

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

**Informe Técnico N° A7045**

# **EVALUACIÓN DE LA EROSIÓN FLUVIAL E INUNDACIÓN EN EL CASERÍO SANTA LUCÍA**

Región Loreto  
Provincia Alto Amazonas  
Distrito Yurimaguas



## INDICE

<b>RESUMEN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.0 INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>2</b>
1.1 OBJETIVOS DEL ESTUDIO .....	2
1.2 ANTECEDENTES .....	3
1.3 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	3
1.4 ACCESIBILIDAD .....	5
1.5 CLIMA.....	5
1.6 HIDROGRAFÍA.....	5
<b>2.0 METODOLOGÍA.....</b>	<b>5</b>
2.1 GABINETE I .....	5
2.2 INVESTIGACIONES DE CAMPO .....	5
2.3 GABINETE II .....	6
<b>3.0 ASPECTOS GEOLÓGICOS .....</b>	<b>6</b>
3.1 UNIDADES LITO-ESTRATIGRÁFICAS.....	6
<b>4.0 ASPECTOS GEOMORFOLOGICOS .....</b>	<b>8</b>
4.1 UNIDAD DE COLINAS .....	8
4.2 UNIDAD DE PLANICIES .....	8
<b>5.0 PELIGROS GEOHIDROLÓGICOS .....</b>	<b>9</b>
5.1 EROSIÓN FLUVIAL .....	9
5.2 INUNDACIÓN FLUVIAL .....	14
<b>6.0 MEDIDAS CORRECTIVAS.....</b>	<b>14</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>15</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>16</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>17</b>

## RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de los eventos geodinámicos que afectan el área urbana y rural del caserío Santa Lucía, distrito de Yurimaguas, provincia de Alto Amazonas, región Loreto. 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 geológica actualizada, confiable, oportuna y accesible.

El objetivo del informe es evaluar los procesos geodinámicos en el área urbana y rural del caserío Santa Lucía, asentado sobre una terraza aluvial, donde se observaron peligros geohidrológicos como erosión fluvial e inundación, generados por la dinámica fluvial del río Paranapura.

La zona de estudio presenta una morfología de terrazas aluviales que limitan con colinas de baja elevación. Las características geológicas indican la presencia de depósitos cuaternarios de origen aluvial, depositados por la dinámica fluvial de los ríos Paranapura.

Como parte de la metodología de evaluación se ha realizado el análisis multitemporal de la migración del cauce activo del río Paranapura, en el tramo de 700 m, que comprende el área urbana de Santa Lucía. El análisis se ha realizado comparando imágenes satelitales históricas disponibles en geoservidor Google Earth 2020. Dichas imágenes corresponden a las fechas de: 12/2009, 04/2013 y 07/2018.

El resultado de la evaluación refiere una tasa de erosión promedio mensual de 0.63 m y anual de 7.57 m, es decir que cada mes y año respectivamente, la ribera derecha retrocede ese promedio de distancia hacia tierra adentro. Asimismo, la tasa del área erosionada promedio mensual y anual asciende a 0.02 ha y 0.24 ha respectivamente.

Los procesos erosivos están ligados a la actividad del río Paranapura, el cual, en el sector de Santa Lucía, presenta un cauce cóncavo, por lo cual, el flujo golpea directamente la ribera derecha, socavando el terreno arcillo arenoso.

Los eventos de inundación están asociados únicamente al aumento de caudal del río Paranapura, debido a las precipitaciones pluviales intensas que caen en la zona. Como factor condicionante corresponde a la pendiente relativamente plana de la terraza aluvial sobre la que se localiza el caserío, afectando severamente el puerto fluvial y las viviendas asentadas a lo largo de la zona ribereña.

Por tanto, debido a la recurrencia y magnitud de los peligros geohidrológicos de erosión fluvial e inundación, el caserío Santa Lucía califica como una zona de PELIGRO MUY ALTO, por lo que se recomienda la construcción de una defensa ribereña en el tramo erosivo de 700 m, que abarca la zona urbana de la localidad. Es importante mencionar, que llevar a cabo una obra hidráulica como la que se recomienda, requerirá de un costo oneroso para su ejecución; por lo que debe considerarse también la posibilidad de una reubicación.

## 1.0 INTRODUCCIÓN

El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), dentro de sus distintas funciones brinda asistencia técnica de calidad e información actualizada, confiable, oportuna y accesible en geología, que permite identificar, caracterizar, evaluar y diagnosticar aquellas zonas urbanas o rurales, que podrían verse afectadas por fenómenos geológicos que pudiera desencadenar en desastres. Estos estudios, concebidos principalmente como herramientas de apoyo a la planificación territorial y la gestión del riesgo (planes de emergencia), son publicados en boletines y reportes técnicos. Esta labor es desarrollada, principalmente, por la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico a través de la ACT.7: Evaluación de peligros geológicos y consideraciones geotécnicas a nivel nacional.

El Gobierno Regional de Loreto, solicita mediante Oficio N° 1365-2017-GRL-ORDN de fecha 09 de noviembre del 2017 la evaluación de procesos de erosión fluvial e inundación en el caserío de Santa Lucía, distrito de Yurimaguas, provincia de Alto Amazonas, región Loreto.

Para la evaluación de los peligros geohidrológicos el INGEMMET, a través de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico, dispuso una brigada especializada para que evalúe las zonas afectadas. La brigada estuvo conformada por el especialista Ing. Abraham Gamonal Sánchez para realizar la inspección técnica. Los trabajos de campo se realizaron el día 7 de diciembre del 2019.

La evaluación técnica, se basó en la recopilación y análisis de información existente de trabajos anteriores realizados por el INGEMMET y otras instituciones competentes, la interpretación de imágenes satelitales de la zona de estudio, preparación de mapas temáticos preliminares para trabajos de campo, toma de datos en campo (fotografías y puntos de control con GPS), cartografiado geológico y geodinámico en campo, y finalmente la redacción del informe técnico.

Este informe, se pone en consideración del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), autoridades y funcionarios competentes, para la ejecución de medidas de mitigación y reducción del riesgo, a fin de que sea un instrumento técnico para la toma de decisiones.

### 1.1 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

- Evaluar los procesos geodinámicos en el caserío de Santa Lucía, donde se han observado peligros geohidrológicos de erosión fluvial e inundación, generados por la dinámica fluvial del río Parapapura.
- Implementar medidas correctivas en forma puntual e integral, esto servirá para que las autoridades competentes actúen adecuadamente, en la prevención y reducción del riesgo de desastres en la zona evaluada.

## 1.2 ANTECEDENTES

- **Oficio N° 1365-2017-GRL-ORDN:** Documento en el cual se solicita la evaluación de procesos de erosión fluvial e inundaciones en el caserío Santa Lucía, distrito de Yurimaguas, provincia de Alto Amazonas, región Loreto.
- **Informe Técnico N° 005-2018-ANA-AAA-A-ALA.AA/VPSC – Autoridad Nacional del Agua:** Reporta los daños ocasionados por un evento de inundación fluvial en el caserío de Santa Lucía, el cual ha generado erosión en la ribera derecha del río Parapapura afectando a una población de 450 habitantes que conforman 64 familias. Concluye calificando a la zona como de Peligro Alto y recomienda la construcción de una defensa ribereña.

## 1.3 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La zona de estudio se desarrolla en el caserío de Santa Lucía (figura 1 y cuadro 1), el cual se ubica a 22.0 km al noroeste de la ciudad de Yurimaguas, capital del distrito del mismo nombre, provincia de Alto Amazonas, región Loreto.

El acceso desde la ciudad de Tarapoto se realiza siguiendo la vía asfaltada Tarapoto – Yurimaguas, con una duración de 3.00 horas. Se sigue la vía afirmada que va hacia la localidad de Munichis y hacia el caserío de Santa Lucía.

Cuadro 1: Coordenadas de ubicación de la zona evaluada

Localidad	Coordenadas UTM, Zona 18 S		Coordenadas Geográficas	
	Norte	Este	Latitud	Longitud
Santa Lucía	9349207	358427	5°53'10.52"S	76°16'43.95"O

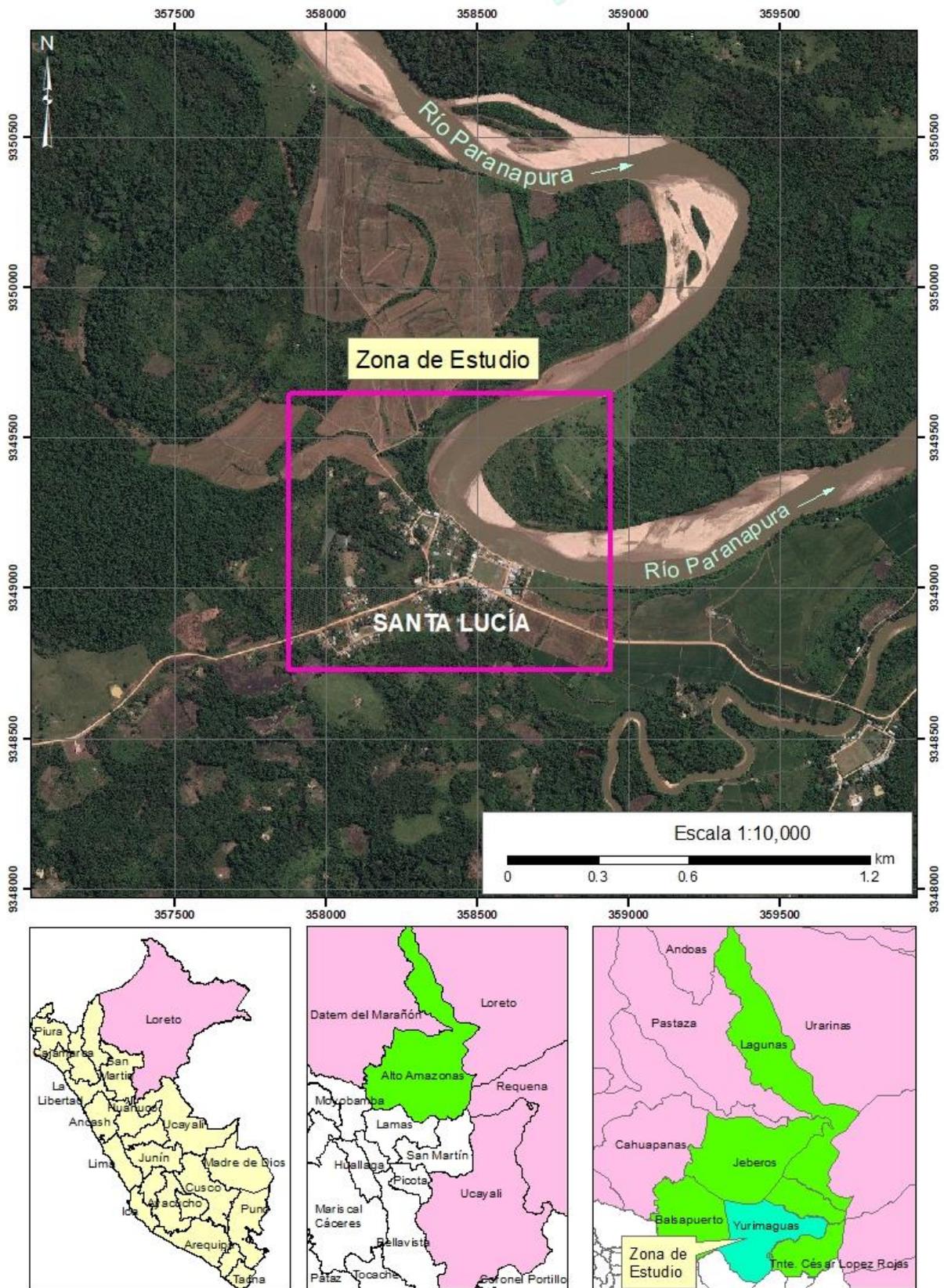


Figura 1: Ubicación de zona de estudio.

## 1.4 ACCESIBILIDAD

El acceso a la zona de evaluación se realiza siguiendo el itinerario indicado en el cuadro 2, partiendo de la ciudad de Tarapoto.

Cuadro 2: Ruta de acceso a la zona de evaluación.

Tramo	Tipo de Acceso	Tipo de Via	Longitud (km)	Duración
Tarapoto - Yurimaguas	Terrestre	Asfaltada	132.00	3.00 horas
Yurimaguas - Munichis - Santa Lucía	Terrestre	Asfaltada - Afirmada	22.00	30 minutos

## 1.5 CLIMA

El clima en la zona de estudio, según el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (2020), es cálido húmedo tropical, con temperaturas altas, con una media anual superior a 25°C. Las precipitaciones pluviales alcanzan un acumulado de 2827 mm/año, siendo julio el mes de menor precipitación con 162 mm.

## 1.6 HIDROGRAFÍA

El río Parapapura es la principal unidad hidrográfica de la zona de estudio. Muestra un flujo divagante y meandriforme, con dirección preponderante de noroeste-sureste. Presenta un ancho promedio de 150 m, hasta descargar sus aguas al río Huallaga.

## 2.0 METODOLOGÍA

El presente estudio, ha sido desarrollado en tres etapas principales, las que se indican a continuación:

### 2.1 GABINETE I

Consintió en la revisión de la información existente relacionado a las características geológicas regionales de la zona de estudio, disponibles en el Geoservidor del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico del Perú (INGEMMET), correspondiente al Cuadrángulo Geológico de Yurimaguas, hoja 12-k, a escala 1:100,000. Se realizó la revisión de la información existente como: imágenes satelitales, aspectos geológicos locales, geomorfológicos y geodinámicos, entre otros.

### 2.2 INVESTIGACIONES DE CAMPO

Las actividades que se desarrollaron en esta etapa consistieron en el reconocimiento en campo del caserío Santa Lucía, específicamente el sector ribereño afectado por erosión fluvial producto de la socavación constante de la ribera derecha del río Parapapura. Asimismo, la ocurrencia recurrente de inundaciones fluviales, corroboradas por los pobladores y huellas en las viviendas dejadas por eventos anteriores.

## **2.3 GABINETE II**

A partir de información recopilada en las etapas antes descritas, se procedió a elaborar las coberturas temáticas en formato SIG: Ubicación, geología regional, geología local y geodinámica. Asimismo, se procesó la información obtenida y se redactó el presente informe técnico.

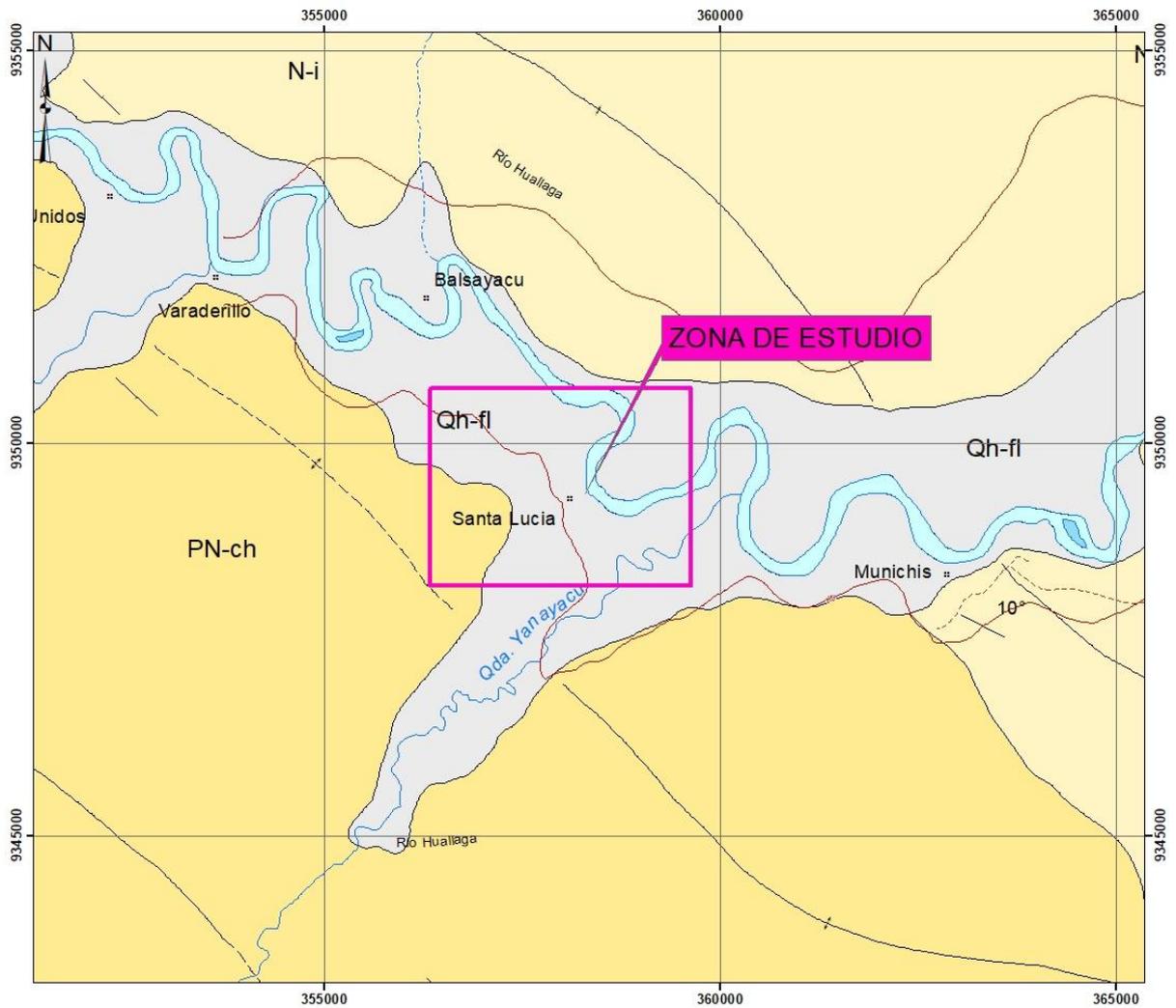
## **3.0 ASPECTOS GEOLÓGICOS**

En la zona de evaluación se reconocen hasta 02 unidades lito-estratigráficas, las cuales corresponden a la Formación Ipururo y a depósitos cuaternarios de origen fluvial (figura 2).

### **3.1 UNIDADES LITO-ESTRATIGRÁFICAS**

La Formación Ipururo (N-i) aflora formando colinas de baja elevación a 1,000 m al norte del caserío Santa Lucía y está conformada por una intercalación de conglomerados y areniscas de grano medio a grueso. La secuencia de conglomerados está compuesta por gravas medianas inmersas en una matriz arenosa y areno limosa; mientras que las areniscas están conformadas por granos de arenas ferruginosas color amarillo a rojizo.

Tapizando las zonas bajas aledañas al cauce del río Parapapura afloran depósitos cuaternarios fluviales (Qh-al) y aluviales (Qh-al), que están conformadas por la intercalación de estratos de arenas de grano medio a fino, con niveles de arcillas y limos de mediana a baja plasticidad (figura 3).



Escala 1:50,00

LEYENDA

ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOESTRATIGRAFICAS	ROCAS INTRUSIVAS	
CENOZOICA	CUATERNARIO		Dep. Cuaternario fluvial	Qh-fl	
			Dep. Cuaternario aluvial	Qh-al	
	NEOGENO	PLIOCENA	Fm. Ucayali	NQ-u	
		MIOCENA	Fm. Ipururo	N-i	
	PALEOGENO	OLIGOCENA EOCENA PALEOCENA	Fm. Chambira	PN-ch	Fm-d/vand
			Fm. Pozo	P-p	
			Fm. Yahuarango	P-y	
MESOZOICA	CRETACEO	SUPERIOR	Fm. Vivian	Ks-v	
			Fm. Chonta	Kis-ch	
		INFERIOR	Fm. Agua caliente	Ki-ac	
			Fm. Cushabatay	Ki-c	



SECTOR ENERGÍA Y MINAS  
**INGEMMET**  
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

**MAPA GEOLÓGICO DEL SECTOR DE SANTA LUCÍA**

Departamento de Loreto -  
 Prov. Alto Amazonas - Dist. Yurimaguas

Fuente: Sánchez, J. & Otros (1997)

Figura 2: Unidades geológicas en el caserío de Santa Lucía.



Figura 3: Depósitos aluviales conformados predominantemente por arcillas y en menor medida por arenas de grano medio a fino.

#### 4.0 ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

Regionalmente la zona de estudio se ubica en lo que se denomina la llanura amazónica, caracterizada por presentar un relieve llano a semi-llano, conformado por depósitos cuaternarios de origen aluvial, depositados por la dinámica fluvial de los ríos Paranapura y Huallaga.

Localmente en la zona se ha identificado las siguientes unidades geomorfológicas:

##### 4.1 UNIDAD DE COLINAS

###### Sub-unidad de Colinas en Roca Sedimentaria (RC-rs)

Las colinas son elevaciones con alturas menores a 300 m con respecto al nivel de base local. Presentan cimas onduladas y redondeadas, modeladas por los procesos erosivos, que están asociados a las lluvias sobre materiales inconsolidados de depósitos aluviales antiguos, de mediana a baja resistencia. Son visibles a lo largo de la margen derecha del río Paranapura, cubiertos por densa vegetación (figura 4).

##### 4.2 UNIDAD DE PLANICIES

###### Sub-unidad de Terraza aluvial (T-al)

Corresponde a superficies de morfología plana de origen aluvial, con pendientes de 0° a 1° de inclinación, expuesta a inundaciones periódicas en épocas de precipitaciones pluviales. Sobre esta unidad morfológica se asienta el 100% del área urbana del caserío de Santa Lucía (figura 4).



Figura 4: Morfología local, caracterizada por presentar colinas de baja elevación con cimas redondeadas, que sobresalen sobre terrazas aluviales.

## 5.0 PELIGROS GEOHIDROLÓGICOS

En base al reconocimiento de campo se han identificado 02 peligros geohidrológicos, los cuales corresponden a erosión fluvial e inundación por desborde del río Paranapura.

Estos peligros geohidrológicos, tienen como condicionantes factores intrínsecos, como son la baja resistencia de los materiales que conforman la ribera derecha del río Paranapura y la baja pendiente del terreno. Se tiene como desencadenantes de estos eventos las precipitaciones pluviales periódicas y extraordinarias que caen en la zona.

### 5.1 EROSIÓN FLUVIAL

Este evento es generado por el flujo constante de agua del río Paranapura, que socava recurrentemente la base de la ribera donde se asienta el área urbana y rural del caserío Santa Lucía, desestabilizando la ribera en el extremo norte de dicha localidad, produciendo, por efectos de la gravedad, derrumbes de suelos y pérdida de viviendas y tierras de cultivo.

Se ha realizado un análisis multitemporal de la ubicación de la ribera derecha del río Paranapura, en una longitud de 700 m, tramo donde la afectación del evento ha generado el retroceso de varios metros de la ribera, tierra adentro. Para tal fin, se han utilizado imágenes satelitales históricas disponibles en Google Earth 2020. Dichas imágenes corresponden a las fechas de: 12/2009, 04/2013 y 07/2018 (figura 5).

Para cada fecha se ha digitalizado la ubicación de la ribera y se ha medido la longitud erosionada tierra adentro, perpendicular al flujo del río Paranapura. Asimismo, se ha estimado

la pérdida de terreno, en hectáreas, a fin de conocer el rango de erosión mensual y anual, que permita pronosticar la longitud y área de ribera que se pueda perder en 5 o 10 años, en caso no se tomen las medidas de control y/o mitigación a proponer en el presente informe.

Se ha estimado una tasa de erosión promedio mensual de 0.63 m y anual de 7.57 m, es decir que cada mes y año respectivamente, la ribera derecha avanza ese promedio de distancia hacia tierra adentro. Asimismo, la tasa de área erosionada promedio mensual y anual asciende a 0.02 ha y 0.24 ha respectivamente (cuadro 3).

Cuadro 3: Tasa de erosión promedio mensual y anual del río Parapapura, en el caserío de Santa Lucía.

Periodo de Tiempo Analizado	Meses	Longitud Erosionada Tierra Adentro (m)	Área Erosionada (Has)	Tasa de Erosión Promedio Mensual (m)	Tasa de Erosión Promedio Mensual (Ha)	Tasa de Erosión Promedio Anual (m)	Tasa de Erosión Promedio Anual (Ha)
12/2009 a 04/2013	40	25.00	0.53	0.63	0.02	7.57	0.24
04/2013 a 07/2018	63	40.00	1.50				
Total	103.00	65.00	2.03				

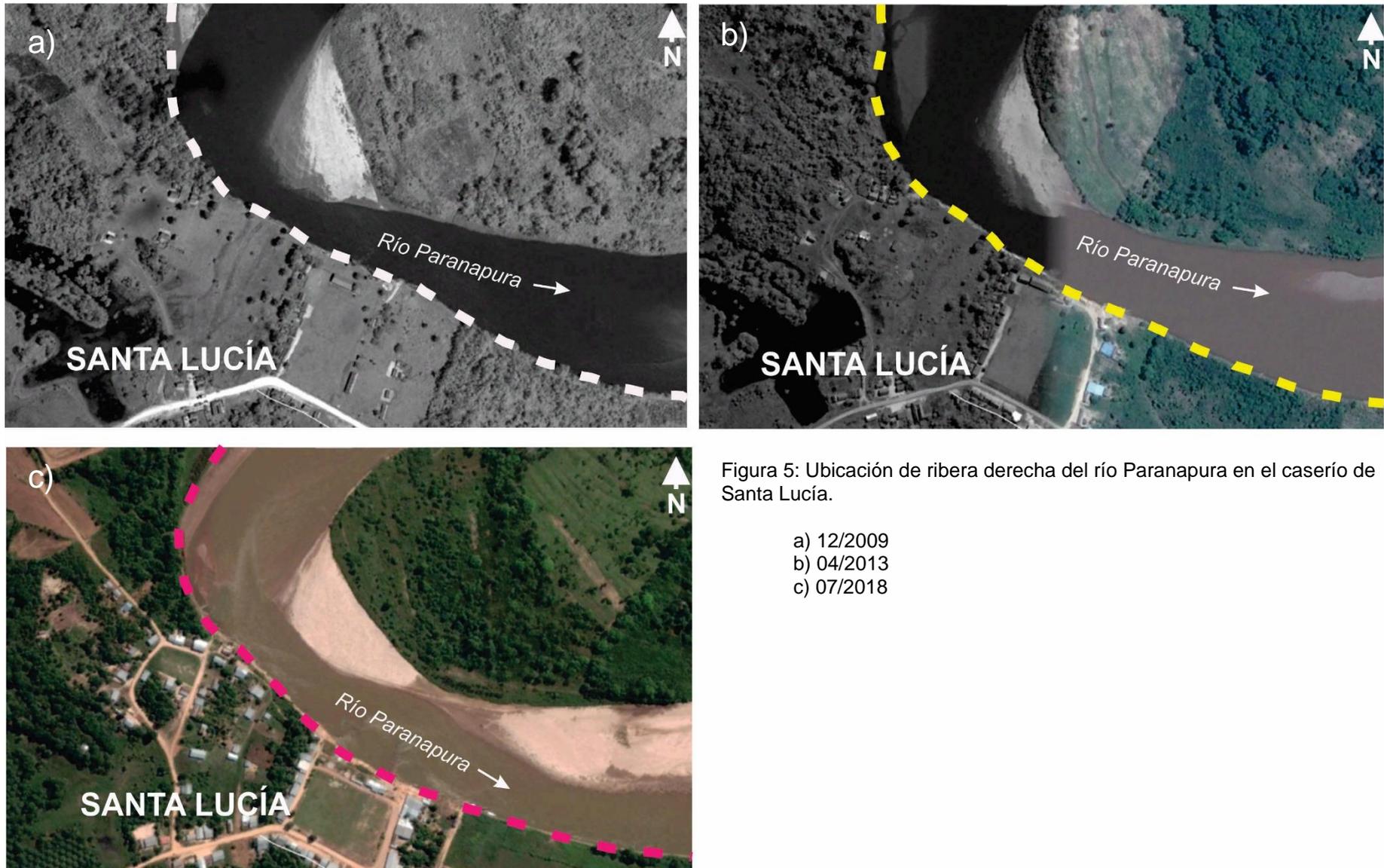


Figura 5: Ubicación de ribera derecha del río Paranapura en el caserío de Santa Lucía.

- a) 12/2009
- b) 04/2013
- c) 07/2018



Figura 6: Superposición de la ubicación de ribera derecha del río Paranapura en el caserío de Santa Lucía (12/2009, 04/2013 y 07/2018). La longitud máxima erosionada tierra adentro es de 65 m.

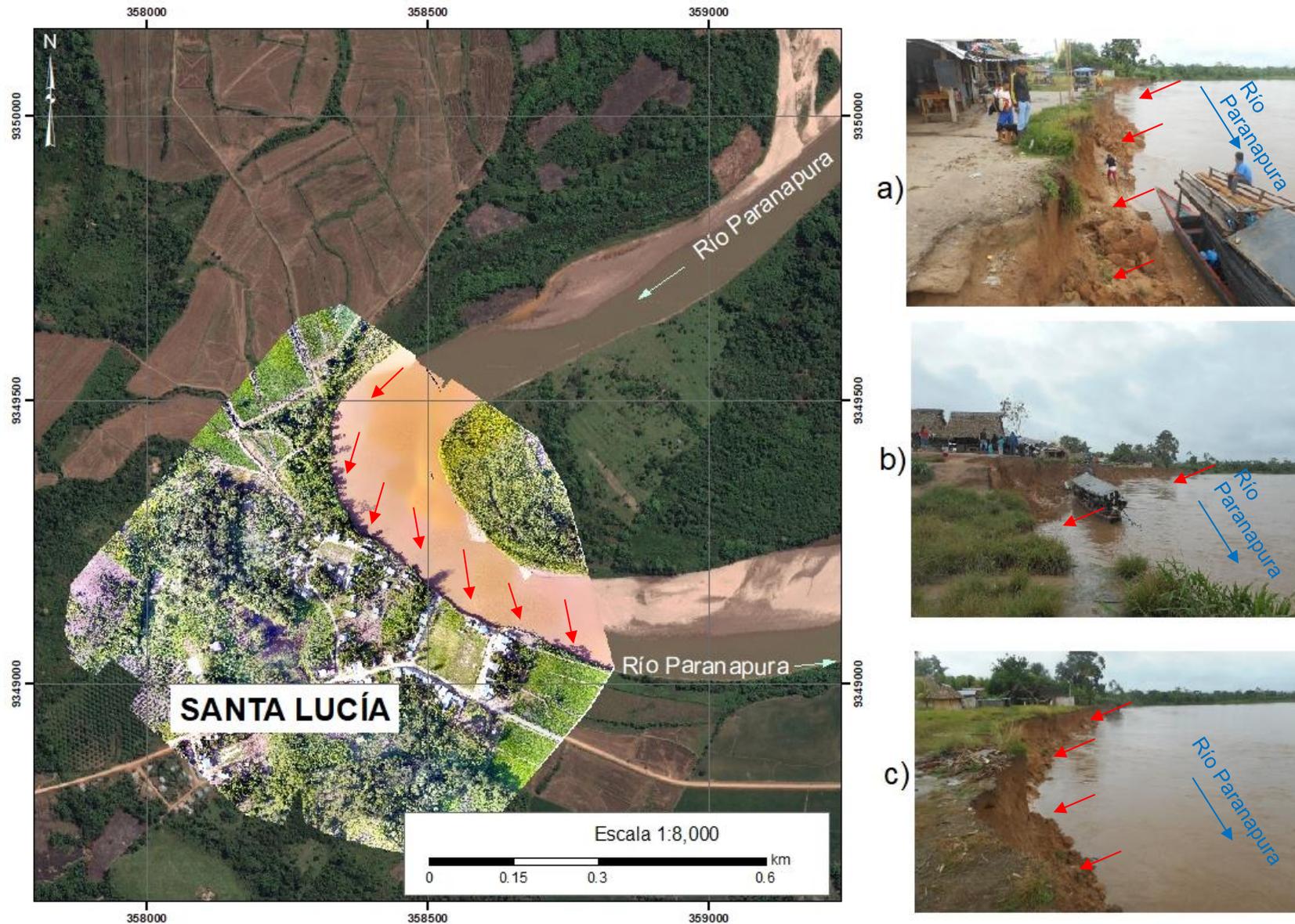


Figura 7: Erosión de ribera derecha del río Paranapura en el caserío de Santa Lucía.

## 5.2 INUNDACIÓN FLUVIAL

Los eventos de inundación están asociados únicamente al aumento de caudal del río Paranapura, debido a las precipitaciones pluviales intensas que caen en la zona. Como factor condicionante se tiene a la pendiente relativamente plana de la terraza aluvial sobre la que se localiza el caserío de Santa Lucia.

El desnivel entre el río y la terraza aluvial es en promedio de 2.00 m, por lo que, según versión de los pobladores, anteriormente se han suscitado eventos que han cubierto la totalidad del área urbana del caserío, llegando la altura de inundación de entre 1.00 y 1.50 m, afectando a una población de 450 habitantes que conforman 64 familias.

## 6.0 MEDIDAS CORRECTIVAS

- Construir una defensa ribereña, conformada por gaviones, en una longitud de 700 m. las coordenadas recomendadas de inicio y final se indican en el cuadro 4.
- La función de la estructura es evitar la socavación de la ribera y el avance progresivo de la erosión fluvial.
- La defensa ribereña deberá contemplar una rampa de acceso para el embarque y desembarque de pasajeros, puesto que la zona funciona como puerto.
- Se deberá respetar la faja marginal del río Paranapura, impidiendo la construcción de viviendas u otra infraestructura cercana al cauce activo.
- Reubicación del poblado, como una medida alternativa en caso de que el costo de la defensa ribereña recomendada sea elevado y no se cuente con dichos recursos económicos. Por tanto, se deberá llevar a cabo un análisis costo/beneficio, que estará en función al tipo y diseño de defensa ribereña.

Cuadro 4: Coordenadas de inicio y final de defensa ribereña recomendada.

Tramo	Longitud (m)	Coordenadas UTM, Zona 18 S		Coordenadas Geográficas	
		Norte	Este	Latitud	Longitud
Inicio Aguas arriba	700	9349386	358329	5°53'4.68"S	76°16'47.12"O
Fin - Aguas abajo		9349018	358865	5°53'16.70"S	76°16'29.72"O

## CONCLUSIONES

- a) La totalidad del caserío Santa Lucía se asienta sobre depósitos cuaternarios aluviales, conformadas de niveles de arcillas, limos y arenas.
- b) La morfología local del área evaluada corresponde a una terraza aluvial limitada, al oeste, por colinas sedimentarias, con cimas onduladas, modeladas por los procesos erosivos asociados a las precipitaciones pluviales sobre materiales de la Formación Ipururo, las cuales están conformadas por una intercalación de conglomerados, areniscas de grano medio a grueso y por arenas limosas.
- c) Se han identificado 02 peligros geohidrológicos, los cuales corresponden a erosión fluvial e inundación por desborde del río Paranapura. La erosión fluvial, corresponde al principal evento geodinámico y es generada por el flujo constante de agua del río Paranapura, que socava recurrentemente la ribera de los extremos norte y este de la zona urbana del caserío Santa Lucía.
- d) Como resultado del análisis multitemporal del proceso erosivo fluvial en el extremo sur del caserío, se ha estimado una tasa de erosión promedio mensual de 0.63 m y anual de 7.57 m, es decir que cada mes y año respectivamente, la ribera derecha retrocede ese promedio de distancia hacia tierra adentro. Asimismo, la tasa de área erosionada promedio mensual y anual asciende a 0.02 ha y 0.24 ha respectivamente. Esta condición califica a Santa Lucía como una zona de **PELIGRO MUY ALTO**.
- e) Los eventos de inundación se deben al aumento del caudal del río Paranapura, debido a las precipitaciones pluviales intensas que caen en la zona, por lo que el caserío de Santa Lucía califica como una zona de **PELIGRO MUY ALTO**.

## RECOMENDACIONES

- a) Se recomienda construir una defensa ribereña, conformada por gaviones, en una longitud de 700 m, cuya finalidad es evitar la socavación de la ribera y el avance progresivo de la erosión fluvial tierra adentro.
- b) La defensa ribereña deberá contemplar espigones deflectores y/o perpendiculares, que permitan controlar la migración de meandros y la recuperación de ribera mediante la sedimentación de suelos entre cada espigón.
- c) Delimitar la faja marginal en función al cauce del río Paranapura, definiendo la distancia de privación para la construcción de viviendas u otra infraestructura.
- d) Se deberá considerar la reubicación del poblado, tierra adentro, en función de la dinámica del río. Es un curso meandrónico en constante erosión de su margen derecha, es costoso llevar a cabo una obra hidráulica como la propuesta. Por tanto, se requerirá de un análisis costo-beneficio.
- e) Realizar trabajos de sensibilización con la población del caserío de Santa Lucía, respecto a temas de peligros geohidrológicos.



Segundo A. Núñez Juárez  
Jefe de Proyecto-Act-07



César Augusto Chacaltana Budiel  
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico

## BIBLIOGRAFÍA

- Cruden, D.M., & Varnes, D.J. (1996). Landslide Types and Processes. En: "Landslides. Investigation and Mitigation", Eds Turner, A.K. and Schuster, R.L. Special Report 247, Transport Research Board, National Research Council, Washington D.C. pp. 36-75.
- Medina, L. & Otros (2019) Peligro Geológico en la Región Loreto. Boletín Serie C Geodinámica e Ingeniería Geológica N°68 000 – Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico del Perú (INGENMET).
- PMA: GCA. Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas. (2007). Movimientos en masa en la región Andina: Una Guía para la evaluación de Amenazas. Publicación geológica multinacional N° 4, 404 p., Canadá.
- Sánchez, J. & Otros (1997): "Geología de los Cuadrángulos de Balsapuerto y Yurimaguas, hojas 12-j y 12-k, a escala 1:100 000 – Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico del Perú (INGENMET).
- Saavedra, V. (2018): "Informe Técnico N° 005-2018-ANA-AAA-A-ALA.AA/VPSC" – Autoridad Nacional del Agua.