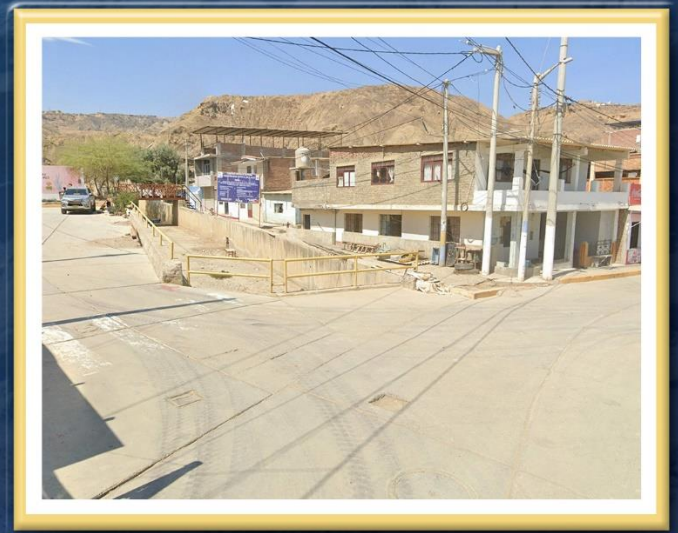


DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7584

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL CASERÍO CALETA CABO BLANCO

Departamento: Piura
Provincia: Talara
Distrito: El Alto



DICIEMBRE
2024

**EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL
CASERÍO CALETA CABO BLANCO**
(Distrito El Alto, Provincia Talara, Departamento Piura)



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

Equipo técnico:

Cristhian Chiroque Herrera

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2024). *Evaluación de peligros geológicos en el caserío Caleta Cabo Blanco*. (Distrito El Alto, provincia Talara y departamento Piura). Lima: Ingemmet, Informe Técnico A7584, 38p.

ÍNDICE

RESUMEN	5
DEFINICIONES	6
1. INTRODUCCIÓN	7
1.1. Objetivos del estudio	7
1.2. Antecedentes y trabajos anteriores	8
1.3. Aspectos generales	10
1.3.1. Ubicación	10
1.3.2. Accesibilidad	10
1.3.3. Población	11
2. ASPECTOS GEOLÓGICOS	12
2.1. Unidades litoestratigráficas	12
2.1.1. Formación Clavel (Pe-cl)	12
2.1.2. Miembro Cabo Blanco (Pe-ec/cb)	13
2.1.3. Formación Echinocyamus (Pe-ec)	13
3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	15
3.1. Modelo digital de elevaciones (MDE)	15
3.2. Pendientes del terreno	16
3.3. Unidades geomorfológicas	16
3.3.1. Geoformas se carácter tectónico degradacional y erosional	17
3.3.2. Geoformas de carácter depositacional y agradacional	18
4. PELIGROS GEOLÓGICOS	20
4.1. Peligros geológicos por movimientos en masa en el sector Huayanay .. 20	
4.1.1. Derrumbes en el caserío Cabo Blanco (DIR)	20
4.1.2. Flujo de detritos en las quebradas del caserío Cabo Blanco	22
4.1.3. Erosión de laderas (Cárcavas)	23
4.2. Factores desencadenantes	24
4.2.1. Lluvias intensas	24
4.3. Daños por peligros geológicos	25
4.3.1. Viviendas	25
4.3.2. Vías de acceso	26
5. CONCLUSIONES	28
6. RECOMENDACIONES	29

7. BIBLIOGRAFÍA	30
ANEXO 1: MAPAS	31
ANEXO 2: MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN	35

RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en el caserío Caleta Cabo Blanco, jurisdicción de la Municipalidad Distrital de El Alto, provincia de Talara, departamento Piura. Con este trabajo, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – INGEMMET, cumple contribuye de esta forma con entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno mediante el reconocimiento, caracterización y diagnóstico del peligro geológico.

Geológicamente, la zona evaluada está dominada por areniscas con intercalaciones de lutitas de la Formación Echinocyamus (Pe-ec) en contacto con lutitas y limolitas de la Formación Clavel (Pe-cl); las rocas se observan muy fracturadas y moderadamente a altamente meteorizadas constituyendo la principal fuente de aporte y generadores de derrumbes.

El caserío Caleta Cabo Blanco asienta en piedemontes que limitan con colinas y lomadas en rocas sedimentarias (RCLrs) con pendiente moderada (5°-15°) con drenaje irregular, cortados por vertientes o piedemontes aluvio torrenciales (P-at) modelados por flujos de detritos y lodos con pendientes suavemente inclinadas a moderadas. Además de, acantilados (A-c) con pendientes fuertes a escarpadas, hacia el borde costero se emplazan mantos de arenas (M-a) y/o playas con pendiente suavemente inclinada modelada por la dinámica marina.

Se identificaron 11 eventos de caídas tipo derrumbes en estado activo (DA-CB) que afectan viviendas, vías de acceso como calles y avenidas. En el área urbana se identificaron tres quebradas que se activan por flujos de detritos y lodos, que en temporada de lluvias excepcionales afectan principalmente vías de acceso y viviendas. Además, existen procesos de erosión en cárcavas que afectan laderas.

Se concluye que, el caserío Caleta Cabo Blanco tiene **Peligro Alto** por derrumbes activos y flujos de detritos y lodos; además de **Peligro Medio** por erosión de laderas cárcavas. Los peligros descritos pueden ser desencadenados en la temporada de lluvias próximas y/o eventos anómalos como El Fenómeno El Niño, o como del Ciclón Yacu.

Finalmente, se describen recomendaciones generales con el objetivo de mitigar el impacto de los peligros geológicos evaluados, estas medidas deben implementarse con el apoyo de autoridades locales y regionales. Se recomienda realizar la estabilización de laderas a través de medidas estructurales, además de estudios de evaluación de riesgos (EVAR).

DEFINICIONES

En el presente glosario se describen los términos establecidos en la “Guía para la evaluación de amenazas” elaborada como parte del Proyecto Multinacional Andino – Movimientos en masa en la Región Andina GEMA, del PMA:

AGRIETAMIENTO: Formación de grietas causada por esfuerzos de tensión o de compresión sobre masas de suelo o roca, o por desecación de materiales arcillosos.

CÁRCAVA Tipo de erosión concentrada en surcos que se forma por el escurrimiento de las aguas sobre la superficie de las laderas.

EROSIÓN (erosión) Parte del proceso denudativo de la superficie terrestre que consiste del arranque y transporte de material de suelo o roca por un agente natural como el agua, el viento y el hielo, o por el hombre. De acuerdo con el agente, la erosión se puede clasificar en eólica, fluvial, glacial, marina y pluvial. Por su aporte, de acuerdo a las formas dejadas en el terreno afectado se clasifica como erosión en surcos, erosión en cárcavas y erosión laminar.

FLUJO DE DETRITOS (debris. flow) sin.: huayco (Pe), avenida torrencial (Co, Ve), flujo torrencial (Co, Ve). Flujo muy rápido a extremadamente rápido de detritos saturados, no plásticos, que transcurre principalmente confinado a lo largo de un canal o cauce empinado. Este tipo de evento se distingue también porque el agua del cauce se incorpora al cuerpo del flujo de detritos, incrementando su contenido de agua. Además, el confinamiento lateral ayuda a mantener la profundidad del flujo, facilitando un cierto tipo de ordenamiento de las partículas sólidas y el desarrollo de oleaje.

GRAVA (gravel) Grano de un suelo cuyo tamaño o diámetro medio está entre 2,0 mm (o 4,76 mm) a 150 mm (Lambe, 1981).

METEORIZACIÓN (weathering). Se designa así a todas aquellas alteraciones que modifican las características físicas y químicas de las rocas y suelos. La meteorización puede ser física, química y biológica. Los suelos residuales se forman por la meteorización in situ de las rocas subyacentes.

SUELO (soil) En el contexto de este glosario, las definiciones que se dan corresponden a aquellas desde el punto de vista de la ingeniería y por ello en ocasiones se suele denominar como suelo geotécnico o suelo para ingeniería, para diferenciarlo de la definición de suelo desde el punto de vista agrológico o de la edafología.

SUSCEPTIBILIDAD: La susceptibilidad está definida como la propensión que tiene una determinada zona a ser afectada por un determinado proceso geológico, expresado en grados cualitativos y relativos. Los factores que controlan o condicionan la ocurrencia de los procesos geodinámicos son intrínsecos (la geometría del terreno, la resistencia de los materiales, los estados de esfuerzo, el drenaje superficial y subterráneo, y el tipo de cobertura del terreno) y los detonantes o disparadores de estos eventos son la sismicidad y la precipitación pluvial.

1. INTRODUCCIÓN

El INGEMMET, ente técnico-científico que desarrolla a través de los proyectos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR) el “Servicio de asistencia técnica en la evaluación de peligros geológicos a nivel nacional (ACT. 16)”, contribuye de esta forma con entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno mediante el reconocimiento, caracterización y diagnóstico del peligro geológico (movimientos en masa) en zonas que tengan elementos vulnerables.

Atendiendo la solicitud de la Municipalidad Distrital de El Alto, según Oficio N° 095-04-2023-A-MDEA, es en el marco de nuestras competencias que se realiza una evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa de tipo “derrumbes, flujo de lodos y erosión de laderas”; ocurridos durante los meses de febrero, marzo y abril de 2023 que afectó viviendas, laderas y vías de comunicación en el área urbana del caserío Caleta Cabo Blanco, los trabajos de campo se realizaron en el mes de mayo del 2024.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del INGEMMET designó al ingeniero Cristhian Chiroque Herrera para realizar la evaluación geológica, geomorfológica y geodinámica de los peligros geológicos que afectan el área urbana e infraestructura vital.

La evaluación técnica se realizó en tres etapas: de pre-campo con la recopilación de antecedentes e información geológica y geomorfológica del INGEMMET; etapa de campo a través de la observación, toma de datos (sobrevuelos drone, puntos GPS, tomas fotográficas), cartografiado, recopilación de información y testimonios de población local afectada; etapa final de gabinete donde se realizó el procesamiento de toda información terrestre y aérea adquirida en campo, fotointerpretación de imágenes satelitales, cartografiado e interpretación, elaboración de mapas, figuras temáticas y redacción del informe

Este informe se pone en consideración de la Municipalidad Distrital de El Alto, Gobierno Regional de Piura, Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), Centro de Operaciones de Emergencia Regional (COER-Piura) y el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres-CENEPRED, donde se proporcionan resultados de la inspección y recomendaciones para la mitigación y reducción 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 desarrollan en el caserío Caleta Cabo Blanco, procesos geodinámicos que pueden comprometer la seguridad física de la población, viviendas, obras de infraestructura y vías de comunicación.
- b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes que influyen en la ocurrencia de movimientos en masa.
- c) Emitir las recomendaciones generales para la reducción o mitigación de los daños que puedan causar los peligros geológicos identificados.

1.2. Antecedentes y trabajos anteriores

Existen trabajos previos y publicaciones del INGEMMET relacionados a temas de geología y geodinámica externa de los cuales destacan los siguientes:

- A) Informe A6787: “Peligros geológicos y geo-hidrológicos detonados por el Niño Costero 2017 en la región Piura: menciona que la Quebrada en el sector de caserío Cabo Blanco (1B-05) se reactivó por lluvias excepcionales. En el Alto se generaron desprendimiento de rocas, que afectó muros de protección, seis viviendas que fueron deshabitadas (Vílchez et al., 2017).
En el presente estudio actualizó el mapa de susceptibilidad a movimientos en masa de la región, mediante la superposición de capas o mapas de factores condicionantes como la litología y las pendientes, mediante un geoprocésamiento en GIS, se generó un mapa de susceptibilidad a movimientos en masa a escala 1:100 000 (figura 1). El sector evaluado tiene una susceptibilidad alta por deslizamientos, derrumbes y flujos de detritos y caídas.
- A) Boletín N° 54, serie A, Carta Geología de los cuadrángulos de Paita, Piura, Talara, Sullana, Lobitos, Quebrada. Seca, Zorritos, Tumbes, Zarumilla. Hojas: 11-a, 11-b, 10-a, 10-b, 9-a, 9-b, 8-b, 8-c, y 7-c (Palacios, 1994). Se describe la geología a escala 1:100,000. La zona de estudio se ubica al oeste del cuadrángulo de Lobitos (Hoja 9a), menciona que se tienen secuencias de areniscas, lutitas, limolitas y conglomerados.
- B) Mapa geológico del cuadrángulo de Lobitos 9a2 (Sánchez *et al.*, 2010). Este mapa a escala 1: 50,000, describe las principales unidades litoestratigráficas conformadas por limolitas, lutitas y areniscas que afloran en gran parte del área urbana del caserío Caleta Cabo Blanco. Los afloramientos sedimentarios se modelan en relieves con pendientes moderadas a escarpadas y las condiciones geomecánicas favorecen la caída de rocas (fragmentos de areniscas) que alimentan cauces de quebrada.

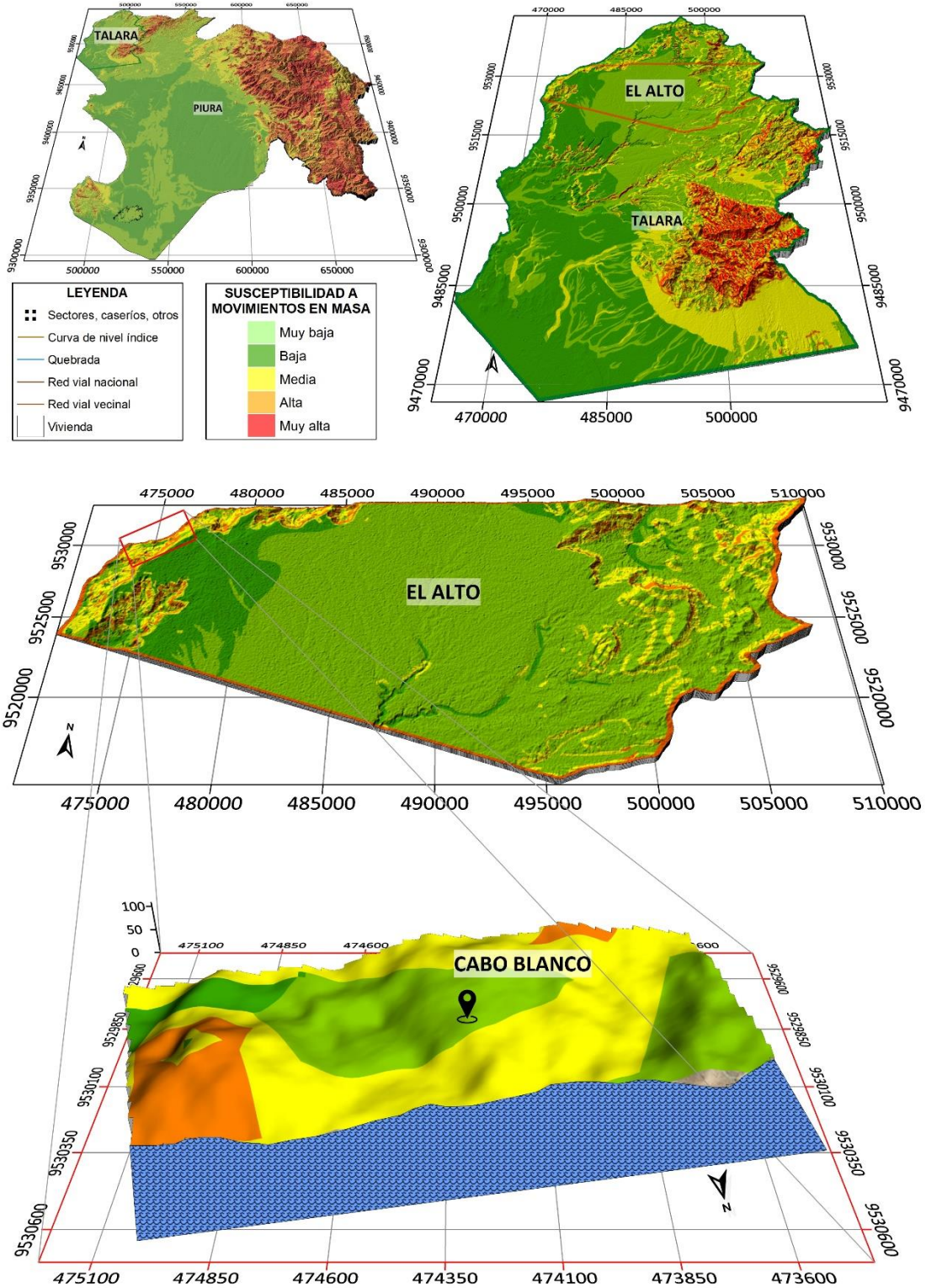


Figura 1. Susceptibilidad a movimientos en masa a escala 1:100 000 de la zona de evaluación (Vílchez et al., 2017).

1.3. Aspectos generales

1.3.1. Ubicación

La zona de evaluación corresponde al caserío Caleta Cabo Blanco, del distrito de El Alto, provincia Talara, región Piura (figura 2), en las coordenadas UTM (WGS84 – Zona 17S) siguientes (Cuadro 01):

Cuadro 01. Coordenadas del área de evaluación

N°	UTM - WGS84 - Zona 17L		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	473807	9530435	-4.248187	-81.236033
2	475039	9530435	-4.248190	-81.224931
3	475039	9529816	-4.253790	-81.224933
4	473807	9529816	-4.253787	-81.236035
COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA O EVENTO PRINCIPAL				
Caserío Caleta Cabo Blanco	474450	9530141	-4.250849	-81.230239

1.3.2. Accesibilidad

El acceso a la zona se realizó vía terrestre desde la ciudad de Piura mediante la siguiente ruta (Cuadro 02):

Cuadro 02. Rutas y accesos a la zona evaluada

Ruta	Tipo de vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Piura – Sullana	Asfaltada	35	40 min
Sullana – Talara	Asfaltada	80	1 h 20 min
Talara – El Alto	Asfaltada	51	1 h 10 min
El Alto – Caserío Caleta Cabo Blanco	Asfaltada	6	15 min

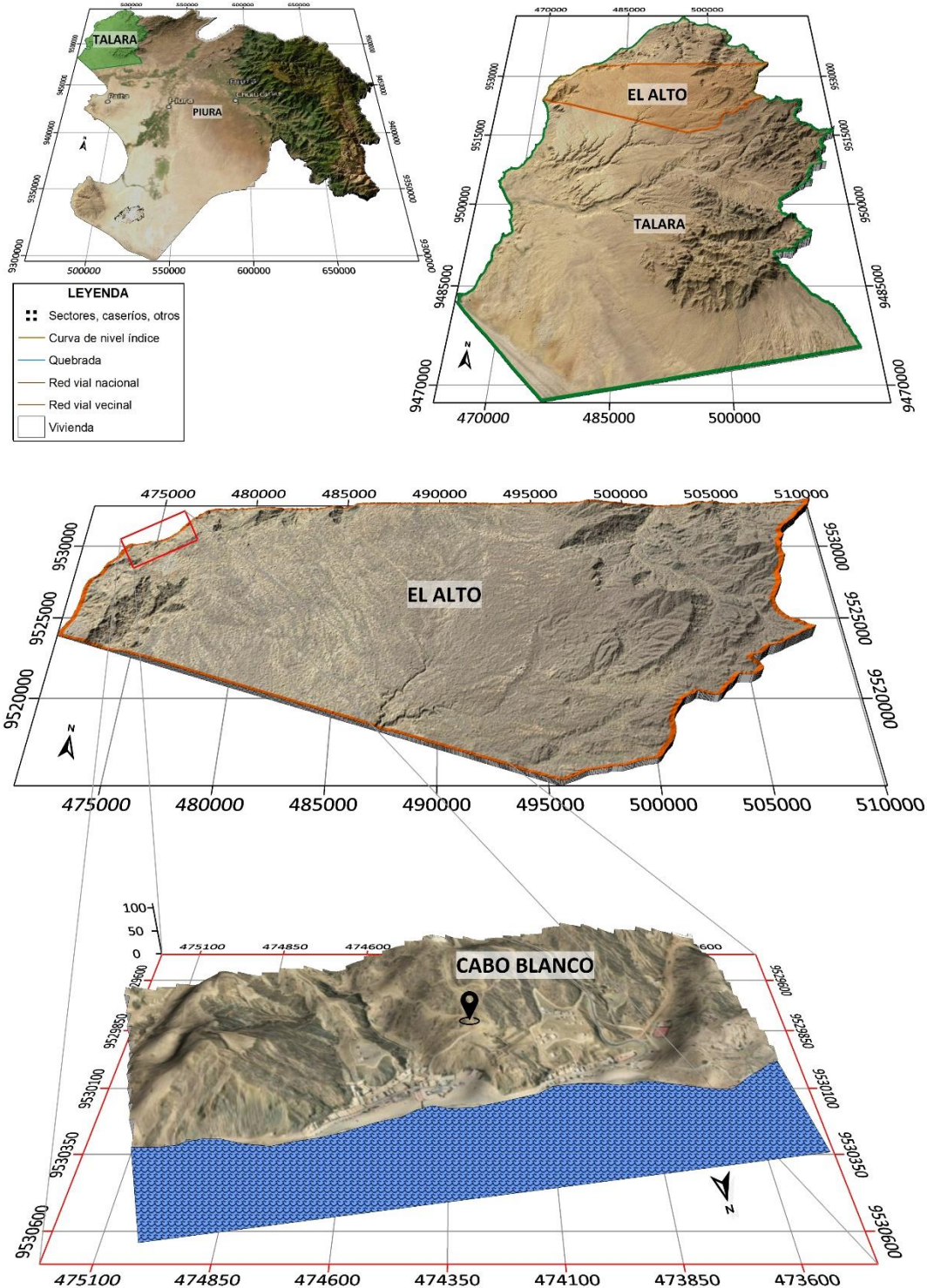


Figura 2. Ubicación de las áreas de estudio.

1.3.3. Población

Según datos de los Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígena, los sectores evaluados en total una población de 300 varones y mujeres (Cuadro 02). El caserío Caleta Cabo Blanco presenta un total de 118 viviendas que podrían verse afectadas ante la activación de derrumbes, flujos de detritos y cárcavas (INEI, 2017):

DEPARTAMENTO DE PIURA

CÓDIGO	CENTROS POBLADOS	REGIÓN NATURAL (según piso altitudinal)	POBLACIÓN CENSADA			VIVIENDAS PARTICULARES		
			Total	Hombre	Mujer	Total	Ocupadas 1/	Desocu- padas
20	DEPARTAMENTO PIURA		856 809	918 850	937 959	558 102	514 055	44 047
2007	PROVINCIA TALARA		144 150	72 423	71 727	42 246	39 397	2 849
200702	DISTRITO EL ALTO		8 316	4 223	4 093	2 662	2 485	177
0001	EL ALTO	Chala	8 016	4 060	3 956	2 544	2 371	173
0002	CALETA CABO BLANCO	Chala	300	163	137	118	114	4

1/ Comprende viviendas con personas presentes, viviendas con personas ausentes y viviendas de uso ocasional.

2/ Centro poblado con población solamente en viviendas colectivas.

Fuente: INEI - Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017.

Cuadro 02. Población y viviendas de los sectores evaluados en el distrito de El Alto y el caserío Caleta Cabo Blanco (INEI, 2017).

2. ASPECTOS GEOLÓGICOS

El análisis geológico se desarrolló tomando como base el cuadrángulo geológico de Lobitos hojas 9a1 y 9a2, a escala 1:50 000 (Jaimes *et al.*, 2016). Además, se realizó la interpretación de imágenes satelitales, fotos aéreas y observaciones de campo (Anexo Mapa 1).

En el caserío Caleta Cabo Blanco se observan afloramientos que varían de suroeste a noreste. Hacia la entrada del caserío existen areniscas gruesas que pasan a finas y finalmente a limolitas, hacia el centro del área urbana areniscas de grano fino, intercaladas con lutitas y hacia el noreste se tienen lutitas de color gris oscuro con algunos niveles centimétricos de limolitas a areniscas finas. Estos afloramientos sedimentarios se distribuyen en acantilados, colinas y lomadas. Mientras que, las áreas urbanas se asientan sobre depósitos proluviales y marinos.

2.1. Unidades litoestratigráficas

A continuación, se describen las características litológicas locales de los afloramientos en la zona de estudio:

2.1.1. Formación Clavel (Pe-cl)

Son afloramientos conformados principalmente por lutitas de color gris oscuro con algunos niveles de limolitas a areniscas finas menores a 10 cm. Este tipo de rocas son fuente de detritos como fragmentos angulosos que se depositan hacia cauces de quebradas. Este tipo de rocas se han identificado al noreste del caserío Caleta Cabo Blanco (figura 3).



Figura 3. Lutitas oscuras con limolitas y areniscas en la parte superior.

2.1.2. Miembro Cabo Blanco (Pe-ec/cb)

Son afloramientos de areniscas gruesas con areniscas finas y limolitas bioturbadas, con conglomerados. Estos afloramientos se distribuyen en gran parte del área evaluada, formando montañas con pendientes muy escarpadas, en condiciones geomecánicas muy desfavorables (figura 4).



Figura 4. Arenisca con limolitas y secuencias de conglomerados al oeste del caserío Caleta Cabo Blanco.

2.1.3. Formación Echinocyamus (Pe-ec)

Son afloramientos conformados principalmente por areniscas de grano fino, intercaladas con lutitas. Se distribuyen en gran parte del área de estudio, desde el límite oeste hasta la altura del muelle de pesca donde entra en contacto con la Formación Clavel (figura 5).



Figura 5. Areniscas con niveles de lutitas, entrada del caserío Caleta Cabo Blanco.

2.1.4. Depósitos marinos (Q-ma)

Están conformados por cantos y gravas, con relleno areno limoso con aspecto color gris a amarillo rojizo. Se encuentran distribuido en la franja costera de 20 a 60 m de ancho. Los depósitos de tipo marino son afectados por el oleaje teniendo una dinámica activa a lo largo del año (figura 6).



Figura 6. Depósitos marinos a lo largo de la Playa Cabo Blanco.

2.1.5. Depósitos proluviales (Q-pl)

Estos depósitos presentan gravas polimícticas y heterométricas con mezcla de arenas y limos, que han sido depositados por los flujos a lo largo de las quebradas que se ubican en las inmediaciones del área de estudio como la quebrada El Hospital. Los materiales están asociados a ocurrencias de flujos de lodos y/o detritos activados en presencia de lluvias intensas o extraordinarias (figura 7).



Figura 7. Cauce por donde descienden flujos y depositan materiales proluviales.

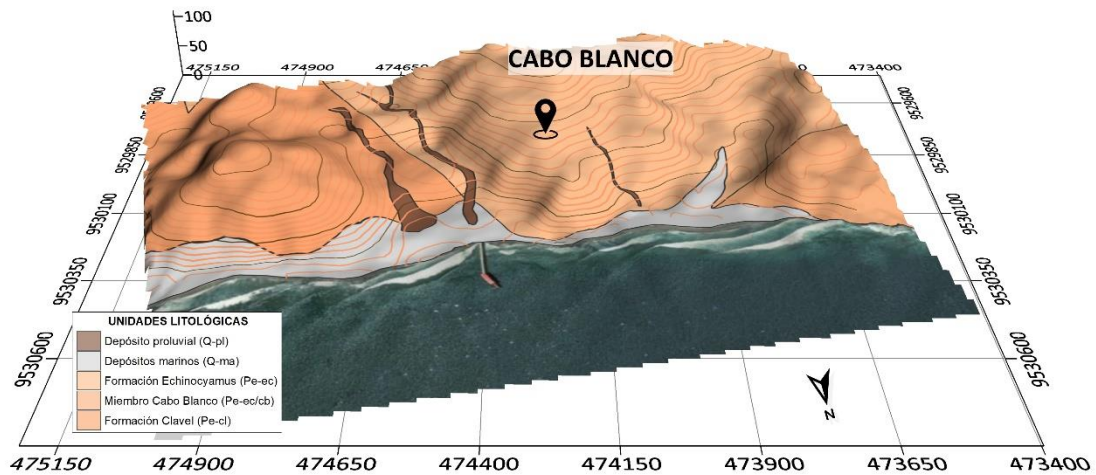


Figura 8. Afloramientos litológicos en el área del caserío Caleta Cabo Blanco.

3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

Para el análisis de la geomorfología, se realizó la descarga de modelos digitales de elevación del modelo Alos Palsar con resolución de 12.5 m de muestreo en terreno. Esta información se complementó con el análisis de imágenes satelitales y el análisis de la morfometría del relieve en los trabajos de campo.

3.1. Modelo digital de elevaciones (MDE)

Se encuentra en la franja costera con un largo de 1.4 km y se extiende desde el límite de playa hacia este en un ancho de aproximadamente 450 m.

Las colinas y lomadas en rocas sedimentarias tienen una elevación promedio de 25 a 105 m s.n.m.

El área urbana del caserío Caleta Cabo Blanco se distribuye sobre elevaciones entre 5 y 20 m s.n.m.; algunas viviendas e infraestructuras se ubican en laderas y sobre colinas con cotas promedio de 30 m de altitud.

Las cotas más bajas se ubican en la zona de playa cerca al nivel del mar desde el límite oeste con 0 a 10 m s.n.m. Mientras que, las zonas más altas en elevaciones alcanzan los 100 a 105 m de altitud en la zona de acantilados y colinas (figura 9).

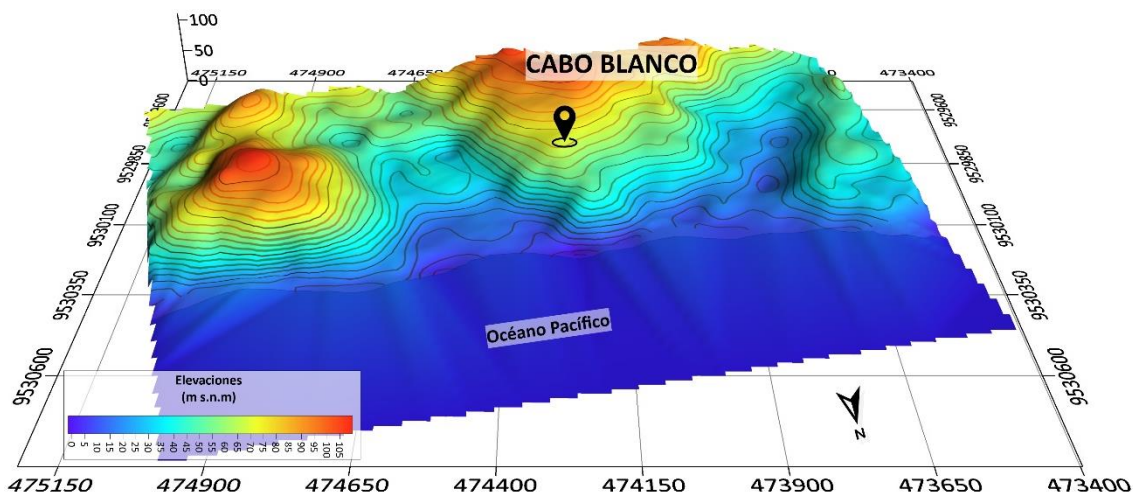


Figura 9. Elevaciones en el caserío Caleta Cabo Blanco.

3.2. Pendientes del terreno

En la etapa de campo se delimitó el área de intervención, la cual abarcó 100 ha correspondiente a las áreas urbanas y alrededores del caserío Caleta Cabo Blanco. Del análisis del mapa de pendientes se determinó que el 7% equivalente a 6.9 ha presenta relieves con pendientes llanas a suavemente inclinadas (<5°) constituidas por la franja costera y playa, el 18% aproximadamente 17.7 ha presenta pendientes moderadas (5°-15°); mientras que, el 75% (75.2 ha) son superficies con pendientes fuertes a muy escarpadas (15° - 90°) representan colinas y lomadas en rocas sedimentarias, además de acantilados con pendientes muy escarpadas (figura 10).

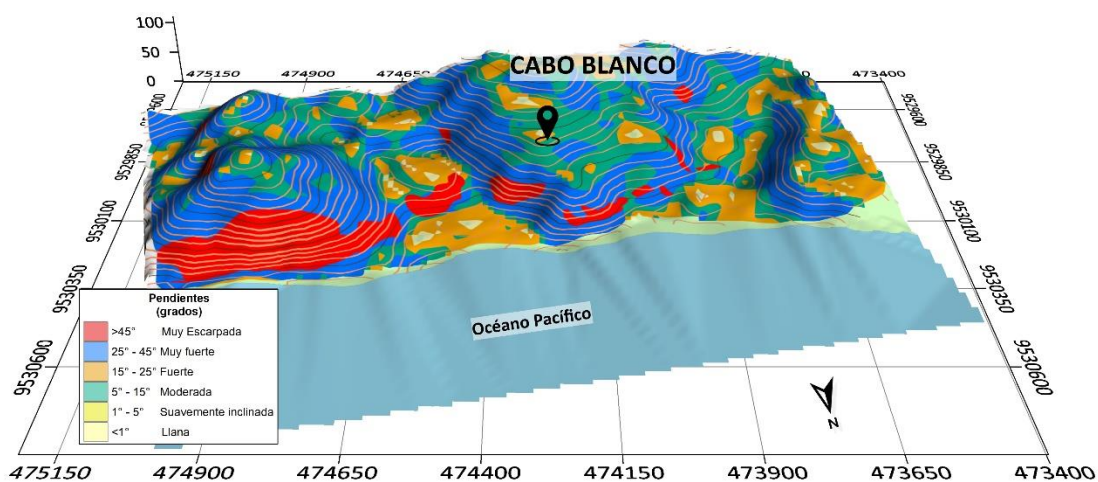


Figura 10. Rangos de pendiente en el caserío Caleta Cabo Blanco.

3.3. Unidades geomorfológicas

En general, desde el punto de vista morfoestructural regional, el área estudiada se ubica en la Cordillera Occidental del Perú, la cual se encuentra disectada por varios cursos de

ríos y quebradas, entre los principales se tienen a los ríos Chira, Piura y Huancabamba. (Vílchez et al., 2013).

Las zonas de evaluación del sector caserío Caleta Cabo Blanco, se encuentra en acantilados, colinas y lomas en roca sedimentaria.

3.3.1. Unidades 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 del relieve, a través del tiempo geológico y bajo condiciones climáticas cambiantes (Villota, 2005).

3.3.1.1. Unidad de colina

Es la unidad o componente de cualquier cadena montañosa y se define como una elevación natural del terreno, de diverso origen, con más de 300 metros de desnivel, cuya cima puede ser aguda, sub-aguda, semiredondeada, redondeada o tabular y cuyas laderas regulares, irregulares a complejas y que presenta un declive promedio superior al 30% (FAO, 1968).

Subunidad de colina y lomada en roca sedimentaria (RM-rs): Se distribuye al norte del distrito de El Alto y al sur del área urbana del caserío Caleta Cabo Blanco. Constituyen relieves modelados en rocas principalmente sedimentaria (areniscas intercaladas con lutitas), formando laderas con pendientes moderadas donde se forman cursos de quebradas de régimen seco en gran parte del año y en ocasiones excepcionales descienden flujos (figura 11).



Figura 11. Colinas y lomadas en rocas sedimentarias en las inmediaciones del caserío Caleta Cabo Blanco.

Acantilado (A-c): Corresponden localmente la parte terminal de la colina (escarpada) alcanzando alturas de 25 m, colinda con la playa.

Son laderas abruptas que se forman a lo largo de la costa debido a la continua socavación (o erosión progresiva) del oleaje marino, o por levantamientos de origen tectónico.

Los acantilados en el área de inspección es un ejemplo de este tipo de geoformas en los cuales es muy frecuente la caída de bloques y rocas debido a su pendiente muy fuerte (25° a 45°) a muy escarpado (>45°) (figura 12).



Figura 12. Acantilados con pendientes escarpadas en el borde costero del caserío Caleta Cabo Blanco.

3.3.2. Unidades de carácter depositacional y agradacional

Están representadas por formas de terreno resultado de la acumulación de materiales provenientes de los procesos denudativos y erosionales que afectan las geoformas anteriores aquí se tiene:

3.3.2.1. Unidad de piedemonte

Acumulación de material muy heterogéneo, constituido por bloques, cantos, arena, limos y arcilla no consolidados ubicado al pie de las cadenas montañosas; estos depósitos pueden ocupar grandes extensiones. Se tienen las siguientes subunidades:

Subunidad de vertiente o piedemonte aluvio torrencial (P-at): Es el resultado de la acumulación de materiales movilizados a manera de flujos de detritos (huaicos); modifican localmente la dirección de los cursos de ríos y quebrada. En las quebradas identificadas ocurren flujos generalmente en tiempos de lluvias excepcionales, como las ocurridas en marzo del 2017 o recientemente durante el ciclón Yacu (figura 13).



Figura 13. Cauce aluvio torrencial en una de las quebradas del caserío Cabo Blanco.

3.3.2.2. **Unidad de planicie**

Superficies planas con ligeras ondulaciones. Están asociadas a depósitos aluviales y fluvioglaciares, limitados en muchos casos por depósitos de piedemonte y laderas de montañas o colinas. También se encuentran planicies de origen marino ubicados en zonas costeras.

Playa de arena (PLA): Las playas son geoformas que se extienden desde la línea de costa (límite de tierra firme y área de influencia marina) hasta la línea de ribera de baja marea. La erosión de los acantilados como los sedimentos aportados por las corrientes fluviales y aquellos de origen biológico se acumulan y conforman las playas de arena (Villota, H. 2015) (figura 14).



Figura 14. Vista hacia la franja costera en donde se delimita una zona de playa.

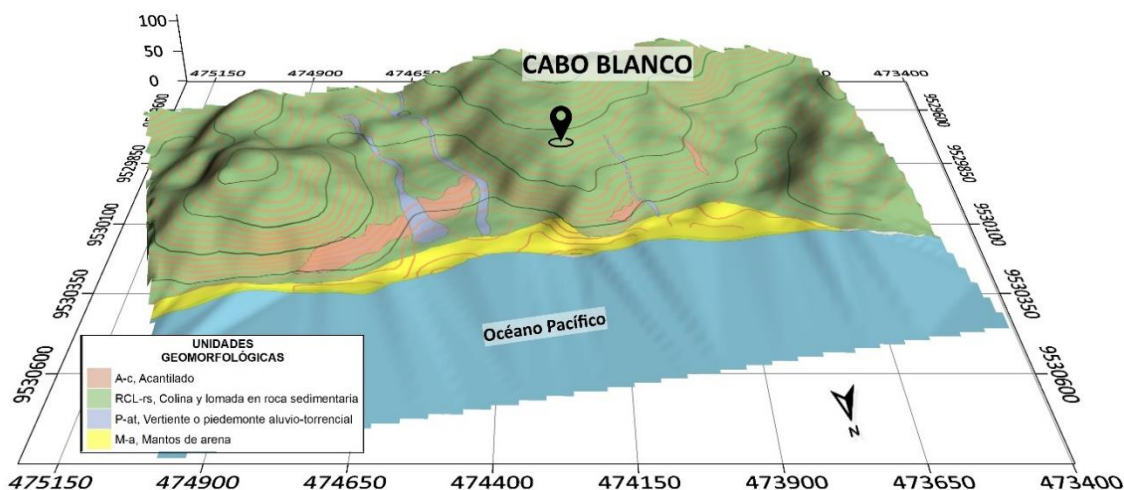


Figura 15. Unidades geomorfológicas en el caserío Cabo Blanco.

4. PELIGROS GEOLÓGICOS

Los principales peligros geológicos identificados en el caserío Caleta Cabo Blanco, corresponden a movimientos en masa de tipo derrumbes, flujos de detritos y cárcavas (Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas, 2007). Estos procesos son resultado del modelamiento del relieve, condicionado por afloramientos de rocas incompetentes, sedimentos poco consolidados y susceptibles a la generación de movimientos en masa (Anexo 1: Mapa 3).

4.1. Peligros geológicos por movimientos en masa en el sector Huayanay

Los movimientos en masa son parte de los procesos denudativos que modelan el relieve de la tierra. Su origen obedece a una gran diversidad de procesos geológicos, hidrometeorológicos, químicos y mecánicos que se dan en la corteza terrestre. La meteorización, las lluvias, los sismos y otros eventos (incluyendo la actividad antrópica) actúan sobre las laderas desestabilizándolas y cambian el relieve a una condición más plana (Proyecto Multinacional Andino, 2007).

Estos procesos de remoción de laderas están condicionados por factores intrínsecos, como son la geometría del relieve, la pendiente, el tipo de roca, el tipo de suelo, el drenaje superficial-subterráneo y la cobertura vegetal. Por otro lado, los principales “desencadenantes” son las precipitaciones pluviales periódicas y extraordinarias que caen en la zona, así como la sismicidad.

A continuación, se describen los peligros geológicos en los sectores evaluados, así como los factores que condicionan su ocurrencia:

Se identificaron 11 derrumbes, tres flujos de detritos y lodos; además de 21 zonas con procesos de erosión.

4.1.1. Derrumbes en el caserío Caleta Cabo Blanco (DIR)

Se ubican en un piedemonte limitado por colinas y lomadas, además de acantilados con pendiente moderada a escarpada. Los derrumbes forman cantos y bloques que afectan viviendas y luego forman depósitos detríticos que se depositan en los cauces de las quebradas circundantes.

Características visuales de los eventos

A continuación, se describen las principales características visuales y geométricas del derrumbe activos en el área urbana del caserío Caleta Cabo Blanco (figuras 16 y 17).

- Zona de arranque: Roca.
- Ubicación: Acantilado/corte antrópico
- Tipo de ruptura: Planar.
- Forma de zona de arranque: Continua.
- Dimensiones del depósito
- Longitud de arranque: 190 m
- Altura de arranque: 6 m
- Volumen (m3): 1140
- Características del depósito: Canchales y/o detritos.
- Distancia recorrida: 12 m.
- Obstrucción de vía: 220 m.



Figura 16. Zona de derrumbes activos en laderas con pendiente moderada a escarpada (DA-CB).



Figura 17. Afloramientos de areniscas que se desprenden en bloques, que pueden afectar viviendas.

4.1.2. Flujo de detritos en las quebradas del caserío Caleta Cabo Blanco

En el área urbana del caserío, existen hasta tres quebradas importantes que se activan en temporada de lluvias excepcionales, transportando materiales detríticos. Se cartografiaron depósitos de flujos antiguos mezclados con depósitos aluviales de corto recorrido.

Ante la ocurrencia de lluvias extraordinarias, estas quebradas presentan reactivaciones debido al volumen de material detrítico y sedimentos depositados en el cauce de estas; al sobresaturarse erosionan, transportan y depositan flujos de detritos y lodos hasta la franja costera y desembocar al mar.

Características visuales de los eventos

Los eventos identificados se enmarcan en los cauces de las quebradas que descienden de las colinas y lomadas ubicadas al sur del caserío Caleta Cabo Blanco, los flujos se desplazan de sur a norte hasta la zona de playa (figura 18).

Los flujos de detritos y lodos tienen las siguientes características:

- Forma del depósito: Cono o abanico.
- Área: 2.46 ha
- Altura del depósito: 0.20 – 1.00 m.
- Volumen: 19 680 m³.
- Composición del depósito: Grava (10%), arena (40%), limos-arcillas (50%).
- Flujo: Canalizado.
- Distancia recorrida: 1.3 km.
- Obstrucción de vía: 65 m.
- Tramos de: 5, 10, 15, 35 m.



Figura 18. Cauce de la quebrada Cabo Blanco 1, por donde descienden flujos en temporada de lluvias intensas, a escasos metros del desembarcadero pesquero artesanal.

La activación de quebradas afecta puentes, calles y vías de comunicación, en varios puntos, el tirante de agua y detritos llegó con alturas de 0.25 m y 1.00 m. El cauce de la quebrada fue cubierto por depósitos detríticos y lodos en mayor porcentaje. Los fragmentos de rocas son de formas angulosas. Además, generó erosión aguas arriba en las laderas de ambas márgenes (figuras 19 y 20).



Figura 19. Cauce de quebrada Cabo Blanco 2 con referencia a la I.E.I. 142, donde se activan flujo de detritos y lodos (vista aguas abajo).



Figura 20. Quebrada Cabo Blanco 2, vista hacia la I.E..I 142 aguas arriba.

4.1.3. Erosión de laderas (Cárcavas)

Una cárcava es un canal natural o incisión causado por un flujo de agua concentrado, a través del cual fluye la escorrentía durante o inmediatamente después de un evento intenso de lluvia (SCSA, 1982). Además de litologías erosionables, también afectan

coberturas aluviales o detríticas que son afectadas por escorrentía no canalizada, en la zona de estudio se han identificado formación de cárcavas que afectan vías de acceso y viviendas.

Características visuales de los eventos

Se identificaron dos zonas de cárcavas ubicadas en la cabecera de la quebrada Chamelico y en los alrededores de la cancha deportiva que pueden afectar viviendas y vías de acceso (figura 21).

Las cárcavas tienen las siguientes características:

- Estado de evolución: inicial, fase de inicio de la formación de cárcavas más profundas.
- Longitud máxima 50 m, ancho 4 m y profundidad 2 m.
- Área erosionada: 975 m².
- La causa principal de erosión en la zona, es la falta de drenaje pluvial y suelos aluviales poco compactos susceptibles a erosión.
- Las cárcavas afectan viviendas y vías de acceso.



Figura 21. Cárcava en la parte alta del talud, límite entre las colinas y lomadas y la zona de playa en el caserío Cabo Blanco.

4.2. Factores desencadenantes

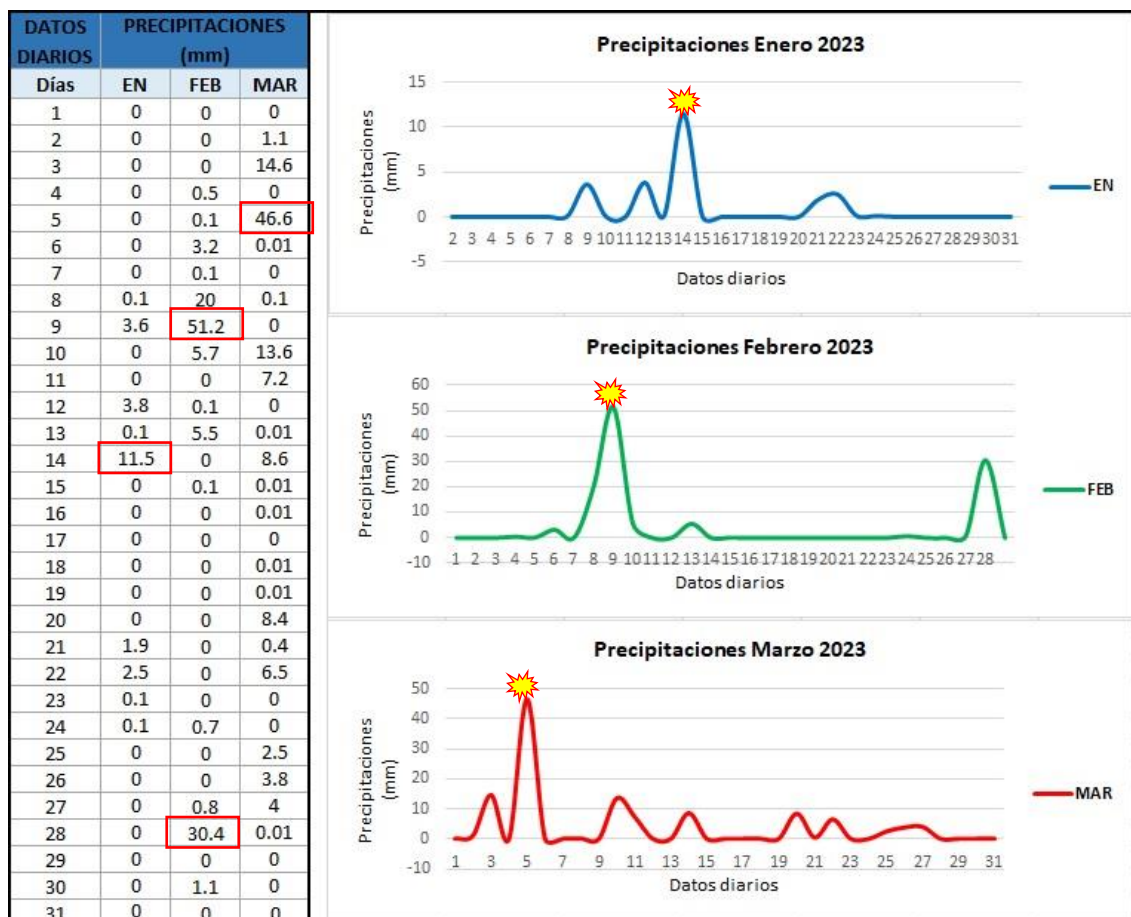
4.2.1. Lluvias intensas

Se recopiló la información de las estaciones meteorológicas próximas al área de estudio del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). Para el análisis de crecidas de ríos y quebradas, se deben analizar las precipitaciones ocurridas en las cuencas donde nacen los ríos o quebradas a ser evaluadas. Se analizó la estación meteorológica ubicada en el distrito de El Alto.

Cuadro 03. Ubicación de la estación hidrológica El Alto.

Estación: EL ALTO					
Departamento:	PIURA	Provincia:	TALARA	Distrito:	EL ALTO
Latitud:	4°15'43.13" S	Longitud:	81°13'5.35" W	Altitud:	295 m s.n.m.
Tipo:	CO - Meteorológica			Código:	104080

Entre los meses de enero a marzo del 2023 se registraron lluvias intensas, superaron los 11.5 mm diarios en promedio, con máximas de hasta 119.5 mm; los acumulados mensuales llegaron a 23.7 mm (enero), 119.5 mm (febrero) y 117.5 mm (marzo). Los flujos de detritos y lodos identificados en el caserío evaluado fueron reportados entre enero y marzo, los principales daños ocurrieron a partir del 8 de enero del 2023, los datos indican que, el entre el 14, 9 y 5 de enero, febrero y marzo respectivamente se registraron los puntos más altos de precipitación (Cuadro 04).



Cuadro 04. Precipitaciones registradas entre enero y marzo del 2023.

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

4.3. Daños por peligros geológicos

En la zona de evaluación se han producido los siguientes daños:

4.3.1. Viviendas

En el caserío Caleta Cabo Blanco, los daños observados en el área urbana corresponde a cinco viviendas destruidas; tres viviendas inhabilitadas y 12 afectadas (figuras 22 y 23).

Los principales daños son causados por derrumbes de bloques y formación de depósitos de caída en los linderos de las viviendas, comprometiendo la estructura de paredes y columnas o en otros casos críticos la destrucción de materiales como madera y calaminas. Los flujos registrados también afectaron viviendas donde los depósitos ingresaron y colmataron las viviendas.



Figura 22. Vivienda abandonada afectada por flujos y caídas en la parte alta de la ladera.



Figura 23. Viviendas afectadas por flujos de lodo y caídas de bloques.

4.3.2. Vías de acceso

Las caídas y los flujos identificados en el caserío Caleta Cabo Blanco, afectan principalmente vías de acceso, calles y avenidas en tramos cortos de 15 a 20 m de ancho que descienden por calles por donde discurren los materiales en temporada de lluvias (figura 24).



Figura 24. Tramo de 25 m de la vía de acceso por donde descienden flujos.

En el caserío Caleta Cabo Blanco se han identificado tramos de la carretera interrumpidos por los materiales de caídas y flujos interrumpiendo el normal tránsito y comunicación entre los sectores y caseríos próximos ubicados al norte y sur, en total se inventariaron 4 tramos de trocha carrozable que alcanzan 65 m lineales (figura 25).



Figura 25. Trocha carrozable del caserío Caleta Cabo Blanco hacia El Ñuro.

5. CONCLUSIONES

- a) Desde el punto de vista geológico, el caserío Caleta Cabo Blanco se asienta sobre areniscas intercaladas con lutitas (Pe-ec) provenientes de afloramientos ubicados en la parte alta de los acantilados en contacto al sur con lutitas y limolitas de la Formación Clavel (Pe-cl), al borde costero se encuentran típicos depósitos marinos.
- b) Geomorfológicamente, las áreas urbanas del caserío Caleta Cabo Blanco se asientan en piedemontes que limitan con colinas y lomadas en rocas sedimentarias (RCL-rs), cortados por vertientes o piedemontes aluvio-torrenciales (P-at) generados por flujos de detritos y lodos. Además de, acantilados (A-c) con pendientes fuertes a escarpadas, hacia el norte del borde costero es limitado por mantos de arenas (M-a) y/o playas con pendientes suavemente inclinadas.
- c) En el caserío Caleta Cabo Blanco se identificaron 11 zonas de derrumbes activos (DA-CB) que abarcan un total de 2.57 ha en sectores muy focalizados en laderas con pendientes escarpadas. Los flujos de detritos y lodos (FLS-CB) se activan en tres quebradas canalizadas con drenes y muros en temporada de lluvias. Debido a las características sedimentarias se identificaron erosión de laderas (cárcavas) en 21 puntos ubicados en laderas muy susceptibles a estos procesos.
- d) El factor desencadenante de los derrumbes y flujos de detritos y lodos fueron las precipitaciones extraordinarias que se dieron entre los meses de enero a marzo del 2023, las cuales superaron en promedio los 11.5 mm diarios, con máximas de hasta 119 mm. Los acumulados mensuales llegaron a 23.7 mm (enero), 119 mm (febrero) y 117 mm (marzo), índices que superan los parámetros normales característicos de la región.
- e) Tomando en cuenta las condiciones geológicas, geodinámicas y geomorfológicas, se considera que el caserío Caleta Cabo Blanco presenta **Peligro Alto** por derrumbes y flujos de detritos; los procesos de erosión de laderas cárcavas representan un **Peligro Medio**.

6. RECOMENDACIONES

- A) Implementar infraestructura de drenaje como zanjas de coronación impermeabilizadas, sobre los escarpes de las zonas de caídas derrumbes, además de drenaje pluvial como cunetas, alcantarilla, drenes, canal de derivación que extraigan el agua hacia quebradas adyacente, estas medidas deben estar debidamente impermeabilizadas.
- B) Realizar el banqueteo de la ladera identificada como zona de derrumbes con pendientes muy escarpadas, con la finalidad de reducir el condicionante de pendiente de la ladera.
- C) Como medida inmediata, debe realizarse la limpieza periódica de los materiales de caídas sobre las carreteras para evitar la formación de flujos ante lluvias intensas.
- D) Desatar los bloques sueltos que se encuentran en Acantilado.
- E) Realizar un estudio puntual para realizar medidas correctivas como instalación de pernos de anclaje o enmallado en zonas de caída de rocas y/o derrumbes.
- F) Sensibilizar a la población a través de talleres o charlas con el objetivo de concientizar en gestión de riesgos, para evitar asentamientos de viviendas o infraestructura en zonas de alto peligro.
- G) Forestar las laderas, con la finalidad de darle un mejor sostenimiento al sector.
- H) Realizar el estudio de Evaluación de Riesgos (EVAR) en el caserío Caleta Cabo Blanco para estimar la vulnerabilidad y riesgo de las viviendas e infraestructuras presentes.

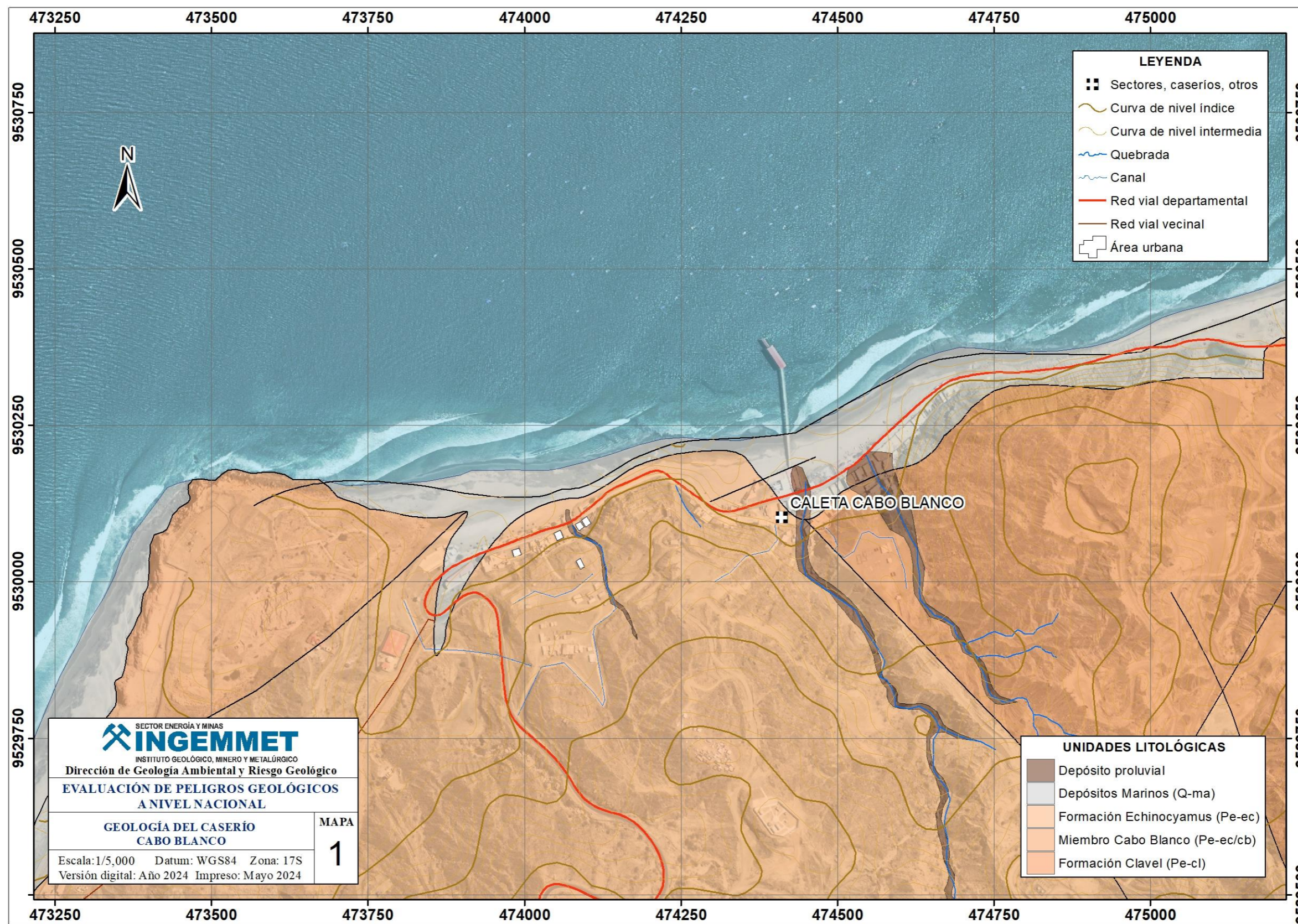

Ing. **BILBERTO ZAVALA CARRIÓN**
Director (e)
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico
INGEMMET


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

7. BIBLIOGRAFÍA

- SCSA (Soil Conservation Society of America). 1982. Resource conservation glossary. Ankeny, IA, USA.
- Díaz, J. S. (1998). Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales. INSTITUTO DE INVESTIGACION.
- JICA (2007). Estudio sobre medidas preventivas para desastres en carreteras en la red fundamental de la República de Bolivia informe final: manual de gestión y prevención de desastres en carreteras. Procedimiento V: Obras de Prevención de Desastres, pág. 23.
- Palacios, O. (1994) - Geología de los cuadrángulos de Paita, Piura, Talara, Sullana, Lobitos, Quebrada. Seca, Zorritos, Tumbes, Zarumilla. Hojas: 11-a, 11-b, 10-a, 10-b, 9-a, 9-b, 8-b, 8-c, y 7-c. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, 54, 190 p.
- Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas. (2007) - Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional, No. 4, 432 p., 1 CD-ROM.
- Vílchez, M.; Sosa, N.; Jaimes, F.; Mamani, Y.; Cerpa, L. & Martínez, J. (2017). Peligros geológicos y geo-hidrológicos detonados por el Niño Costero 2017 en la región Piura. 249p, 3 mapas.
- Vílchez, M., Luque, G. & Rosado, M. (2013) - Riesgo geológico en la región Piura. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 52, 250 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. 183 p.

ANEXO 1: MAPA

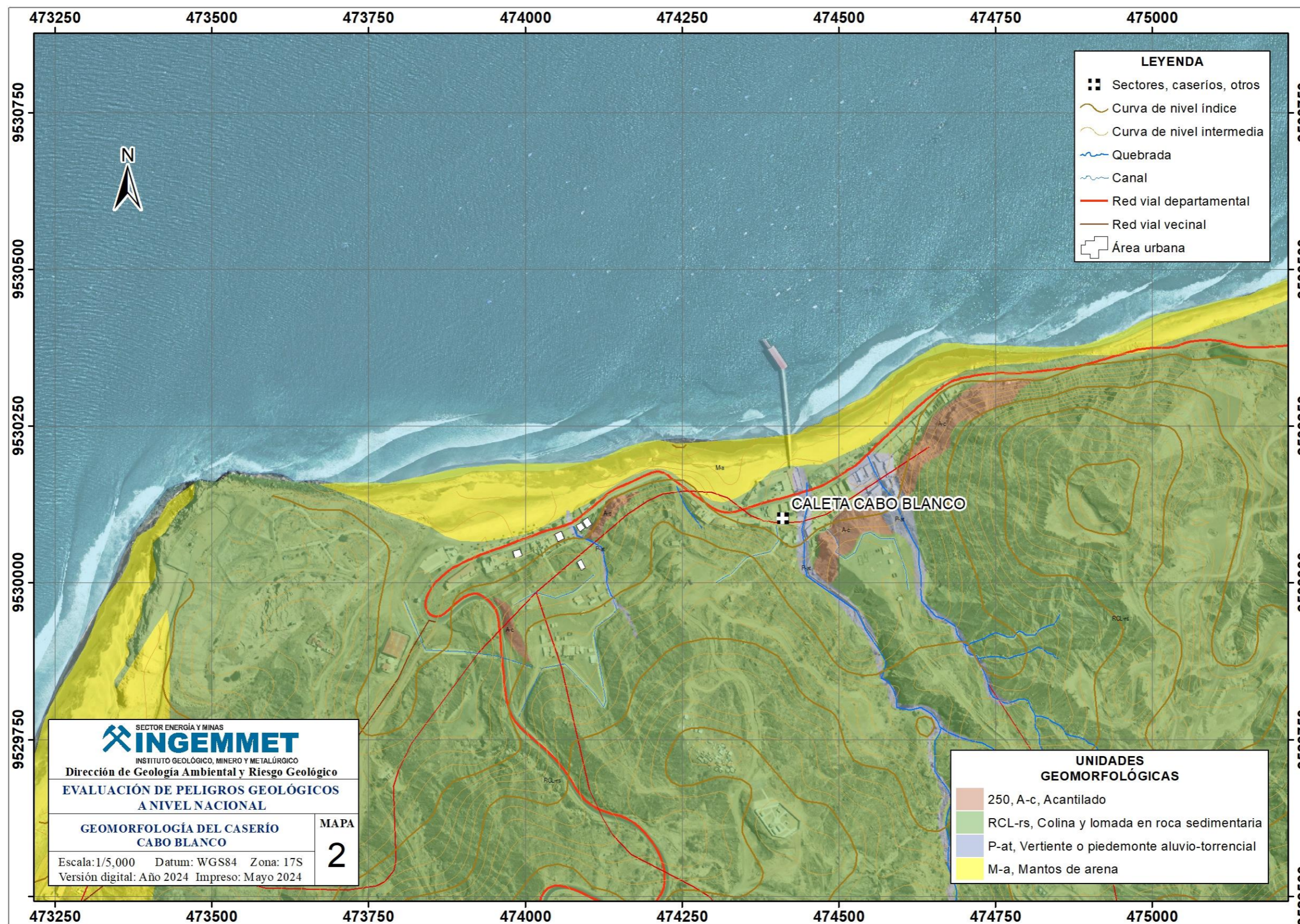


SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO
 Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico
**EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS
 A NIVEL NACIONAL**

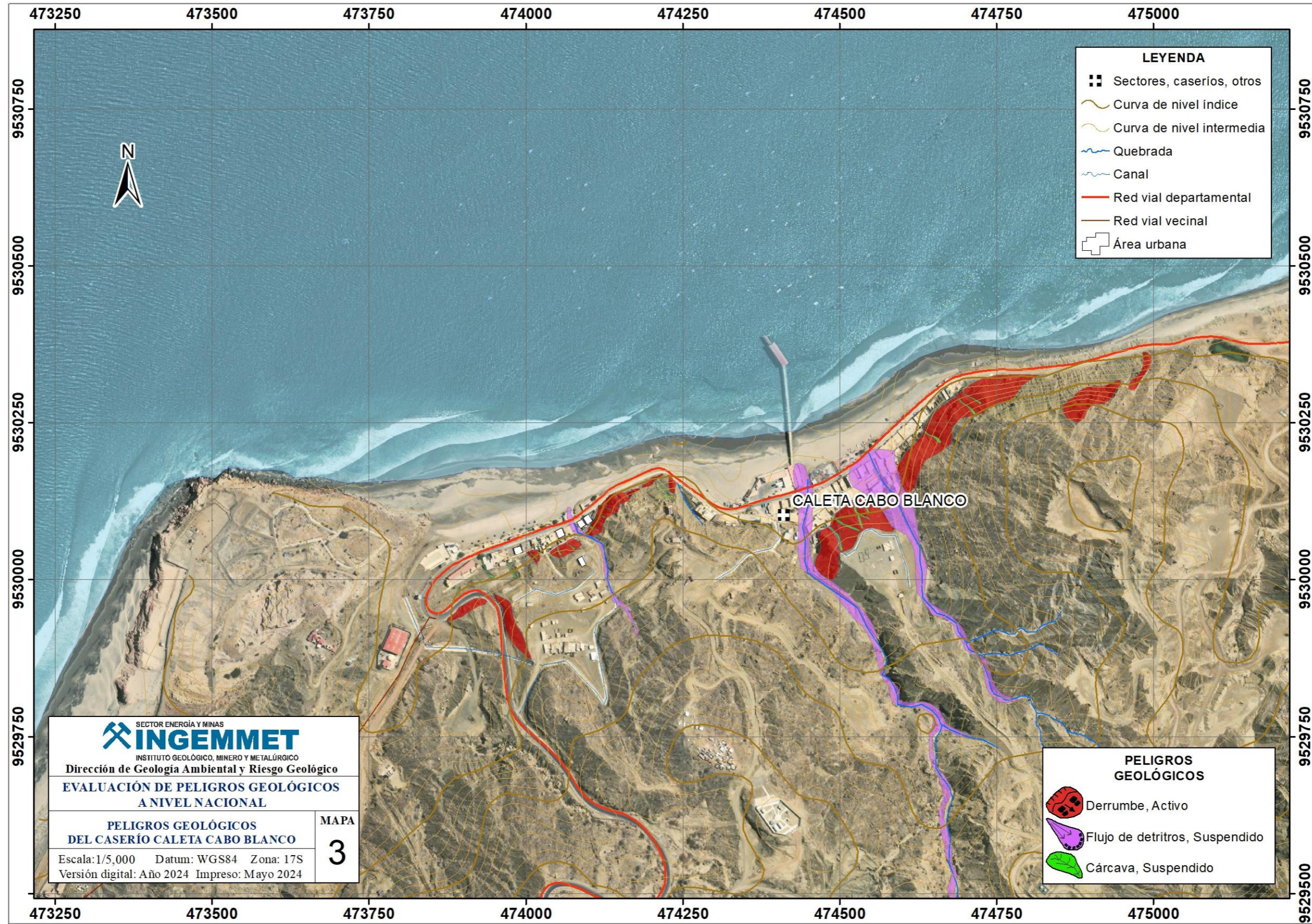
**GEOLOGÍA DEL CASERÍO
 CABO BLANCO**

MAPA
1

Escala: 1/5,000 Datum: WGS84 Zona: 17S
 Versión digital: Año 2024 Impreso: Mayo 2024



Mapa 2. Unidades geomorfológicas en el caserío Caleta Cabo Blanco.



Mapa 3. Peligros geológicos en el caserío Caleta Cabo Blanco.

ANEXO 2: MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN

Alternativas de prevención y mitigación

Las medidas de prevención y/o mitigación que se recomiendan a las autoridades pueden ser utilizadas en forma independiente o combinada, según las características de cada talud. Dichas técnicas dependerán de un estudio geotécnico a detalle realizado por un especialista en geotecnia.

ESTRUCTURALES

Muros de contención

El propósito de una estructura de contención es el resistir las fuerzas ejercidas por la tierra contenida, y transmitir esas fuerzas en forma segura a la fundación o a un sitio por fuera de la masa analizada de movimiento. En el caso de un deslizamiento de tierra el muro ejerce una fuerza para contener la masa inestable y transmite esa fuerza hacia una cimentación o zona de anclaje por fuera de la masa susceptible de moverse. Las deformaciones excesivas o movimientos de la estructura de contención o del suelo a su alrededor deben evitarse para garantizar su estabilidad (Díaz, 1998).

Tipos de Estructura

Existen varios tipos generales de estructura, y cada una de ellas tiene un sistema diferente de transmitir las cargas.

Muros masivos rígidos

Son estructuras rígidas, generalmente de concreto, las cuales no permiten deformaciones importantes sin romperse. Se apoyan sobre suelos competentes para transmitir fuerzas de su cimentación al cuerpo del muro y de esta forma generar fuerzas de contención (figura 26).

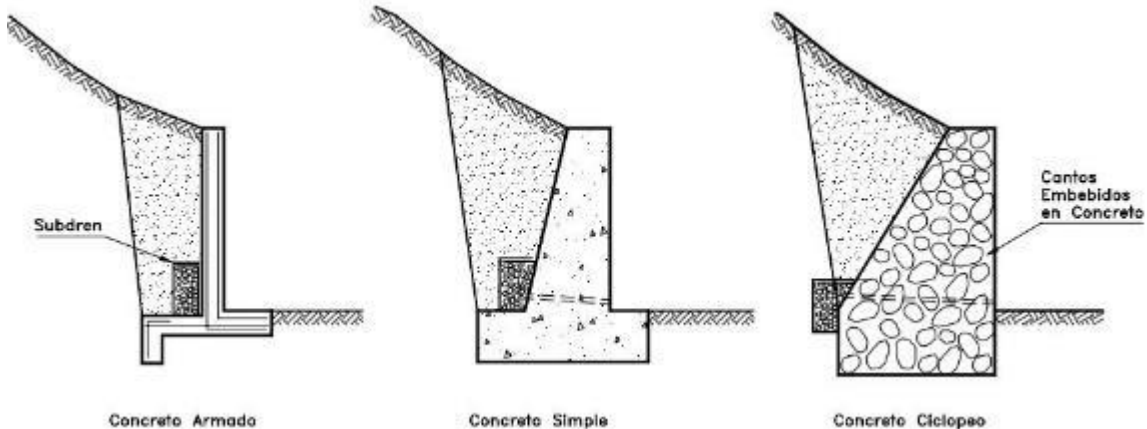


Figura 26. Esquema de muros rígidos (Díaz, 1998).

Ventajas y desventajas de los diversos tipos de muro rígido.

Muro	Ventajas	Desventajas
Reforzado	Los muros de concreto armado pueden emplearse en alturas grandes (superiores a diez metros), previo su diseño estructural y estabilidad. Se utilizan métodos convencionales de construcción, en los cuales la mayoría de los maestros de construcción tienen experiencia.	Requieren de buen piso de cimentación. Son antieconómicos en alturas muy grandes y requieren de formaletas especiales. Su poco peso los hace inefectivos en muchos casos de estabilización de deslizamientos de masas grandes de suelo.
Concreto simple	Relativamente simples de construir y mantener, pueden construirse en	Se requiere una muy buena fundación y no permite deformaciones

	curvas y en diferentes formas para propósitos arquitectónicos y pueden colocarse enchapes para su apariencia exterior.	importantes, se necesitan cantidades grandes de concreto y un tiempo de curado, antes de que puedan trabajar efectivamente. Generalmente son antieconómicos para alturas de más de tres metros.
Concreto ciclópeo	Similares a los de concreto simple. Utilizan bloques o cantos de roca como material embebido, disminuyendo los volúmenes de concreto.	El concreto ciclópeo (cantos de roca y concreto) no puede soportar esfuerzos de flexión grandes.

BANQUETEO O TERRACEO

Realizar terraceo del talud con el propósito de estabilizar la ladera noroeste del cerro Llantohuayco, facilitar el establecimiento de la vegetación y aumentar el factor de seguridad (figura 27). A continuación, se vierten algunas consideraciones para la implementación de esta medida:

Para el diseño se deben tener en cuenta los siguientes criterios:

Formación geológica

A mayor competencia de la roca se permiten mayores pendientes y mayores alturas. Las areniscas, calizas y rocas ígneas duras y sanas, permiten taludes casi verticales y grandes alturas. Los esquistos y lutitas no permiten taludes verticales. Se deben colocar bermas anchas en los sitios de cambios bruscos de litología.

Meteorización

Al aumentar la meteorización se requieren taludes más tendidos, menores alturas entre bermas y mayor ancho de las gradas. Los materiales muy meteorizados requieren de taludes inferiores a 1H: 1V.

Las discontinuidades deben estar bien cementadas, las pendientes de los taludes no deben tener ángulos superiores al buzamiento de las diaclasas o planos de estratificación. Entre menos espaciadas sean las discontinuidades se requieren pendientes menores de talud. Para materiales muy fracturados se requieren taludes, alturas y bermas similares a los que se recomiendan para materiales meteorizados.

Niveles freáticos y comportamiento hidrológico.

Los suelos saturados no permiten taludes superiores a 2H: 1V, a menos que tengan una cohesión alta.

Sismicidad

En zonas de amenaza sísmica alta no se deben construir taludes semiverticales o de pendientes superiores a 1/2H:1V, a menos que se trate de rocas muy sanas.

Elementos en riesgo

Los taludes con riesgo de vidas humanas deben tener factores de seguridad muy altos.

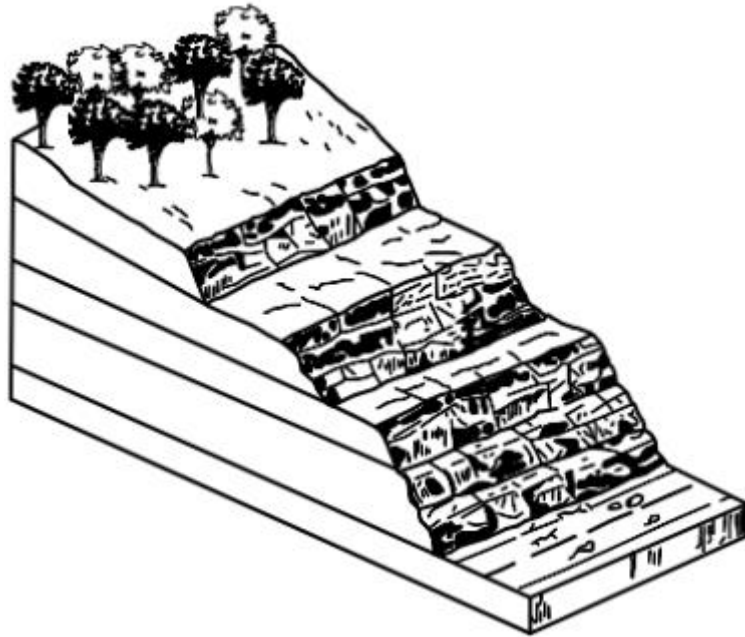


Figura 27. Terraceo en taludes en roca con estratificación subhorizontal (Suárez, 1998).

NOTA IMPORTANTE

El tipo y diseño de las medidas estructurales vertidas en el presente informe deben tener un estudio geotécnico a detalle, antes de ejecutarlo.