la frecuencia de medidas durante periodos de lluvia. De detectarse movimientos rápidos, se informará a la población para que pueda realizarse la evacuación de las zonas que pueden resultar afectadas.

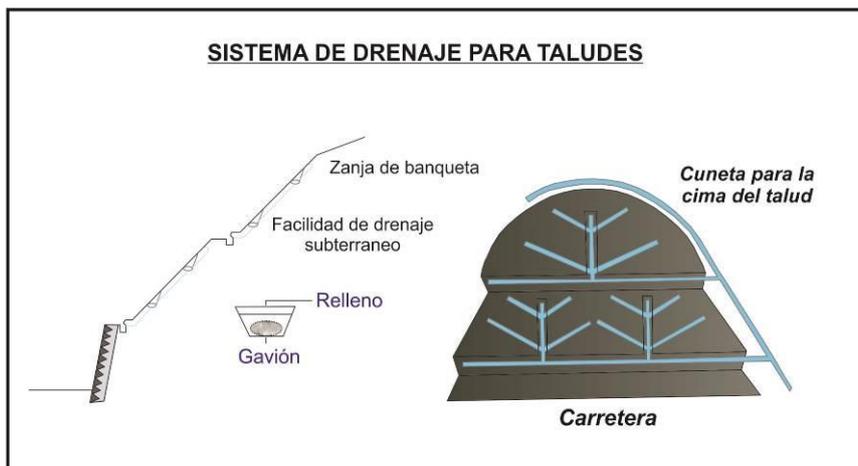


Figura 23. Sistema de drenaje tipo espina de pez.

6.2 PARA DERRUMBES Y CAIDA DE ROCAS

La forma del talud se muestra en la (figura 24), la inclinación de los taludes depende de los suelos y litología; en muchos casos se proporciona una banqueteta en el punto de cambio de inclinación.

Generalmente se emplea una pendiente única cuando la geología y los suelos son lo mismo en profundidad y en las direcciones transversales y longitudinales. cuando la geología y los suelos varían considerablemente y de manera complicada, una pendiente única adecuadamente al suelo de mayor pendiente podría usarse, aunque esto sea antieconómico.

a) Banquetas:

Como se muestra en la figura 8, la inclinación de los taludes depende de los suelos y la litología. Cuando la inclinación cambia, en muchos casos se proporciona una banqueteta en el punto de cambio de inclinación.

Generalmente se emplea una pendiente única cuando la geología y los suelos son los mismos en profundidad y en las direcciones transversal y longitudinal. Cuando la geología y los suelos varían considerablemente y de manera complicada, una pendiente única adecuada al suelo de mayor pendiente podría usarse, aunque esto es antieconómico.

Exceptuando el caso indicado en el párrafo anterior, generalmente se instala una banqueteta de 1 a 21 m de ancho, a la mitad de un talud de corte de gran altura.

Propósito de la banqueteta.

En la parte inferior de un gran talud continuo, la descarga y velocidad del agua superficial aumentan, causando el incremento de las fuerzas de socavación. En este caso, la velocidad de la corriente puede reducirse al proporcionar una banqueteta casi horizontal a la mitad del talud, o la concentración de agua superficial en la parte inferior del talud puede prevenirse al construir una zanja en la banqueteta para drenar el agua hacia afuera del talud. La banqueteta también puede usarse como acera para inspección o como andamio para reparación.

Por lo tanto, las banquetetas deben diseñarse tomando en cuenta la dificultad de inspeccionar y reparar, la pendiente del talud, la altura de corte, los suelos del talud, los costos y otras condiciones.

Inclinación de banqueteta

Cuando no existen facilidades de drenaje, se proporciona a la banqueteta un gradiente transversal de 5 a 10%, de modo que el agua drene hacia el fondo del talud (pie de talud).

Sin embargo, cuando se considera que el talud es fácilmente descargable o cuando el suelo es fácilmente erosionable, el gradiente de la banqueteta debe hacerse en la dirección contraria, de modo que el agua drene hacia la zanja de la banqueteta.

1) Localización de banqueteta.

En los taludes de corte, normalmente se diseñan banquetetas de 3 metros de ancho cada 5 a 10 metros de altura, dependiendo del suelo y la litología del talud.

Una banqueta más ancha se recomienda cuando el talud es largo y grande o donde se instalarán vallas de protección de caída de rocas.

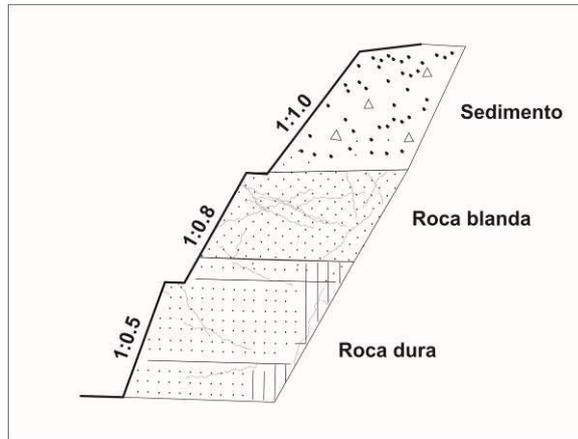


Figura 24. Condición de terreno y forma de taludes

b) Corrección por muros

Los muros se emplean frecuentemente como elementos resistentes en taludes (figura 25).

En ocasiones se emplean para estabilizar deslizamientos existentes o potenciales al introducir un elemento de contención al pie (figura 26). Esta forma de actuar puede tener varios inconvenientes. En primer lugar, la construcción del muro exige cierta excavación en el pie del talud, lo cual favorece la inestabilidad hasta que el muro esté completamente instalado. Por otra parte, el muro no puede ser capaz de evitar posibles deslizamientos por encima o por debajo del mismo.

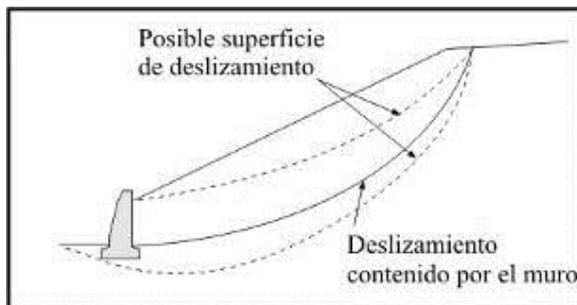


Figura 25. Contención de un deslizamiento mediante un muro (tomado de INGEMMET, 2000).

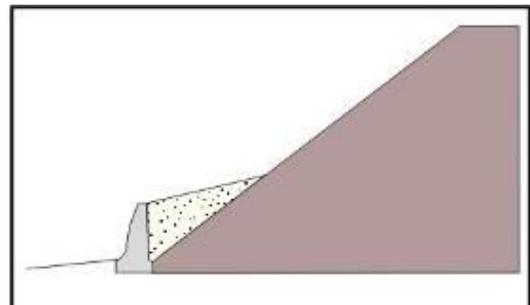


Figura 26. Relleno estabilizador sostenido por el muro (tomado de INGEMMET, 2000).

Una contención solo puede sostener una longitud determinada de deslizamiento ya que en caso contrario el deslizamiento sobrepasa al muro. Cuando quieran sujetarse deslizamientos más largos, debe recurrirse a un sistema de muros o a otros de los procedimientos expuestos.

Por todo ello, en taludes con signos evidentes de inestabilidad puede ser más apropiado realizar el muro con objeto de retener un relleno estabilizador.

En desmontes y terraplenes en los que la falta de espacio impone taludes casi verticales, el empleo de muros resulta casi obligado. Este es un caso frecuente en la construcción de vías de transporte. En ocasiones, como en el caso de un desmonte en una ladera, puede resultar más económica la construcción de un muro, frente al coste de sobre excavación requerido si aquel no se realiza. La construcción de un muro es generalmente una operación cara. A pesar de ello, los muros se emplean con frecuencia pues en muchos casos son la única solución viable.

Los muros se pueden clasificar en tres grupos (Figura 27):

Muros de sostenimiento: Se construyen separados del terreno natural y se rellenan posteriormente.

Muros de contención: Generalmente van excavados y se construyen para contener un terreno que sería probablemente inestable sin la acción del muro.

Muros de revestimiento: Su misión consiste esencialmente en proteger el terreno de la erosión y meteorización además de proporcionar un peso estabilizador.

Cuando se proyecta un muro deberán determinarse las cargas a las que va a estar sometido y su distribución, lo que permitirá planificar una estructura capaz de resistirlas.

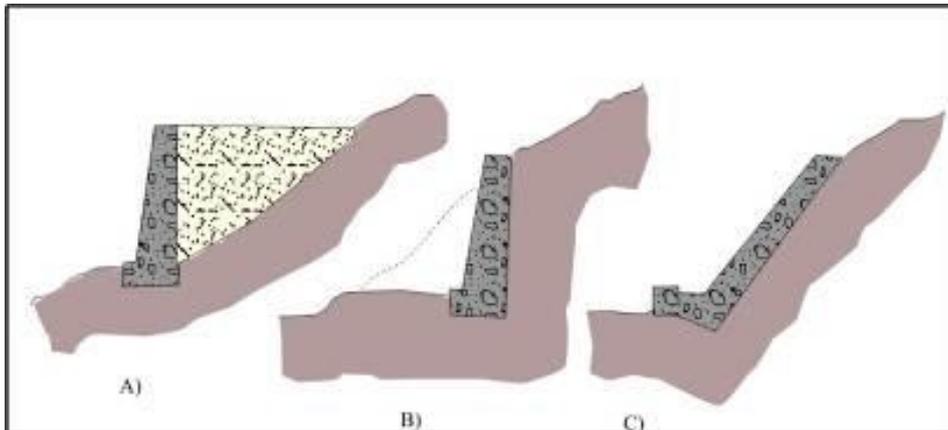


Figura 27. a) Muro de sostenimiento b) Muro de contención c) Muro de revestimiento (tomado de INGEMMET, 2000).

Las comprobaciones que deben efectuarse en un caso típico son las siguientes:

- Estabilidad general del sistema muro-terreno al deslizamiento; la estabilidad general del muro incluye la estabilidad al vuelco y al deslizamiento.
- Resistencia del terreno del cimiento.
- Ausencia de tracciones en la base del muro.

Resistencia estructural: Se ha de comprobar que las tensiones máximas en el muro no sobrepasen los valores admisibles.

CONCLUSIONES

- 1) La unidades litoestratigráficas de la zona de estudio están formadas por secuencia de pizarras, filitas intercaladas con capas delgadas de cuarcitas de la Formación Ananea, y también formado por esquistos, filitas y gneis del Complejo Metamórfico, estas se comporta como una roca de mala calidad; es por ello, que se presentan la mayor cantidad de movimientos en masa, deslizamientos, derrumbes, flujos y erosión de ladera.
- 2) El distrito de Anchiuay y sus alrededores, se ubica en un área de Alto grado de susceptibilidad a peligros geológicos de tipo: deslizamiento, derrumbes, flujo de detritos y erosión de ladera.
- 3) La deforestación, es un factor importante que ha influenciado en la aceleración de los peligros geológicos de movimientos en masa. La ocupación inadecuada por el hombre en zonas vulnerables debido al crecimiento poblacional.
- 4) Los centros poblados de San Jose, Buena Gana y Miraflores, son susceptibles a la ocurrencia de peligros geológicos por movimientos en masa (deslizamientos) en periodos de lluvias intensas entre los meses de diciembre - marzo.
- 5) El sector entre el centro poblado Collpapampa y Miraflores, es susceptible a la ocurrencia de peligros geológicos por movimiento complejo, condicionado por geología, geomorfología y pendiente, ocasionado por las precipitaciones pluviales periódicas y/o extraordinarias.
- 6) Los sectores evaluados del distrito Anchiuay, presentan una condición de alto peligro, por lo tanto, se considera a los centros poblados ubicados en el ámbito, en Peligro inminente, que compromete la seguridad física de las viviendas, centros educativos y centro de salud.

RECOMENDACIONES

- 1) Realizar un programa integral de forestación, con plantas nativas, evitar la quema indiscriminada de la cobertura vegetal, en laderas inestables.
- 2) Se recomienda, la construcción de un sistema de drenaje pluvial en el casco urbano de los centros poblados para reducir el grado de saturación y erosión del suelo.
- 3) Captar y derivar las aguas de manantiales que se encuentran dentro y cerca del deslizamiento; estas aguas deberán ser conducidas por medio de canales revestidos hacia cauces naturales (quebradas) ubicadas lejos de las zonas inestables.
- 4) Reubicar los establecimientos a áreas con mejores condiciones geológicas geotécnicas:
 - El nuevo centro de salud de Buena Gana.
 - Institución Educativa Inicial San Jose
 - Institución Educativa Primaria N° 38724/MX-U Buena Gana
 - Institución Educativa Inicial N° 425-27/Mx-U Miraflores
- 5) Prohibir la construcción de viviendas en zonas afectadas por deslizamiento y derrumbes y áreas adyacentes al escarpe.

REFERENCIAS

- Cruden, D. M., 1991, A Simple definition of a landslide: Bulletin of the International Association of Engineering Geology, v. 43, p. 27–29.
- Crozier, M.J., y Glade, T., 2005, Landslide hazard and risk: Issues, concepts and approach, en Glade, T., et al. ed., Landslide hazard and risk: Chichester, England, John Willey & Sons, p. 2–40.
- Monge R.; Valencia, M. y Sánchez, J. (1998). Geología de los cuadrángulos de Llochegua, río Picha y San Francisco. INGEMMET, Serie A: Carta Geológica , Boletín N° 120, 253 Pág.
- Proyecto Multinacional Andino, Geociencias para las Comunidades Andinas, PMA: GCA (2007). Movimientos en Masa en la Región Andina: Una Guía para la Evaluación de Amenazas, 404 Pág.
- Varnes, D. J., 1978, Slope movements types and processes, en Schuster R.L., y Krizek R.J., ed, Landslides analysis and control: Washington D. C, National Academy Press, Transportation Research Board Special Report 176, Pág. 9–33.
- Suárez Díaz Jaime. (1998), Deslizamientos y Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales, Instituto de Investigación sobre Erosión y Deslizamientos, Santander Colombia, 539 Pág.