

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

**Informe Técnico N° A7503**

# EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOHIDROLÓGICOS POR INUNDACIÓN FLUVIAL EN PUERTO BERMÚDEZ - QUEBRADA YANIZU

Departamento: Pasco  
Provincia: Oxapampa  
Distrito: Puerto Bermúdez



MAYO  
2024

## **EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOHIDROLÓGICOS POR INUNDACIÓN FLUVIAL EN PUERTO BERMÚDEZ -QUEBRADA YANIZU.**

*Distrito Puerto Bermúdez, provincia Oxapampa, departamento Pasco*

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

*Equipo de investigación:*

*Angel Gonzalo Luna Guillen.*

*Segundo Alfonso Núñez Juárez.*

### **Referencia bibliográfica**

Luna, A, y Nuñez, S. (2024). *Evaluación de peligros geohidrológicos por inundación fluvial en Puerto Bermúdez-quebrada Yanizu. Distrito Puerto Bermúdez, provincia Oxapampa, departamento Pasco.* Lima: Ingemmet, Informe Técnico A7503, 45 p.

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	<b>4</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>5</b>
<b>1.1. Objetivos del estudio</b> .....	<b>5</b>
<b>1.2. Antecedentes y trabajos anteriores</b> .....	<b>5</b>
<b>1.4. Aspectos generales</b> .....	<b>9</b>
<b>1.4.2. Accesibilidad</b> .....	<b>10</b>
<b>1.4.3. Población</b> .....	<b>10</b>
<b>1.4.1. Clima</b> .....	<b>12</b>
<b>2. CONCEPTOS GEOLÓGICOS</b> .....	<b>13</b>
<b>3. ASPECTOS GEOLÓGICOS</b> .....	<b>15</b>
<b>3.1. Unidades Litoestratigráficas</b> .....	<b>15</b>
<b>3.2. Depósitos superficiales</b> .....	<b>16</b>
<b>3.2.1. Depósito fluvial</b> .....	<b>16</b>
<b>3.2.2. Depósito aluvial</b> .....	<b>18</b>
<b>4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS</b> .....	<b>18</b>
<b>4.1. Pendientes del terreno</b> .....	<b>18</b>
<b>4.2. Unidades geomorfológicas</b> .....	<b>22</b>
<b>4.2.1. Unidad de Lomada</b> .....	<b>22</b>
<b>4.2.2. Unidad de planicie</b> .....	<b>22</b>
<b>5. PELIGROS GEOLÓGICOS Y GEOHIDROLÓGICOS</b> .....	<b>25</b>
<b>5.1. Otros peligros geológicos</b> .....	<b>25</b>
<b>3.1. Factores condicionantes</b> .....	<b>32</b>
<b>3.2. Factores desencadenantes</b> .....	<b>35</b>
<b>3.3. Factores Antrópicos</b> .....	<b>35</b>
<b>4. CONCLUSIONES</b> .....	<b>36</b>
<b>5. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>38</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA:</b> .....	<b>40</b>
<b>ANEXO 1</b> .....	<b>41</b>

## RESUMEN

El presente informe es el resultado de la evaluación de peligros geológicos y otros peligros geológicos, realizado en el centro poblado de Puerto Bermúdez perteneciente a la jurisdicción distrital Puerto Bermúdez, provincia Oxapampa, departamento Pasco. Con este trabajo, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – Ingemmet, cumple con una de sus funciones que consiste en brindar asistencia técnica en peligros geológicos, para los tres niveles de gobierno.

Litológicamente, el substrato rocoso en la zona evaluada está compuesto por areniscas de grano medio a grueso, con un tono gris verdoso. Dadas las condiciones climáticas propias de la zona de evaluación, es común observar que estas rocas se encuentran altamente meteorizadas y fragmentadas, con evidencia de bioturbaciones.

En los alrededores de los ríos Yanizu y Pichis, se encuentran también depósitos fluviales que consisten en una mezcla de limo, arena, gravas, gravillas, bloques y bolones con formas redondeadas y diversos tamaños (diámetros máximos de 30 cm). También existen depósitos aluviales que se formaron principalmente debido a la acción del río Pichis y sus afluentes, como la quebrada Yanizu, que transportan y depositan sedimentos de manera más activa y rápida que los depósitos fluviales. Estos sedimentos, mayormente compuestos por limo, arena y grava, se acumularon en la llanura aluvial durante crecidas o inundaciones del río Pichis, formando capas gruesas y poco homogéneas.

Desde una perspectiva geomorfológica, las rocas sedimentarias configuran lomadas con pendientes suaves, y alrededor de los ríos se presentan llanuras de inundación que son altamente susceptibles a inundaciones tanto por precipitaciones pluviales como por desbordamientos de los ríos Yanizu y Pichis.

Simulaciones utilizando el software flo2d (solo para flujos de agua sin considerar sedimentos) utilizando un modelo digital Alos Palsar de 12 m/px e hidrogramas hipotéticos a falta de estaciones meteorológicas cercanas, muestran que el río Yanizu podría desbordarse, con un caudal máximo estimado de aproximadamente 1,542,000 m<sup>3</sup> de agua en 24 horas de flujo, inundando parcialmente un área de 0.76 km<sup>2</sup> y afectando a partes de las urbanizaciones cercanas en especial al “sector 5” conocido como barrio “APETY”. Por otro lado, los desbordamientos del río Pichis podrían abarcar áreas de inundación de 1.32 km<sup>2</sup> en el malecón de Puerto Bermúdez, causando daños a embarcaciones y edificaciones, lo que impactaría en la infraestructura y la economía local. Además, debido a las precipitaciones fluviales y las limitaciones del sistema de drenaje en Puerto Bermúdez y por la morfología del terreno, existe susceptibilidad media a alta a inundaciones pluviales en toda el área urbana, también se debe tener en cuenta que a pesar de la baja pendiente del río Yanizu este posee poder erosivo en las márgenes y en tiempos de crecidas puede traer sedimentos y palizada (restos de troncos de árboles arrancados desde su raíz).

Debido a las condiciones geológicas, geomorfológicas y de geodinámica externa, se determina que en general, el centro poblado de Puerto Bermúdez presenta **Peligro Alto a inundaciones** pluviales, mientras que el barrio “APETY”, presenta **Peligro Alto a inundaciones fluviales** provenientes del desborde y anegamiento de la quebrada Yanizu.

Por todo lo expuesto anteriormente, se recomienda respetar el cauce natural de los ríos Yanizu y Pichis, Implementación de sistemas de alerta temprana y planes de evacuación en caso de inundaciones repentinas, para garantizar la seguridad de los habitantes y facilitar una respuesta rápida y efectiva, construcción de diques o muros de contención a lo largo de las

riberas de la quebrada Yanizu para reducir el peligro de inundaciones y contener el flujo de agua durante periodos de crecida, entre otras medidas estructurales y no estructurales citadas en el presente informe.

## **1. INTRODUCCIÓN**

El Ingemmet, ente técnico-científico 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 distrital de Puerto Bermúdez según Oficio N°008-2023-PDDCPB, en el marco de nuestras competencias se realizó una evaluación de peligros geológicos por inundación fluvial proveniente de la quebrada Yanizu en el centro poblado de Puerto Bermúdez.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet designó a los Ingenieros Gonzalo Luna Guillen y Segundo Núñez Juárez, realizar la evaluación de peligros geológicos, el día 07 de abril del 2024 con acompañamiento de representantes de oficina de defensa civil de la municipalidad distrital Bach. Fanny Moran Diaz.

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), la cartografía geológica y geodinámica, con lo que finalmente se realizó la redacción del informe técnico.

Este informe se pone a consideración de la Municipalidad distrital de Puerto Bermúdez y entidades encargadas en la Gestión del Riesgo de Desastres, donde se proporcionan resultados de la evaluación y recomendaciones para la mitigación y reducción del riesgo, a fin de que sea un instrumento técnico para la toma de decisiones.

### **1.1. Objetivos del estudio**

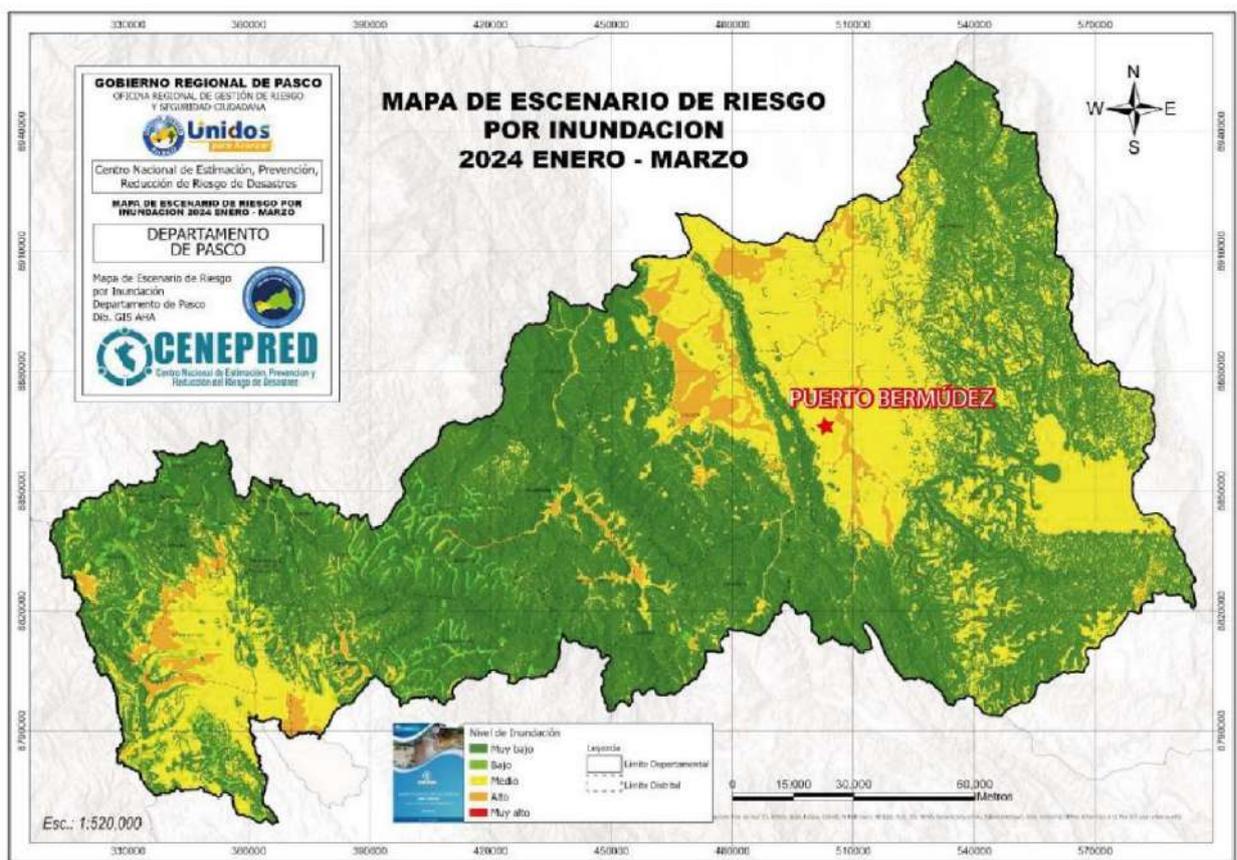
- a) Evaluar y caracterizar los peligros geológicos por inundación fluvial desde la quebrada Yanizu en el centro poblado de Puerto Bermúdez, que comprometería viviendas e infraestructura.
- b) Determinar los factores condicionantes que influyen en la ocurrencia de dichos peligros geológicos por inundación fluvial y otros peligros que resulten relevantes.
- c) Proponer medidas de mitigación ante peligros geológicos evaluados en la etapa de campo.

### **1.2. Antecedentes y trabajos anteriores**

Entre los principales estudios realizados en los alrededores del área de evaluación, se tiene la siguiente información:

- A. Según reporte complementario N°1363-12/02/2023/COEN – INDECI/ 22:15 HORAS (Reporte N°1), en 12 de febrero del 2023, a consecuencia de lluvias intensas se produjo el incremento y posterior desborde del río Anangari afectando a la comunidad

- de “Perla Anangari”, este reporte demuestra la recurrencia de fenómenos de inundación fluvial en el sector.
- B. En el “Plan de prevención y reducción del riesgo de desastres del distrito Puerto Bermúdez 2024-2030”, muestra el mapa de susceptibilidad de la región Pasco a inundaciones y los antecedentes de este tipo de peligros y otros (deslizamientos, inundación fluvial, etc) en Puerto Bermúdez, así como fichas de puntos registrados de eventos similares (figura 1). Este mismo portal muestra la susceptibilidad a movimientos en masa e inundación fluvial (ver figura 1) ubicando a puerto Bermúdez con una susceptibilidad media en el área urbana y alta en el malecón (márgenes del río Pichis).
- C. En el portal de Geocatmin, <https://geocatmin.ingemmet.gob.pe/geocatmin/main> se observa que en el área de inspección de Puerto Bermúdez se han presentado procesos de inundación fluvial (02) y derrumbes (01). Ver figura 2.
- D. En el Boletín “Geología de los cuadrángulos de Bajo Pichanaqui y Puerto Bermúdez, Hojas 22-1 y 21-n (S & Z Consultores Asociados)” describe la geología a escala 1.100 000 en el área de estudio, resaltando la presencia de la Formación Ipuru, conformado por areniscas y lutitas.



**Figura 1.** Mapa por escenario de riesgo por inundación 2024 enero marzo, en el departamento de Pasco.(Fuente: Plan de prevención y reducción del riesgo de desastres del distrito Puerto Bermúdez 2024-2030).



**Figura 2.** Peligros geológicos identificados anteriormente en el C.P. Puerto Bermúdez, puntos verdes representan inundación y puntos rojos derrumbes (Fuente: Geocatmin,2024).



**Figura 3.** Susceptibilidad a movimientos en masa en el C.P. Puerto Bermúdez (Fuente: Geocatmin,2024).



**Figura 4.** Susceptibilidad a inundación en el C.P. Puerto Bermúdez (Fuente: Geocatmin,2024).

- A) Boletín N° 29, Serie C, Estudio de Riesgos geológicos en el Perú: Franja 4 (Fidel et al., 2006). Describe la morfología del área de estudio como una combinación de planicies y valle fluvial, con abundante precipitaciones pluviales e intensa dinámica fluvial, así como peligros antecedentes (tabla 1).

**Tabla 1.** Principales sectores afectados por inundaciones en Pasco

Paraje	Causas o detonantes	Comentario geodinámico	Daños ocasionados probables
Puerto Bermúdez	Morfología de valle fluvial	El nivel de las aguas del río Pichis sube e inunda el malecón del poblado de Puerto Bermúdez, subiendo de nivel hasta unos 10 m. Ocasional.	Puede afectar viviendas ubicadas muy próximas al malecón.

1. Boletín N° 73, Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica “Peligro Geológico en la Región Pasco”: (Luque et al., 2020). Describe la morfología , geología y eventos de peligros geológicos suscitados en los alrededores y cercanías del área de estudio (Tabla 2), así como el grado de susceptibilidad inundaciones y erosión fluvial en el área de inspección (tabla 3).

**Tabla 2.** Principales peligros geológicos ocurridos en el departamento Pasco especialmente en Puerto Bermúdez.

Fecha	Causas o detonantes
19/01/1995 20/01/1997 17/03/2002 16/02/2009	Inundación en Puerto Bermúdez. En el año 1995, 72 personas damnificadas y 12 viviendas afectadas. En el año 1997, a las 18:45 horas se produce el desborde del río Pichis, ocasionando inundaciones en el distrito Puerto Bermúdez (provincia Oxapampa); dejó 316 personas damnificadas, 600 afectadas y dos fallecidas; 120 viviendas afectadas y 30 destruidas; 500 Has de terreno de cultivo, 25 km de carretera obstruidos entre Puerto Bermúdez y Oxapampa. En el año 2002, a las 15:30 horas, se produjeron intensas lluvias causando el desborde del río Santa Rosa, inundando la zona de camino a Iscozacín, dos muertos y 12 personas damnificadas. En el 2009, se produjo una inundación a consecuencia de las fuertes precipitaciones pluviales, originando el desborde de los ríos Nazarategui y Pichi afectando a personas y viviendas, dejando 50 personas afectadas y 60 damnificadas; 10 viviendas afectadas y 12 destruidas.
10/01/2007	Inundación en los sectores Alto Pichis, Bajo Pichis y Centro Pichis. Se produjeron inundaciones por el desborde del río Pichis, a consecuencia de las intensas precipitaciones pluviales en el distrito Puerto Bermúdez, provincia Oxapampa. Se registró: 400 personas afectadas, 368 damnificadas y dos fallecidas; 80 viviendas urbanas afectadas y 73 destruidas; 1 km de carretera afectada y 130 km destruidas; 600 ha de terreno natural afectados y 446 hectáreas destruidos.

**Tabla 3.** Grados de susceptibilidad a las inundaciones y erosión fluvial en la región Pasco

Grado	Lugares de afectación
Alto	Valle del río Pichis: Ambas márgenes del río Pichis y confluencias con los ríos Chivis, Asupizú y Nazarategui (sectores Puerto Bermúdez, San Pedro, Palmacocha, Santa Isidora, Tres Unidos, San Juan, Puerto Lagarto).

## 1.4. Aspectos generales

### 1.4.1. Ubicación

Geográficamente el área de inspección correspondiente a la margen izquierda del río Pichis.

Políticamente se encuentra en el distrito de Puerto Bermúdez y provincia de Oxapampa. La altura aproximada del centro poblado principal es de es 250 m s.n.m.

La tabla 4 muestra las coordenadas del área de estudio.

**Tabla 4.** Coordenadas del área evaluada

Vértice	UTM - WGS84 - Zona 18S		Geográficas	
	Este	Sur	Latitud	Longitud
1	505493.00 m E	8860467.00 m S	-10.308599°	-74.949831°
2	508019.00 m E	8860458.00 m S	-10.308676°	-74.926761°
3	507982.00 m E	8863176.00 m S	-10.284093°	-74.927104°
4	505358.00 m E	8863179.00 m S	-10.284070°	-74.951068°
Coordenada central				
	506844.00 m E	8861549.00 m	-10.298811°	-74.937494°

### 1.4.2. Accesibilidad

El acceso a la zona de estudio se realizó por vía terrestre desde la oficina central de Ingemmet (Lima), hasta la localidad de Puerto Bermúdez mediante la siguiente ruta (cuadro 1):

**Cuadro 1.** Rutas y accesos al área evaluada.

Ruta	Tipo de vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Ingemmet – Villa Rica	Asfaltada/Trocha carrozable	234	6 hrs
Villa Rica – Puerto Bermúdez	Asfaltada/Trocha carrozable	114	4 hrs

### 1.4.3. Población

El centro poblado de Puerto Bermúdez tiene un código de Ubigeo de 1903060001 (<http://sige.inei.gob.pe/test/atlas/>), sin categoría registrada con 800 viviendas y una población de 2900 personas entre hombres y mujeres, la información más actualizada del centro poblado se detalla en el cuadro siguiente

**Cuadro 2.** Características censales 2017, fuente: INEI

Descripción	Total
DEPARTAMENTO	PASCO
PROVINCIA	OXAPAMPA
DISTRITO	PUERTO BERMÚDEZ
POBLACIÓN	2900
VIVIENDAS	800
AGUA POR RED PUBLICA	SI
ENERGÍA EN VIVIENDA	SI
DESAGÜE POR RED PUBLICA	SI
IDIOMA DE MAYOR HABLA	CASTELLANO

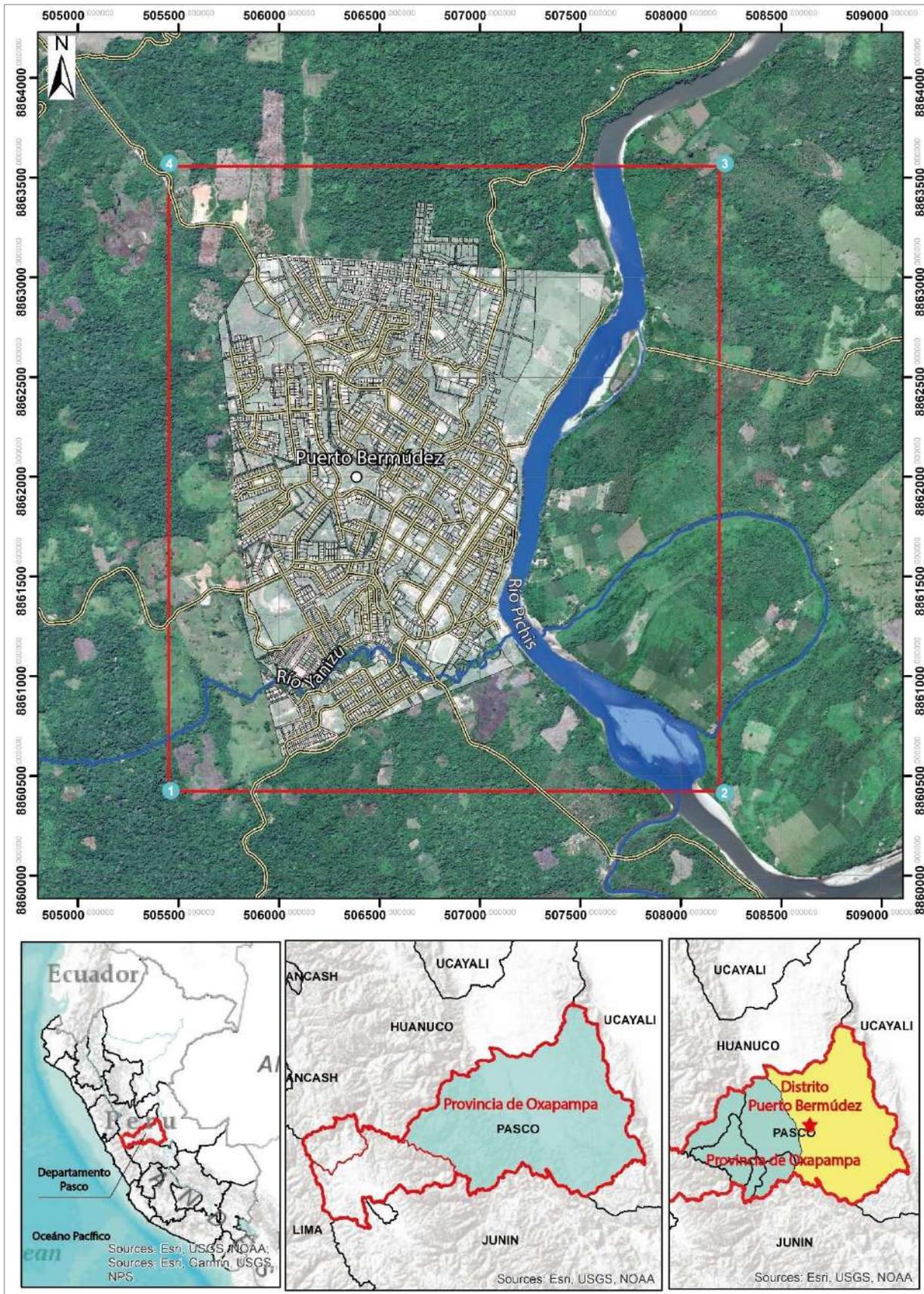


Figura 5. Mapa de ubicación del área evaluada (Puerto Bermúdez).

### 1.4.1. Clima

Siendo Pasco un departamento con regiones de diferencias muy marcadas, es también diverso en su clima, al punto de poseer cinco tipos diferentes. Dos de ellos corresponden al sector de la ceja de selva y tres a la zona andina. En zonas superiores a los 4000 m s.n.m., el clima es frío en extremo. En la ceja de selva (entre los 1500 y 3000 m s.n.m.) se percibe un clima templado y lluvioso, con una temperatura promedio anual de entre 22 y 25°C. Según el mapa de isoyetas de precipitaciones acumulada anual (SENAMHI, 2002), en periodo normal, en el sector de Puerto Bermúdez varían de 2400 a 3000 mm; mientras que con presencia del Fenómeno El Niño este en mismo sector varían de 1800 a 2000 mm (figuras 7 y 8)

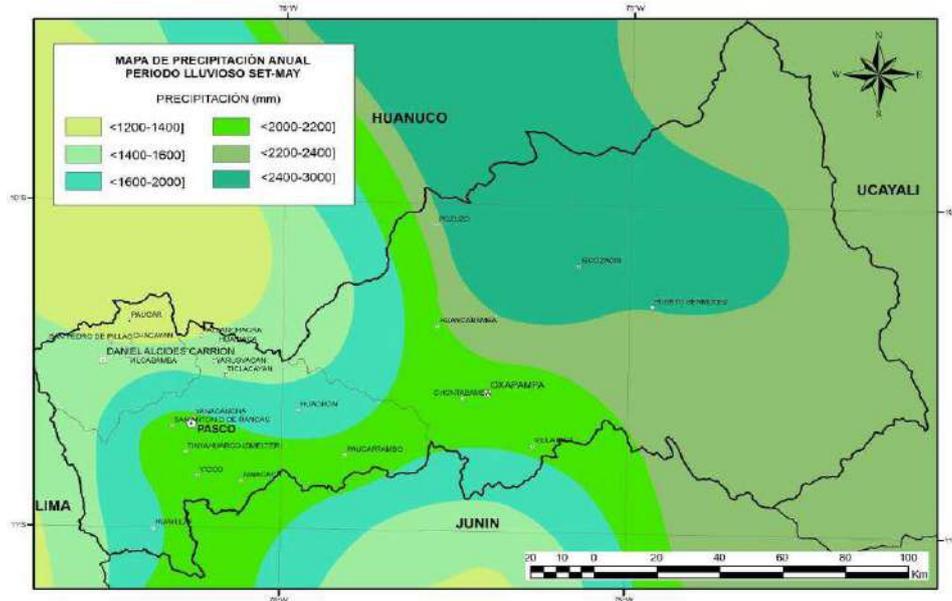


Figura 6. Mapa de isoyetas para el periodo lluvioso, setiembre-mayo . Fuente: SENAMHI,2022.

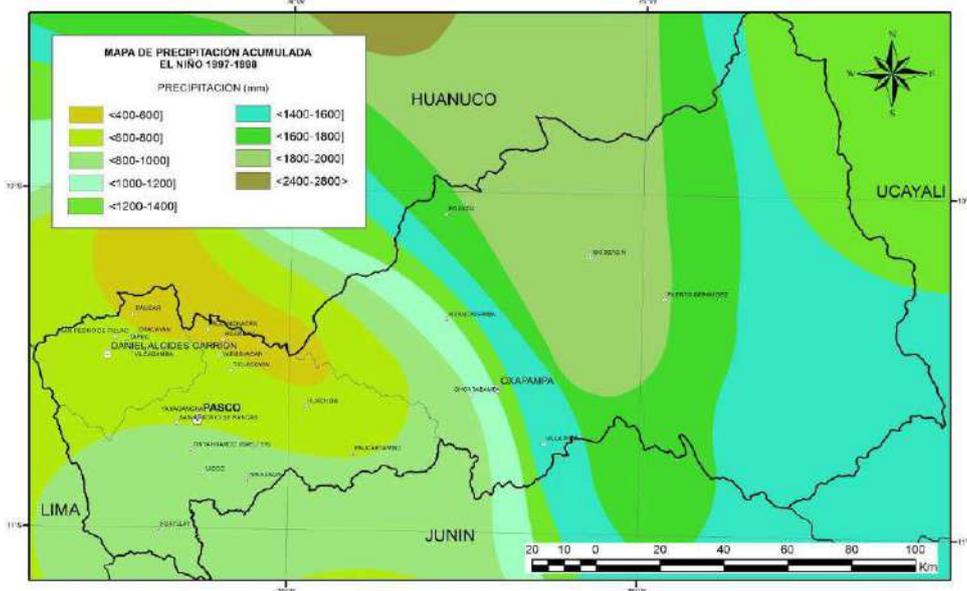
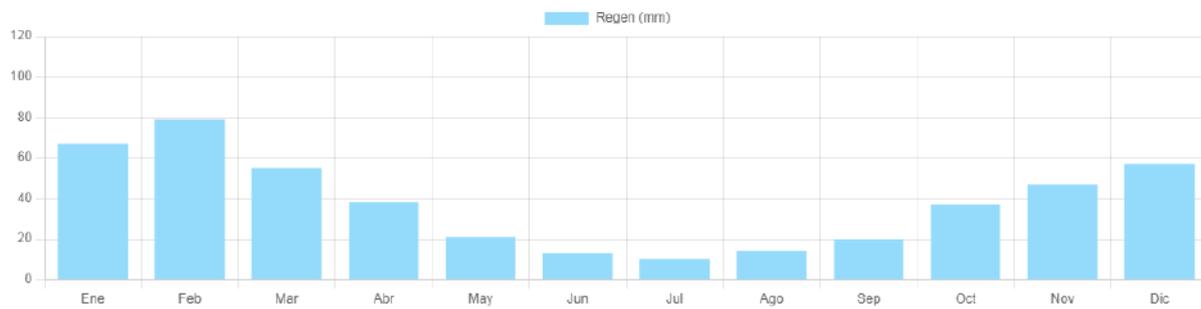


Figura 7. Mapa de isoyetas para el periodo lluvioso, setiembre-mayo durante el fenómeno de El Niño 1997-1998. Fuente: SENAMHI,2022.

**Gráfico 1.** Este gráfico muestra la cantidad media de precipitaciones por mes para Puerto Bermúdez.



**Gráfico 2.** Este gráfico muestra la cantidad media de temperatura máxima y mínima por mes para Puerto Bermúdez.



(Fuente: <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history/field/7337354> ).

## 2. CONCEPTOS GEOLÓGICOS

El presente informe técnico está dirigido a entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno, así como personal no especializado, no necesariamente geólogos; en el cual se desarrollan diversas terminologías y definiciones vinculadas a la identificación, tipificación y caracterización de peligros geológicos, para la elaboración de informes y documentos técnicos en el marco de la gestión de riesgos de desastres. Todas estas denominaciones tienen como base el libro: “Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas” desarrollado en el Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (PMA, 2007); donde participó la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet. Los términos y definiciones se detallan a continuación

**FACTOR CONDICIONANTE:** Se refiere al factor natural o antrópico que condiciona o contribuye a la inestabilidad de una ladera o talud, pero que no constituye el evento detonante del movimiento.

**FACTOR DETONANTE:** Acción o evento natural o antrópico, que es la causa directa e inmediata de un movimiento en masa. Entre ellos pueden estar, por ejemplo, los terremotos, la lluvia, la excavación del pie de una ladera, la sobrecarga de una ladera, entre otros.

**FRACTURA (crack).** Corresponde a una estructura de discontinuidad menor en la cual hay separación por tensión, pero sin movimiento tangencial entre los cuerpos que se separan.

**FORMACIÓN GEOLÓGICA:** Unidad litoestratigráfica formal que define cuerpos de rocas caracterizados por presentar propiedades litológicas comunes (composición y estructura) que las diferencian de las adyacentes.

**INUNDACIÓN FLUVIAL:** Terreno aledaño al cauce de un río, que es cubierto por las aguas después de una creciente. Las causas principales de las inundaciones son las precipitaciones intensas, las terrazas bajas, la dinámica fluvial y, en algunos casos, la deforestación.

**METEORIZACIÓN** 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.

**MOVIMIENTO EN MASA** Fenómeno de remoción en masa (Co, Ar), proceso de remoción en masa (Ar), remoción en masa (Ch), fenómeno de movimiento en masa, movimientos de ladera, movimientos de vertiente. Movimiento ladero abajo de una masa de roca, de detritos o de tierras (Cruden, 1991).

**PELIGRO O AMENAZA GEOLÓGICA:** Proceso o fenómeno geológico que podría ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales.

**SATURACIÓN:** El grado de saturación refleja la cantidad de agua contenida en los poros de un volumen de suelo dado. Se expresa como una relación entre el volumen de agua y el volumen de vacíos

**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.

### 3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

La geología se desarrolló en base a la información obtenida en campo, apoyada en la carta Geológica del cuadrángulo de Puerto Bermúdez – hoja 23-n-III, (S & Z Consultores asociados., 1997), a escala 1/100 000, donde se presentan rocas sedimentarias y depósitos Cuaternarios, con estos materiales y a través de la cartografía y en base a la interpretación de imágenes satelitales, fotografías aéreas se completa en el mapa geológico, presentado en el mapa 1: Anexo 1.

#### 3.1. Unidades Litoestratigráficas

La principal unidad litoestratigráfica que aflora en la zona de estudio es el Grupo Ipururo de origen sedimentario; así como, depósitos recientes de tipo fluvial y aluvial, que han sido acumulados desde el Pleistoceno hasta la actualidad, los cuales se detallan a continuación:

##### 3.1.1. Grupo Ipururo (Nmp-i)

Los afloramientos de esta unidad se presentan formando superficies de suave relieve que abarcan casi la totalidad de la llanura del río Pichis en el cuadrángulo de Puerto Bermúdez, que se prolonga a un pequeño sector del cuadrángulo de Bajo Pichanaqui.

Estas secuencias se encuentran constituidas por areniscas de grano medio a grueso y color gris verdoso, con presencia de bioturbaciones. Por las características climáticas propias de la zona de evaluación es lógico observar que estas rocas se encuentran altamente meteorizadas y fragmentadas (tablas 5 y 6)

**Tabla 5.** Clasificación de la meteorización de las formaciones identificadas en el área de estudio (Grado de meteorización de rocas ISRM,1981)

GRADO DE METEORIZACIÓN				
NOMBRE	DESCRIPCIÓN			CLASIFICACIÓN
A1	Roca fresca	No hay signos visibles de meteorización, ligera decoración	-	
A2	Ligeramente meteorizado	Decoloración en la roca y en superficie de discontinuidades (fracturas).	<10%	
A3	Moderadamente meteorizada	Menos de la mitad del material rocoso esta descompuesto o desintegrado a suelo.	10-50%	
<b>A4</b>	<b>Altamente meteorizado</b>	<b>Más del 50% esta descompuesto y/o desintegrado a suelo, roca fresca o descolorida esta presente como testigos descompuestos.</b>	<b>50-60%</b>	<b>X</b>
A5	Completamente meteorizado	Todo el material rocoso esta descompuesto y/o meteorizado. La estructura original del macizo rocoso esta aun en parte intacta.	>90%	
A6	Suelo residual	Todo el material rocoso esta convertido en suelo. La estructura	100%	

**Tabla 6.** Clasificación del fracturamiento de las formaciones identificadas en el área de estudio (Grado de fracturamiento de rocas ISRM,1981).

INTENSIDAD DE FRACTURAMIENTO				
NOMBRE	SEPARACIÓN	DESCRIPCIÓN		CLASIFICACIÓN
F1	>3 m	Maciza	Fracturas espaciadas entre si	
F2	3-1 m	Poco fracturada	Fracturadas espaciadas a veces no distinguibles	
F3	1-0.3 m	Medianamente fracturado	Espaciamiento regular entre fracturas	
F4	0.3-0.05 m	Muy fracturado	Fracturas muy proximas entre si, se separan en bloques tabulares	
F5	< 0.05 m	fragmentado	La roca se muestra astillosa y se separan en lajas con facilidad	X

Estos depósitos se observan en las márgenes de la quebrada Pichis, y en la parte superior del centro poblado se hallan cubiertos por grandes capas de material aluvial (fotografía 1).



**Fotografía 1.** Obsérvese areniscas y limos de color gris y gris verdoso con alto grado de meteorización en la margen derecha de la quebrada Yanizu cubierto por depósitos aluviales.

### 3.2. Depósitos superficiales

#### 3.2.1. Depósito fluvial

El depósito fluvial se presenta en ambas márgenes del río Pichis y el cauce del mismo, se formó por la sedimentación de materiales transportados desde áreas montañosas circundantes, incluyendo limo, arena, gravas, bloques y bolones de diámetros variables con formas redondeadas. En algunos sectores cercanos a Puerto Bermúdez se observan barras, estos sedimentos se depositaron cuando la velocidad del agua disminuyó, creando distintas capas estratificadas. Este tipo de depósito también muestra características meandriformes, reflejando los cambios en el curso del río a lo largo del tiempo, lo que contribuye a la formación de curvas sinuosas y bancos de sedimentos (fotografías 2 y 3).



**Fotografía 2.** Depósitos fluviales en las márgenes del río Pichis.



**Fotografía 3.** Depósitos fluviales en las márgenes de la quebrada Yanizu



**Fotografía 4.** Depósitos aluviales en la margen izquierda del río Pichis sobre el que se encuentra el malecón de Puerto Bermúdez.

### 3.2.2. Depósito aluvial

Los depósitos aluviales en este sector se formaron por la acción dinámica del río Pichis y quebradas aledañas como Yanizu, que transportan y depositan sedimentos de manera más activa y rápida que en los depósitos fluviales. Estos sedimentos, compuestos principalmente por limo, arena y grava, se hallan acumulados en la llanura aluvial. Durante episodios de crecida o inundación, crean capas gruesas y mal seleccionadas. Estos tienden a ser menos estratificados que los fluviales y muestran una mayor variabilidad en la granulometría de los sedimentos. Además, debido a su formación durante eventos de inundación, estos depósitos contienen restos de materia orgánica y son más susceptibles a la erosión y el cambio geomorfológico a largo plazo. (fotografía 4).

## 4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

### 4.1. Pendientes del terreno

La pendiente del terreno es un parámetro importante en la evaluación de procesos por movimientos en masa; ya que actúa como uno de los factores condicionantes y dinámicos en la generación de movimientos en masa y otros peligros.

Se analiza 5 rangos de pendientes que van de 0°-1° considerados terrenos de pendiente muy baja; 1°a 5° terrenos de pendiente baja; 5°a 15° pendiente moderada; 15°a 25° pendiente fuerte; 25°a 45° pendiente muy fuerte a escarpado; finalmente, mayor a 45° terreno con pendiente muy escarpado o abrupto.

En la figura 8 se muestra el mapa de pendientes del centro poblado Puerto Bermúdez elaborado en base al modelo de elevación digital de 0.30 m de resolución, obtenido a través de fotogrametría (Dron) en combinación con un modelo Alos Palsar de 12.5 m/px. En general el terreno presenta pendientes suaves a moderadas, con pequeñas secciones de terreno con pendiente fuerte.

En el cuadro 2 se presenta de forma detallada, solo los rangos de pendientes que figuran en el mapa 02 del anexo 1 de pendientes local.

**Cuadro 3.** Rangos de pendiente identificados en el área evaluada.

RANGO	DESCRIPCIÓN	SECTOR	UNIDAD GEOMORFOLÓGICA
0°-1°	Pendiente muy baja	Corresponde a llanuras de inundación dejadas por los ríos meandriformes (río Pichis), por la acción fluvial del agua, que suaviza el relieve con el tiempo. Este río meandriforme reduce la velocidad del flujo, lo que favorece la deposición de sedimentos y la formación de llanuras de inundación planas y bajas. Estos procesos combinados se generan en terrenos de baja pendiente o parte llana. Este rango de pendientes se encuentra en el puerto del centro poblado Puerto Bermúdez.	Cauce fluvial y llanura de inundación.

<b>5°-15°</b>	Pendiente moderada	Las pendientes el terreno de 5 a 15° que se presentan en los alrededores del centro poblado Puerto Bermúdez, podrían deberse a factores locales como la resistencia de las formaciones rocosas (Grupo Ipururo/Lomada en rocas sedimentarias), la actividad tectónica (cercanía a al eje del sinclinal de Puerto Bermúdez) y la influencia humana (factores antrópicos que modifica el terreno para la construcción), a pesar de la tendencia general hacia pendientes bajas en áreas cercanas a llanuras de inundación y ríos meandriiformes.	Lomada en roca sedimentaria.
<b>15°-25°</b>	Pendiente fuerte	Se presenta en las partes bajas de las laderas pequeñas que delimitan parte de las lomadas en roca sedimentaria.	Lomada en roca sedimentaria



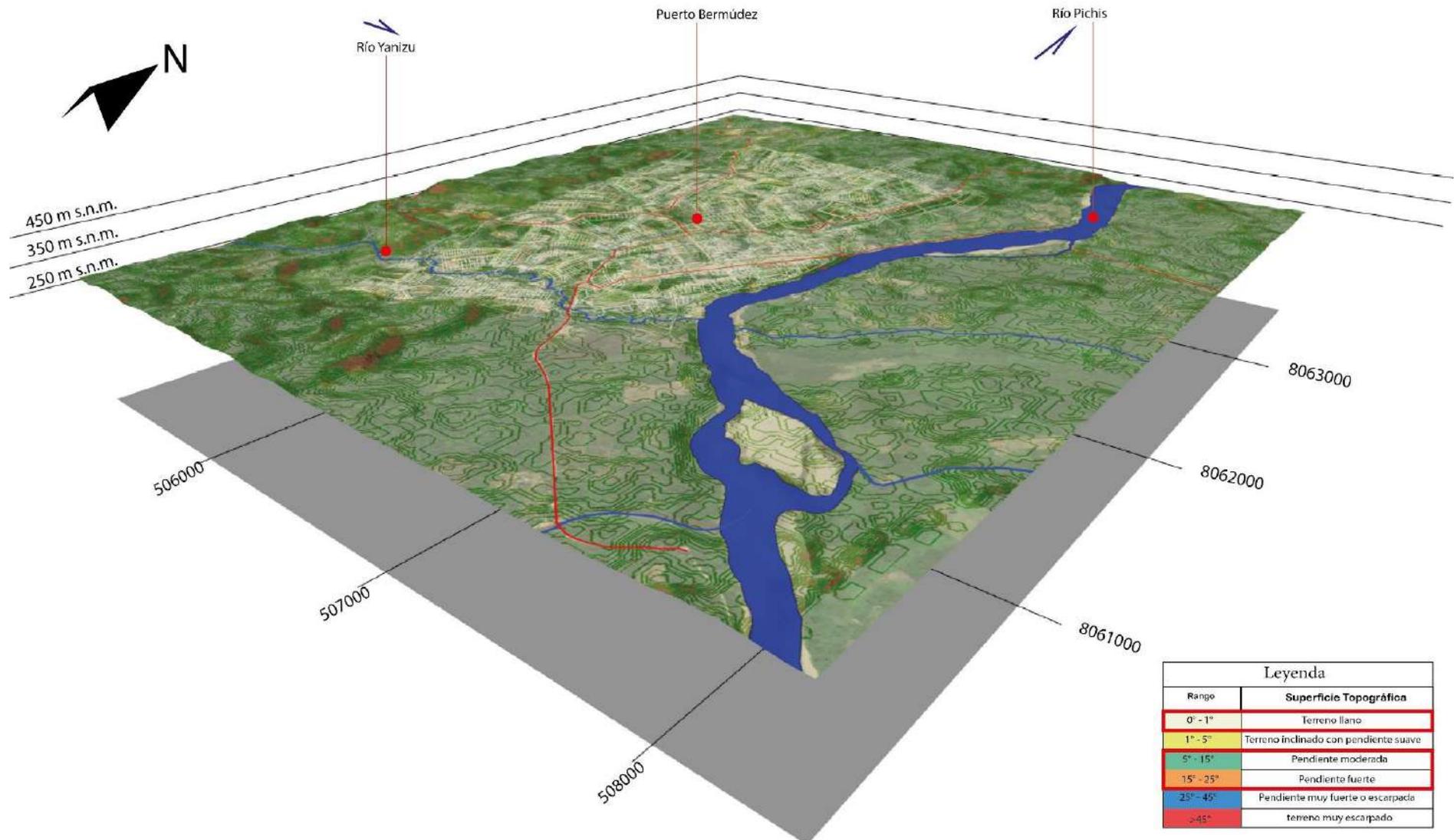
**Fotografía 5.** Malecón de Puerto Bermúdez, muestra la pendiente del terreno muy baja cercanas al cauce cambiando a pendientes moderadas de 5° a medida que la urbe se aleja de la margen izquierda del río.



**Fotografía 6.** Margen izquierda de la quebrada Yanizu, muestra pendiente de 25°, separando al cauce de la terraza aluvial baja del río.



**Fotografía 7.** Pendientes de terreno llano cercano al estadio municipal muestra pendientes entre 1 y 3°.



**Figura 8.** Mapa de pendientes en el sector Puerto Bermúdez versión 3D.

## 4.2. Unidades geomorfológicas

Para la caracterización de las unidades y subunidades geomorfológicas en el área de estudio se utilizó el criterio principal de homogeneidad relativa y la caracterización de aspectos de origen del relieve. Asimismo, para la delimitación de las subunidades, se consideró los límites de las unidades litoestratigráficas (afloramiento y substrato rocoso, así como depósitos superficiales).

En el Mapa 3 (Anexo 1) se presentan las subunidades geomorfológicas identificadas en el área de estudio. Del mismo modo, en la figura 9, se muestra la morfología que alberga al centro poblado de Puerto Bermúdez.

### 4.2.1. Unidad de Lomada

Se considera dentro de esta unidad a las geoformas con alturas menores a los 300 m respecto al nivel de base local (río Pichis y Yanizu), se tiene la siguiente subunidad:

**Lomada en roca sedimentaria (RL-rs):** Relieve modelado en secuencias sedimentaria del Grupo Ipururo, compuesto por lutitas, areniscas, y limoarcillitas. Por su composición litológica, las cimas de estas lomadas son muy bajas, además se muestran suaves como terrazas planas disectadas por ríos meándricos como el Yanizu, además las laderas no superan los 50 m desde cauce del río principal (figuras 9 y 10).

### 4.2.2. Unidad de planicie

Corresponde a la acumulación de materiales provenientes de los procesos mayoritariamente erosionales y depósitacionales de origen fluvial, aquí se tienen:

**Cauce fluvial meándrico del río Pichis (C):** Se caracteriza por una serie de curvas sinuosas o meandros que serpentean a lo largo de su recorrido. Geomorfológicamente, estos se formaron debido a la combinación de erosión y deposición fluvial. En la parte exterior de las curvas, donde la corriente es más rápida, se produce erosión, mientras que, en la parte interior, donde la corriente es más lenta, se depositan sedimentos. Esta diferencia en la velocidad del flujo provoca que el río se mueva lateralmente, formando meandros que cambian continuamente de forma con el tiempo. El cauce del río también presenta otras características geomorfológicas, como barras, playas y terrazas aluviales, Estas características contribuyen a la dinámica y evolución del cauce del río meandriforme a lo largo del tiempo y son altamente susceptible a procesos de inundación.

**Llanura de inundación (P-i):** Esta sub unidad corresponde a una extensión plana y baja que se forma a lo largo de los márgenes del río Pichis. Esta llanura se crea por la deposición de sedimentos durante las crecidas, cuando el agua se sale del cauce principal y se extiende lateralmente. Los meandros del río ampliaron el ancho del canal, disminuyendo la velocidad del flujo y permitiendo la deposición de sedimentos finos. Con el tiempo, esta acumulación de sedimentos forma una llanura fértil y plana, propicia para la agricultura, y es moldeada por la interacción continua entre la erosión y la deposición fluvial, en parte de esta se asienta el centro poblado de Puerto Bermúdez (margen izquierda) aunque esta llanura se ve más extensa en la margen derecha debido a la migración del cauce del río de este a oeste.

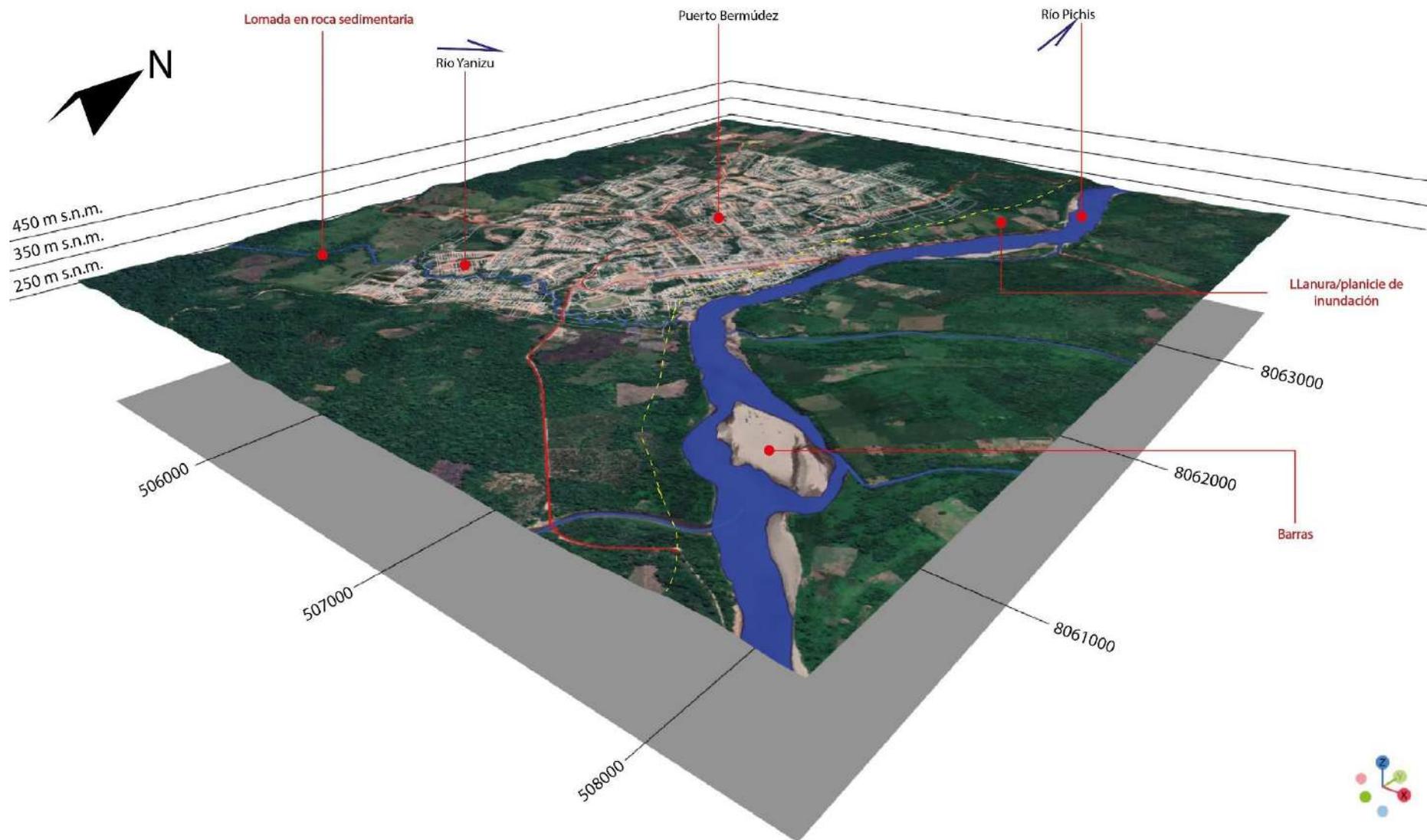
**Barras (Ba):** Son acumulaciones de sedimentos que se forman en el interior del meandro del río. Geomorfológicamente, estas barras son el resultado de la deposición de sedimentos más gruesos, como arena y grava, en áreas donde la velocidad del flujo de agua disminuye. La formación de estas barras está estrechamente relacionada con la curvatura del meandro y los

cambios en la velocidad y la dirección del flujo del agua. Ya que, en el interior de un meandro, el agua tiende a moverse más lentamente en comparación con la corriente principal, lo que permite que los sedimentos transportados por el río se depositen y se acumulen en forma de barras (figura 9 y 10).

**Terrazas aluviales (T-al):** La terraza aluvial baja en la margen izquierda del río Pichis es un área gradualmente elevada desde casi el nivel del agua hasta una altura máxima de 10 m, con pendientes suaves que no superan los 3°. Su superficie es plana y uniforme, con suaves ondulaciones y un suelo fértil gracias a los sedimentos depositados por las crecidas del río. Este entorno es propicio para actividades humanas, como la agricultura y la recreación, está rodeado de una exuberante vegetación y es vulnerable a inundaciones periódicas debido a su ubicación cercana al río.



**Figura 9.** Principales subunidades geomorfológicas en el área de estudio



**Figura 10.** Mapa de unidades geomorfológicas en el sector Puerto Bermúdez versión 3D

## 5. PELIGROS GEOLÓGICOS Y GEOHIDROLÓGICOS

Los peligros geológicos (clasificados como otros peligros geológicos) identificados en el centro poblado Puerto Bermúdez, corresponden a procesos de socavamiento fluvial. Estos peligros son resultado de la geodinámica del río Pichis sobre sus llanuras de inundación evitando la formación de terrazas fluviales altas, (Anexo 1: Mapa 4). Para una mejor descripción en la figura 11 se detalla los peligros identificados en el área de estudio.

### 5.1. Otros peligros geológicos

#### 5.1.1. Socavamiento.

El socavamiento en ríos meandriiformes representa un peligro significativo, ya que la acción erosiva de la corriente debilita las orillas del río (especialmente en la margen izquierda del río Pichis donde se ubica el malecón de Puerto Bermúdez y en ambas márgenes del río Yanizu). Lo que afecta infraestructuras y áreas habitadas cercanas, pudiendo generar el colapso de las estructuras. Este fenómeno puede ser especialmente problemático en los puntos donde las corrientes se concentran (área sinuosos del río Pichis y Yanizu). Además, el socavamiento en este sector impide la formación o conservación de terrazas fluviales al erosionar constantemente los sedimentos depositados explicando la ausencia de esta geoforma (fotografía 8 y figura 11).

**Cuadro 4.** Puntos de inicio y final de márgenes con socavamiento fluvial en las áreas pobladas aledañas a los ríos Pichis y Yanizu

Socavamiento en el Yanizu		
Punto de inicio	505864.20	8860885.33
Punto final	507156.60	8861207.78
Socavamiento en el río Pichis		
Punto de inicio	508211.74	8860125.49
Punto final	507594.44	8863447.09



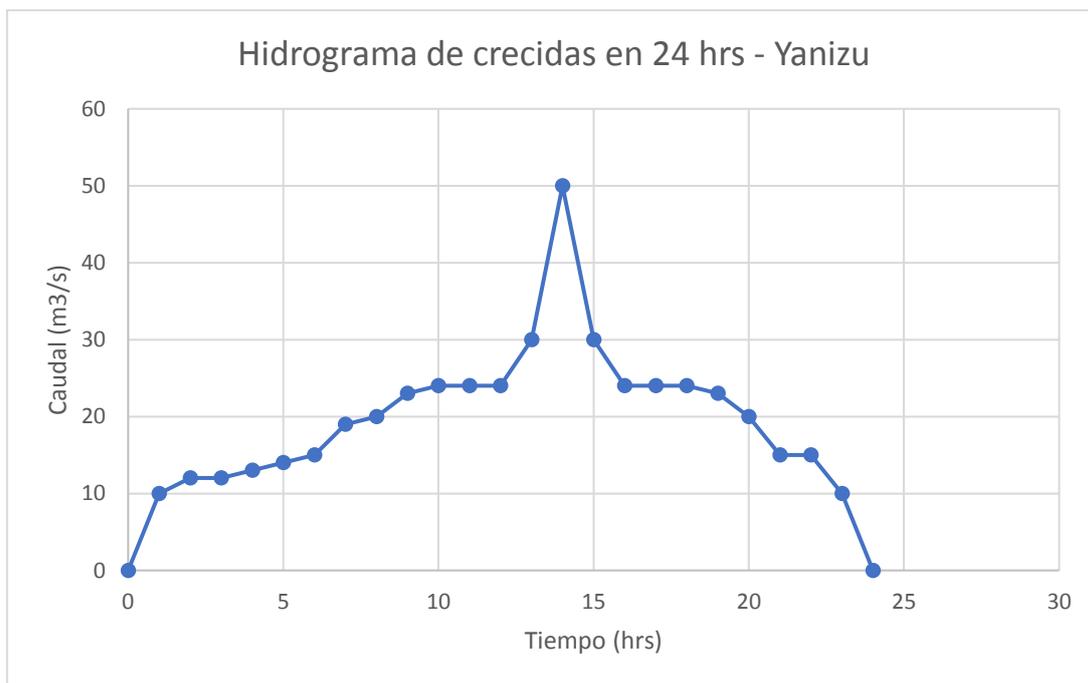
**Fotografía 8.** Obsérvese las márgenes de la quebrada Yanizu, con evidencias de colapso y sobre excavación de sus bases por socavamiento del agua discurrete por la quebrada.

### 3.1.1. Inundación fluvial y pluvial

Según el análisis de imágenes satelitales, el valor de las pendientes del terreno y simulaciones para un incremento de caudal en 24 horas para un TR de 50 años para el río Yanizu, se determinó el área de influencia por inundación de esta corriente de agua en el centro poblado Puerto Bermúdez.

Cabe resaltar que el análisis realizado se enfoca en calcular el volumen total de agua que pasa por un río en un período de 24 horas, lo cual es un análisis hidráulico y no hidrológico. Mientras que el análisis hidrológico estudia los procesos de flujo de agua en una cuenca hidrográfica, incluyendo la precipitación y la escorrentía, el análisis hidráulico se centra en los aspectos físicos y mecánicos del flujo de agua en el canal del río, como la velocidad y la geometría del flujo. En este caso, se calcula el volumen total de agua, basándose en los valores de caudal del río en cada hora, lo cual es una aproximación hidráulica del flujo de agua en el canal del río durante ese período específico (grafico 3), este hidrograma muestra un volumen total de 1. 542 000 m<sup>3</sup>, que inundarían un área de 0.76 km<sup>2</sup> en ambas márgenes del río Yanizu, afectando sobre todo el barrio APETY; las simulaciones muestran que el volumen de agua descendería con velocidad máxima de 3 m/s, disminuyendo gradualmente a medida que se desborda por las márgenes, alcanzando máximos de profundidad de hasta 5 m en zonas de depresiones, con valores de profundidad más constantes entre 0.5 y 2 m (ver figuras 13, 14 y 15).

**Gráfico 3.** Este gráfico muestra la cantidad el hidrograma hipotético descrito anteriormente.



Tomando en cuenta el río Pichis, la geomorfología propia meandriforme y los antecedentes de inundaciones, se puede inferir que este río puede llegar a inundar un área de 1.32 km<sup>2</sup>, afectado principalmente las viviendas asentadas en el malecón de la margen izquierda del río (figura 12).

De considerar un análisis hidrológico, es decir, si examinaríamos los patrones de precipitación en el área del centro poblado de Puerto Bermúdez, y además tenemos en cuenta las características morfológicas del terreno, que incluyen pendientes suaves, podemos inferir que esta área es altamente propensa a inundaciones pluviales durante períodos de precipitaciones intensas. Las pendientes suaves del terreno dificultan el drenaje eficiente del agua de lluvia,

mientras que las lluvias abundantes aumentan la probabilidad de que el agua se acumule en el terreno, especialmente en áreas bajas o depresionadas. Se pueden generar desbordamientos de ríos, crecidas súbitas y encharcamientos en zonas urbanas. Además, la urbanización y la impermeabilización del suelo pueden exacerbar este problema al reducir la capacidad natural del suelo para absorber y retener el agua, lo que destaca la necesidad de medidas de gestión de inundaciones y planificación urbana adecuadas para mitigar los peligros asociados con las inundaciones (figura 14).



**Figura 11.** Muestra en perspectiva el nivel de agua que puede alcanzar el río Pichis por crecidas.



**Fotografía 9.** Viviendas en el malecón del río Pichis con bases flotantes, ante inundaciones del río.



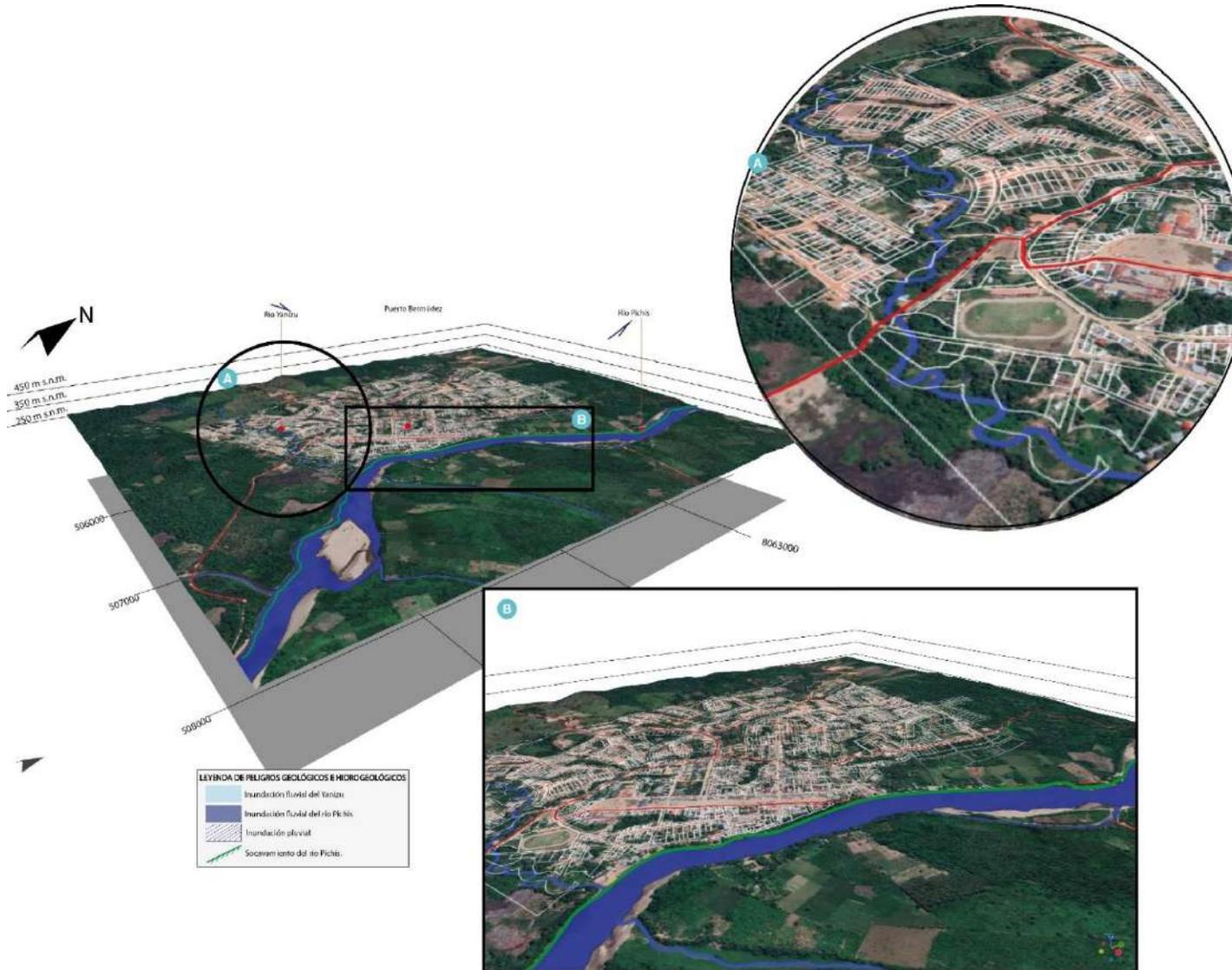
**Fotografía 10.** Viviendas construidas sobre niveles de 3m, para tratar de sortear posibles inundaciones.



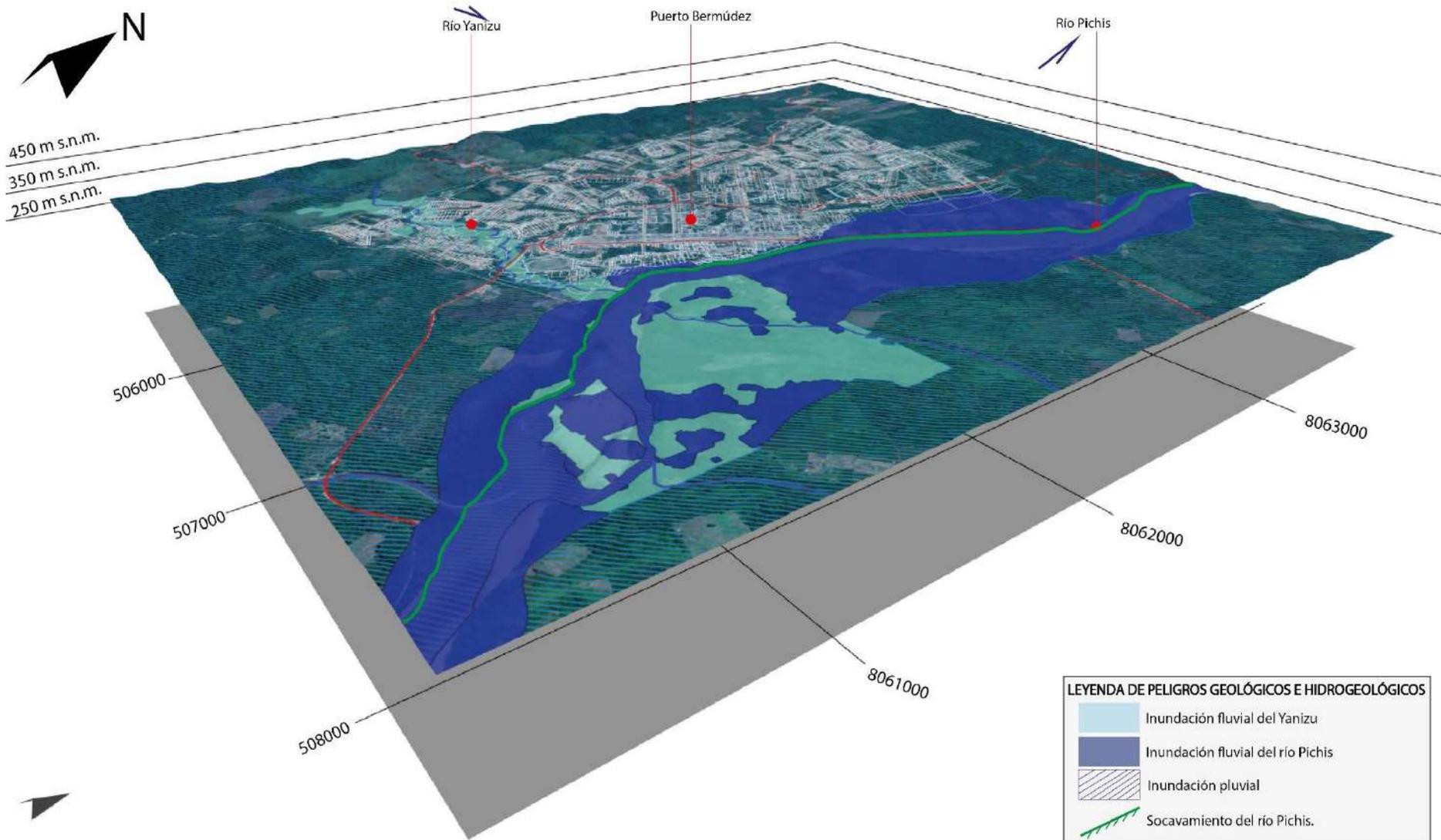
**Fotografía 11.** Punto de anegamiento en el barrio APETY.



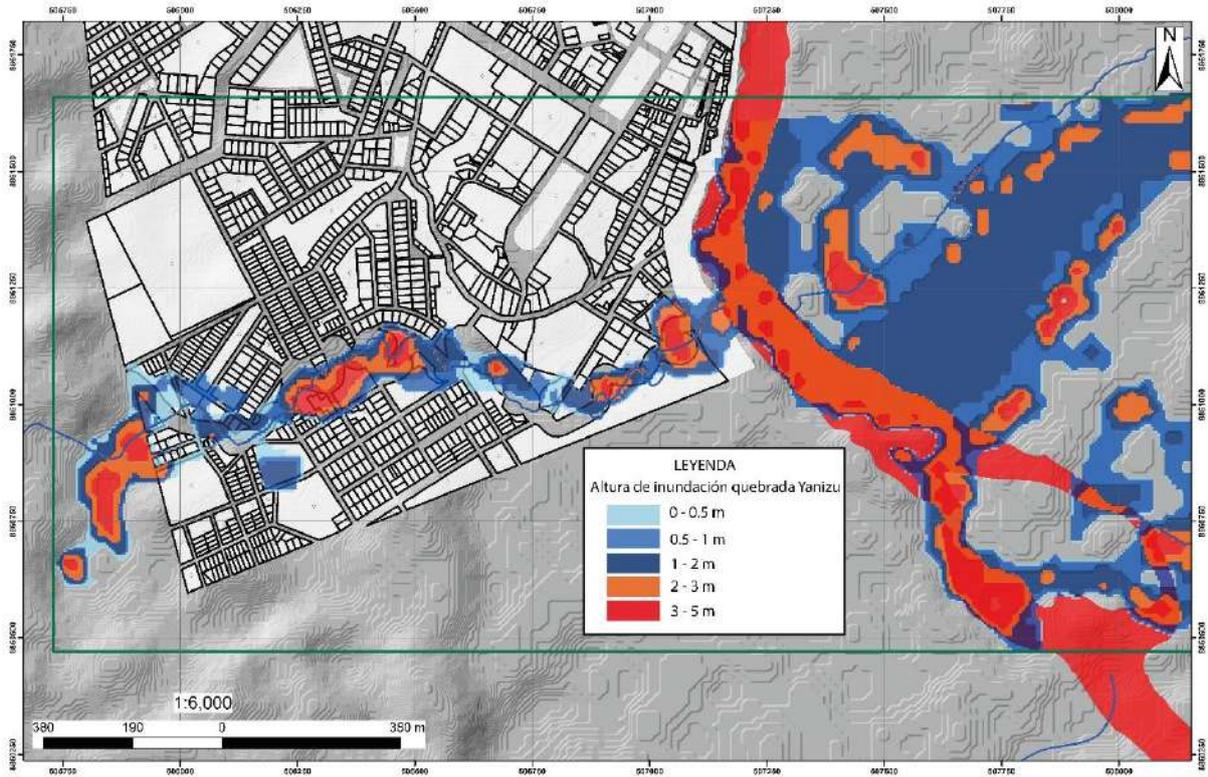
**Figura 12.** Anegamiento d las aguas de la quebrada Yanizu.



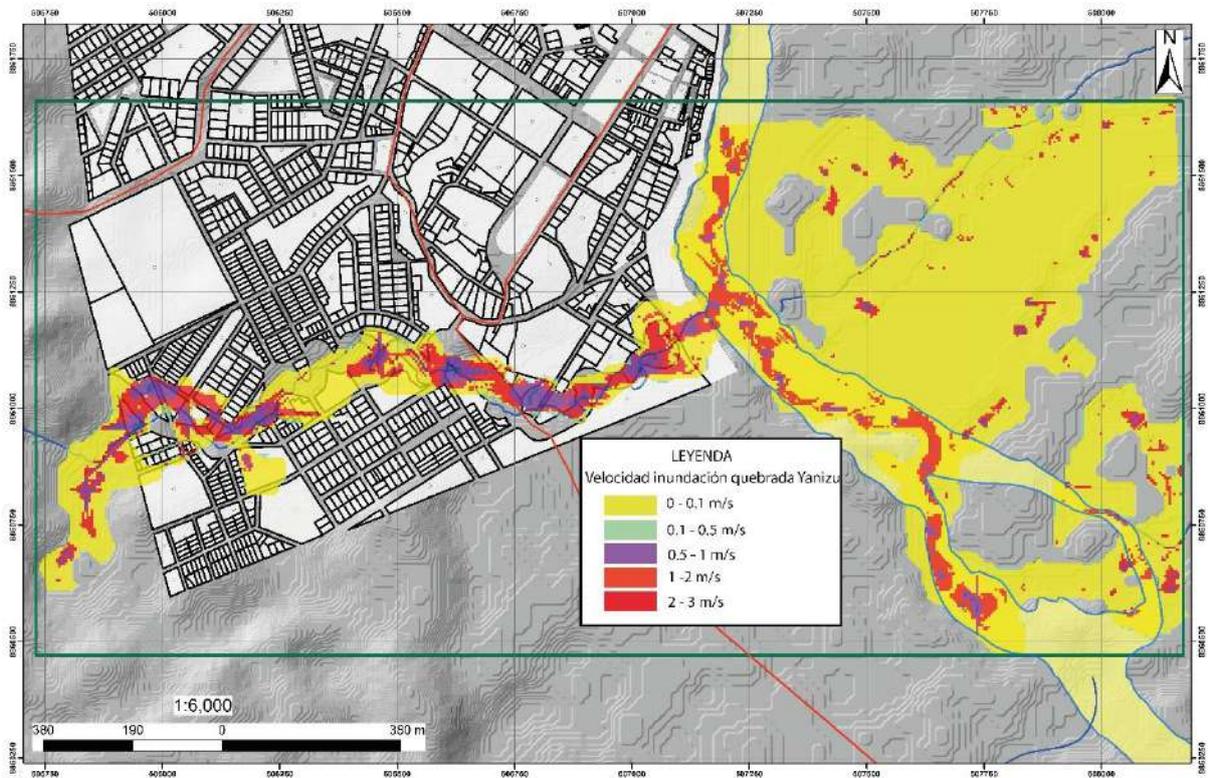
**Figura 13.** Peligros geológicos por movimientos en masa y geohidrológicos en el área de estudio (socavamiento en la margen izquierda del río Pichis y ambas márgenes del río Yanizu.).



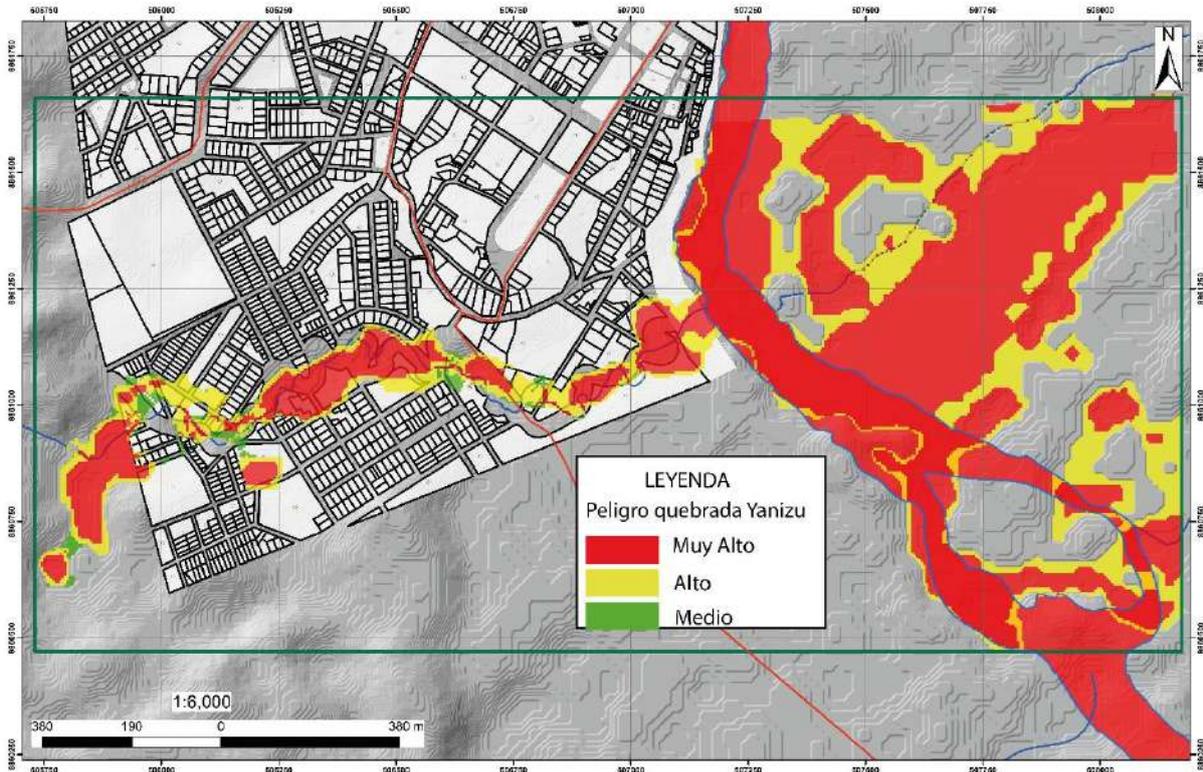
**Figura 14.** Peligros geológicos por movimientos en masa y geohidrológicos en el área de estudio.



**Figura 15.** Simulación de inundación fluvial (alturas máximas) proveniente del río Yanizu, afluente al río Pichis.



**Figura 16.** Simulación de inundación fluvial proveniente del río Yanizu (velocidades máximas), afluente al río Pichis.



**Figura 17.** Simulación de inundación fluvial proveniente del río Yanizu (nivel de peligro), afluente al río Pichis.

### 3.1. Factores condicionantes

Se detalla los principales factores que podrían condicionar la ocurrencia de los peligros y otros peligros geológicos identificados en el centro poblado de Puerto Bermúdez.

**Cuadro 4.** Factores condicionantes para la generación de inundaciones y erosión fluvial.

Procesos o causas naturales	Características	Peligros geológicos inducidos
<b>Factores geológicos - geotécnicos inherentes (factores de sitio)</b>		
<b>Litología del substrato</b>	Las areniscas de grano medio a grueso del Grupo Ipururo, especialmente aquellas con presencia de bioturbaciones, pueden ser susceptibles a inundaciones por varias razones. En primer lugar, las areniscas, aunque son rocas sedimentarias relativamente duras, pueden tener una permeabilidad variable dependiendo de su porosidad y la presencia de fracturas o grietas. Si estas areniscas tienen una porosidad significativa o si están altamente fracturadas, pueden permitir que el agua penetre fácilmente en el subsuelo, lo que aumenta la probabilidad de encharcamientos	Inundación

	<p>e inundaciones superficiales durante eventos de lluvia intensa.</p> <p>Además, la presencia de bioturbaciones, que son estructuras sedimentarias que indican actividad biológica en el suelo (como la excavación de túneles por organismos subterráneos), puede contribuir a la permeabilidad del suelo al crear canales y espacios vacíos que facilitan el movimiento del agua. Esto significa que el agua de lluvia puede infiltrarse más rápidamente en el suelo y saturar las capas freáticas, lo que aumenta la probabilidad de inundaciones, especialmente en áreas con pendientes suaves donde el drenaje es menos eficiente.</p>	
<p><b>Tipo de suelo (naturaleza del suelo)</b></p>	<p>Los suelos de origen aluvial y fluvial también pueden ser susceptibles a inundaciones por varias razones. Estos suelos se forman a partir de la deposición de sedimentos transportados por ríos y arroyos durante períodos de inundaciones pasadas. Debido a su origen reciente y a menudo a su composición suelta y porosa, los suelos aluviales y fluviales tienden a tener una alta permeabilidad, lo que facilita la infiltración del agua y la recarga de los acuíferos subterráneos.</p> <p>Sin embargo, esta alta permeabilidad también significa que estos suelos pueden retener una cantidad significativa de agua durante períodos de lluvias intensas, especialmente si la tasa de infiltración del suelo no puede igualar la tasa de precipitación. Además, la topografía plana de las áreas aluviales y fluviales puede dificultar el drenaje natural del agua, lo que aumenta la probabilidad de encharcamientos e inundaciones superficiales.</p> <p>Otro factor a considerar es la composición de los sedimentos depositados en estos suelos. Dependiendo de la fuente de los sedimentos y de los procesos de transporte y deposición, los suelos aluviales y fluviales pueden contener una variedad de materiales, desde arena y grava hasta limo y arcilla. Si los sedimentos son más finos, como el limo y la arcilla, pueden retener más agua y volverse más susceptibles a la saturación y la inundación.</p>	<p>Inundación fluvial.</p>

<p><b>Características geomorfológicas</b></p>	<p>Tanto las llanuras de inundación como las lomadas de pendientes suaves pueden ser propensas a inundaciones debido a sus características geomorfológicas. Las llanuras de inundación, con su baja elevación y topografía plana, pueden experimentar acumulación de agua durante eventos de lluvias intensas o crecidas de ríos, dificultando el drenaje rápido. Por otro lado, aunque las pendientes suaves de las lomadas permiten cierto drenaje superficial, los suelos arcillosos o limosos presentes en estas áreas pueden limitar la infiltración del agua, aumentando la probabilidad de acumulación y posibles inundaciones en áreas bajas cercanas. Ambos casos resaltan la importancia de considerar la geomorfología al evaluar el peligro de inundaciones y al planificar medidas de mitigación y gestión de riesgos.</p>	<p>Inundación fluvial.</p>
<p><b>Pendiente del terreno</b></p>	<p>Las pendientes suaves del terreno pueden influir significativamente en la susceptibilidad a las inundaciones al afectar el drenaje y la escorrentía superficial. En terrenos con pendientes suaves, el agua de lluvia tiende a moverse más lentamente que en áreas con pendientes más pronunciadas, lo que puede resultar en una acumulación de agua en la superficie durante eventos de precipitación intensa. Además, los suelos en pendientes suaves pueden tener una menor capacidad de infiltración, especialmente si están compuestos por materiales finos como arcilla o limo, lo que puede aumentar aún más el riesgo de encharcamientos e inundaciones. Por lo tanto, la pendiente suave del terreno puede agravar los efectos de las lluvias intensas al dificultar el drenaje eficiente del agua.</p>	<p>Inundación fluvial.</p>
<p><b>Hidrología</b></p>	<p>La morfología de un río meandriforme la dinámica fluvial propia puede causar inundaciones fluviales debido a su curso sinuoso y prolongado. Durante lluvias intensas, el agua puede acumularse rápidamente y superar la capacidad del cauce. Los meandros pueden crear diques naturales que se rompen durante crecidas extremas, liberando grandes volúmenes de agua y causando inundaciones repentinas aguas abajo. Además, la topografía plana de las llanuras de inundación asociadas con estos ríos aumenta la susceptibilidad de inundaciones al permitir que el agua se</p>	<p>Inundación fluvial.</p>

	expanda lateralmente en lugar de fluir rápidamente hacia abajo. .	
--	---	--

### 3.2. Factores desencadenantes

Dentro de estos se considera principalmente las precipitaciones.

**Cuadro 5.** Factores desencadenantes de los procesos por movimientos en masa.

<b>Factores naturales del entorno geográfico</b>		
<b>Climáticos e Hidrológicos</b>		
<b>Precipitaciones pluviales</b>	Las precipitaciones intensas pueden generar inundaciones fluviales al aumentar el caudal de ríos y arroyos, así como inundaciones pluviales al saturar el suelo y provocar acumulación de agua en la superficie. La variabilidad de las precipitaciones, como sequías seguidas de fuertes lluvias, puede aumentar el peligro de inundaciones al crear condiciones de suelo secas que no pueden absorber el agua de lluvia, incrementando la escorrentía y la probabilidad de inundaciones tanto pluviales como fluviales.	Inundaciones fluviales y pluviales.

### 3.3. Factores Antrópicos

**Cuadro 6.** Factores desencadenantes de los procesos por movimientos en masa.

<b>Factores Antrópicos (humanos)</b>		
<b>Mala ubicación de viviendas</b>	Las construcciones antrópicas, como urbanizaciones y pavimentación, pueden generar inundaciones al reducir la capacidad natural del suelo para absorber el agua de lluvia y al aumentar la escorrentía superficial. La impermeabilización del suelo por edificaciones y carreteras impide que el agua se filtre en el suelo, lo que resulta en un aumento del escurrimiento superficial hacia ríos y sistemas de drenaje, elevando el riesgo de inundaciones urbanas repentinas. Además, las construcciones aledañas al cauce de los ríos Pichis y Qda. Yanizu incrementa la vulnerabilidad de las mismas a sufrir daños por inundaciones,	Inundaciones fluviales y pluviales

#### 4. CONCLUSIONES

En base al análisis de información geológica, geomorfológica de la zona de estudio, así como a los trabajos de campo, y la evaluación de peligros geológicos, emitimos las siguientes conclusiones:

1. El substrato rocoso está compuesto principalmente por afloramientos de areniscas de grano grueso. Estos afloramientos conforman lomadas con superficies de suave relieve en la margen izquierda del río Pichis, Debido a su baja pendiente y a la naturaleza permeable del suelo, estas formaciones geológicas son susceptibles a ser removidas. La suavidad del relieve dificulta el rápido drenaje del agua de lluvia, lo que, combinado con la capacidad limitada del suelo para absorberla, aumenta el peligro de acumulación de agua y desbordamientos durante eventos de lluvias intensas.
2. Las unidades geomorfológicas corresponden a lomadas en roca sedimentaria, de pendiente muy suave ( $0^{\circ}$ - $1^{\circ}$ ), donde solo las laderas presentan pendientes de  $15^{\circ}$  (valor máximo), seguidamente aparecen las terrazas aluviales y llanuras de inundación (susceptibles a inundaciones fluviales por desbordamientos) que confluyen con el cauce meándrico del río Pichis. Así, por su pendiente y geomorfología toda el área es propensa a inundaciones debido a la menor velocidad de escorrentía del agua, que permite una acumulación más prolongada durante eventos de lluvia intensa o prolongada y/o desbordamientos.
3. Los depósitos fluviales y aluviales en las márgenes del río Pichis conforman llanuras de inundación de un río meándrico estas son susceptibles a inundaciones debido a la presencia de pendientes suaves que permiten que el agua se extienda horizontalmente con facilidad, exacerbando el peligro de desbordamientos durante eventos de lluvias intensas o crecidas repentinas en el cauce del río (Yanizu) que desciende de oeste a este por pendientes suaves a través de la terraza aluvial, hasta el río Pichis.
4. Las simulaciones revelan que el cauce del río Yanizu tiene el potencial de experimentar desbordamientos significativos, con caudales máximos que pueden ocurrir en un lapso de 24 horas. Se estima que estas inundaciones podrían alcanzar aproximadamente  $1,542,000 \text{ m}^3$  de agua, resultando en la inundación parcial de un área de  $0.76 \text{ Km}^2$ . Esto afectaría a parte de las urbanizaciones ubicadas en las orillas del río Yanizu en especial al barrio APETY.
5. Los desbordamientos del río Pichis podrían impactar un área de  $1.32 \text{ Km}^2$  del área urbana de Puerto Bermúdez, especialmente la zona del malecón. Esto afectaría embarcaciones, edificaciones (infraestructura) y la actividad económica local.
6. Además de las precipitaciones pluviales, pendiente del terreno, ubicación de Puerto Bermúdez, sistema de drenaje insuficiente; con lo mencionado, se puede afirmar que existe la posibilidad de que se produzcan inundaciones de esta naturaleza en toda el área urbana.
7. La combinación de lluvias intensas, topografía y limitaciones en la infraestructura de drenaje, aumenta la probabilidad de que el agua se acumule, provocando inundaciones.

8. Si bien es cierto que la baja pendiente de los cauces de los ríos Yanizu y Pichis limita las altas velocidades en sus cursos de agua, el poder erosivo sigue siendo constante en sus márgenes. Esto aumenta la posibilidad de flujos de agua con palizada que arrastren sedimentos y vegetación de las zonas selva adyacentes.
9. Debido a las condiciones geológicas, geomorfológicas y de geodinámica externa, se determina que en general, el centro poblado de Puerto Bermúdez presenta **Peligro Alto a inundaciones pluviales**, mientras que el barrio "APETY", presenta **peligro alto a inundaciones fluviales** provenientes del desborde y anegamiento de la quebrada Yanizu.

## 5. RECOMENDACIONES

A continuación, se brindan algunas sugerencias con la finalidad mitigar el impacto de peligros asociados a inundaciones y socavamiento en los alrededores y márgenes de los ríos Pichis y Yanizu. Así mismo, la implementación de dichas recomendaciones permitirá darle mayor seguridad a las viviendas e infraestructura expuesta a los peligros antes mencionados (La implementación de estas debe ser realizada por especialistas quilificados, con estudios técnicos previos que dimensionen y determinan la disposición final de los mismos).

### NO ESTRUCTURALES

1. Realizar evaluaciones de riesgos de desastres (EVAR) en áreas críticas por inundación y erosión. Esto implica identificar infraestructura vulnerable (social y económicamente), evaluar su probabilidad e impacto, y utilizar estos datos para desarrollar estrategias de mitigación y preparación.
2. Supervisar regularmente el cumplimiento de normativas urbanísticas y de construcción (en caso de no existir un plan de desarrollo urbano este se debe desarrollar teniendo en cuenta el presente estudio y un futuro EVAR por inundaciones.) Esto garantizará la seguridad de las edificaciones y previene riesgos futuros.
3. Respetar el cauce natural de los ríos Yanizu y Pichis, dejando mínimo 15 m de distancia desde las llanuras de inundación. También gestionar con la ANA estudios de fajas marginales para ambos cursos de aguas y la monumentación de la misma.
4. Implementar Sistemas de Alerta Temprana y planes de evacuación en caso de inundaciones repentinas, para garantizar la seguridad de los habitantes y facilitar una respuesta rápida y efectiva ante emergencias.
5. Restaurar y conservar los ecosistemas naturales, como vegetación ribereña, que actúan como amortiguadores naturales contra inundaciones al absorber y retener el exceso de agua.
6. Difundir a la comunidad en general, sobre la identificación de las zonas de peligro alto en sus jurisdicciones, a fin de hacerles participe con planes de preparación, evacuación y acción ante la ocurrencia de estos eventos, potenciales en magnitud e intensidad de peligrosidad.

### ESTRUCTURALES

1. Construir diques o muros de contención a lo largo del cauce de la quebrada Yanizu, para reducir el efecto de inundaciones y contener el flujo de agua durante periodos de crecida, y para el caso del río Pichis con el objetivo de disminuir procesos de socavamiento, considerando salidas para el malecón, para ello se puede tener como referencia los siguientes puntos.

Socavamiento en la quebrada Yanizu		
Punto de inicio	505864.20	8860885.33

Punto final	507156.60	8861207.78
Socavamiento en el río Pichis		
Punto de inicio	508211.74	8860125.49
Punto final	507594.44	8863447.09

2. Implementar sistemas de drenaje pluvial eficientes para canalizar el agua de lluvia lejos del área habitada y hacia cursos de agua seguros o sistemas de retención.
3. Elevación de infraestructuras críticas, como viviendas, puentes y sistemas de suministro de agua, por encima del nivel de inundación previsto como medida para protegerlas de los daños causados por el agua.
4. Construir viviendas con pisos elevados (sobre los 3 m) en la zona inundable, para mitigar los riesgos. Estas estructuras elevadas, como plataformas o pilotes, pueden mantener las viviendas por encima del nivel del agua durante crecidas del río o inundaciones, protegiendo así las propiedades y garantizando la seguridad de los residentes. Es crucial asegurarse de que estas estructuras estén diseñadas y construidas correctamente para resistir las fuerzas de la inundación y cumplir con los códigos de construcción locales, además de considerar la accesibilidad y la infraestructura necesaria para garantizar la funcionalidad y comodidad de las viviendas elevada
5. Diseñar canales de desvío o desagüe (sistemas de drenajes) para dirigir el agua de manera controlada hacia áreas seguras durante inundaciones pluviales, reduciendo así el impacto en el centro poblado.



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



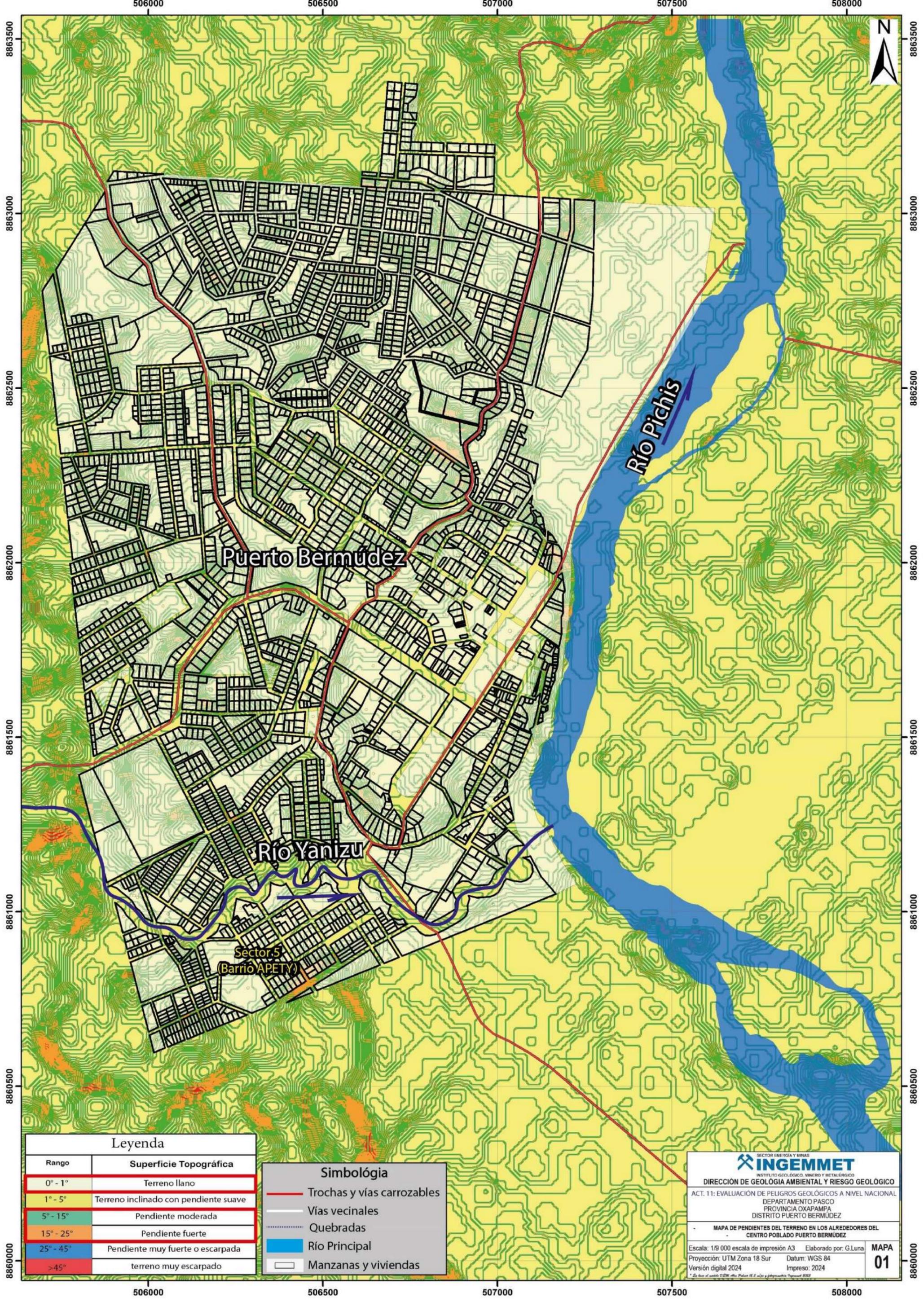
ING. JERSY MARIÑO SALAZAR  
 Director (e)  
 Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico  
 INGEMMET

## BIBLIOGRAFÍA:

- Cruden, D.M. & Varnes, D.J. (1996) - Landslides types and processes, en Turner, K., y Schuster, R.L., ed., Landslides investigation and mitigation: Washintong D. C, National Academy Press, Transportati3n researchs board Special Report 247, p. 36-75.
- Fidel, L.; Zavala, B; Núñez, S. & Valenzuela, G. (2006) - Estudio de riesgos geológicos del Perú, Franja N° 4. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 29, 376 p., 19 mapas. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/263>
- Lopez, J. Cero3n F. Carpio, M & Morales, M. (1996) - Geología del cuadrángulo de Huanta. Hojas: 26-ñ. Ingemmet, Boletín N°72, Serie A: Carta Geológica Nacional, 54, 214 p.
- Luque, G.; Rosado, M.; Pari, W.; Peña, F. & Huamán, M. (2020) - Peligro geológico en la regi3n Junín. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 72, 222 p., 9 mapas.
- 
- PNUD, INDECI.,2011. Mapa de peligros, plan de usos del suelo ante desastres y medidas de mitigaci3n de la ciudad de Oxapampa. [https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//4324\\_mapa-de-peligros-plan-de-usos-del-suelo-ante-desastres-y-medidas-de-mitigacion-de-la-ciudad-de-oxapampa.pdf](https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//4324_mapa-de-peligros-plan-de-usos-del-suelo-ante-desastres-y-medidas-de-mitigacion-de-la-ciudad-de-oxapampa.pdf)
- MP Oxapampa, ANA, 2022. Ficha t3cnica referencia de identificaci3n de punto cr3tico del r3o San Alberto, sector Oxapampa en el distrito y provincia de Oxapampa – Pasco [https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//13447\\_ficha-tecnica-referencial-de-identificacion-de-punto-critico-del-rio-san-luis-en-el-distrito-y-provincia-de-oxapampa-pasco.pdf](https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//13447_ficha-tecnica-referencial-de-identificacion-de-punto-critico-del-rio-san-luis-en-el-distrito-y-provincia-de-oxapampa-pasco.pdf)
- S & Z Consultores Asociados (1997) - Geología de los cuadrángulos de Bajo Pichanaqui y Puerto Bermúdez. Hojas: 22-n y 21-n. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, 85, 180 p. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/41>
- Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007) Movimientos en Masa en la Regi3n Andina: Una gui3a para la evaluaci3n de amenazas. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicaci3n Geológica Multinacional, No. 4, 432 p., 1 CD-ROM.

**ANEXO 1**

**MAPAS DEL CENTRO POBLADO**  
**PUERTO BERMÚDEZ.**



**Leyenda**

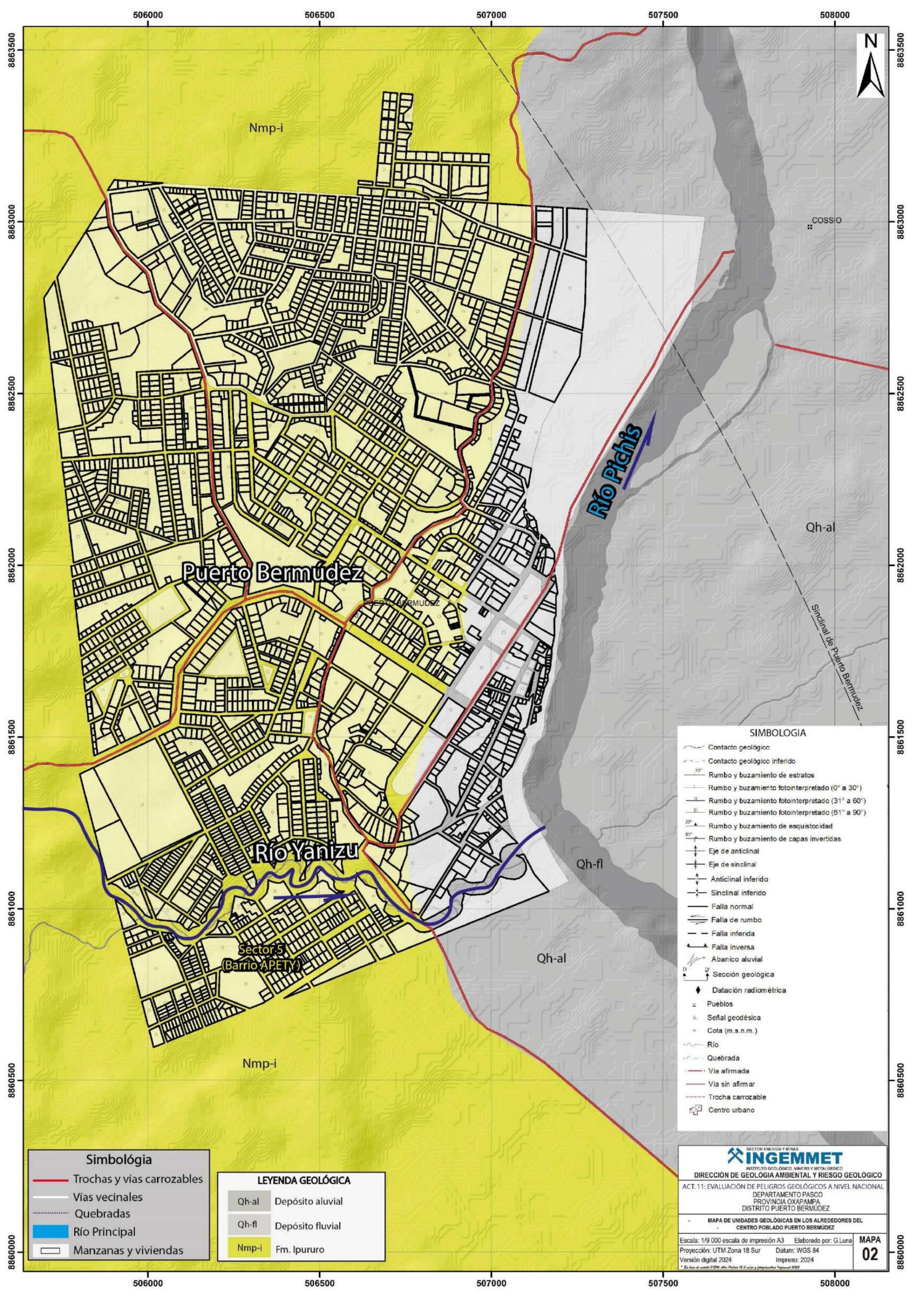
Rango	Superficie Topográfica
0° - 1°	Terreno llano
1° - 5°	Terreno inclinado con pendiente suave
5° - 15°	Pendiente moderada
15° - 25°	Pendiente fuerte
25° - 45°	Pendiente muy fuerte o escarpada
>45°	terreno muy escarpado

**Simbolología**

- Trochas y vías carrozables
- Vías vecinales
- - - - - Quebradas
- Río Principal
- Manzanas y viviendas



SECTOR ENERGÍA Y MINAS  
**INGEMMET**  
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO  
 DIRECCIÓN DE GEOLÓGIA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO  
 ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL  
 DEPARTAMENTO PASCO  
 PROVINCIA OXAPAMPA  
 DISTRITO PUERTO BERMÚDEZ  
 MAPA DE PENDIENTES DEL TERRENO EN LOS ALREDEDORES DEL  
 CENTRO POBLADO PUERTO BERMÚDEZ  
 Escala: 1/9 000 escala de impresión A3 Elaborado por: G.Luna MAPA  
 Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84 Versión digital 2024 Impreso: 2024  
 \* En base al modelo DTM de la Provincia de Pasco y geoprocesamiento Regional 2024



506000 506500 507000 507500 508000

8863500  
8863000  
8862500  
8862000  
8861500  
8861000  
8860500  
8860000

8863500  
8863000  
8862500  
8862000  
8861500  
8861000  
8860500  
8860000

Nmp-i

COSSIO

Qh-al

**Puerto Bermúdez**

**Río Yanizu**

Sector 5  
(Barrio APETY)

**Río Pichis**

Qh-fl

Qh-al

Nmp-i

Sinclinal de Puerto Bermúdez

**SIMBOLOGIA**

- Contacto geológico
- Contacto geológico inferido
- Rumbo y buzamiento de estratos
- Rumbo y buzamiento fotointerpretado (0° a 30°)
- Rumbo y buzamiento fotointerpretado (31° a 60°)
- Rumbo y buzamiento fotointerpretado (61° a 90°)
- Rumbo y buzamiento de esquistocidad
- Rumbo y buzamiento de capas invertidas
- Eje de anticlinal
- Eje de sinclinal
- Anticlinal inferido
- Sinclinal inferido
- Falla normal
- Falla de rumbo
- Falla inferida
- Falla inversa
- Abanico aluvial
- Sección geológica
- Datación radiométrica
- Pueblos
- Señal geodésica
- Cota (m.s.n.m.)
- Río
- Quebrada
- Vía afirmada
- Vía sin afirmar
- Trocha carrozable
- Centro urbano

**Simbolología**

- Trochas y vías carrozables
- Vías vecinales
- Quebradas
- Río Principal
- Manzanas y viviendas

**LEYENDA GEOLÓGICA**

- Qh-al Depósito aluvial
- Qh-fl Depósito fluvial
- Nmp-i Fm. Ipururo



DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

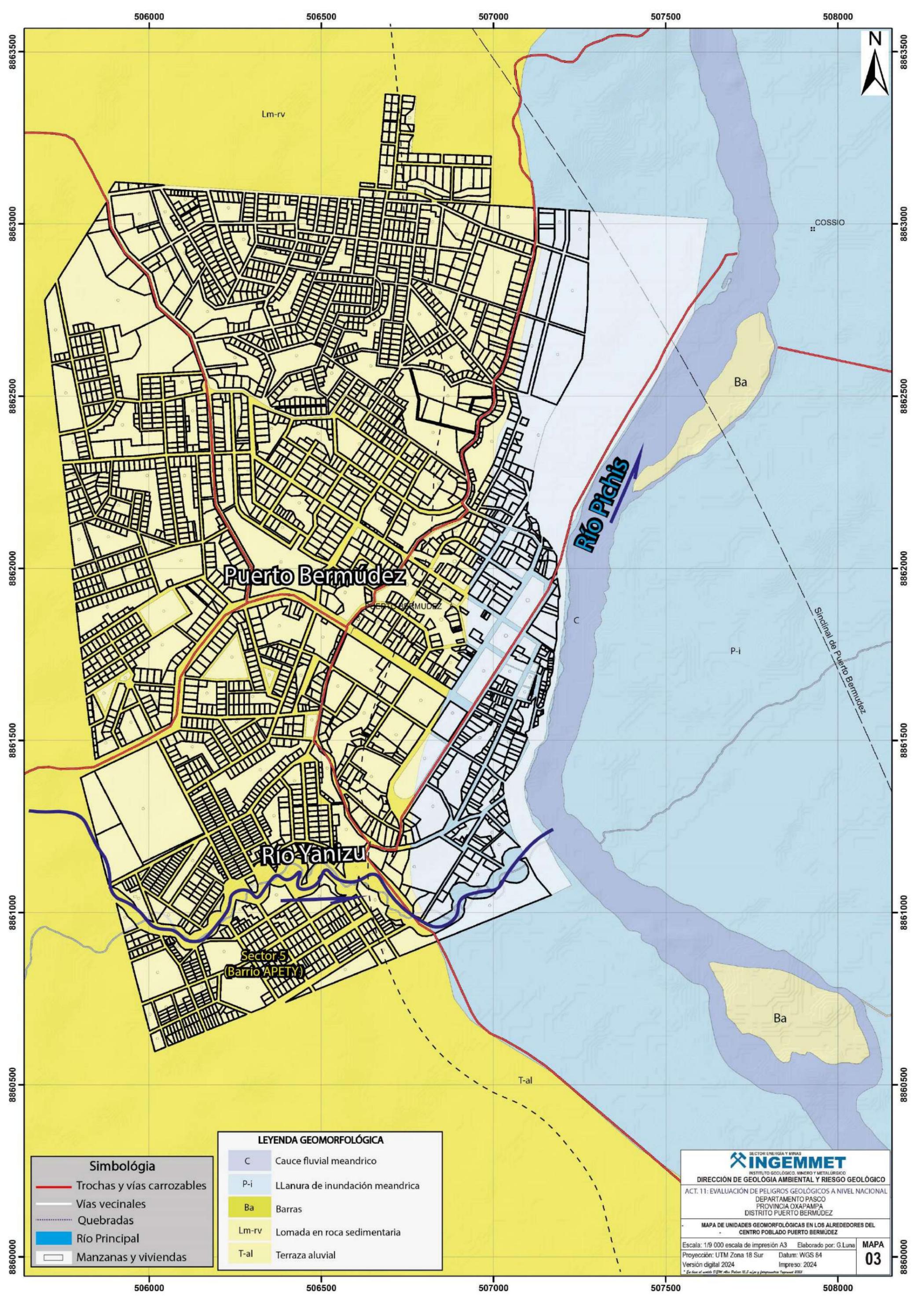
ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL  
DEPARTAMENTO PASCO  
PROVINCIA OXAPAMPA  
DISTRITO PUERTO BERMÚDEZ

MAPA DE UNIDADES GEOLÓGICAS EN LOS ALREDEDORES DEL CENTRO POBLADO PUERTO BERMÚDEZ

Escala: 1/9 000 escala de impresión A3 Elaborado por: G.Luna  
Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84  
Versión digital 2024 Impreso: 2024

**MAPA 02**

506000 506500 507000 507500 508000



506000 506500 507000 507500 508000

8863500  
8863000  
8862500  
8862000  
8861500  
8861000  
8860500  
8860000



Lm-rv

COSSIO

Ba

**Puerto Bermúdez**

CENTRO BERMUDEZ

P-i

Sinclinal de Puerto Bermúdez

**Río Yanizu**

Sector 5  
Barrio APETY

T-al

Ba

Simbolología	
	Trochas y vías carrozables
	Vías vecinales
	Quebradas
	Río Principal
	Manzanas y viviendas

LEYENDA GEOMORFOLÓGICA	
	C Cauce fluvial meandrónico
	P-i LLanura de inundación meandrica
	Ba Barras
	Lm-rv Lomada en roca sedimentaria
	T-al Terraza aluvial

SECTOR ENERGÍA Y MINAS  
**INGEMMET**  
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO  
 DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO  
 ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL  
 DEPARTAMENTO PASCO  
 PROVINCIA OXAPAMPA  
 DISTRITO PUERTO BERMÚDEZ

---

MAPA DE UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS EN LOS ALREDEDORES DEL CENTRO POBLADO PUERTO BERMÚDEZ

Escala: 1/9 000 escala de impresión A3 Elaborado por: G.Luna  
 Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84  
 Versión digital 2024 Impreso: 2024

**MAPA 03**

\* Se basa en el modelo DSM de Puerto Bermúdez 10.5 m/p y fotogrametría Toposcan 2019

506000 506500 507000 507500 508000

8863500  
8863000  
8862500  
8862000  
8861500  
8861000  
8860500  
8860000

506000

506500

507000

507500

508000

8863500

8863500

8863000

8863000

8862500

8862500

8862000

8862000

8861500

8861500

8861000

8861000

8860500

8860500

8860000

8860000



Puerto Bermúdez

Río Yanizu

Río Pichis

Sector 5  
(Barrio APETY)

SECTOR ENERGÍA Y MINAS  
**INGEMMET**

DIRECCIÓN DE GEOLÓGIA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL  
DEPARTAMENTO PASCO  
PROVINCIA OXAPAMPA  
DISTRITO PUERTO BERMÚDEZ

PELIGROS GEOLÓGICOS EN LOS ALREDEDORES DEL  
CENTRO POBLADO PUERTO BERMÚDEZ

Escala: 1/9 000 escala de impresión A3 Elaborado por: G.Luna  
Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84  
Versión digital 2024 Impreso: 2024

MAPA  
**04**

LEYENDA DE PELIGROS GEOLÓGICOS E HIDROGEOLÓGICOS

-  Inundación fluvial del Yanizu
-  Inundación fluvial del río Pichis
-  Inundación pluvial
-  Socavamiento

