

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7111

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL SECTOR DE SAN FRANCISCO DE PANAMÁ

Región Junín
Provincia Satipo
Distrito Pampa Hermosa



ENERO
2021

***EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL SECTOR DE SAN FRANCISCO
DE PANAMÁ***

Región Junín

Provincia Satipo

Distrito Pampa Hermosa

Elaborado por la Dirección
de Geología Ambiental y
Riesgo Geológico del
INGEMMET

Equipo de investigación:

Segundo Núñez Juárez

Ángel G. Luna Guillén

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2021). Evaluación de peligros geológicos en el sector San Francisco de Panamá. Distrito Pampa Hermosa y provincia de Satipo, región Junín. Lima: INGEMMET, Informe Técnico A7111, p31.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	6
1.1. Objetivos del estudio	6
1.2. Antecedentes y trabajos anteriores	7
1.3. Aspectos generales	8
1.3.1. UBICACIÓN.....	8
1.3.2. ACCESIBILIDAD	9
2. ASPECTOS GEOLÓGICOS	10
2.1. Rocas intrusivas y subvolcánicas	10
2.2. Unidades litoestratigráficas	11
3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	14
3.1. Pendientes del terreno	14
3.2. Unidades geomorfológicas	15
3.2.1. GEOFORMAS DE CARÁCTER TECTÓNICO DEGRADACIONAL Y EROSIONAL.....	15
3.2.2. GEOFORMAS DE CARÁCTER DEPOSITACIONAL Y AGRADACIONAL ..	16
4. PELIGROS GEOLÓGICOS Y/O GEOHIDROLÓGICOS	18
4.1. Peligros geológicos por movimientos en masa	18
4.2. Deslizamiento Rotacional Antiguo en el sector de San Francisco de Panamá	18
4.3. Flujos en el sector de San Francisco de Panamá.	19
4.3.1. FACTORES CONDICIONANTES.....	20
4.3.2. FACTORES DETONANTES O DESENCADENANTES.....	20
5. CONCLUSIONES	24
6. RECOMENDACIONES	25
7. BIBLIOGRAFÍA	26
ANEXO 1: GLOSARIO	27
ANEXO 2: MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN	28

RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa, realizado en el sector de San Francisco de Panamá, que pertenece a la jurisdicción de la Municipalidad Distrital de Pampa Hermosa, provincia Satipo, región Junín. Con este trabajo, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – INGEMMET, cumple con una de sus funciones que consiste en brindar asistencia técnica de calidad e información actualizada, confiable, oportuna y accesible en geología, en los tres niveles de gobierno (distrital, regional y nacional).

Las unidades geológicas identificadas en la zona evaluada corresponden a rocas de origen intrusivo altamente meteorizadas y deleznales que son visibles en ambos márgenes del cauce del río Panamá, sobre las cuales se han depositado potentes bancos de areniscas cuarzosas con laminación subhorizontal intercaladas con lutitas y arcillas deleznales no compactas y poco competentes. Además, se apreció en el cauce del río pequeños sectores de afloramiento de rocas intrusivas correspondientes a monzogranitos de resistencia media.

En ambos márgenes del río se han depositado suelos coluvio deluviales con bloques heterométricos y matriz areno-limosa no consolidados, de baja plasticidad, poco cohesivos, ligeramente húmedos al tacto y no competentes, susceptibles a movimientos en masa como deslizamientos y flujo de detritos, coberturas por una densa vegetación.

Las geoformas identificadas de acuerdo a su origen corresponden a las tectónico-degradacional (montañas en rocas ígneas) y geoformas de carácter depositacional y agradacional principalmente originadas por la ocurrencia de movimientos antiguos, que configuran geoformas de Piedemonte (vertiente con depósitos coluvio-deluviales) y el valle fluvial incidado por el río Panamá, las cuales configuran terrenos que van de pendiente moderada (5° - 15°) a muy escarpada ($>45^{\circ}$) llegando hasta los 70° en la ladera de la margen izquierda por encima del poblado de San Francisco de Panamá. Estas características aunadas a las precipitaciones, originan la ocurrencia de peligros geológicos por movimientos en masa.

Los procesos identificados corresponden a movimientos en masa de tipo deslizamientos y flujos. El primer proceso, se trata de un deslizamiento antiguo, sobre el que se ubica el poblado de San Francisco de Panamá, cuenta con un área aproximada de 0.07 km^2 , ancho de 160 m y una longitud de 550 m, cuya corona se extiende desde los 1180 m y desciende hasta los 1105 m. Se reactiva a los 1170 m, donde posee un ancho es de 50m y 220 m de longitud, su pie de avance se encuentra por encima de la carretera, la cual se asienta sobre depósitos de suelo residual arcilloso poco competente.

Según versión de los pobladores, el 16 de febrero del 2016, se produjo un flujo de detritos, el cual se activó coincidentemente con los meses de alta precipitación, considerando a esta característica el desencadenante de dicho proceso. La zona de arranque del flujo se encuentra a los 1140 m, a partir del cual se canaliza por la quebrada adyacente, afectando 30m de carretera en su recorrido; finalmente llega a desembocar hacia el cauce del río Panamá a manera de flujo de lodos, el cual inundó viviendas en el centro poblado de San Francisco de Panamá.

Se concluye que el área de estudio es considerada de peligro **Muy Alto** a la ocurrencia de reactivación deslizamientos y flujos (movimientos complejos), los cuales pueden ser desencadenados en temporada de lluvias (diciembre a marzo) y/o lluvias excepcionales; y movimientos sísmicos.

Finalmente, se recomienda la reubicación del Poblado de San Francisco de Panamá, lejos de las márgenes y franja marginal del río, para lo cual se debe realizar estudios ingeniero geológicos detallados, para dejar a consideración de las autoridades competentes.

1. INTRODUCCIÓN

El INGEMMET, ente técnico-científico que desarrolla a través de los proyectos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR) la “Evaluación de peligros geológicos a nivel nacional (ACT. 11)”, contribuye de esta forma con entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno mediante el reconocimiento, caracterización y diagnóstico del peligro geológico en zonas que tengan elementos vulnerables.

Atendiendo la solicitud de la Municipalidad Pampa Hermosa, según Oficio N° 008-2020-MDPH-A, es en el marco de nuestras competencias que se realiza una evaluación de los eventos de tipo deslizamiento y flujos ocurridos en dicho sector que afectaron al poblado de San Francisco de Panamá

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del INGEMMET designó al ingeniero Segundo Núñez y Geol. Gonzalo Luna, para realizar la evaluación de peligros geológicos, en coordinación con los representantes de la municipalidad distrital de Pampa Hermosa

La evaluación técnica se basa en la recopilación y análisis de información existente de trabajos anteriores realizados por INGEMMET, los datos obtenidos durante el trabajo de campo (puntos de control GPS , fotografías terrestres y aéreas con vehículos aéreos no tripulados - DRON), el cartografiado geológico y geodinámico, con lo que finalmente se realizó la redacción del informe técnico.

Este informe se pone en consideración de la Municipalidad Distrital de Pampa Hermosa, donde se proporcionan resultados de la inspección y recomendaciones para la reducción y prevención del riesgo de desastres, a fin de que sea un instrumento técnico para la toma de decisiones

1.1. Objetivos del estudio

El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Identificar, tipificar y caracterizar los peligros geológicos por movimientos en masa que se presentan en el sector de San Francisco de Panamá, distrito de Pampa Hermosa, departamento de Junín, eventos que pueden comprometer la seguridad física del poblado, así como la integridad de la población y sus medios de vida.
- b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes de los eventos por movimientos en masa ocurridos.
- c) Brindar medidas de prevención y reducción de impacto de peligros geológicos identificados y evaluados.

1.2. Antecedentes y trabajos anteriores

Existen trabajos previos y publicaciones del INGEMMET, que incluyen sectores aledaños a las zonas de evaluación (informes técnicos) y otros estudios regionales en base a inventarios de peligros geológicos a nivel nacional (boletines):

- A) Boletín N° 86, serie A: “Geología de los cuadrángulos de Satipo y Puerto Prado” LAGESA – CFGC (1997); este boletín describe las unidades litoestratigráficas de los mapas geológicos de los cuadrángulos de Satipo (23n) y Puerto Prado (23ñ), en base a trabajos realizados en la región. El cuadrángulo 23 n a escala 1:100 000, abarca el sector de San Francisco de Panamá, donde la geología local está representada por afloramientos de rocas intrusivas granitoides (granitos y monzogranitos) cubiertos por suelos coluvio deluviales y depósitos residuales con espesa vegetación
- B) Informe técnico de INGEMMET “Evaluación de peligros geológicos en el sector de Mariposa y Santa Ana” Luza C & Romero, S. (2016); este informe, evalúa los sectores de Mariposa y Santa Ana que pertenecen al distrito de Pampa Hermosa, ubicados en la parte Nororiental de la provincia de Satipo, Junín, en el valle aledaño a la quebrada del río Panamá. En el cual se evidencia procesos de derrumbes flujo de detritos y deslizamientos similares a los que ocurren en la zona de estudio
- C) Boletín N° 29, serie C: Geodinámica e ingeniería geológica: “Estudio de Riesgos Geológicos del Perú Franja 4” Fidel, L., Zavala, B. Nuñez, S. Valenzuela, G. (2006); este boletín analiza la estabilidad de las regiones enmarcadas entre los paralelos 10° y 12° Sur del territorio nacional, denominada franja N°4, determinando la presencia de procesos de movimientos en masa tipo: caídas, vuelcos, deslizamientos, flujos y movimientos complejos, aledaños al área de evaluación.

1.3. Aspectos generales

1.3.1. UBICACIÓN

El sector de evaluación, localizado en la margen izquierda del río Panamá, que confluye con el río Satipo, corresponde al poblado de San Francisco de Panamá, distrito de Pampa Hermosa, provincia de Satipo, departamento de Junín. Se ubica a 14 km al Suroeste de la ciudad de Satipo (ver figura 1). Cuenta con las siguientes coordenadas UTM, WGS 84, zona 18 S (Cuadro 1)

Cuadro 1. Coordenadas del área de estudio.

N°	UTM - WGS84 - Zona 18s		Geográficas	
	Zona Aguas Nieve			
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	531038.3	8746528.4	11°20'20.19"S	74°42'56.00"O
2	531157.9	8746316.6	11°20'27.09"S	74°42'52.06"O
3	530950.0	8746195.5	11°20'31.04"S	74°42'58.89"O
4	530805.6	8746446.5	11°20'22.87"S	74°43'3.68"O
COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA O EVENTO PRINCIPAL				
C	531008.4	8746395.0	11°20'24.56"S	74°42'56.98"O

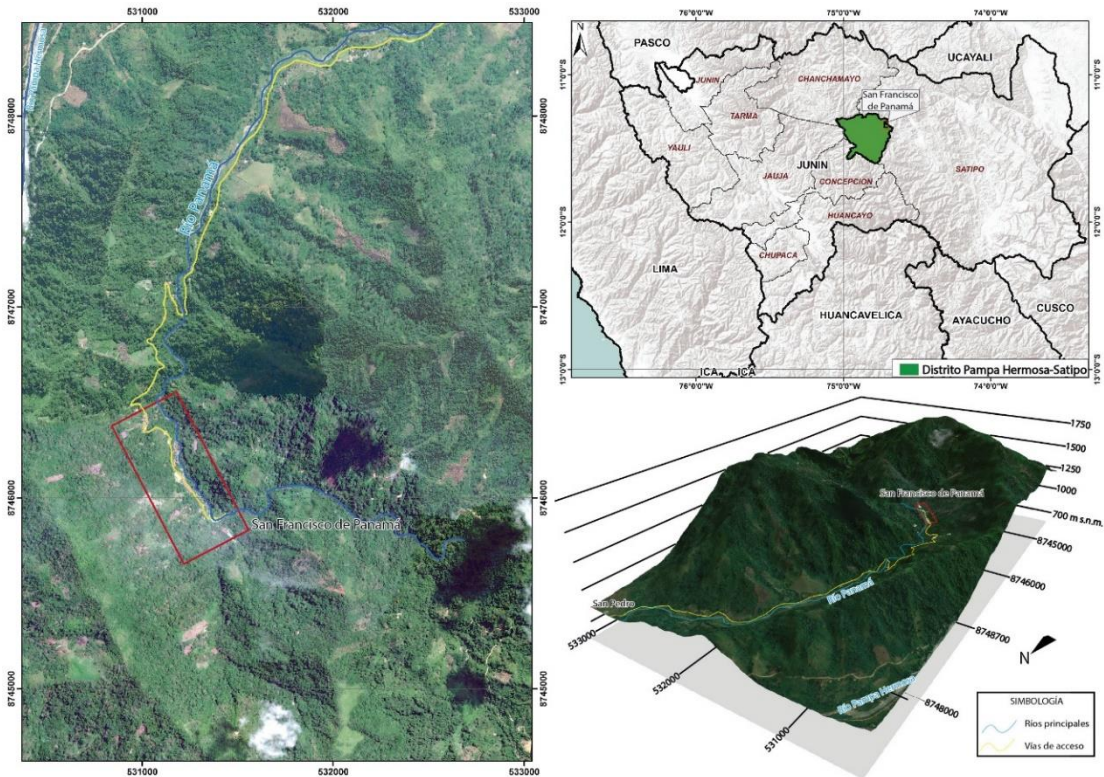


Figura 1. Mapa de ubicación del Poblado de San Francisco de Panamá, Ubicado en el departamento de Junín provincia de Satipo.

1.3.2. ACCESIBILIDAD

El acceso al sector de evaluación en San Francisco de Panamá se realiza por vía terrestre desde el INGEMMET (Lima), mediante la siguiente ruta (cuadro 2 y figura 2):

Cuadro 2. Rutas y accesos a la zona evaluada.

Ruta	Tipo de vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Lima – San Ramón	Asfaltada	300 km	8 hrs
San Ramón – Satipo	Asfaltada	135 km	3 hr
Satipo – San Francisco de Panamá	Camino de herradura	14 km	1 hr

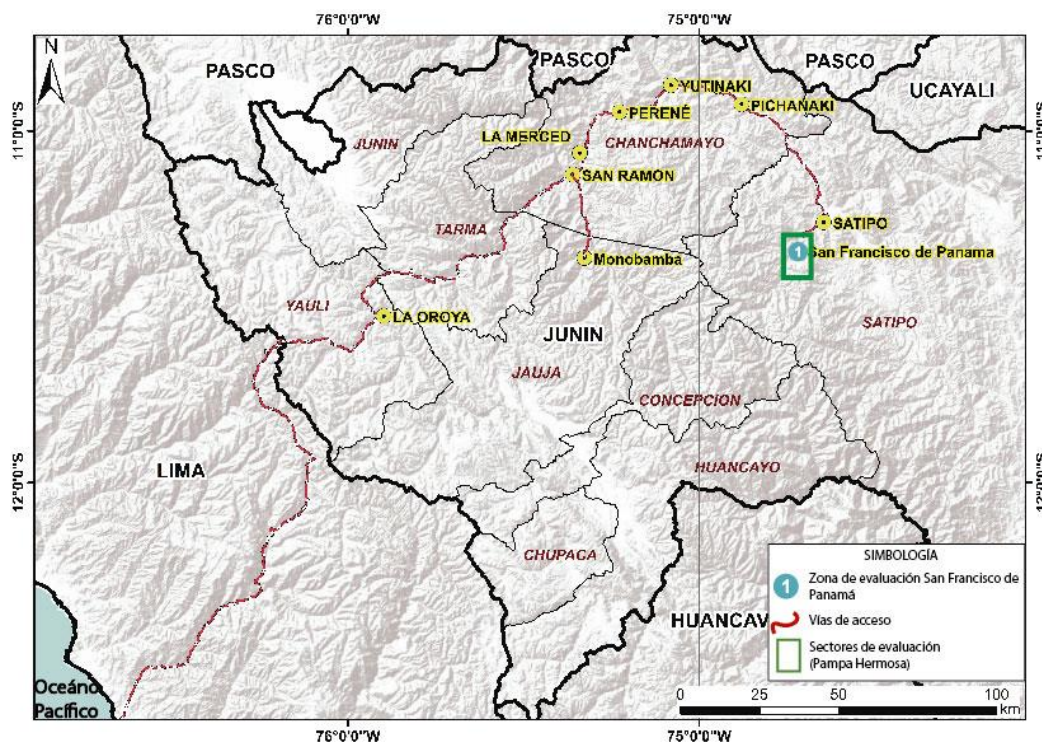


Figura 2. Mapa de accesibilidad al Poblado de San Francisco de Panamá (región Junín) desde la ciudad de Lima.

1.3.3. CLIMA

De acuerdo al mapa climático nacional del SENAMHI (2018), se muestra un clima de Selva Tropical muy húmeda, con precipitación efectiva muy lluviosa y abundante en todas las estaciones eficiencia térmica semicálida, y una humedad del ambiente muy húmeda por la alta concentración de vapor de agua en la atmósfera y con invierno seco. Esta información está sustentada en la clasificación climática por el método de

Thornthwaite, con información meteorológica recolectada de aproximadamente 20 años (Figura 3)

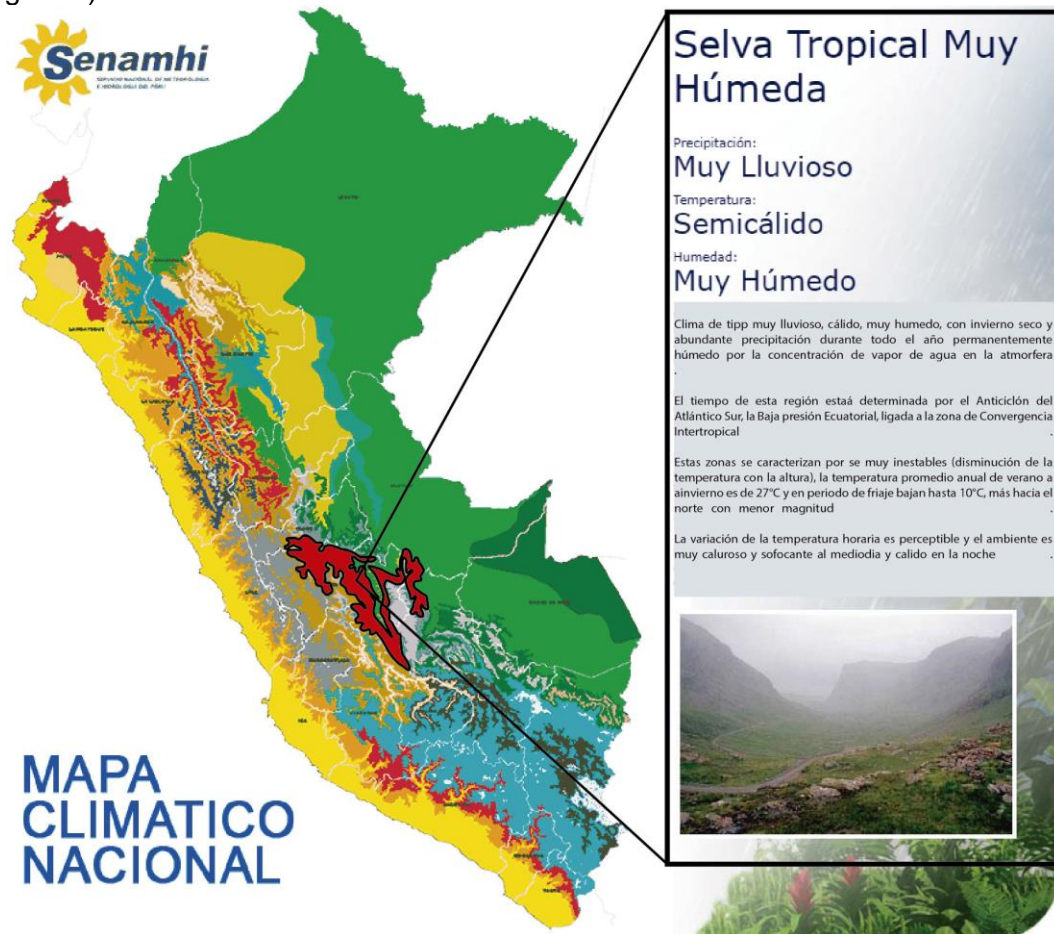


Figura 3. Mapa climático Nacional del Perú (Fuente: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=mapa-climatico-del-peru> , fecha de consulta 12/2020)

2. ASPECTOS GEOLÓGICOS

De acuerdo a los estudios de LAGESA CFGS-INGEMMET (1997) y la Memoria descriptiva de la revisión y actualización de los cuadrángulos de Puerto Prado (23-ñ) a escala 1:100 000 realizada por Sánchez et al., 2003, en este sector se tienen rocas de naturaleza ígnea de edades paleozoicas y mesozoicas, así como depósitos recientes residuales y coluvio-deluviales los cuales se encuentran cubiertos por una espesa vegetación.

2.1. Rocas intrusivas y subvolcánicas

2.1.1. Monzogranito y diorita

Está considerado como el grupo de granitoides que cubre el lado occidental del cuadrángulo de Satipo. En el sector de estudio se ha identificado Cuarzo-monzogranitos, de color blanquecino, textura holocristalina, granular de grano medio a

grueso, con minerales como ortosa, cuarzo, biotita, hornblenda, aflorantes en las márgenes del río Panamá. Inmediatamente superior a esta secuencia se observan areniscas cuarzosas de grano medio a grueso intercaladas con limolitas rojas violáceas y conglomerados con clastos volcánicos probablemente formados como producto de la estratificación de suelos residuales (figura 6) provenientes de la parte alta de la ladera.

2.2. Unidades litoestratigráficas

Las unidades litoestratigráficas que afloran en la zona inspeccionada y alrededores son en su mayoría de origen intrusivo conformados por monzogranitos y dioritas, sobre las cuales se han emplazado areniscas cuarzosas intercaladas con limolitas producto de la meteorización de rocas intrusivas.

2.2.1. Depósitos aluviales-proluviales

Los depósitos aluviales están constituidos por capas de gravas gruesas y finas bien clasificadas en las márgenes del río Panamá, Los depósitos proluviales están formados por fragmentos rocosos heterométricos pobremente clasificados en una matriz limo arenoso-arcilloso en las quebradas afluentes al río Panamá.

2.2.2. Depósitos coluvio-deluviales

Son depósitos formados por la acumulación intercalada de materiales de origen coluvial y deluvial (material con poco transporte), estos se encuentran interestratificados y no es posible diferenciarlos (Vílchez et al.,2019), estos depósitos están constituidos por bloques angulosos heterométricos con un porcentaje mayor de matriz areno-limoso húmedos al tacto, no consolidados, de baja plasticidad y cohesión, este depósito se observa por encima de la institución educativa N°30688 del poblado de San Francisco de Panamá (figura 4), y pertenece al cuerpo de un antiguo deslizamiento, por sus características litológicas estos materiales se consideran poco competentes y altamente susceptibles a movimientos en masa como deslizamiento y flujos.

2.2.3. Depósitos residuales

Entendemos por suelo residual aquel material proveniente de la roca que no ha sido transportado desde su localización original y mantiene los planos de debilidad de la roca dentro de determinadas profundidades. El espesor del suelo residual depende del tipo de roca y varía con la edad y la intensidad de meteorización, la que a su vez, depende del clima y la pluviometría, los suelos residuales en el área de estudio se aprecian en la margen izquierda del río Panamá, por las altas precipitaciones en la zona de evaluación estas presentan potencias considerables, de suelos arcillosos deleznales, de comportamiento plástico, no competentes.



Figura 4: Depósito coluvio deluvial, conformado bloques heterométricos > 50cm, en una matriz areno-limosa, coordenadas UTM-WGS-84, 18s; X:530925, Y: 8746408.



Figura 5: Se observan el afloramiento de roca intrusiva (Monzogranito), en la margen derecha del río Panamá, coordenadas UTM-WGS-84, 18s; X:531130, Y: 8746414.

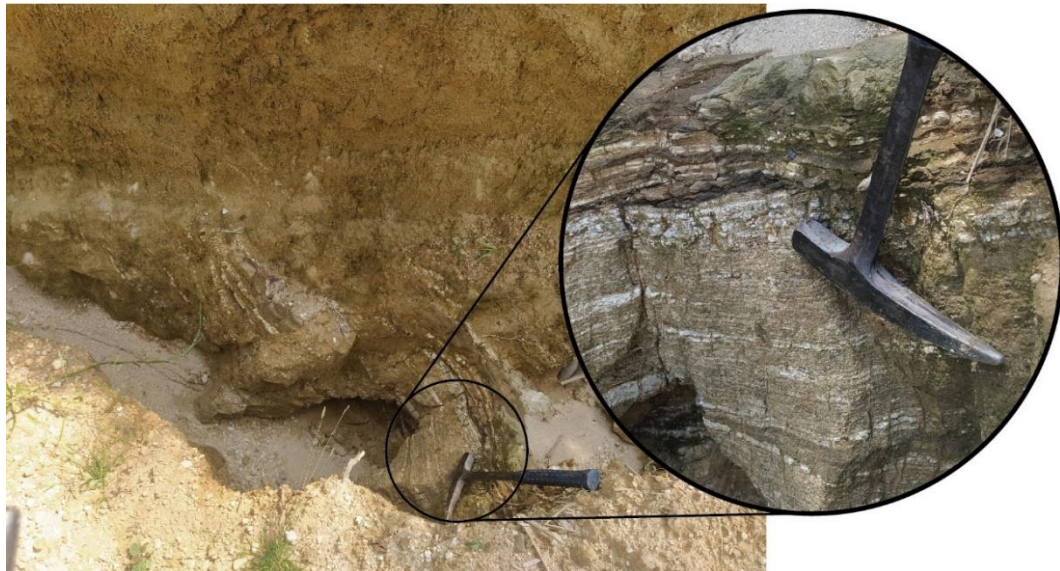


Figura 6: Se observan areniscas cuarzosas, intercaladas con limolitas, poco litificadas, dentro de su composición se pueden encontrar clastos de rocas volcánicas, coordenadas UTM-WGS-84, 18s; X:531050, Y: 8746354.

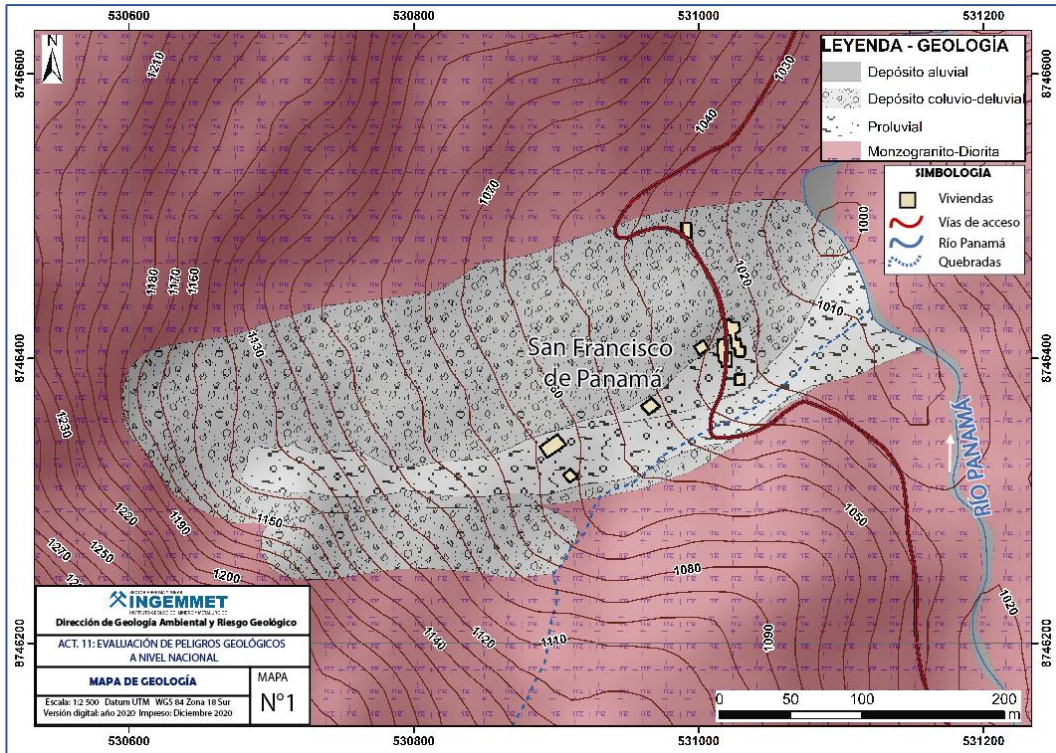


Figura 7: Mapa geológico del área de evaluación en el sector de San Francisco de Panamá. Fuente: Modificado de LAGESA CFGS-INGEMMET (1997)

3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

3.1. Pendientes del terreno

Desde el río Panamá ubicado entre las cotas 1000 y 1010 metros, la pendiente varía entre suave (1° - 5°) a moderada (5° - 15°), incrementándose de la cota 1020 hasta los 1110 m, donde se observa una pendiente fuerte (15° - 25°), sobre las cuales se aprecia un corte de talud y una pequeña planicie donde se asientan las viviendas y la institución educativa primaria N°30688 del poblado San Francisco de Panamá.

Entre los 1120 y 1170 metros predominan pendientes muy fuertes (25° - 45°); es en este sector donde se identificaron las coronas de deslizamientos antiguos.

Sobre los 1170 hasta la cresta de la montaña las pendientes predominantes son muy escarpadas ($>45^{\circ}$), llegando a presentar un valor máximo de 70° ver figura 8.

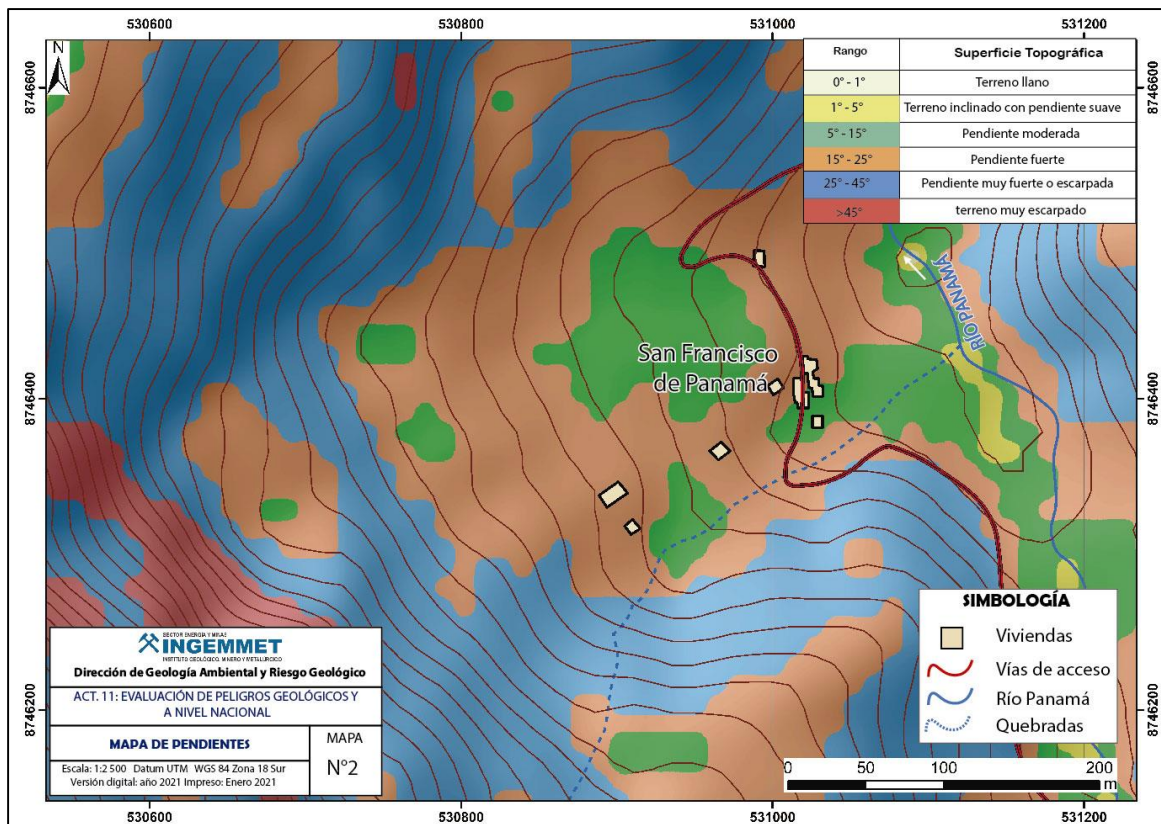


Figura 8. Mapa de pendientes.

3.2. Unidades geomorfológicas

Para la caracterización de las unidades geomorfológicas en el área de estudio, se consideraron criterios de control como: la homogeneidad litológica y caracterización conceptual en base a aspectos del relieve en relación a la erosión, denudación y sedimentación (Vílchez et al., 2019)

3.2.1. GEOFORMAS DE CARÁCTER TECTÓNICO DEGRADACIONAL Y EROSIONAL

Las geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional resultan del efecto progresivo de los procesos morfodinámicos degradacionales sobre los relieves iniciales originados por la tectónica o sobre algunos paisajes construidos por procesos exógenos agradacionales, estos procesos conducen a la modificación parcial o total de estos a través del tiempo geológico y bajo condiciones climáticas cambiantes (Villota, 2005):

3.2.1.1. Unidad de montañas

Subunidad de Montañas en rocas intrusivas (RM-ri): Tienen una altura de más de 300 m con respecto al nivel de base local, diferenciándose las subunidades según el

tipo de roca que las conforma y los procesos que han originado su forma actual. Las montañas que rodean el poblado de San Francisco de Panamá están compuestas por rocas ígneas (granitoides) y alcanzan hasta 700 m con respecto del nivel de base local (Río Panamá), sus pendientes varían desde muy fuertes (25°-45°) a muy escarpadas (>45°).

3.2.2. GEOFORMAS DE CARÁCTER DEPOSITACIONAL Y AGRADACIONAL

Las geoformas de carácter depositacional y agradacional son resultado del conjunto de procesos geomorfológicos constructivos, determinados por fuerzas de desplazamiento, como por agentes móviles, tales como el agua de escorrentía, los glaciares, las corrientes marinas, las mareas y los vientos. Estos tienden a nivelar hacia arriba la superficie de la tierra, mediante el depósito de materiales sólidos resultantes de la denudación de terrenos más elevados (figura 11).

3.2.2.1. Unidad de piedemonte

Vertiente Coluvio-deluvial (V-cd)

Son vertientes formadas por la acumulación intercalada de materiales de origen coluvial y deluvial, que por su complicada interestratificación hacen muy difícil dividir uno del otro, se presentan en ambas laderas del río Panamá, es en esta subunidad que suceden los mayores procesos de movimientos en masa (deslizamientos y flujos) en la zona de evaluación (figura 9).



Figura 9. Se observan vertientes coluvio-deluviales en las laderas del valle del río Panamá

3.2.2.2. Unidad de valle

Vertiente fluvial (V-fl): Es la depresión del terreno entre dos vertientes, producto de la socavación del río Panamá (figura 10), el cual limita con el valle del río Pampa Hermosa (río Pampa Hermosa), y su confluencia forma el río Satipo (Figura 11).



Figura 10. Vista aguas abajo del valle fluvial del río Panamá

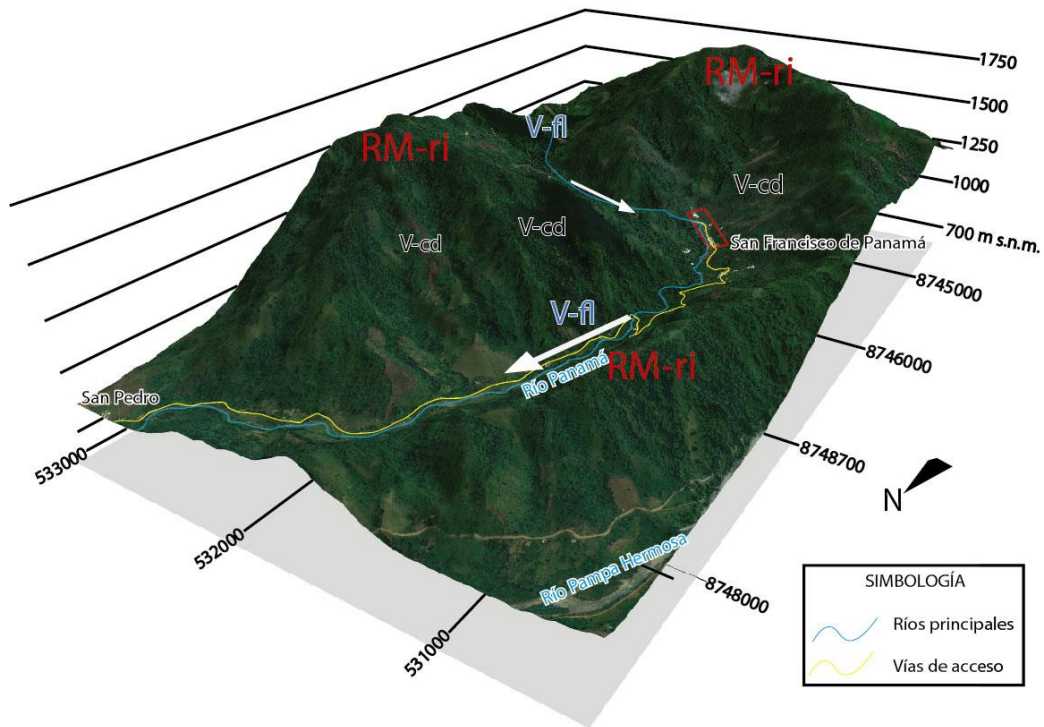


Figura 11. Vista 3D del valle fluvial del río Panamá y las unidades geomorfológicas alrededores de la zona de evaluación.

4. PELIGROS GEOLÓGICOS Y/O GEOHIDROLÓGICOS

Los peligros geológicos reconocidos en las zonas evaluadas, corresponden a movimientos en masa de tipo deslizamiento y flujos (Proyecto Multinacional Andino: PMA: GCA, 2007). Estos procesos son resultado del proceso de modelamiento del terreno, así como la incisión sufrida de los cursos de agua en la parte baja de las laderas, que conllevó a la generación de diversos movimientos en masa, que modificaron la topografía de los terrenos y movilizaron cantidades variables de materiales desde las laderas hacia el curso de los ríos.

Estos movimientos en masa, tienen como causas o condicionantes factores intrínsecos, la geometría del terreno, la pendiente, el tipo de roca, el tipo de suelos, el drenaje superficial-subterráneo y la cobertura vegetal. Se tiene como “desencadenantes” de estos eventos las precipitaciones pluviales periódicas y extraordinarias que caen en la zona, así como la sismicidad que puede presentar.

4.1. Peligros geológicos por movimientos en masa

En base al reconocimiento de campo se identificó 02 peligros, los cuales corresponden a deslizamiento rotacional antiguo de suelos con evidencias de reactivación y flujos (de detritos y lodo). Ambos procesos, se desarrollan en el substrato de composición areno-limosa de la vertiente coluvio-deluvial, la poca resistencia de los materiales que conforman la ribera y la elevada pendiente entre el cauce y la cima de la montaña en roca ígnea cubierta por suelos coluvio-deluviales, además del corte de la ladera para la construcción de la carretera a favorecido la inestabilidad del talud.

4.2. Deslizamiento Rotacional Antiguo en el sector de San Francisco de Panamá.

En el sector de San Francisco de Panamá se ha cartografiado el cuerpo de 01 deslizamiento antiguo, el cual muestra pequeñas evidencias de reactivación. El cuerpo de mayor dimensión tiene un ancho de 160 m y una longitud de 550 m desde la corona (cota 1180) hasta el cauce de río Panamá (Cota 1005) y un área 0.07 km².

El substrato litológico sobre el que ocurre, está constituido por material coluvio-deluvial de bloques angulosos heterométricos de origen intrusivo (granitos y monzogranitos) con diámetros mayores a 0.5 m, en una matriz areno-limosa no compacta poco saturada; es sobre este cuerpo que se ha construido la vía de acceso al poblado de San Francisco de Panamá, que al cortar el talud para carretera ha generado una superficie inestable (Figura 12), el nivel inferior se encuentra sometido a socavamiento del río Panamá en la margen izquierda.

Según evidencias y versiones de los pobladores, la reactivación de este evento, se habría producido el 16 de febrero del 2016, presentando la escarpa principal en la cota 1080, un ancho de 50m con una longitud de 220 m hasta antes de llegar a la carretera en un área de 0.01 km².

Ambos deslizamientos están cubiertos por vegetación solo hasta la zona de San Francisco de Panamá, donde el asentamiento de nuevas viviendas y la construcción de la escuela han motivado la deforestación de terreno favoreciendo su inestabilidad.

4.3. Flujos en el sector de San Francisco de Panamá.

De acuerdo a la versión de los pobladores, el 16 de febrero del 2016, ocurre un flujo de detritos que afectó parte de la escuela del poblado e inundó el sector de San Francisco de Panamá.

La evidencia geológica de la zona nos ha permitido identificar e interpretar la ocurrencia de un flujo cuya zona de arranque está en la cota 1140 aledaño al cuerpo del deslizamiento antiguo, mencionado anteriormente.

Dado que el flujo se produjo en parte sobre el cuerpo de un deslizamiento antiguo podemos denominar a la combinación de estos dos tipos de movimiento en masa como “Complejo” (Figura 14 y 15) Varnes (1978).

Este flujo de detritos (huaico) se canaliza por la quebrada afluente al río Panamá llegando hasta el mismo cauce, obtura y corta el tramo de conexión al poblado de Pacasmayo aguas arriba. Finalmente, en su recorrido toma un comportamiento de flujo de lodo, el cual cuenta con mayor fracción arcillosa y contenido de agua que afectó al poblado de San Francisco de Panamá, produciendo una inundación temporal, para posteriormente desfogar hacia el río Panamá.

Teniendo en cuenta que el poblado de San Francisco de Panamá, se encuentra ubicado sobre el cuerpo de un deslizamiento antiguo, aunado a antecedentes de flujo de detritos en la zona de influencia del Sector San Francisco de Panamá, se lo califica como una **ZONA DE PELIGRO MUY ALTO**, donde se recomienda la reubicación inmediata del poblado, a una adecuada zona, libre de la influencia de peligros geológicos, determinada mediante estudios previos.

Un perfil geológico referencial de la zona de evaluación (figura 12), muestra la distribución litológica de la zona en referencia con el poblado de San Francisco de Panamá, donde ambos márgenes de la ladera están conformados por rocas intrusivas descritas en el cuadrángulo de Satipo como granitoides (Monzogranitos), sobre los cuales se ha formado un suelo residual denominado como areniscas cuarzosas de grano medio a grueso intercalado con limolitas y lutitas rojo violáceas según “El mapa geológico del cuadrángulo de Satipo (23-n)-Hoja 23-n-II, elaborado a escala 1:50 000 (INGEMMET,2006).”, sobre las cuales se han depositado suelos coluvio-deluviales, producto de la dinámica de la ladera. Es sobre estos depósitos de deslizamientos antiguos que se ubica el poblado de San Francisco de Panamá, que fue afectado por un flujo de detritos cuya zona de arranque (inicio) se encuentra entre las cotas 1050 y 1100, que inundó parte del poblado de San Francisco de Panamá (Figura 13)

4.3.1. FACTORES CONDICIONANTES

Factor Litológico

- Los suelos inconsolidados de depósitos coluvio deluviales, conformados por boques heterométricos en una matriz areno-limosa, dispuestos en las laderas, se muestran muy fáciles de erosionar, especialmente ante precipitaciones intensas.
- Los suelos residuales y meteorizados de los intrusivos dioríticos y monzograníticos, se componen de materiales altamente arcillosos, los cuales poseen comportamientos plásticos con poca cohesión, lo cual los hace inestables y fácilmente erosionables.

Factor Geomorfológico

- La morfología de laderas con pendientes que varían de 15° a 70°, condicionan el desprendimiento, acarreo y colapso de material por efecto de la gravedad.

Otros Factores antrópicos

- La deforestación de laderas, para uso de suelos en terrenos agrícolas y la acción de socavación y corte de talud para la construcción de nuevas viviendas y vías de comunicación, han desestabilizado y condicionado la inestabilidad de la ladera.

4.3.2. FACTORES DETONANTES O DESENCADENANTES

- El factor desencadenante para la reactivación del deslizamiento y los flujos de detritos que afectaron al poblado de San Francisco de Panamá el 2016, fueron las lluvias intensas frecuentes en el área de evaluación que erosionaron rápidamente la ladera con escasa vegetación, agregando a su recorrido sedimentos, produciendo un flujo de detritos (huaico), canalizado por una de las quebradas afluentes al río Panamá, que en su origen desvió parcialmente su recorrido generando un flujo de lodo que inundó temporalmente parte de la población de San Francisco de Panamá.

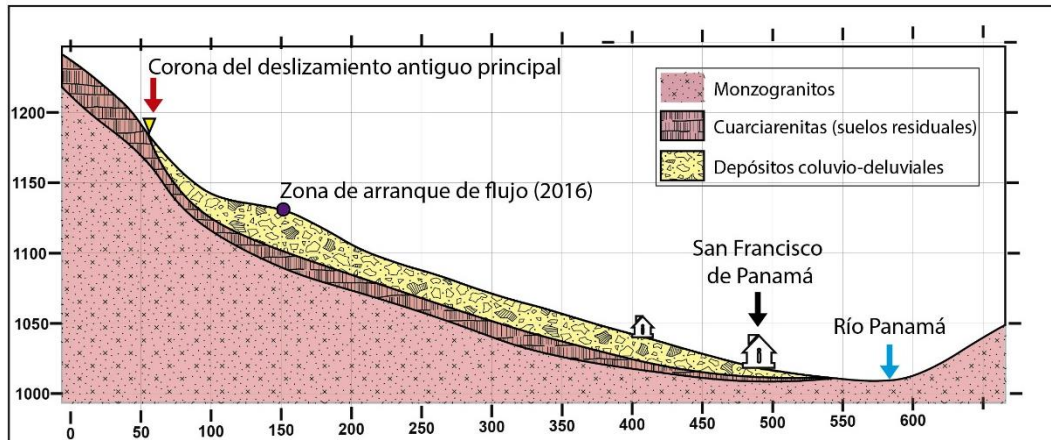


Figura 12. Esquema de perfil geológico, donde se muestra los procesos de deslizamientos y flujos ocurridos en la zona evaluada-



Figura 13. Representación gráfica del flujo de lodo (relleno morado) e inundación (relleno celeste) que afectó el poblado de San Francisco de Panamá el año 2016. Elaborado en base a imágenes áreas con dron tomadas durante la inspección técnica 2020



Figura 14. Entre líneas rojas entrecortadas, se muestra el depósito de deslizamiento antiguo, cuya base es cortado por el trazo de carretera propiciando su inestabilidad.

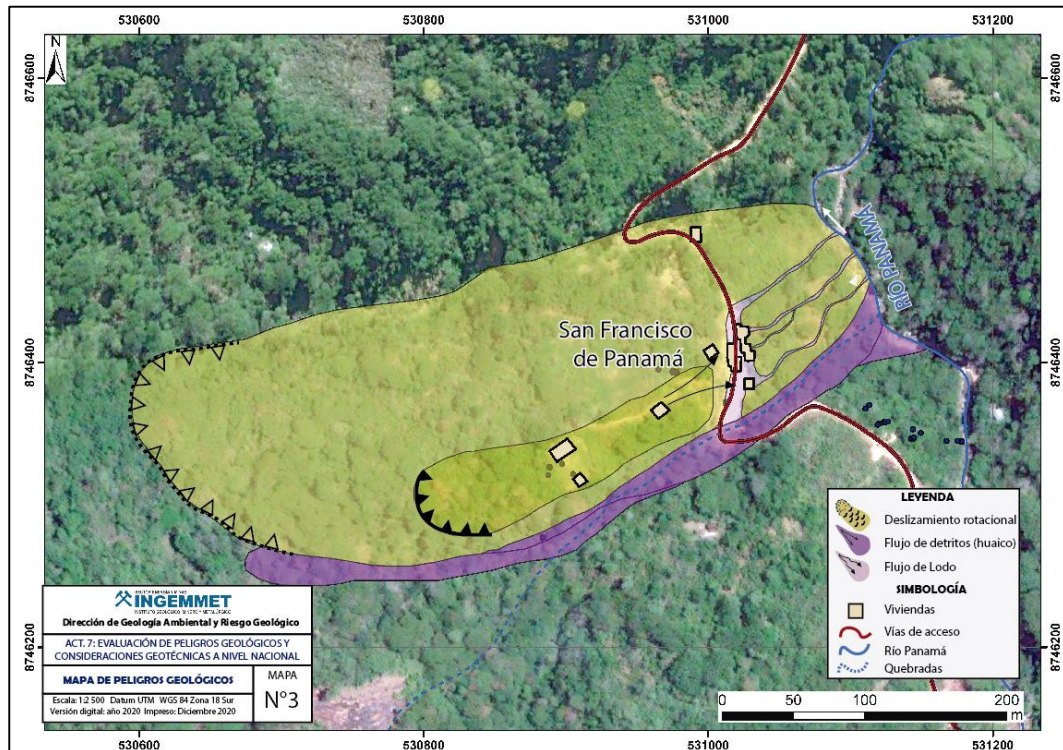


Figura 15. Mapa de peligros geológicos en el sector de San Francisco de Panamá.



Figura 16. Vista panorámica con dron (tomada el 2020), de los peligros geológicos (Deslizamientos y flujos), que afectan al poblado de San Francisco de Panamá, donde las líneas en color blanco representan la dirección del flujo (detritos y lodo).

5. CONCLUSIONES

- a) Debido a las condiciones geológicas (rocas meteorizadas y deleznales, coberturadas por suelos coluvio-deluviales de matriz areno-limosa fácilmente erosionable), geomorfológicas (montañas en roca intrusiva meteorizada de pendientes fuertes) y de geodinámica externa (deslizamientos y flujos) que presenta el sector de San Francisco de Panamá, se le considera como un sector de **peligro muy alto**, a generar procesos de movimientos en masa como deslizamientos y flujo de detritos.
- b) El poblado de San Francisco de Panamá e institución educativa, se localizan sobre el cuerpo de un deslizamiento antiguo conformado por material coluvio-deluvial de bloques angulosos de origen intrusivo (granitoides) envueltos en una matriz areno-limosa poco cohesivo, de baja plasticidad y no competentes, sobre los cuales, en el año 2016, se han suscitado flujos de detritos que se canalizaron por la quebrada afluente al río Panamá que inundó parte del poblado.
- c) El deslizamiento antiguo antes mencionado, cuenta con un área de 0.07 km², ancho de 160 m, una longitud de 550 m, y un desplazamiento calculado a partir del desnivel de altitud de hasta 75 metros, que alcanza el cauce del río Panamá. Sobre este evento se ha evidenciado una reactivación de deslizamiento a una altitud de 1180 m s.n.m, con un ancho de 50 m y una longitud de 220 m, cuyo pie de avance se encuentra encima de la carretera sobre depósitos residuales arcillosos.
- d) Geomorfológicamente el poblado de San Francisco de Panamá se encuentra en un valle fluvial producto de la incisión del río Panamá, donde la ladera de la margen izquierda presenta una pendiente que varía desde moderada a muy escarpada (15°-70°) lo que favorece el movimiento pendiente abajo por gravedad de las masas inestables.
- e) Litológicamente la zona de evaluación está conformada por rocas intrusivas altamente meteorizadas y deleznales, que afloran visiblemente en las márgenes del cauce del río Panamá, intercaladas con areniscas cuarzosas de laminación subhorizontal, lutitas y arcillas producto de la meteorización del substrato, así también en ambas laderas del valle se depositan suelos coluvio-deluviales conformados por bloques heterométricos en una matriz areno-limosa húmeda, poco cohesiva, no compacta y suelos residuales altamente arcillosos con comportamiento plástico y poca cohesión altamente inestables y susceptibles a movimientos en masa tipo deslizamientos y flujos.

6. RECOMENDACIONES

- A) Reubicar las viviendas del poblado de San Francisco de Panamá, especialmente las ubicadas en el cuerpo del deslizamiento antiguo, que fue afectado por un flujo originado en la ladera de la margen izquierda del río Panamá.
- B) Implementar campañas de sensibilización frente a peligros geológicos para preparar a los pobladores a reaccionar de manera correcta frente a la ocurrencia de nuevos eventos.
- C) Se recomienda la construcción de un badén que permita el paso de vehículos y transeúntes, además dicho badén permitirá el paso del material del arrastre del agua y evitara los efectos de la erosión en el pie del talud y tramo de la carretera que conecta con el poblado de Pacasmayo (ver anexo 2).
- D) Se recomienda el tratamiento del talud con escalonamiento (banqueamiento), su uso es recomendable porque facilita el proceso constructivo y las operaciones del talud, debe ir acompañado de zanjas de drenaje que evacuen las aguas de escorrentía, disminuyendo su efecto erosivo.
- E) Reforestar un área estimada de 300 m², con pérdida de cobertura vegetal producto de la expansión urbana y terrenos de cultivo, ubicada encima de la carretera, con el objetivo de favorecer la estabilidad de la ladera (ver anexo 2).



Segundo A. Núñez Juárez
Jefe de Proyecto-Act. 11



.....
Ing. LIONEL V. FIDEL SMOLL
Director
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico
INGEMMET

7. BIBLIOGRAFÍA

- Asociación LAGESA - CFGS (1997). Geología de los cuadrángulos de Satipo (23-n) y Puerto Prado (23-ñ). Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Boletín Serie A: Carta Geológica Nacional N° 66. 250 pgs, 2 mapas.
- Fidel, L., Zavala, B. Nuñez, S. Valenzuela, G. (2006). Estudio De Riesgos Geológicos Del Perú Franja N° 4. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Serie "C" Geodinámica e Ingeniería Geológica. Boletín N° 29. 383 pgs. 11 figs., 10 gráfs., 49 cdrs., 136 fotos., 19 mapas
- Luza C & Romero, S. (2016). Evaluación de peligros geológicos en el sector Mariposa y Santa Ana. Distrito Pampa Hermosa, provincia Satipo, departamento Junín. Informe Técnico. Lima: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 21 p (Disponible A.T. INGEMMET A6720)
- Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007) - Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas. Santiago: Servicio Nacional de Geología y Minería, 432 p., Publicación Geológica Multinacional, 4.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (2020) – Mapa Climático Nacional- SENAMHI (en línea-consulta diciembre 2020). Disponible: <https://www.senamhi.gob.pe/?&p=mapa-climatico-del-perua>
- 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.
- Vílchez, M.; Ochoa, M., & Parí, W. (2019). Peligro geológico en la región Ica. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 67, 212 p., 9 mapas.
- Villota, H. (2005) Geomorfología Aplicada a Levantamientos Edafológicos Y Zonificación de Tierras. Bogotá, Colombia. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Departamento Administrativo Nacional de Estadística. 183p.

ANEXO 1: GLOSARIO

En el presente glosario se conceptualizan algunos de los términos de movimientos en masa más importantes usados en la elaboración del presente informe según los términos establecidos en el Proyecto Multinacional Andino – Movimientos en Masa GEMMA, del PMA: GCA

DESLIZAMIENTO: (slide) Son movimientos de masas de roca, residuos o tierra (figura17), hacia abajo de un talud” (Cruden, 1991), son uno de los procesos geológicos más destructivos que afectan a los humanos, causando miles de muertes y daños en las propiedades, por valor de decenas de billones de dólares cada año (Brabb y Harrod, 1989). Los deslizamientos producen cambios en la morfología del terreno, diversos daños ambientales, daños en las obras de infraestructura, destrucción de viviendas, puentes, bloqueo de ríos, etc.

CORONA(crown): Zona adyacente arriba del escarpe principal de un deslizamiento que prácticamente no ha sufrido desplazamiento ladero abajo. Sobre ella suelen presentarse algunas grietas paralelas o semiparalelas conocidas como grietas de tensión o de tracción

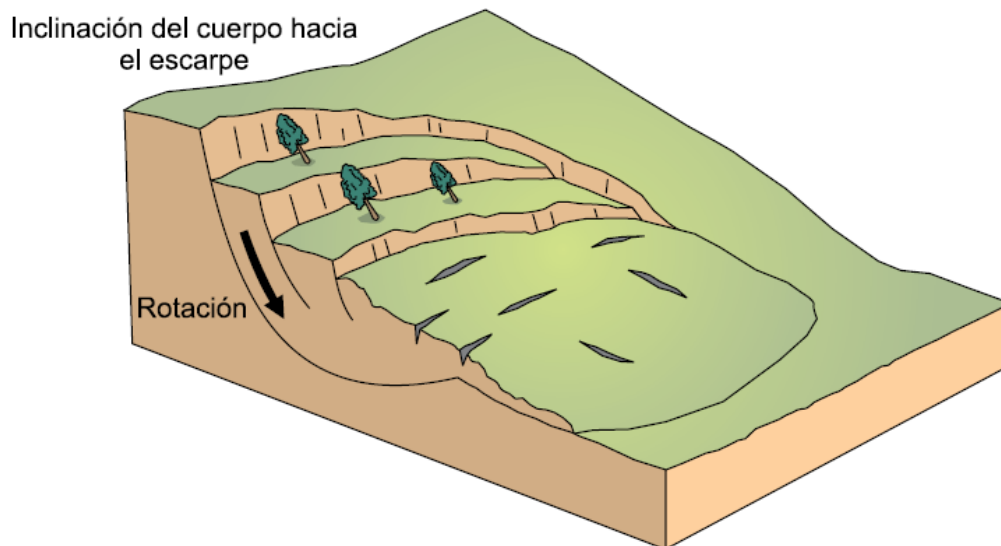


Figura 17. Esquema de un deslizamiento rotacional (tomado del Proyecto Multinacional Andino, 2007)

ESCARPE (scarp) sin.: escarpa. Superficie vertical o semi vertical que se forma en macizos rocosos o de depósitos de suelo debido a procesos denudativos (erosión, movimientos en masa, socavación), o a la actividad tectónica. En el caso de deslizamientos se refiere a un rasgo morfométrico de ellos.

FLUJOS: Es un tipo de movimiento en masa que durante su desplazamiento exhibe un comportamiento semejante al de un fluido; puede ser rápido o lento, saturado o seco. En muchos casos se originan a partir de otro tipo de movimiento, ya sea un deslizamiento o una caída (Varnes 1978). Según el tipo de material y mecanismo de velocidad de desplazamiento y ocurrencia, se pueden identificar flujos de detritos, de lodo y aluviones (figura 17).

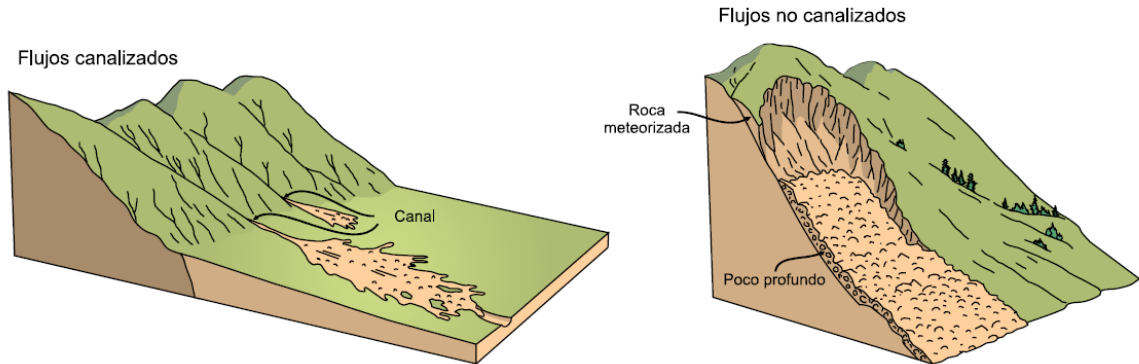


Figura 18: Esquema de flujos canalizados y no canalizados (huaicos) , según Cruden y Varnes (1996)

ANEXO 2: MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN

En esta sección, se dan algunas propuestas de solución para la región, con la finalidad de evitar la generación de nuevas ocurrencias y minimizar las ocurrencias de deslizamientos, derrumbes, caídas de roca, flujos, procesos de erosión de laderas, entre otros.

Reforestación del talud por encima de la carretera: Para la protección de la vía se recomienda, la reforestación de la parte alta de la carretera, el desarrollo de la vegetación natural (pastos, malezas, arbustos y árboles) contribuye a atenuar el proceso de incisión rápida, hasta alcanzar un equilibrio natural, en la figura 19 se ilustra el proceso de reforestación recomendada de aproximadamente 300 m².

Tratamiento de taludes con escalonamiento: Es una medida que puede emplearse tanto cuando un talud está comprometido por un deslizamiento o antes de que este se produzca. Su uso es aconsejable porque facilita el proceso constructivo y las operaciones del talud, retiene las caídas de fragmentos de roca —indeseables en todos los casos— y si se coloca en ellos zanjas de drenaje entonces se evacuará las aguas de escorrentía, disminuyendo su efecto erosivo y el aumento de las presiones intersticiales. Figura 20.

Este escalonamiento se suele disponer en taludes en roca, sobre todo cuando es fácilmente meteorizable y cuando es importante evitar las caídas de fragmentos de roca, como es el caso de los taludes ubicados junto a vías de transporte.



Figura 19: Se muestra zona a reforestar, cubre aproximadamente 300 m², el sector de San Francisco de Panamá

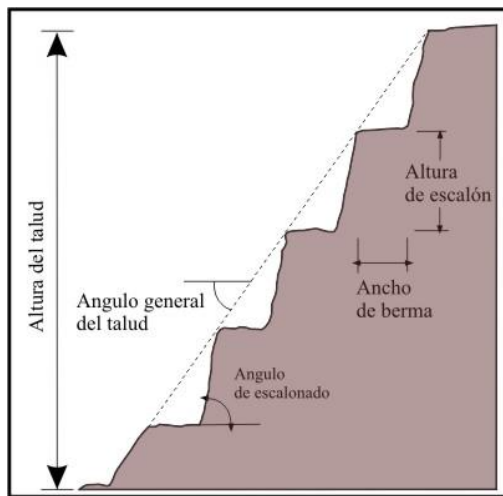


Figura 20: Esquema de un talud con bermas intermedias (tomado de INGEMMET, 2000).

Corrección por drenaje: Este tipo de corrección se efectúa con el objeto de reducir las presiones intersticiales que actúan sobre la superficie de deslizamiento (sea potencial o existente), lo que aumenta su resistencia y disminuye el peso total, y por tanto las fuerzas desestabilizadoras, en este caso es recomendable un **drenaje superficial**, cuyo fin será recoger las aguas superficiales y evacuarlas lejos del talud evitando su infiltración. Las aguas de escorrentía se evacuan por medio de zanjas de drenaje, impermeabilizadas o no y aproximadamente paralelas al talud. Estas deben situarse a poca distancia de la cresta del talud y detrás de la misma, de manera que eviten la llegada del agua a las grietas de tensión que podrían existir o no. El cálculo de la sección debe hacerse con los métodos hidrológicos correctos.

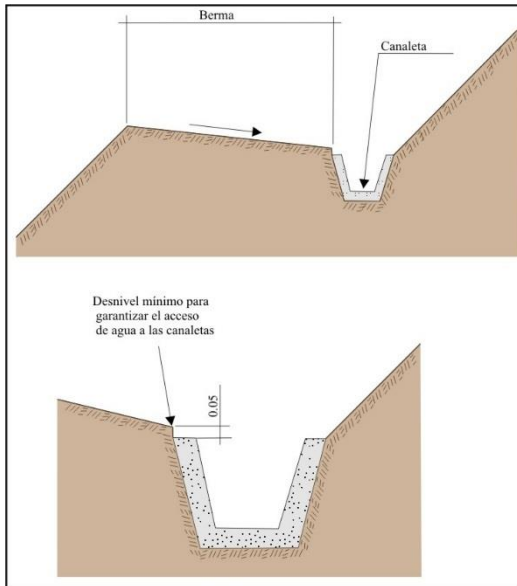


Figura 21: Detalle de una canaleta de drenaje superficial (tomado de INGEMMET, 2000).

Badenes: Los badenes son depresiones en el perfil de una carretera que permiten el paso de vehículos y además del flujo de una quebrada que atraviesa la vía la superficie de rodadura actúa tanto como una porción del canal como el tramo corto de una carretera una desventaja del Badén es que por lo general implica una reducción en la velocidad de los vehículos que pasan por dicha estructura. La mayor ventaja es que permite el paso de material de arrastre que trae el curso del agua, particularmente si este es de gran tamaño. El badén debe tener una longitud aproximadamente igual al ancho del cauce, de manera que la topografía natural se altere mínimamente.

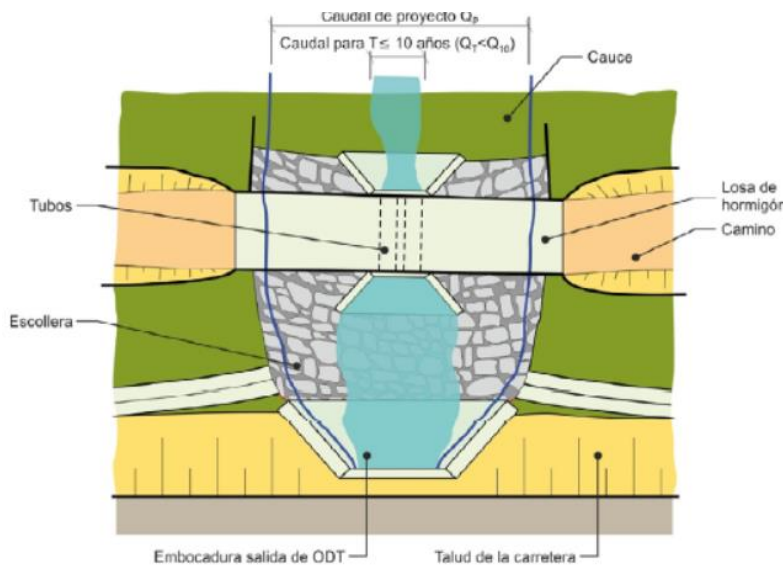


Figura 22: Vista en planta del ejemplo de un badén

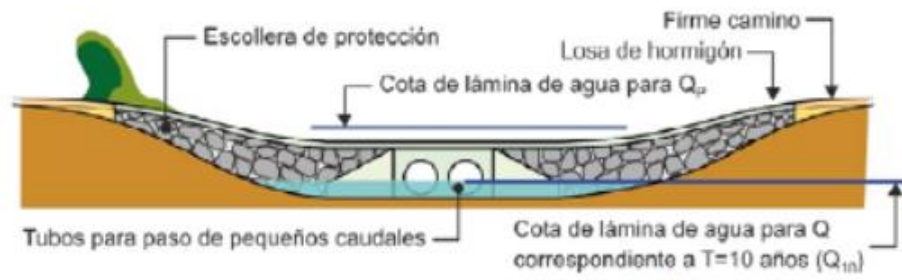


Figura 23: Vista en perfil del ejemplo de badén de la figura 22