

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7726

EVALUACIÓN DE PELIGROS POR EROSIÓN E INUNDACIÓN FLUVIAL EN LOS CENTROS POBLADOS: SAN JUAN DE TANGUMI, SANTA ROSA DE TANGUMI Y FAUSTINO MALDONADO

Departamento: San Martín

Provincia: Moyobamba

Distrito: Calzada



**FEBRERO
2026**

**EVALUACIÓN DE PELIGROS POR EROSIÓN E INUNDACIÓN FLUVIAL EN LOS
CENTROS POBLADOS: SAN JUAN DE TANGUMI, SANTA ROSA DE TANGUMI Y
FAUSTINO MALDONADO**

*Distrito Calzada
Provincia Moyobamba
Departamento de San Martín*



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

Equipo Técnico:

*Freddy Luis Córdova Castro
Julio César Lara Calderón*

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2026). “Evaluación de peligros por erosión e inundación fluvial en los centros poblados: San Juan de Tangumi, Santa Rosa de Tangumi y Faustino Maldonado. Distrito Calzada, provincia Moyobamba y departamento de San Martín”. INGEMMET, Informe Técnico N°A7726, 42p.

INDICE

RESUMEN.....	1
1. INTRODUCCIÓN	2
1.1. Objetivos del estudio.....	2
1.2. Antecedentes.....	3
1.3. Aspectos generales	7
1.3.1. Ubicación	7
1.3.2. Población	7
1.3.3. Accesibilidad.....	9
1.3.4. Clima	10
2. DEFINICIONES	11
3. ASPECTO GEOLÓGICO.....	13
3.1. Unidades litoestratigráficas	13
3.2. Depósitos Cuaternarios.....	13
3.2.1 Depósito fluvial (Qh-fl).....	13
3.2.2 Depósito aluvial (Qh-al).....	13
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS.....	16
4.1. Pendiente del terreno.....	16
4.2. Índice topográfico de Humedad	17
4.3. Unidades Geomorfológicas.....	18
4.3.1. Unidades de carácter tectónico degradacional y erosional	18
4.2.2 Unidades de carácter fluvial	19
5. PELIGROS GEOHIDROLÓGICOS.....	22
5.1 Centro poblado Santa Rosa de Tangumi	22
5.2 Centro poblado Faustino Maldonado.....	23
5.3 Centro poblado San Juan de Tangumi	23
5.4 Factores condicionantes	30
5.5 Factores desencadenantes	31
6. CONCLUSIONES	32
7. RECOMENDACIONES.....	33
8. BIBLIOGRAFÍA	35
ANEXOS	36

RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligros geohidrológicos, tipo erosión e inundación fluvial en los centros poblados: San Juan de Tangumi, Santa Rosa de Tangumi y Faustino Maldonado, ubicados en el distrito de Calzada, provincia Moyobamba, departamento San Martín. Con este trabajo, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – Ingemmet, cumple con una de sus funciones que consiste en brindar asistencia técnica de calidad e información actualizada, confiable, oportuna y accesible en geología en los tres niveles de gobierno (distrital, regional y nacional).

Los depósitos fluviales y aluviales en las márgenes del río Tonchima y la quebrada Tangumi conforman llanuras de inundación susceptibles a inundaciones debido a su naturaleza inconsolidada conformada por gravas (20%), arenas (20%), arcillas y limos (60%). La baja permeabilidad del material fino y la baja compactación de estos depósitos, incrementan el riesgo a inundaciones y escorrentía superficial.

Las unidades geomorfológicas que se modelan en los centros poblados y alrededores corresponden principalmente a terraza aluvial, planicie aluvial inundable (susceptibles a inundaciones fluviales por desbordamientos) y cauce de río.

Los peligros geohidrológicos identificados, corresponden a inundación y erosión fluvial. La inundación afectó viviendas y medios de vida de los habitantes de los centros poblados San Juan de Tangumi, Faustino Maldonado y Santa Rosa de Tangumi. La erosión contribuye a futuros desbordes poniendo en riesgo a los habitantes que se encuentran más cercanos de las márgenes del río Tonchima.

Los factores condicionantes para la ocurrencia de estos peligros geohidrológicos se relacionan con la naturaleza del suelo, sus características de permeabilidad, pendiente suave (1°-5°), la geomorfología que contribuye a la acumulación del agua e inundación de las planicies aluviales y la dinámica fluvial propio de ríos meándricos que pueden causar erosión e inundaciones debido a su curso sinuoso y prolongado.

Los factores desencadenantes para la ocurrencia de peligros geohidrológicos se asocian a precipitaciones intensas y prolongadas registradas principalmente los meses de enero a marzo, que alcanzaron hasta los 67.2 mm/día (febrero 2025). Las precipitaciones provocan saturación de suelos, lo que reduce su capacidad de infiltración de agua, favoreciendo las inundaciones.

Por las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas, el área evaluada de los centros poblados San Juan de Tangumi, Santa Rosa de Tangumi y Faustino Maldonado son considerados como **zonas críticas de peligro alto** ante la ocurrencia de erosión e inundación fluvial.

Finalmente, se brindan las recomendaciones para las autoridades competentes y tomadores de decisiones, como la implementación de medidas de mitigación estructural y no estructural frente a los peligros geohidrológicos por erosión e inundación fluvial como el mejoramiento de las redes de drenaje, la implementación de políticas de desarrollo urbano adecuadas, implementación de un Sistema de Alerta Temprana, realizar un EVAR en el área afectada, construcción de barreras estructurales como diques o muros de contención, entre otras recomendaciones adjuntos en el presente informe.

1. INTRODUCCIÓN

El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (Ingemmet), ente técnico-científico 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)”. De esta manera contribuye con entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno (nacional, regional y local) mediante el reconocimiento, caracterización y diagnóstico del peligro en zonas que tengan elementos vulnerables y brinda recomendaciones pertinentes a fin de mitigar y prevenir fenómenos activos en el marco de la Gestión de riesgos de desastres.

En atención a la solicitud remitida por la Municipalidad Distrital de Calzada, provincia de Moyobamba y departamento de San Martín, según el Oficio N°249-2024-A/MDC, es en el marco de nuestras competencias que se realizó una evaluación de peligros en los centros poblados: San Juan de Tangumi, Santa Rosa de Tangumi y Faustino Maldonado, ubicados en el distrito de Calzada ante la ocurrencia de peligros geohidrológicos.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgos Geológicos (DGAR) del Ingemmet designó al Geol. Freddy Córdova Castro y al Ing. Julio Lara Calderón, realizar la evaluación de peligros en el sector mencionado.

La evaluación técnica se realizó en tres etapas: i) Pre-campo, con la recopilación de antecedentes e información geológica y geomorfológica del Ingemmet; ii) Campo, a través de la observación, toma de datos (puntos GPS, medición de la resistencia de la roca, toma de medidas y tomas fotográficas), cartografiado, recopilación de información y testimonios de población local afectada; iii) 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 a consideración de la Municipalidad Distrital de Calzada, la Municipalidad Provincial de Moyobamba, el Gobierno Regional de San Martín e instituciones técnico normativas del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – Sinagerd, como el Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI y el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastre - CENEPRED, a fin de proporcionar información técnica de la inspección, conclusiones y recomendaciones que contribuyan con la reducción del riesgo de desastres en el marco de la Ley 29664.

1.1. Objetivos del estudio

El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Evaluar y caracterizar los peligros geohidrológicos en los centros poblados: San Juan de Tangumi, Santa Rosa de Tangumi y Faustino Maldonado, ubicados en el distrito de Calzada, provincia Moyobamba y departamento San Martín.
- b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes que influyen en la ocurrencia de los peligros geológicos.
- c) Proponer medidas de prevención, reducción y mitigación ante peligros identificados en los trabajos de campo.

1.2. Antecedentes

Entre los principales estudios realizados a nivel local y regional en el área evaluada, se tienen:

- Según el Reporte Preliminar N° 906-21/03/2021/COEN-INDECI/18:30 HORAS, señala que el 02 de abril de 2018, a las 11:30 horas aproximadamente, a consecuencia de las intensas precipitaciones pluviales en la zona, se produjo el incremento del caudal y posterior desborde de la quebrada Tangumi y del río Tónchima, inundando viviendas del poblado San Juan de Tangumi.
- Según el Reporte Complementario N° 1585-23/03/2021/COEN-INDECI/16:00 HORAS, indica que el 21 de marzo de 2021, a las 10:30 horas aproximadamente, a consecuencia de las intensas precipitaciones pluviales se produjo el incremento del caudal y posterior desborde del río Tonchima afectando viviendas, la institución educativa N° 00801 y un local público en el poblado San Juan de Tangumi.
- Según el Informe de Emergencia N° 548-23/04/2021/COEN-INDECI/19:40 HORAS, señala que el 29 de marzo de 2021, a las 10:20 horas, a consecuencia de las intensas precipitaciones pluviales se produjo el incremento del caudal y posterior desborde del río Tonchima afectando a viviendas, institución educativa N° 00801, áreas de cultivo, carretera Fernando Belaunde Terry (km 473) y servicio de energía eléctrica en los caseríos de San Juan de Tangumi y Faustino Maldonado en el distrito de Calzada.
- Según el Informe de Emergencia N° 0456-11/03/2025/COEN-INDECI/07:15 HORAS (Informe N°1), señala que el 12 de febrero del 2025, a las 12:20 horas, se produjeron lluvias intensas que afectaron viviendas y vía vecinal en la localidad de Faustino Maldonado, afectando 26 viviendas y 500 de vía vecinal restringiendo temporalmente el tránsito en distrito de Calzada, provincia de Moyobamba.
- En el Boletín N° 42, Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica: “Riesgos geológicos en la región San Martín” (Nuñez, S. & Luque, G., 2010). El estudio realizó el inventario de peligros geológicos y geohidrológicos en la región San Martín (tabla 1, fotografía 1); además de un análisis de susceptibilidad por inundaciones a escala 1:300 000 donde se observa que el distrito Calzada se encuentra en zonas de susceptibilidad Moderada y Alta (figura 1). Los factores que controlan o condicionan la ocurrencia de estos procesos son terrazas bajas, dinámica fluvial, ríos de tipo meandriformes y anastomosados, así como la deforestación. Mientras que los factores detonantes son las precipitaciones pluviales intensas.

Tabla 1. Principales sectores afectados por inundaciones en San Martín.

Paraje / Sector Distrito / Coordenadas	Causas o Factores Desencadenantes	Comentario Geodinámico	Daños Ocasionados o Probables
Puente Tonchima, Carretera Moyobamba – Rioja Km. 486+200, sector San Juan de Tangumi. Moyobamba (9330858; 262145)	Terraza baja, pendiente baja del terreno, dinámica fluvial, naturaleza del suelo incompetente y deforestación intensa. El factor detonante es la precipitación pluvial intensa.	Se producen inundaciones con avenidas de tipo excepcional. Cuando se generó la inundación la altura alcanzada por las aguas sobre el nivel de la terraza llegó a 1,5 m. El río es de tipo meándrico. El área que puede llegar a inundar es hasta 1,5 km. en ambos márgenes. En tiempo de estiaje se producen erosiones fluviales.	Afectó viviendas de San Juan de Tangumi y terrenos de cultivo. Ponen en peligro las torres de alta tensión y postes de tendido eléctrico que brindan servicio a Rioja.



Fotografía 1. Inundaciones del río Tonchima generada el 07 de noviembre del 2007.

- Informe N° 001-2025-GRSM/ORSDENA “Evaluación de riesgo por inundación fluvial En la localidad de Faustino Maldonado- distrito Calzada provincia Moyobamba - departamento de San Martín, Oficina Regional de Seguridad y Defensa Civil. Para el centro poblado se obtuvieron valores de peligrosidad ante inundación fluvial de Media, Alta y Muy Alta; en áreas donde se encuentran las viviendas, Institución Educativa, entre otros.
- Plan de Prevención y Reducción de Riesgo de Desastres ante Inundaciones y Movimientos en Masa 2024-2030. Municipalidad provincial de San Martín. Se elaboró escenarios de riesgo por peligros. La susceptibilidad por inundaciones mostró que el 8.53% del territorio se encuentra en un nivel muy alto y el 10.98% en un nivel alto, se elaboró mapas de zonas críticas por peligro de inundación (figura 1).

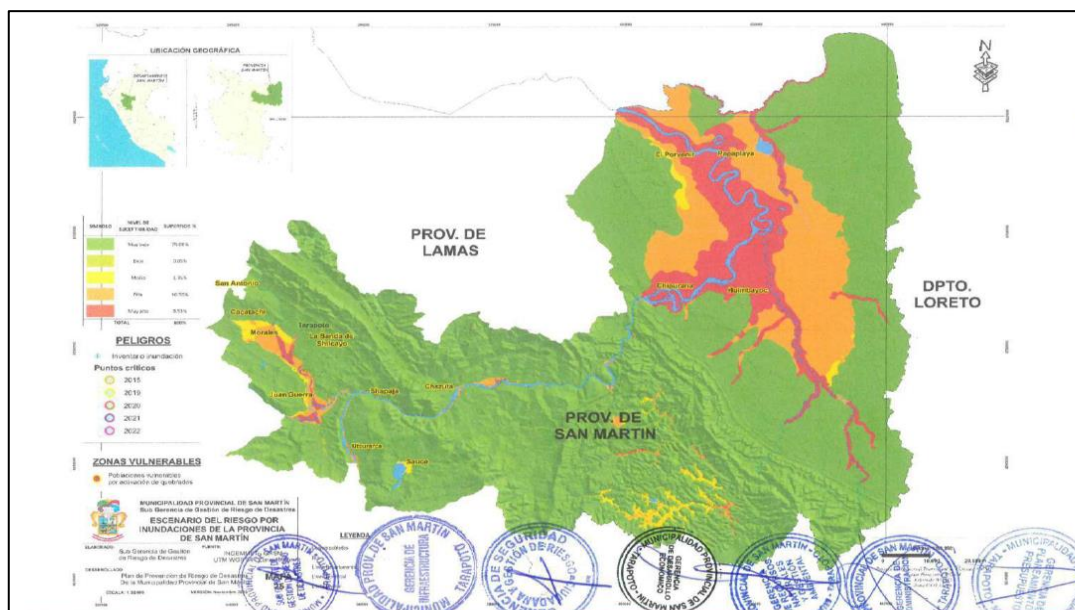


Figura 1. Escenario de riesgo por inundación. Fuente: Municipalidad Provincial de San Martín.

- Boletín N° 61, Serie L: Actualización Carta Geológica Nacional (Escala 1:50 000): Actualización de la cartografía Geológica del cuadrángulo de Moyobamba (13j1, 13j2, 13j3, 13j4) (Valdivia, W. et. al 2025). En este boletín se describen las unidades litoestratigráficas identificadas en la zona de estudio y alrededores conformadas por rocas sedimentarias, que corresponden principalmente a la Formación Ipururo, Grupo Oriente, Formación Sarayaquillo; además de la descripción de depósitos cuaternarios en las áreas de evaluación.
- La subdirección de aplicaciones Estadísticas – DIPPE – INDECI, elaboró una matriz de base de datos de emergencias, desastres y daños a nivel distrito con código de ubicación geográfica 2003 – 2024, en el cual se precisan los tipos de peligros y la afectación producto de estos en el departamento de San Martín, además se muestran datos históricos de inundación desde el año 2007 en el distrito de Calzada (tabla 2 y 3).

Tabla 2. Zonas críticas por peligros de inundación. Fuente: Municipalidad Provincial de San Martín

MATRIZ DE BASE DE DATOS DE EMERGENCIAS, DESASTRES Y DAÑOS A NIVEL DISTRITO CON CÓDIGO DE UBICACIÓN GEOGRÁFICA 2003 - 2024

CODIGO DE EMERGENCIA- SINPAD	FECHA DE LA EMER	AÑO	MES	COD. DISTRITO	DPTO.	PROV.	DIST.	EMERGENCIA	FALLECIDOS	DESAPARECIDOS	LESIONADOS	DAMNIFICADOS	AFECTADOS	VIVIENDAS DESTRUIDAS	VIVIENDAS AFECTADAS	CENTROS EDUCATIVOS DESTRUIDOS	CENTROS EDUCATIVOS AFECTADOS
20212	05/01/2007	2007	ENERO	220102	SAN MARTIN	MOYOBAMBA	CALZADA	INUNDACION	0	0	0	0	400	0	0	0	0
23831	07/11/2007	2007	NOVIEMBRE	220102	SAN MARTIN	MOYOBAMBA	CALZADA	INUNDACION	0	0	0	102	0	0	22	0	2
28602	03/03/2008	2008	MARZO	220102	SAN MARTIN	MOYOBAMBA	CALZADA	INUNDACION	0	0	0	0	0	0	0	0	0
55325	13/11/2012	2012	NOVIEMBRE	220102	SAN MARTIN	MOYOBAMBA	CALZADA	INUNDACION	0	0	0	1	0	1	0	0	0
55622	26/12/2012	2012	DECEMBRE	220102	SAN MARTIN	MOYOBAMBA	CALZADA	INUNDACION	0	0	0	3	205	1	41	0	0
57363	18/03/2013	2013	MARZO	220102	SAN MARTIN	MOYOBAMBA	CALZADA	INUNDACION	0	0	0	0	14	0	3	0	0
62833	08/01/2014	2014	ENERO	220102	SAN MARTIN	MOYOBAMBA	CALZADA	INUNDACION	0	0	0	0	30	0	6	0	0
73596	01/12/2015	2015	DECEMBRE	220102	SAN MARTIN	MOYOBAMBA	CALZADA	INUNDACION	0	0	0	7	400	0	80	0	1
92895	02/04/2018	2018	ABRIL	220102	SAN MARTIN	MOYOBAMBA	CALZADA	INUNDACION	0	0	0	0	127	0	37	0	1
12142	17/03/2020	2020	MARZO	220102	SAN MARTIN	MOYOBAMBA	CALZADA	LLUVIA INTENSA	0	0	0	0	59	0	19	1	0
131068	21/03/2021	2021	MARZO	220102	SAN MARTIN	MOYOBAMBA	CALZADA	INUNDACION	0	0	0	23	9	8	2	1	0
131449	29/03/2021	2021	MARZO	220102	SAN MARTIN	MOYOBAMBA	CALZADA	INUNDACION	0	0	0	4	105	1	31	0	0
150817	15/03/2022	2022	MARZO	220102	SAN MARTIN	MOYOBAMBA	CALZADA	INUNDACION	0	0	0	0	22	0	6	0	0
170745	08/04/2023	2023	ABRIL	220102	SAN MARTIN	MOYOBAMBA	CALZADA	LLUVIA INTENSA	0	0	0	0	11	0	2	0	0

Tabla 3. Emergencias ocurridas según peligro, en el departamento de San Martín por provincias, periodo: 2003 - 2024

EMERGENCIAS OCURRIDAS SEGÚN PELIGRO, EN EL DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN POR PROVINCIAS, PERIODO: 2003 - 2024											
PELIGRO	TOTAL EMERGENCIA	PROVINCIAS DEL DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN									
		BELLAVISTA	EL DORADO	HUALLAGA	LAMAS	MARISCAL CÁCERES	MOYOBAMBA	PICOTA	RIOJA	SAN MARTÍN	TOCACHE
TOTAL GENERAL	5,153	405	455	257	977	346	468	665	384	706	490
ALUD	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
BAJAS TEMPERATURAS	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
CONTAMINACION	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
DERRUMBE DE CERRO	5	0	0	0	3	0	0	1	1	0	0
DESPLAZAMIENTO	114	9	8	3	22	6	21	15	6	9	15
EPIDEMIAS	3	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0
EROSION	12	2	2	0	1	0	3	2	0	1	1
EXPLOSION	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
HUAYCO	21	0	3	1	2	0	5	0	7	1	2
INCENDIO FORESTAL	87	4	4	12	11	18	7	13	7	8	3
INCENDIO URB. E INDUST.	2,087	162	202	118	473	152	205	235	127	215	198
INUNDACION	759	80	37	28	71	72	66	124	66	129	86
LLUVIA INTENSA	423	28	35	21	64	14	36	67	35	93	30
PLAGAS	55	5	5	5	8	3	6	7	7	4	5
SEQUIA	40	9	4	5	3	3	0	11	0	4	1
SISMO	137	8	7	8	26	5	17	18	19	29	0
TORMENTA ELECTRICA	5	1	0	0	2	1	1	0	0	0	0
VIENTOS FUERTES	1,399	97	148	56	288	72	100	172	108	210	148
OTROS	2	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0

Fuente: SINPAD - COEN - INDECI

Elaboración: Sub Dirección de Aplicaciones Estadísticas - DIPPE - INDECI

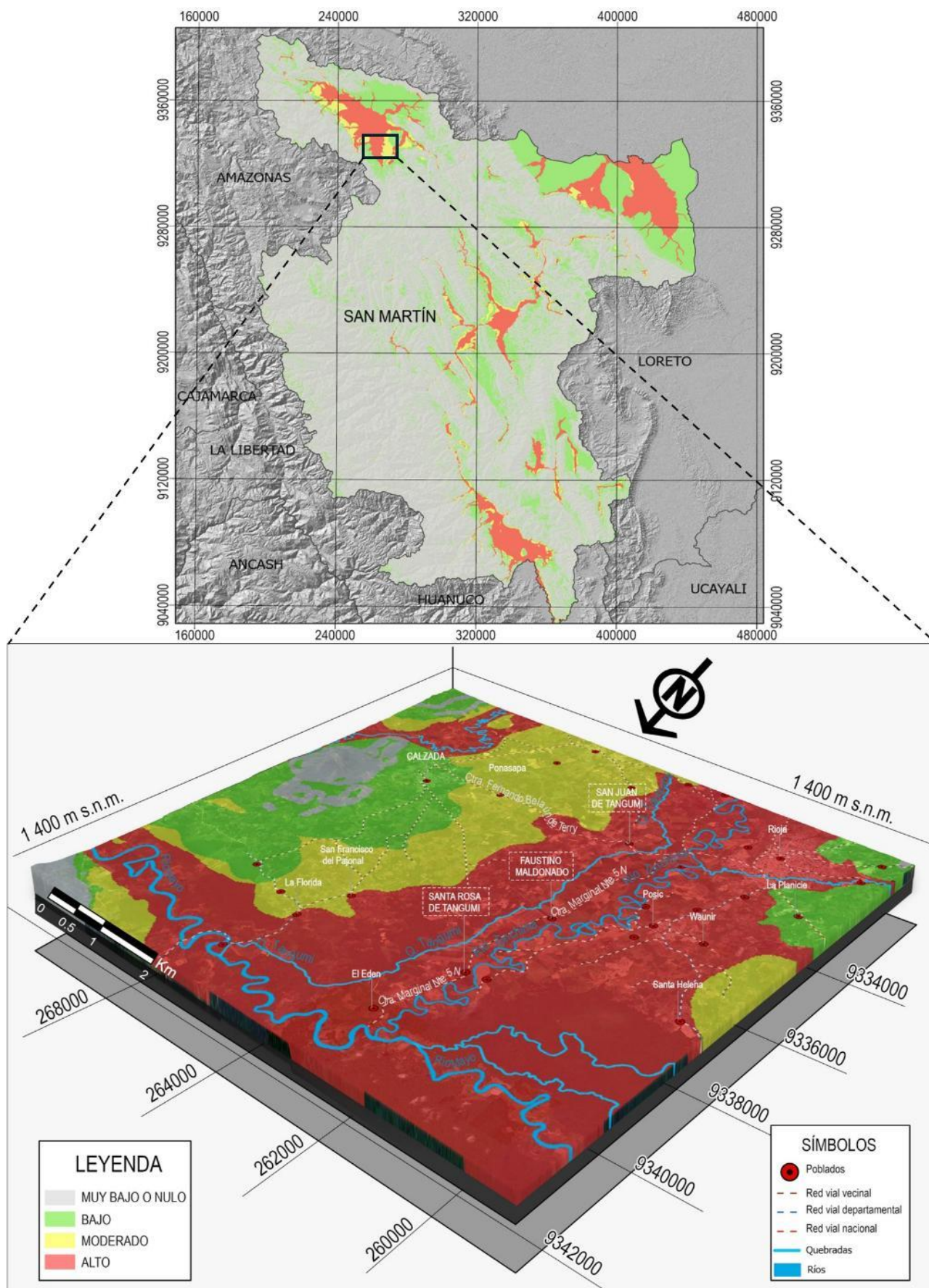


Figura 2. Susceptibilidad a inundación fluvial en los centros poblados San Juan de Tangumi, Santa Rosa de Tangumi y Faustino Maldonado (distrito Calzada, provincia Moyobamba, departamento San Martín). Fuente: Geocatmin 2026.

1.3. Aspectos generales

1.3.1. Ubicación

Los centros poblados San Juan de Tangumi, Santa Rosa de Tangumi y Faustino Maldonado se encuentran ubicados en el distrito de Calzada, provincia Moyobamba y departamento San Martín, a una altura de 822 m s.n.m. (figura 4). Las coordenadas UTM (WGS84 – Zona 18S) del área de evaluación se muestran en la tabla 4.

Tabla 4. Coordenadas del área de evaluación.

N°	UTM – WGS 84 - ZONA 18S		Coordenadas Decimales (°)	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	260405.00	9339447.00	-5.971752°	-77.164343°
2	266734.00	9340201.00	-5.965158°	-77.107171°
3	267727.00	9332352.00	-6.036149°	-77.098477°
4	262226.00	9331291.00	-6.045547°	-77.148190°
Coordenada central de los peligros identificados				
Coordenada Central	264355.00	9335695.00	-6.005810°	-77.128809°

1.3.2. Población

De acuerdo con la información del XII Censo de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas de 2017 (INEI, 2018), los centros poblados evaluados tienen una población total de 1 100 habitantes, distribuidos en un total de 175 viviendas, cuentan con acceso a energía eléctrica, sin embargo; no poseen desagüe por red pública (ver tabla 2). Fuente: <http://sige.inei.gob.pe/test/atlas/>

Tabla 5. Datos de los centros poblados evaluados

Descripción	C.P. San Juan de Tangumi	C.P. Santa Rosa de Tangumi	C.P. Faustino Maldonado
Código de Ubigeo	2201020006	2201020002	2201020004
Longitud	-77.1331650000	-77.1407966667	-77.1412483333
Latitud	-6.04182000000	-5.96766500000	-5.99888666667
Altitud	822.0	824.5	822.0
Población	200	400	500
Vivienda	60	45	70
Agua por Red Pública	Si	No	No
Energía eléctrica en la vivienda	Si	Si	Si
Desagüe por red pública	No	No	No
Institución Educativa Primaria	No	Si	Si
Institución Educativa Secundaria	No	No	No
Establecimiento de salud	Si	No	No
Transporte de mayor uso	automóvil	moto/mototaxi	moto/mototaxi
Idioma o Lengua hablada con mayor frecuencia	Castellano	Castellano	Castellano

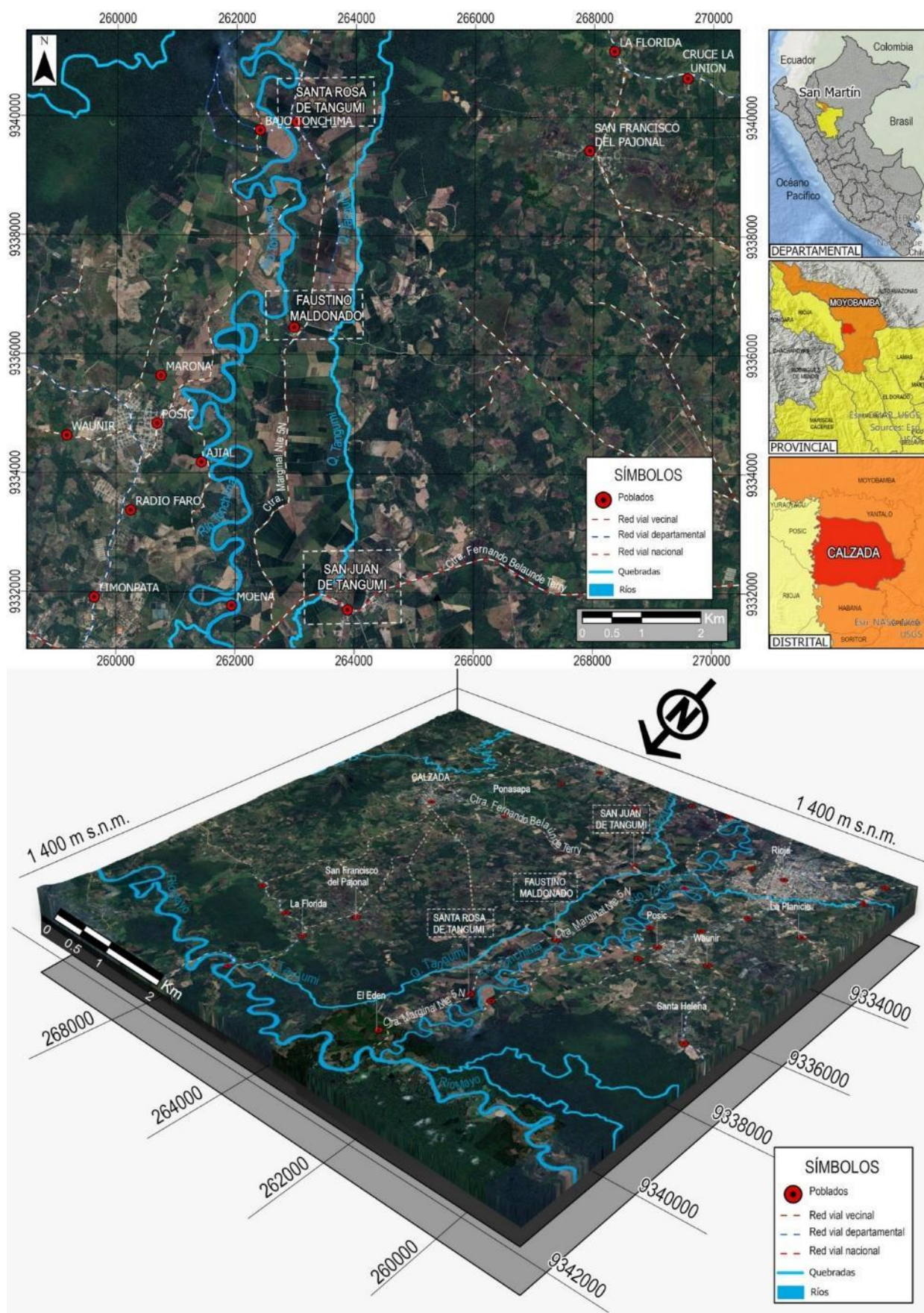


Figura 3. Ubicación de los centros poblados San Juan de Tangumi, Santa Rosa de Tangumi y Faustino Maldonado, distrito Calzada, provincia Moyobamba y departamento San Martín.

1.3.3. Accesibilidad

El acceso al distrito de Calzada desde la ciudad de Lima se realizó vía aérea desde el Ingemmet (Lima) hasta la ciudad de Tarapoto (San Martín), por un tiempo de 1h 10min, luego vía carretera Fernando Belaúnde Terry hasta el distrito Calzada por un tiempo estimado de 2h 35min, a través de 127 km aproximadamente (tabla 6).

Tabla 6. Rutas y acceso a la zona evaluada.

Ruta	Tipo de Vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Ciudad de Lima (Ingemmet) – Tarapoto (San Martín)	Aérea	619.97	1h 10 min
Tarapoto – Calzada (San Martín)	Ctra. Asfaltada	127	2h 35 min

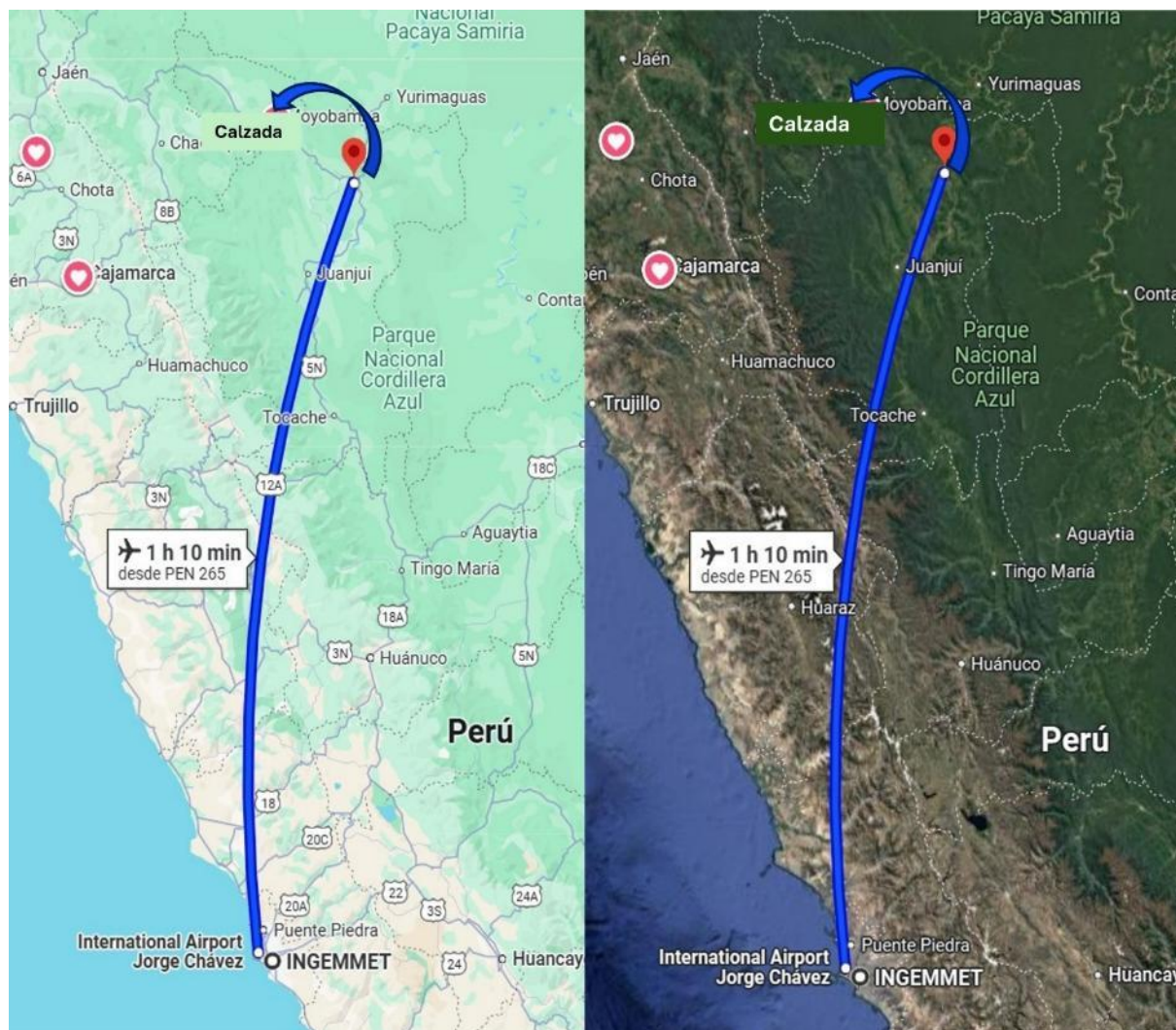


Figura 4. Ruta de acceso: Ciudad de Lima (INGEMMET) - distrito Calzada, provincia Moyobamba y departamento de San Martín. **Fuente:** Google Maps.

1.3.4. Clima

Según el método de Clasificación Climática de Warren Thornthwaite - (Senamhi, 2020), en el distrito de Calzada se presentan un tipo de clima B (r) A', clima de tipo lluvioso, cálido y muy húmedo durante todo el año. Se presentan temperaturas máximas durante todo el año que van en promedio entre los 29°C a 31°C y mínimas que varían entre 21°C a 23°C.

En cuanto a la cantidad de lluvia local, según datos meteorológicos y pronóstico del tiempo del servicio de aWhere (que analiza los datos de 2 millones de estaciones meteorológicas virtuales en todo el mundo, combinándolos con datos ráster y de satélite), las precipitaciones máximas se registran en los periodos de enero-abril (figura 5A). Cabe recalcar que las lluvias se distribuyen irregularmente a lo largo del año, produciéndose generalmente de enero a mayo con una variación de humedad entre 41% a 99.5%. La temperatura anual oscila entre un máximo de 35.0°C en verano y un mínimo de 11.0°C en invierno (figura 5B). Así mismo, presenta una humedad promedio de 79.9% durante casi todo el año, (Servicio aWhere).

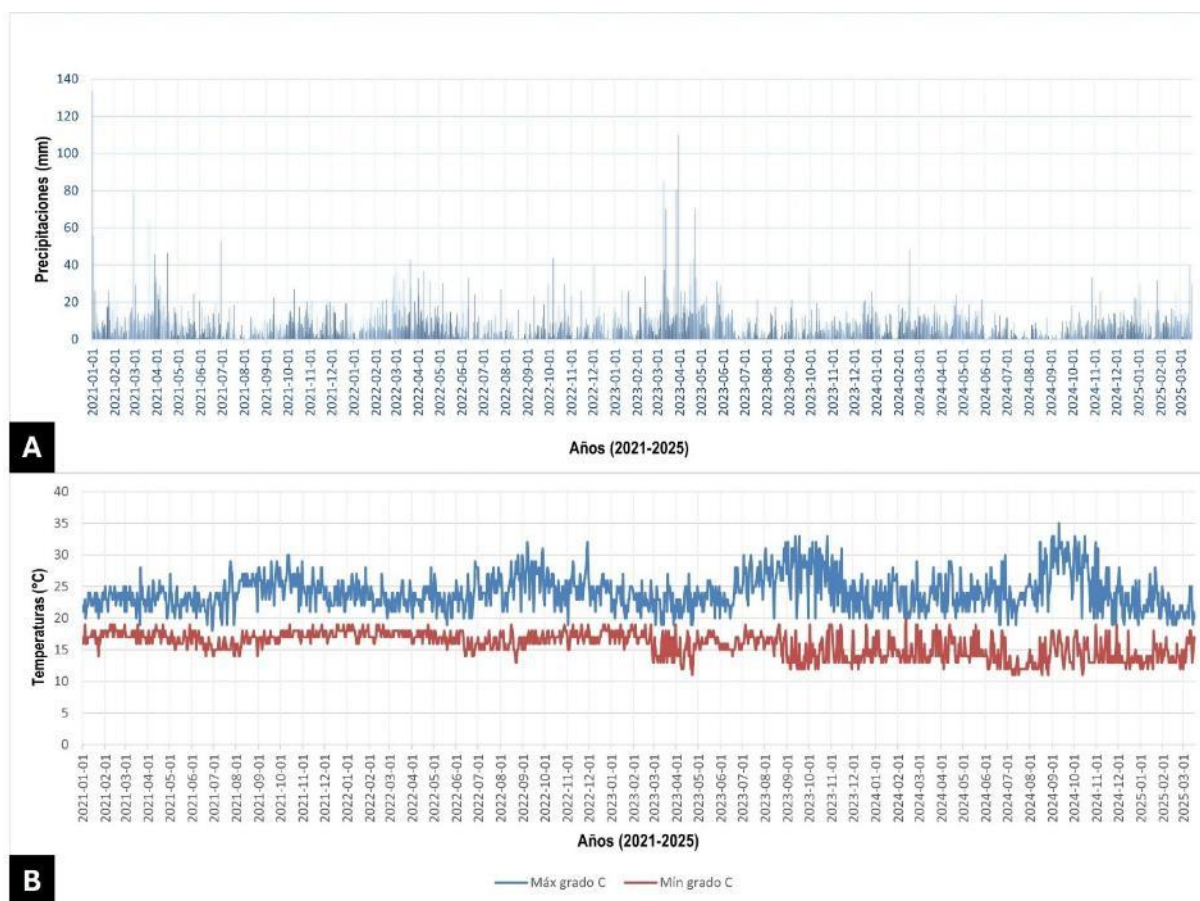


Figura 5. A. Precipitaciones máximas diarias en mm, distribuidas a lo largo del periodo 2021-marzo 2025. La figura permite analizar la frecuencia de las precipitaciones pluviales que contribuyen en el desarrollo de fenómenos de inundación. **B.** Temperaturas mínimas y máximas tomadas en el mismo periodo. Fuente: Landviewer, disponible en: <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history/field/10036911>.

2. DEFINICIONES

El presente informe técnico está dirigido a entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno, así como personal no especializado, no necesariamente geólogos; 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 consideran 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). Los términos y definiciones se detallan a continuación:

Actividad. La actividad de un movimiento en masa se refiere a tres aspectos generales del desplazamiento en el tiempo de la masa de material involucrado: el estado, la distribución y el estilo de la actividad. El primero describe la regularidad o irregularidad temporal del desplazamiento; el segundo describe las partes o sectores de la masa que se encuentran en movimiento; y el tercero indica la manera como los diferentes movimientos dentro de la masa contribuyen al movimiento total. El estado de actividad de un movimiento en masa puede ser: activo, reactivado, suspendido, inactivo latente, inactivo abandonado, inactivo estabilizado e inactivo relicto (WP/WLI, 1993).

Activo. Movimiento en masa que actualmente se está moviendo, bien sea de manera continua o intermitente.

Aluvial. Génesis de la forma de un terreno o depósito de material debida a la acción de las corrientes naturales de agua.

Arcilla. Suelo para ingeniería con tamaño de partículas menores a 2 micras (0,002 mm) que contienen minerales arcillosos. Las arcillas y suelos arcillosos se caracterizan por presentar cohesión y plasticidad. En este tipo de suelos es muy importante el efecto del agua sobre su comportamiento

Erosión fluvial. Proceso de desgaste y desprendimiento de material del lecho y laderas de un río causado por la acción de la corriente de agua.

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.

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.

Inactivo latente: Movimiento en masa actualmente inactivo, pero en donde las causas o factores contribuyentes aún permanecen (WP/WPI, 1993).

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: Movimiento ladera abajo de una masa de roca, de detritos o de tierras (Cruden, 1991). Estos procesos corresponden a caídas, vuelcos, deslizamientos, flujos, entre otros. Pueden ser extremadamente lentos (<16mm por año) a extremadamente rápidos (>15m por segundo).

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.

Zona crítica. Zona o área con peligros potenciales de acuerdo a la vulnerabilidad asociada (infraestructura y centros poblados), que muestran una recurrencia, en algunos casos, entre periódica y excepcional. Pueden presentarse durante la ocurrencia de lluvias excepcionales y puede ser necesario considerarlas dentro de los planes o políticas nacionales, regionales y/o locales sobre prevención y atención de desastres.

Estado de los movimientos en masa

- **Activo:** Movimiento en masa que actualmente se está moviendo, bien sea de manera continua o intermitente.
- **Abandonado:** Estado de actividad de un movimiento en masa en el cual la causa de la inestabilidad del movimiento ha dejado de actuar (WP/WLI, 1993).
- **Latente:** Movimiento en masa actualmente inactivo, pero en donde las causas o factores contribuyentes aún permanecen (WP/WPI, 1993).
- **Inactivo:** Estado de actividad de un movimiento en masa en el cual la masa de suelo o roca actualmente no presenta movimiento, o que no presenta evidencias de movimientos en el último ciclo estacional (WP/WLI, 1993).
- **Reactivado:** Movimiento en masa que presenta alguna actividad después de haber permanecido estable o sin movimiento por algún periodo de tiempo.

3. ASPECTO GEOLÓGICO

La geología del área de estudio se desarrolló teniendo como base la información contenida en el Boletín N° 122: “Geología de los cuadrángulos de Moyobamba, Saposoa y Juanjuí” (Sanchez, F.& Herrera, I., 1998) y el Boletín N°61, serie L: “Actualización de la cartografía Geológica del cuadrángulo de Moyobamba (13j1, 13j2, 13j3, 13j4) a escala 1: 50 000” (Valdivia, W.; Chacaltana, C.; Chumpitaz, M. & Benites, A., 2024). Esta información se complementó con trabajos de interpretación de imágenes de satélite, vuelos de dron y observaciones de campo.

3.1. Unidades litoestratigráficas

En los alrededores del distrito de Calzada se identificaron, el Grupo Oriente y la Formación Sarayaquillo; sin embargo, la unidad litoestratigráfica predominante en la zona evaluada corresponde a la Formación Ipururo, de origen sedimentario. Adicionalmente, se observan depósitos recientes de naturaleza fluvial y aluvial.

3.1.1 Formación Ipururo (Nmp-i)

La Formación Ipururo, aflorante en el distrito de Calzada se presentan formando superficies de suave relieve que abarcan gran parte de la margen derecha de la quebrada Tangumi y margen izquierda del río Tonchima, se caracteriza litológicamente por una predominancia de areniscas grises a marrones, de grano medio a grueso de tonalidades grises a rojizas, intercaladas con limoracillitas rojas, limolitas grises y arcillitas calcáreas, margas y conglomerados de guijarros, cubierto por depósitos aluviales que cubre gran parte del área de evaluación. Debido a las características climáticas y de humedad del sector, las rocas se encuentran altamente meteorizadas y fragmentadas.

3.2. Depósitos Cuaternarios

3.2.1 Depósito fluvial (Qh-fl)

Son aquellos depósitos que se encuentran conformado por materiales ubicados en el cauce o lecho de los ríos y/o quebradas, terrazas bajas inundables y llanura de inundación. Son depósitos heterométricos constituidos por bolos, cantos y gravas subredondeadas en matriz arenosa o limosa, con mezcla de lentes arenosos y areno-limosos. Estos se presentan inconsolidados a poco consolidados hasta sueltos, fácilmente removibles y su permeabilidad es alta ubicados en ambas márgenes del río Tonchima y la quebrada Tangumi. Geomorfológicamente están asociados principalmente a las llanuras de inundación y son susceptibles a erosión fluvial e inundación periódicas. Además, este tipo de depósito presenta características meandriformes, en los cuales se pueden apreciar cambios en el curso del río a lo largo del tiempo, esto contribuye a la formación de curvas sinuosas y bancos de sedimentos (figura 11).

3.2.2 Depósito aluvial (Qh-al)

Son depósitos inconsolidados, formados por la acumulación de sedimentos que han sido transportados y depositados por el agua principalmente ríos y quebradas, se forman en áreas donde la velocidad del agua disminuye, permitiendo que las partículas suspendidas se asienten. Presentan nula o poca compactación y se encuentran acumulados en áreas como llanuras y abanicos aluviales, así como llanuras de inundación. En el área de evaluación estos se formaron por la acción dinámica del río Tonchima y la quebrada Tangumi y presentan una granulometría está compuesta por gravas (20%), arenas (20%), arcillas y limos (60%).



Figura 6. A. Curso del río Tonchima, a lo largo del cual se deposita material fluvial. B. Quebrada Tangumi, se observa deposito aluvial a en ambas márgenes.



Fotografía 7. Imagen aérea del centro poblado Santa Rosa de Tangumi, área que suele se afectada por inundación. Vista hacia el NE.

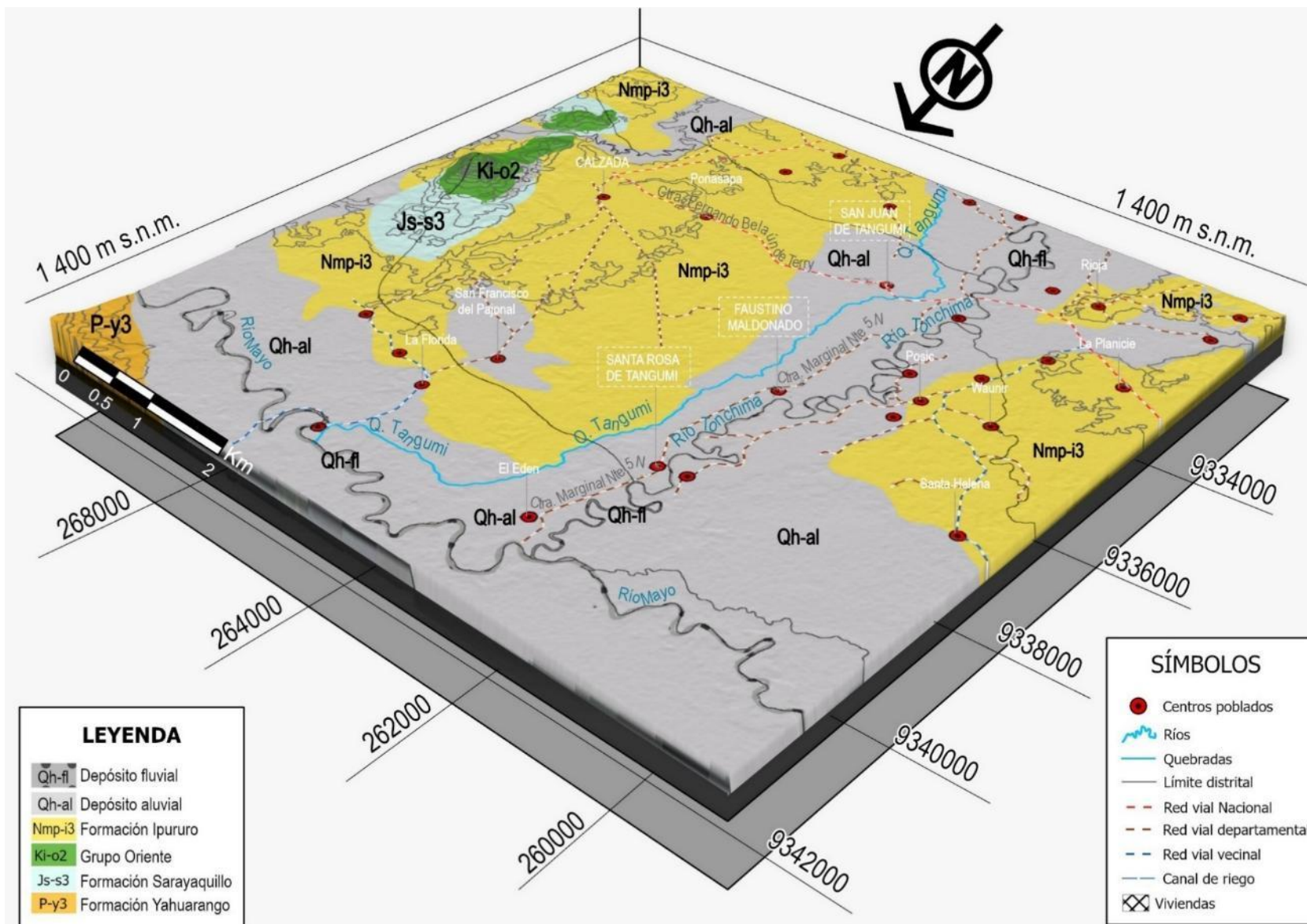


Figura 8. Representación geológica 3D de los centros poblados San Juan de Tangumi, Santa Rosa de Tangumi, Faustino Maldonado y alrededores del distrito de Calzada, provincia Moyobamba, departamento San Martín.

4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

Para la caracterización de las unidades geomorfológicas en los centros poblados San Juan de Tangumi, Santa Rosa de Tangumi y Faustino Maldonado, distrito Calzada y alrededores, se usó la publicación de Villota (2005), imágenes satelitales e imágenes obtenidas por vuelo de dron. Además, se consideraron criterios de control como: la homogeneidad litológica y la caracterización conceptual en base a los aspectos del relieve en función a su altura relativa y en relación con procesos de erosión, denudación y sedimentación o acumulación; además se usó como referencia el mapa geomorfológico regional a escala 1:300 000 elaborado por Ingemmet.

4.1. Pendiente del terreno

El análisis de la pendiente del terreno es un parámetro importante en la evaluación de procesos por movimientos en masa y peligros hidrogeológicos; ya que actúa como factor condicionante y dinámico en la generación de peligros por inundación. Las áreas evaluadas presentan terrenos con pendientes que varían de llano (0 - 1) a moderadas (5° - 15), siendo la parte más elevada el sur (C.P. San Juan de Tangumi) con inclinación hacia el norte (CC. PP. Santa rosa de Tangumi y Faustino Maldonado) (figura 10). Las alturas en las que se encuentran las viviendas van de 820 a 825 m s.n.m. (figura 11).

Tabla 7. Rango de pendientes del terreno

RANGOS DE PENDIENTES		
Pendiente	Rango	Descripción
0°-1°	Llano	Comprende terrenos planos de las zonas de altiplanicie, extremos más distales de abanicos aluviales y torrenciales, bofedales, terrazas, llanuras de inundación fondos de valle y lagunas.
1° a 5°	Inclinación suave	Terrenos planos con ligera inclinación que se distribuyen también a lo largo de fondos de valles, planicies y cimas de lomadas de baja altura, también en terrazas aluviales y planicies.
5° a 15°	Moderado	Laderas con estas inclinaciones se consideran con susceptibilidad moderada a los movimientos en masa de tipo reptación de suelos, flujos de detritos.
15° a 25°	Fuerte	Pendientes que se distribuyen indistintamente en las laderas de las montañas; a su vez, estas inclinaciones condicionan la erosión de laderas en las vertientes o piedemontes, donde se registran procesos de deslizamiento, erosión y derrumbes.
25° a 45°	Muy fuerte	Se encuentran en laderas de colinas y montañas sedimentarias, así como terrazas aluviales, que forman acantilados, vertientes de los valles.
>45°	Muy escarpado	Distribución a lo largo de laderas, cumbres de colinas y montañas sedimentarias, así como acantilados, donde se generaron la mayor cantidad de deslizamientos.

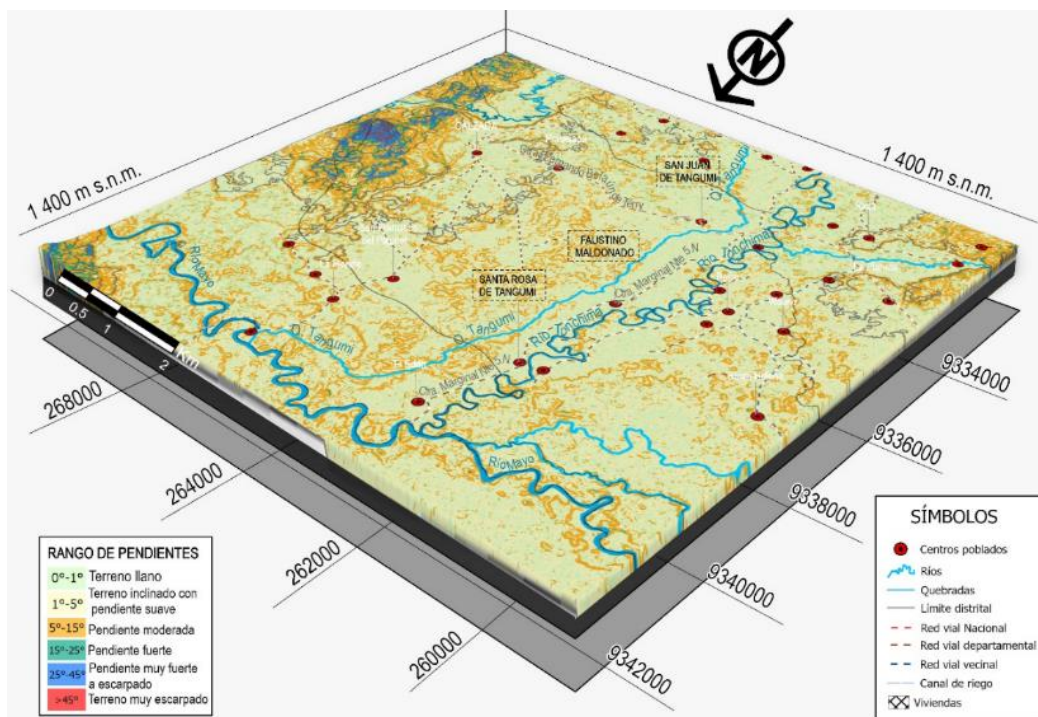


Figura 9. Pendientes del terreno de los poblados Santa Rosa de Tangumi, San Juan de Tangumi, Faustino Maldonado y alrededores.

4.2. Índice topográfico de Humedad

El índice topográfico de humedad (TWI) permite identificar los lugares potenciales donde se concentra la humedad o las zonas de acumulación de aguas de escorrentía superficial. La obtención de este indicador fue realizada mediante una secuencia de análisis de modelos digitales de terreno (MDT), procesados en SAGA GIS. Se puede observar que la acumulación de agua está influenciado por el curso del río Tonchima y la quebrada Tangumi, pendiente abajo en dirección N-S (Figura 12).

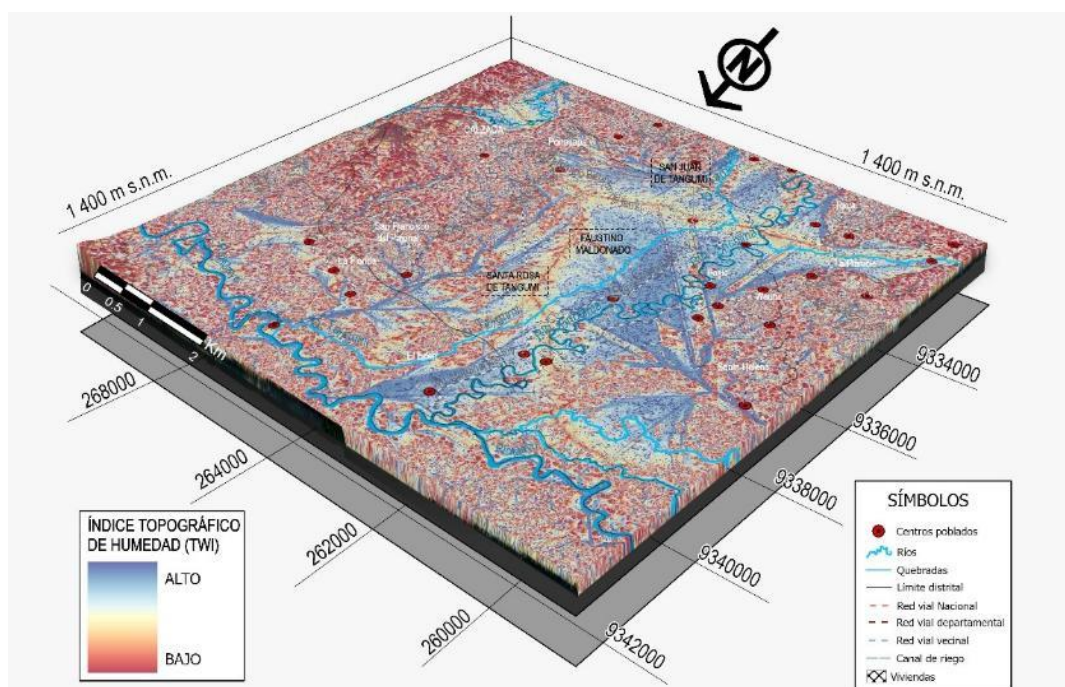


Figura 10. Mapa de acumulación de agua en el área evaluada y alrededores.

4.3. Unidades Geomorfológicas

Las unidades geomorfológicas registradas en los poblados evaluados y alrededores del distrito Calzada comprenden unidades degradacionales, erosionales y unidades depositacionales o agradacionales, las cuales se especifican en la tabla 5.

Tabla 8. Unidades geomorfológicas identificadas

Unidades geomorfológicas de carácter tectónico degradacional y erosional	
Unidad	Subunidad
Lomada	Lomada en roca sedimentaria (L-rs)
Monte isla	Monte isla en roca sedimentaria (MI-rs)
Unidades geomorfológicas de carácter fluvial	
Unidad	Subunidad
Terraza	Terraza aluvial (T-a)
Planicie inundable	Planicie inundable aluvial (PLI-a)
Otros	Cauce de río (CCR)

4.3.1. 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 o total de estos a través del tiempo geológico y bajo condiciones climáticas cambiantes (Villota, 2005).

Unidad de Lomada

Están representadas por relieves con alturas menores a los 300 m con respecto al nivel base local; diferenciándose las siguientes subunidades según el tipo de roca que las conforman y los procesos que han originado su forma actual, (Villota, 2005).

Subunidad de lomada en roca sedimentaria (L-rs)

Relieve modelado en secuencias sedimentaria del Grupo Sarayaquillo, compuesto por lutitas, areniscas, y limoarcillitas. Por su composición litológica, las cimas de estas lomadas son bajas, además se muestran suaves como terrazas planas disectadas por ríos meándricos como el Indoche, además las laderas no superan los 50 m desde cauce del río principal.

4.2.2 Unidades de carácter fluvial

Son resultado del conjunto de procesos geomorfológicos a los que se puede denominar constructivos, determinados por fuerzas de desplazamiento, como por agentes móviles, tales como: el agua de escorrentía, los vientos, entre otros; los cuales tienden a nivelar hacia arriba la superficie de la tierra, mediante el depósito de materiales sólidos resultantes de la denudación de terrenos más elevados. Esta geoforma se observa hacia el este del C.P. San Juan de Tangumi.

Unidades de Terraza

Corresponde a la acumulación de material muy heterogéneo, constituido por bloques, cantos, arenas, limos y arcilla inconsolidados ubicado en las laderas de las cadenas montañosas; estos depósitos suelen ocupar grandes extensiones. Se identificó las siguientes subunidades:

Subunidad de Terraza aluvial (T-a)

Son depósitos inconsolidados en superficies planas y elevadas sobre las márgenes de los ríos. Su superficie en el distrito de Calzada es plana y uniforme, con suaves ondulaciones y un suelo fértil debido a las acumulaciones de sedimentos depositados por las crecidas del río Tonchima. Este entorno es propicio para actividades humanas, como la agricultura, razón por la que en este lugar se cultivan variedades de frutas y especialmente arroz; además, esta geoforma está rodeado de una exuberante vegetación y es vulnerable a inundaciones periódicas debido a su ubicación cercana al río Tonchima y la quebrada Tangumi.

Unidades de Planicie inundable

Es un área de terreno plano o de muy baja pendiente adyacente a un río, arroyo o quebrada. Su característica fundamental es que está sujeta a inundaciones periódicas durante las crecidas producto de lluvias intensas, y/o extraordinarias. Esta unidad es el resultado directo de la dinámica fluvial, formándose por la acumulación de sedimentos que el río transporta y deposita fuera de su cauce principal.

Subunidad de planicie inundable aluvial (PLI-a)

Esta sub unidad corresponde a una extensión plana y baja que se forma a lo largo de los márgenes del río Tonchima y la quebrada Tangumi. Se forma 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. 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 asientan los centros poblados San Juan de Tangumi, Santa Rosa de Tangumi y Faustino Maldonado.

Otras geoformas fluviales

Cauce de río: Se caracteriza por una serie de curvas sinuosas o meandros que serpentean a lo largo de su recorrido. 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.



Figura 11. Cauce meándrico en proceso de estrangulamiento del río Tonchima. Se observa el estrechamiento del cauce (7m) cerca de los cultivos de arroz. Coordenadas UTM E:



Fotografía 5. Quebrada Tangumi (≈17m de ancho), se desborda en épocas de lluvias afectando a la población de Faustino Maldonado. Coordenadas UTM E: 263675; N: 9336379



Fotografía 6. Se observa inundación en los cultivos de arroz en temporada de lluvias intensas. Fuente: Municipalidad distrital de Calzada.

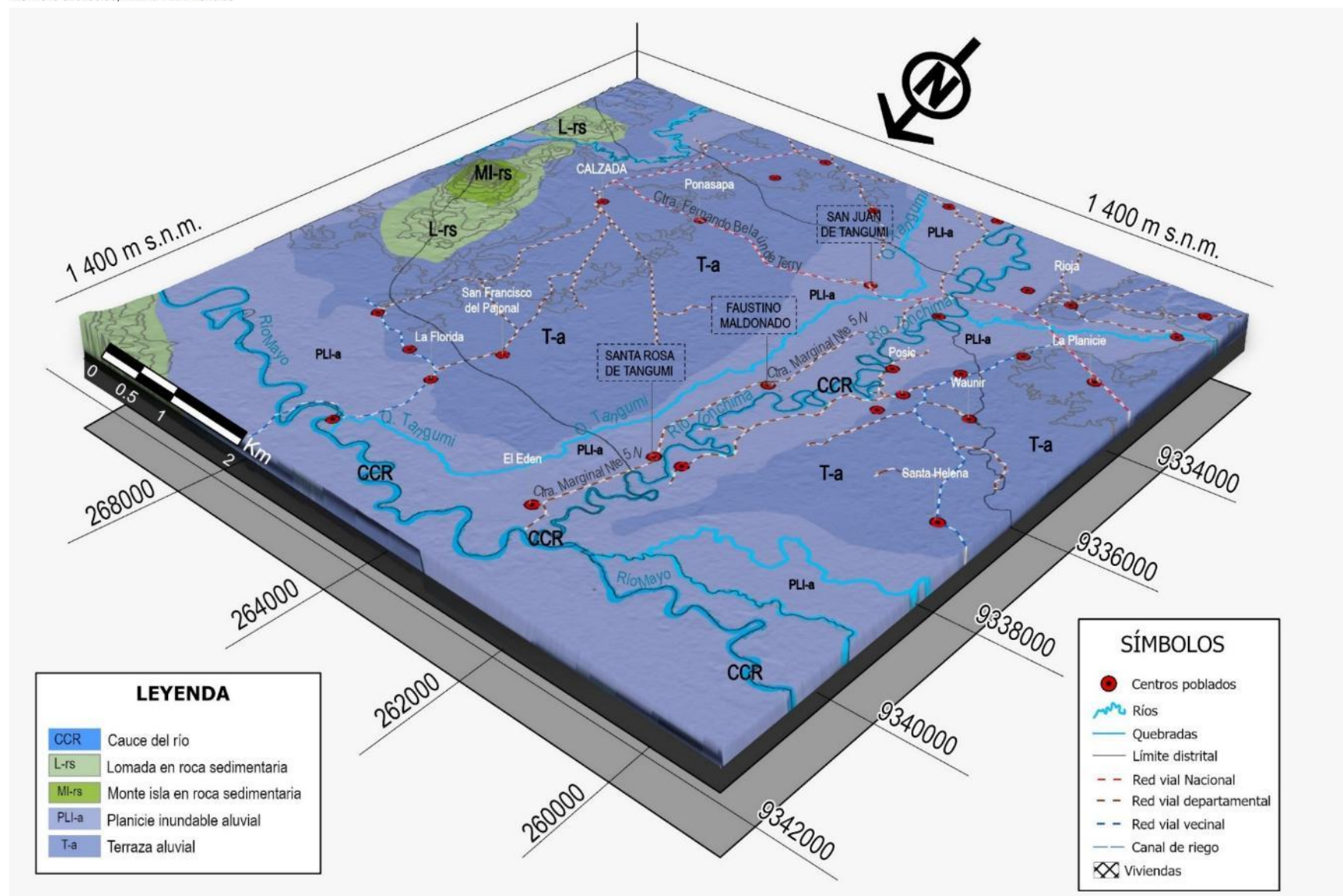


Figura 12. Representación geomorfológica 3D de los centros poblados San Juan de Tangumi, Santa Rosa de Tangumi, Faustino Maldonado y alrededores, distrito Calzada, provincia Moyobamba y departamento San Martín.

5. PELIGROS GEOLÓGICOS Y GEOHIDROLÓGICOS

Los movimientos en masa son parte de los procesos de denudación que moldean 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.

Los peligros geohidrológicos por otra parte son procesos relacionados con grandes cantidades de agua como ríos y lluvias intensas, como los identificados en los centros poblados San Juan de Tangumi, Santa Rosa de Tangumi y Faustino Maldonado y que vienen afectando las viviendas, campos de cultivos, colegios, centros de salud y locales comunales.

La caracterización de estos eventos se realizó en base a la información obtenida durante el trabajo en campo, donde se identificaron los tipos peligros geohidrológicos a través del cartografiado geológico y geodinámico, basado en la observación y descripción in situ; de igual modo, se tomaron datos con GPS, fotografías a nivel de terreno y sobrevuelo con dron y datos de la extensión de la inundación en estos sectores, proporcionados por representantes de la Municipalidad distrital de Calzada.

De acuerdo a los trabajos de campo y a las evidencias geomorfológicas que presenta el área de estudio, se interpreta que el terreno sobre el cual se asientan los centros poblados San Juan de Tangumi, Santa Rosa de Tangumi y Faustino Maldonado está conformado por depósitos de material fino depositados por el río Tonchima y la quebrada Tangumi en varios ciclos de crecidas y desbordes, cuyo último ciclo de inundación se produjo en febrero del 2025.

5.1 Centro poblado Santa Rosa de Tangumi

El centro poblado Santa Rosa de Tangumi se encuentra ubicado en la margen derecha del río Tonchima a una altura de 832 m s.n.m. presenta, hasta la fecha de inspección, una cantidad de viviendas de aproximadamente veinticinco.

Durante los fenómenos de inundación fluvial todas las estructuras asentadas en este poblado son afectadas, el agua alcanza los 60 a 70 cm que inunda parcialmente la Institución Educativa “Santa Rosa de Bajo Tangumi”, el puesto de salud, local comunal y campos de cultivos. Las inundaciones suelen permanecer durante un periodo aproximado de tres a cinco días hasta la disminución del nivel de inundación; sin embargo, en las zonas agrícolas este puede permanecer más tiempo hasta siete u ocho días debido a la mayor acumulación de agua producto del desnivel realizado para la siembra de cultivos locales, principalmente de arroz.

En la margen izquierda del río Tonchima se observa erosión fluvial (punto de referencia de coordenadas UTM Este:262992; Norte 9339581), la erosión toma la forma de media luna en dirección hacia el poblado, presenta una longitud de 80m, un ancho de 50m y una altura de 1.5m desde la superficie del agua hasta la superficie del cauce. Este punto se encuentra cerca de siete viviendas de Santa Rosa de Tangumi, los cuales se ven expuestos ante un posible desborde del río desde este punto de erosión. Según los pobladores del poblado y representantes del distrito de Calzada, la afectación por inundación fluvial sobrepasa los límites del distrito llegando hasta el poblado El Edén, colindando con las aguas del río Mayo, el cual, en temporada de lluvias aumenta su caudal formando una barrera natural a la altura de la desembocadura del río Tonchima, lo cual favorece el fenómeno de inundación tanto en Santa Rosa de Tangumi como en los demás centros poblados.

5.2 Centro poblado Faustino Maldonado

El centro poblado Faustino Maldonado se ubica en la margen derecha del río Tonchima, este poblado suele sufrir periódicamente los fenómenos de inundación fluvial debido al aumento del caudal del río como consecuencia de las intensas precipitaciones. En el punto UTM Este: 262080; Norte: 9335858 se ha construido un muro de 1m de altura y 40m de longitud que rodea un canal y forma una barrera física de protección en la margen derecha del río con intención de protegerse de las crecidas y a su vez los sembríos. Sin embargo, esta no es suficiente y las cosechas de arroz se suelen perder en épocas de desborde. Según los representantes de la municipalidad de Calzada cuando hay ocurrencia de desborde, la inundación en este sector llega a una altura de 1.5m, afectando los campos de cultivo perjudicando las cosechas en dicha temporada.

En el punto Este: 262614; Norte: 9336603 el río presenta un ancho de 45m, se puede observar la margen derecha erosionada en un tramo de ≈90m. Otro punto de erosión se observa en: Este: 262335; Norte: 9336444 con una extensión de ≈100m (figura 18). A 180 m de este punto en la margen derecha, se ubican expuestas tres viviendas donde habitan cuatro familias que poseen sembríos de arroz (como la mayoría de los pobladores de estos sectores), sin embargo, existen otros cultivos como: sopote, carambola, taparibá, huavas, naranja, plátano, limón, entre otros. Según lo comentado por estos pobladores las inundaciones cubren sus cultivos hasta una altura de 0.3 m sobre la superficie.

5.3 Centro poblado San Juan de Tangumi

El centro poblado San Juan de Tangumi se encuentra ubicado en la margen derecha del río Tonchima y margen derecha de la quebrada Tangumi, a una altura de 834 m s.n.m.

A raíz de las fuertes y repetidas precipitaciones, hay un aumento periódico del caudal del río Tonchima que provocan inundaciones fluviales y que alcanzan gran parte de las estructuras del centro poblado San Juan de Tangumi (viviendas, locales, colegio, etc); sin embargo, las crecidas del caudal y desborde de la quebrada Tangumi también generan inundación, las aguas se mezclan generando una fuente de inundación aguas abajo en dirección sureste. Las características observadas y la información brindada por los pobladores y las autoridades del distrito exponen lo siguiente:

En el punto de coordenadas referenciales UTM E: 263905; N:9331709, el sector se inundó hasta 1m de distancia de la carretera Fernando Belaúnde Terry a lo largo de ≈100 m alcanzando al Comité de Usuarios de Agua, viviendas y la I.E “N°00801” (figura 13). Por otro lado, la población hace mención que el año 2022 la inundación alcanzó la parte posterior del colegio (figura 19); sin embargo, el año 2025 la inundación no alcanzó este sector; estas condiciones varían de acuerdo a la intensidad de las lluvias, cantidad de agua desbordada, la topografía y los posibles cambios antrópicos del sector.

En el punto GPS E: 263814; N: 9336557, la quebrada Tangumi tiene un ancho de 17m y una profundidad de 1.5m aproximadamente, el agua se encuentra a 1m bajo la terraza inundable, aguas arriba en el punto (E: 263982; N: 9336660), se observa parte de la quebrada erosionada en ambas márgenes en una longitud de 25m (margen izquierdo) y 35m (margen derecho). Al igual que el caudal del río Tonchima, el incremento de las precipitaciones aumenta el caudal de la quebrada provocando desbordes, sus aguas se unen a las aguas desbordadas del Tonchima afectando gran parte del poblado en dirección S-N.

Según la información brindada por representantes de la Municipalidad Distrital de Calzada el origen del desborde del río Tonchima ocurre en el punto UTM E:262677; N: 9330092, a partir del cual ocurre un desplazamiento a favor de la pendiente en dirección SO-NE y posterior S-N, a través de la llanura de inundación, en su recorrido genera inundaciones de campos de cultivos (principal medio de vida de las poblaciones descritas), locales, centro de salud y viviendas de los tres centros poblados alcanzando un área promedio total de $\approx 102.92 \text{ Km}^2$.



Figura 13. A. Inundación del Comité de usuarios de agua en San Juan de Tangumi. Se observa también la afectación de la I.E 00801" (Fuente: Municipalidad distrital de Calzada) **B.** Estado actual (2025).



Figura 14. Afectación de viviendas por la inundación ocurrida el año 2025. Fuente: Municipalidad distrital de Calzada



Figura 15. Erosión de las márgenes de la carretera marginal Norte 5N producto de las constantes inundaciones en los sectores.



Figura 16. Inundación en el centro poblado, San Juan de Tangumi Santa Rosa de Tangumi y Faustino. Fuente: Municipalidad distrital de Calzada.

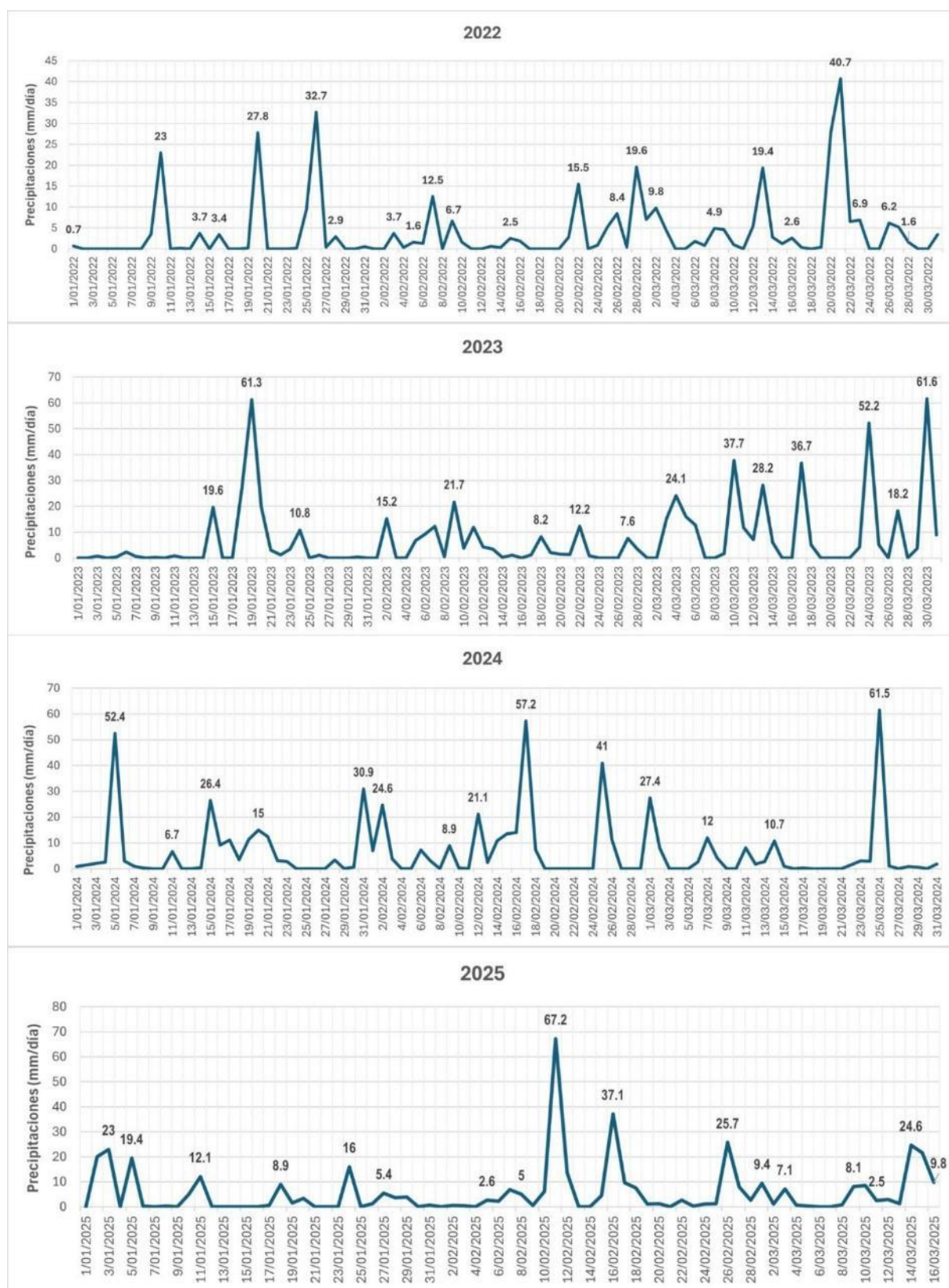


Figura 17. Picos de precipitaciones en los meses de enero-marzo, en los años 2022 al 2025. Fuente: SENAMHI



Figura 18. Proceso de erosión fluvial en la margen derecha del río Tonchima. Coordenadas UTM E: 262335; N: 9336444.



Figura 19. Vivienda afectada por la inundación ocurrida el año 2022, la altura del agua en este punto alcanzó los 0.21m.

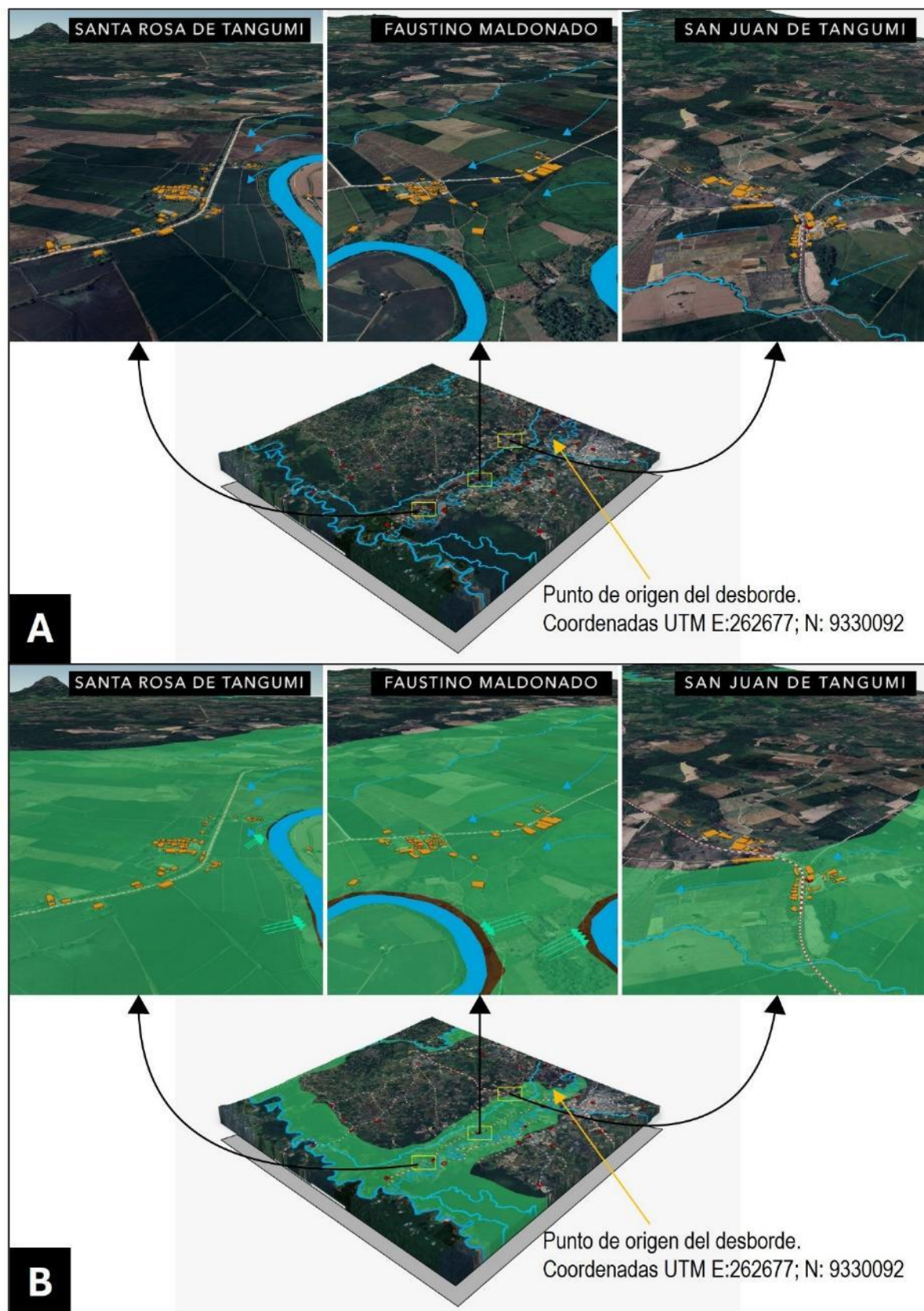


Figura 20. A. Representación de los CC.PP. San Juan de Tangumi, Santa Rosa de Tangumi Faustino Maldonado. **B.** Superficie de inundación y afectación en los poblados.

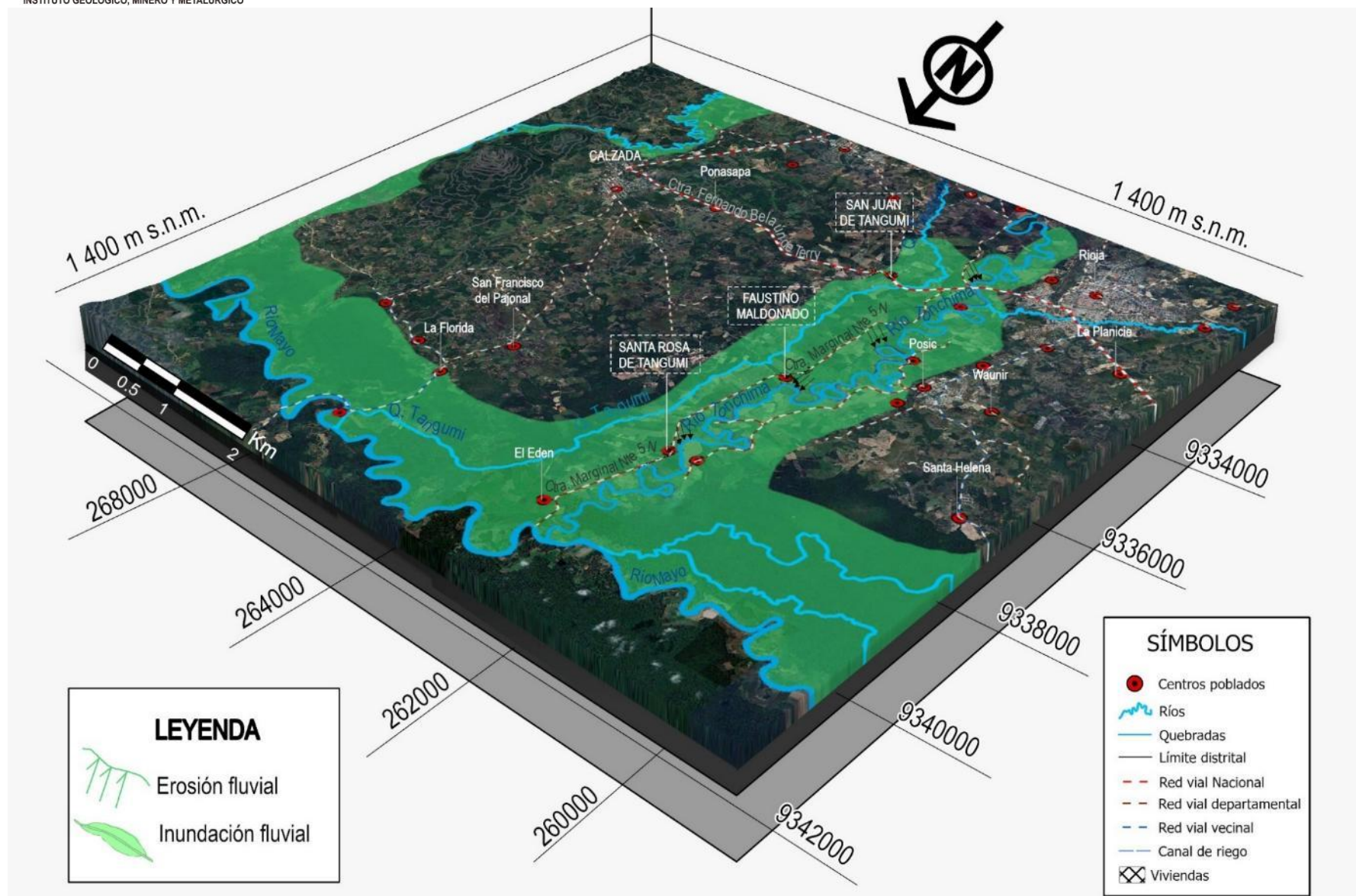


Figura 21. Representación 3D de los peligros geológicos en los centros poblados San Juan de Tanguini, Santa Rosa de Tanguini y Faustino Maldonado y alrededores, distrito Calzada, provincia Moyobamba y departamento San Martín.

5.4 Factores condicionantes

A continuación, se detallan los principales factores que podrían condicionar la ocurrencia de los peligros geohidrológicos identificados en el distrito de Calzada.

Tabla 9. Factores condicionantes para la generación de inundaciones y erosión fluvial.

Factor Condicionante	Descripción	Efecto en las erosiones e inundaciones
Características geológicas	-Naturaleza del suelo: El tipo de suelo y su origen, así como sus características de permeabilidad afecta la capacidad de absorción del agua.	- Los suelos de alto contenido de sedimentos finos como arcillas y limos aumentan el grado de impermeabilidad, lo que a su vez aumenta la escorrentía superficial, contribuyendo al rápido avance del agua y favoreciendo la saturación e inundación. Por otro lado, los suelos de origen aluvial y fluvial se forman por deposición de sedimentos en varios periodos de inundaciones, por lo cual se les considera susceptibles a estos procesos.
Características geomorfológicas	-Geoformas: las planicies de inundación y las terrazas aluviales son propensas a inundaciones fluviales.	- En terrenos de pendiente suave, el agua se acumula y puede provocar inundaciones por estancamiento. En terrenos inclinados, el agua fluye rápidamente, aumentando el riesgo de desbordamientos.
	-Pendiente del terreno: La inclinación del terreno influye en la velocidad con la que el agua fluye.	-Las pendientes suaves del terreno influyen en la susceptibilidad a inundaciones al influir sobre el drenaje y la escorrentía superficial. En terrenos con pendientes suaves, el agua tiende a moverse más lentamente, esto resulta en la acumulación de agua sobre la superficie. Además, los suelos de pendientes suaves pueden tener una menor capacidad de infiltración, especialmente si están compuestos por materiales finos.
	-Ancho, forma y profundidad del cauce de río: Determina la capacidad del río para manejar grandes volúmenes de agua.	- La característica meándrica de ríos como el Tonchima favorecen procesos de deposición y erosión fluvial, esto sumado a las partes de menor profundidad y más angostas que se encuentran bajo una descarga pluvial intensa y/o extraordinaria, tienen mayor probabilidad de desbordarse cuando el caudal de agua aumenta. contribuyen a los procesos de desborde y posterior inundación de la zona.
Hidrología	-Dinámica fluvial: Durante lluvias intensas, el agua puede acumularse rápidamente y superar la capacidad del cauce.	- La dinámica fluvial propia de ríos meándricos puede causar inundaciones debido a su curso sinuoso y prolongado. Los meandros pueden crear diques naturales que se rompen durante crecidas extremas, liberando grandes volúmenes de agua causando inundaciones repentinas aguas abajo. Además, su curso sinuoso favorece la erosión de sus márgenes.
Historial de inundaciones	-Inundaciones pasadas: Las áreas que han experimentado inundaciones previas son más vulnerables debido a cambios en la estructura del cauce o la acumulación de sedimentos.	- Las inundaciones pasadas pueden haber alterado la capacidad de drenaje de un área, haciendo que los ríos sean más propensos a desbordarse en el futuro. - Los ríos con altos niveles de sedimentación tienen menor capacidad de retención y pueden desbordarse más fácilmente durante lluvias intensas.

5.5 Factores desencadenantes

Se detallan las precipitaciones como principal factor detonante.

Tabla 10. Factores desencadenantes para la generación de inundaciones y erosión fluvial.

Factor Desencadenante	Descripción	Efecto en las inundaciones
Precipitaciones pluviales	- Lluvias intensas: Precipitaciones muy intensas en un corto periodo de tiempo. - Lluvias prolongadas: Lluvias que se extienden durante varios días.	- Las precipitaciones intensas aumentan el caudal de ríos y quebradas generando desbordes y posterior acumulación de agua, así mismo las intensas precipitaciones provocan saturación de suelos con alto contenido de material fino como limo y arcillas, al verse saturados estos no pueden absorber más agua favoreciendo tanto las inundaciones fluviales como pluviales. - Cuando el agua cae más rápido de lo que el suelo puede absorber o el sistema de drenaje puede evacuar, se produce una escorrentía excesiva que puede desbordar los ríos.

5.6 Factores Antrópicos

Tabla 10. Factores antrópicos para la generación de inundaciones fluvial.

Factor Antrópico	Descripción	Efecto en las inundaciones
Modificación de los sistemas de drenaje	- Construcción de alcantarillados y canales de drenaje: Si no están diseñados para manejar grandes caudales de agua pueden agravar las inundaciones. Estos sistemas, cuando se bloquean o se sobrecargan durante lluvias intensas, no permiten el flujo adecuado del agua.	- La incapacidad de estos sistemas para evacuar el agua puede provocar desbordamientos, inundando áreas urbanas y rurales, especialmente en eventos de lluvias intensas y prolongadas.
Extracción excesiva de agua mediante canales	- La extracción de grandes cantidades de agua de ríos para uso humano, industrial o agrícola puede alterar el balance natural del agua en los ríos. - Esto puede reducir el caudal del río, afectando su dinámica natural.	- El menor caudal y sedimentación reducen la capacidad del río para manejar lluvias intensas, lo que aumenta el riesgo de inundación cuando los caudales vuelven a subir bruscamente.

6. CONCLUSIONES

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

- a) Los depósitos fluviales y aluviales en el distrito de Calzada, generados por el río Tonchima y la quebrada Tangumi, son altamente susceptibles a la erosión y a inundaciones periódicas debido a su naturaleza no consolidada. Están conformados por gravas (20%), arenas (20%), arcillas y limos (60%). Presentan baja permeabilidad y baja compactación.
- b) Los poblados San Juan de Tangumi, Santa Rosa de Tangumi y Faustino Maldonado se encuentran dentro de la zona de inundación del río Tonchima y la quebrada Tangumi. Las terrazas en tiempos de estiaje llegan a tener alturas hasta de 2 m, con respecto al nivel del río. Pero en tiempos de lluvias muchas veces estos sectores se llegan a inundar.
- c) Las unidades geomorfológicas corresponden a terrazas aluviales y planicie inundable aluvial, que confluyen con el cauce meándrico del río Tonchima. Así, por su pendiente baja (0-5°) y geomorfología, toda el área es propensa a inundaciones debido a la menor velocidad de escorrentía del agua, que permite una acumulación prolongada durante eventos de lluvia intensa o prolongada y en casos de desbordamientos.
- d) Se identificaron canales de agua para uso agrícola; sin embargo, este sistema no es adecuado ya que mantiene grandes áreas saturadas, dificultando la escorrentía superficial y favoreciendo la acumulación de agua, aumentando la susceptibilidad a inundación.
- e) La baja pendiente de los cauces de los ríos Tonchima y la quebrada Tangumi limita las altas velocidades en sus cursos de agua; sin embargo, su poder erosivo sigue siendo constante en sus márgenes especialmente en las márgenes externas del río Tonchima, por ser un río sinuoso meándrico, lo que además favorece procesos de erosión fluvial.
- f) Durante periodos de lluvias intensas, los caudales provenientes de la quebrada Tangumi y del río Tonchima incrementan su volumen y confluyen en un solo curso con dirección predominante sur-norte (S-N), generando procesos de inundación que afectan a los centros poblados San Juan de Tangumi, Faustino Maldonado y Santa Rosa de Tangumi. El flujo continúa aguas abajo atravesando los poblados La Florida y El Edén —estos últimos fuera de la jurisdicción del distrito de Calzada— hasta su desembocadura en el río Mayo. La dinámica hidrológica descrita da lugar a un área potencial de inundación aproximada de $\approx 102.92 \text{ Km}^2$.
- g) Los centros poblados San Juan de Tangumi, Santa Rosa de Tangumi y Faustino Maldonado presentan afectación recurrente por inundaciones fluviales, siendo las viviendas y los campos de cultivo (principal actividad económica local) los elementos más vulnerables. Asimismo, se identifican como elementos expuestos instituciones educativas, establecimientos de salud e infraestructura comunitaria en general
- h) De acuerdo con las condiciones geológicas, geomorfológicas y procesos de geodinámica externa evaluados, los centros poblados San Juan de Tangumi, Santa Rosa de Tangumi y Faustino Maldonado, son considerados **zonas críticas de Peligro Alto** ante procesos de erosión e inundación fluvial.

7. RECOMENDACIONES

En base a la evaluación de peligros geológicos realizado en el presente informe, se brindan las siguientes recomendaciones:

No estructurales:

- a) Realizar una Evaluación de Riesgos-EVAR en las áreas afectadas por inundación y erosión. A fin de identificar las zonas expuestas, elementos expuestos y los niveles de vulnerabilidad, lo cual conlleve a estimar el riesgo y el costo-beneficio de las obras estructurales propuestas.
- b) Realizar un estudio hidrológico y simulación de modelos de inundación, en el río Tonchima y la quebrada Tangumi, en base a información hidrométrica y pluviométrica existente, con periodos de retorno de 10, 25, 50, 100 y 500 años, lo cual nos conlleve a determinar y zonificar el área de inundación.
- c) Desarrollar políticas de planificación urbana, de tal manera que limiten la construcción en áreas susceptibles a inundación o zonas muy cercanas a los márgenes de los ríos. En caso de que no exista un plan urbanístico, se debe realizar uno considerando el presente estudio y el análisis del EVAR. De esta manera, se garantizará la seguridad de la población e infraestructura y se minimizarán los riesgos a largo plazo.
- d) Gestionar con la Autoridad Nacional del Agua-ANA estudios de fajas marginales en el río Tonchima y la quebrada Tangumi. Asimismo, se deben realizar la monumentación de hitos e impedir la construcción de viviendas en las áreas intangibles.
- e) Fiscalizar y restringir la construcción de viviendas y el asentamiento de personas en las zonas delimitadas como zona intangible de faja marginal establecida por la ANA.
- f) Implementar un Sistema de Alerta Temprana, esto para garantizar la seguridad de los habitantes y facilitar una respuesta rápida y efectiva ante emergencias tanto para el accionar de las autoridades distritales como para la evacuación de la población afectada.
- g) Identificar y señalizar rutas de evacuación y zonas seguras en las zonas elevadas no inundables, ante una posible inundación fluvial y/o pluvial. Los trabajos deben ser realizados de manera articulada: población-autoridades locales-instituciones técnicas (DDI San Martín).
- h) Promover prácticas agrícolas sostenibles para evitar el uso de métodos de cultivo que favorezcan la erosión y saturación del suelo y la sedimentación de los ríos, como la agricultura intensiva en laderas sin protección vegetal y/o saturando frecuentemente el terreno, sobre todo en temporadas de inundación.
- i) Implementar un programa de reforestación en todo el distrito de La Calzada, y educar a los pobladores para evitar la deforestación y/o quema de vegetación.

Estructurales:

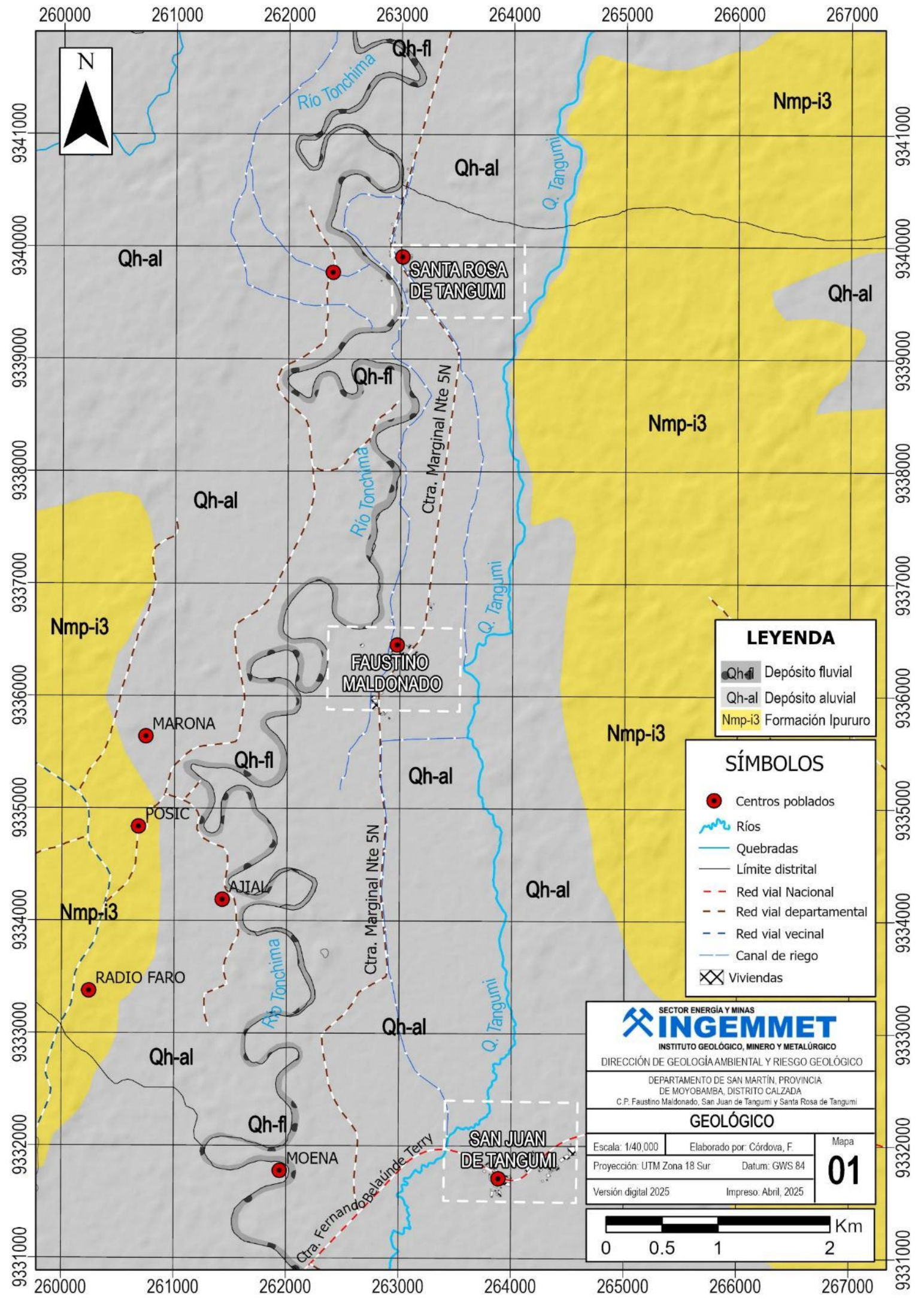
- a) Construir y mantener infraestructuras de drenaje adecuados y eficientes para canalizar el agua de lluvia lejos del área habitada y hacia cursos de agua seguros o sistemas de retención.
- b) Construir diques o muros de contención a lo largo del cauce del río Tonchima y la quebrada Tangumi (en base a la simulación de modelos de inundación) a fin de reducir el efecto de inundaciones y contener el flujo de agua durante periodos de crecida con la finalidad de proteger a la población y las viviendas de los centros poblados mencionados.
- c) Redefinir la elevación de infraestructuras, en base a la simulación de modelos de inundación, como: viviendas, puentes y sistemas de suministro de agua, por encima del nivel de inundación como medida de protección ante los daños causados por el agua.
- d) 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 los centros poblados.

Nota: Las medidas estructurales deben ser realizados por profesionales especialistas con experiencia en este tipo de procesos fluviales.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Cruden, D.M. & Varnes, D.J. (1996). Landslides Types and Processes in Turner, A.K and Schuster, R.L. Editores (1996). Landslides Investigation and Mitigation, Special Report 247, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., 672 p.
- Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2020). Evaluación de peligros geológicos del sector Anantigua – Shancayan. Región Áncash, provincia Yungay, distrito Mancos. INGEMMET. Informe técnico N° A6994, 30p
- Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI (2017) – Directorio nacional de Centros Poblados. Censos Nacionales 2017: XII de Población; VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. (Consulta: noviembre 2021). Disponible en: <http://sige.inei.gob.pe/test/atlas/>
- Núñez, S. & Luque, G. (2010) - Riesgos Geológicos en la Región San Martín. *INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica*, 42, 200 p., 11 mapas
- 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
- Senamhi. (2020). Climas del Perú - Mapa de Clasificación Climática Nacional. <https://www.senamhi.gob.pe/?p=mapa-climatico-del-peru>.
- Valdivia, W.; Chacaltana, C.; Chumpitaz, M. & Benites, A. (2024) - *Actualización de la Cartografía Geológica del cuadrángulo de Moyobamba (13j1, 13j2, 13j3, 13j4)*. Lima: Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico, 63 p. INGEMMET, Boletín Serie L: Actualización Carta Geológica Nacional (Escala 1: 50 000), 61.
- Villota, H. (2005). Geomorfología Aplicada a Levantamientos Edafológicos y Zonificación Física de Tierras (2a ed.). Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

ANEXOS



LEYENDA

- Qh-fl Depósito fluvial
- Qh-al Depósito aluvial
- Nmp-i3 Formación Ipururo

SÍMBOLOS

- Centros poblados
- Ríos
- Quebradas
- Límite distrital
- Red vial Nacional
- Red vial departamental
- Red vial vecinal
- Canal de riego
- Viviendas

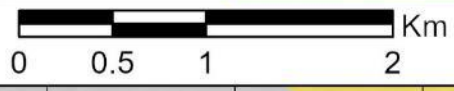
SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

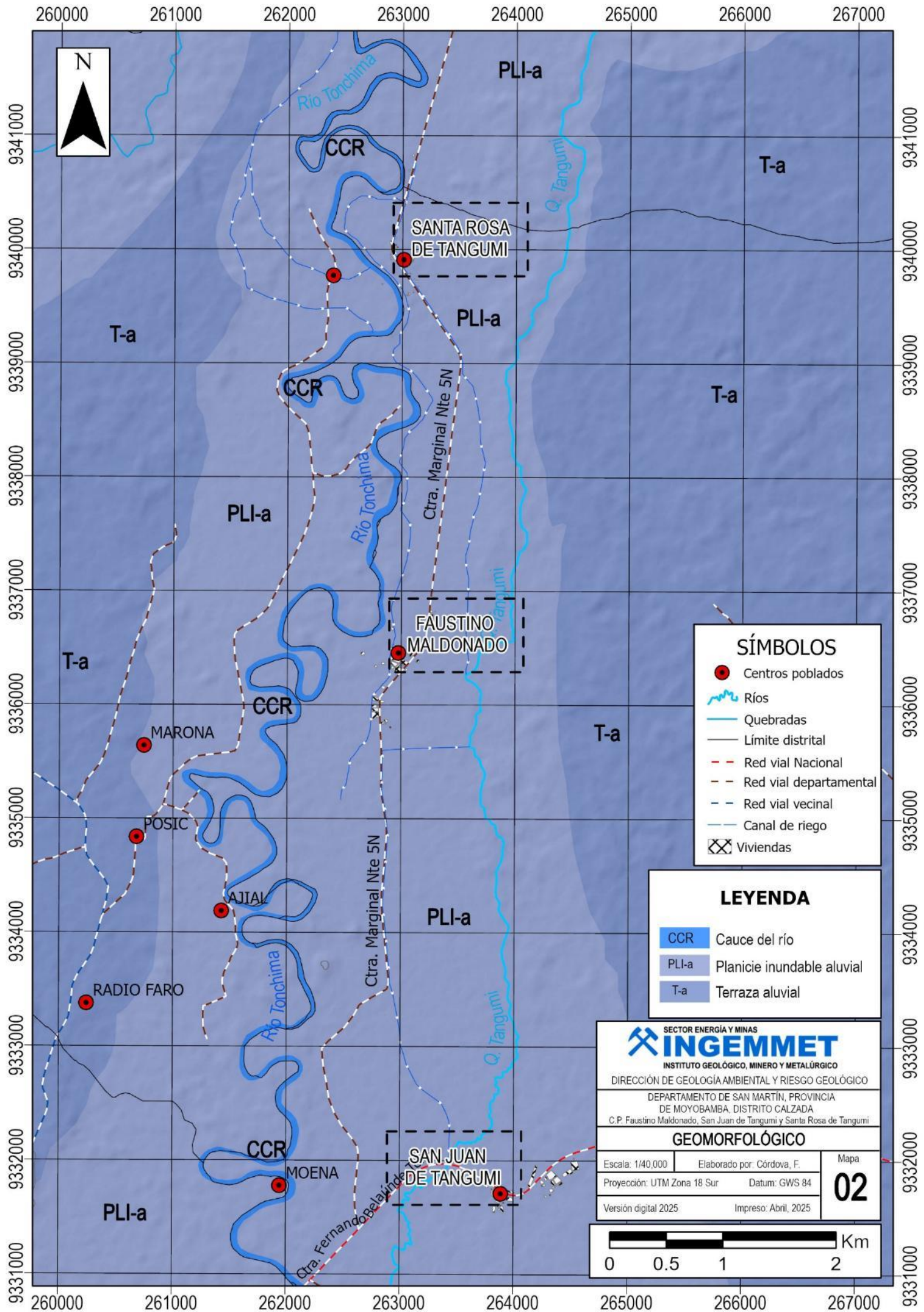
DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

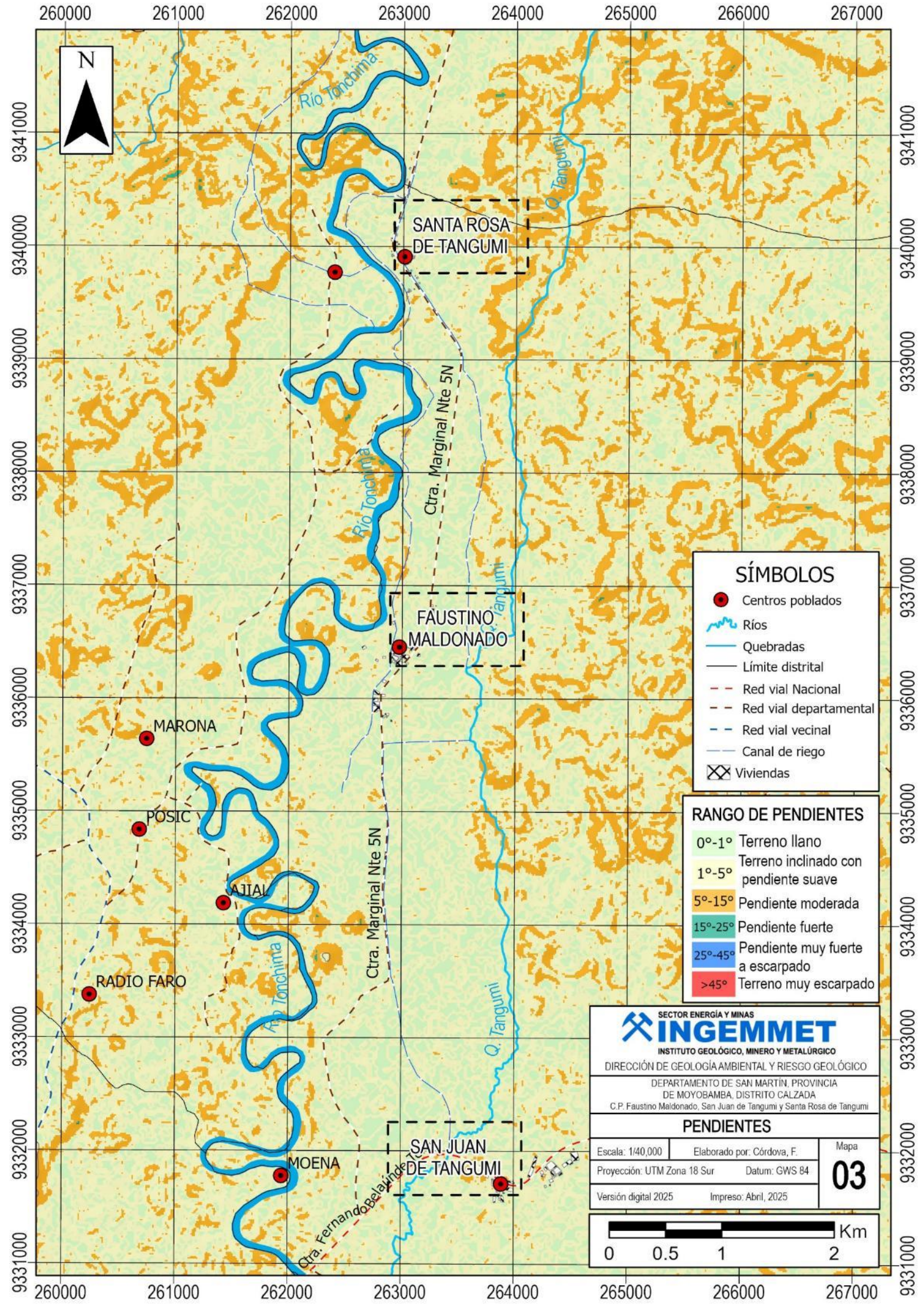
DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN, PROVINCIA DE MOYOBAMBA, DISTRITO CALZADA
C.P. Faustino Maldonado, San Juan de Tangumi y Santa Rosa de Tangumi

GEOLÓGICO

Escala: 1/40,000	Elaborado por: Córdova, F.	Mapa
Proyección: UTM Zona 18 Sur	Datum: GWS 84	01
Versión digital 2025	Impreso: Abril, 2025	







SÍMBOLOS

- Centros poblados
- Ríos
- Quebradas
- Límite distrital
- Red vial Nacional
- Red vial departamental
- Red vial vecinal
- Canal de riego
- Viviendas

RANGO DE PENDIENTES

- 0°-1° Terreno llano
- 1°-5° Terreno inclinado con pendiente suave
- 5°-15° Pendiente moderada
- 15°-25° Pendiente fuerte
- 25°-45° Pendiente muy fuerte a escarpado
- >45° Terreno muy escarpado

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO
DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN, PROVINCIA DE MOYOBAMBA, DISTRITO CALZADA
C.P. Faustino Maldonado, San Juan de Tangumi y Santa Rosa de Tangumi

PENDIENTES

Escala: 1/40,000	Elaborado por: Córdova, F.	Mapa
Proyección: UTM Zona 18 Sur	Datum: GWS 84	03
Versión digital 2025	Impreso: Abril, 2025	

