



Instituto de Investigaciones
de la Amazonía Peruana

Vulnerabilidad y riesgo por amenazas naturales en el sector Lagunas-San Lorenzo

Wálter Castro Medina
Ricardo Zárate Gómez
Luis Álvarez Gómez
Juan José Palacios Vega
Giuseppe Melecio Torres Reyna
Marcial Martínez Vela

DOCUMENTO TÉCNICO N° 34

ENERO 2015

IQUITOS - PERÚ



Vulnerabilidad y riesgo por amenazas naturales en el sector Lagunas-San Lorenzo

Wálter Castro Medina
Ricardo Zárate Gómez
Luis Álvarez Gómez
Juan José Palacios Vega
Giuseppe Melecio Torres Reyna
Marcial Martínez Vela

DOCUMENTO TÉCNICO N° 34

ENERO 2015

IQUITOS - PERÚ

Vulnerabilidad y riesgo por amenazas naturales en el sector Lagunas-San Lorenzo

Elaboración de contenidos : Wálter Castro Medina, Ricardo Zárate Gómez, Luis Álvarez Gómez, Juan José Palacios Vega, Guiuseppe Melecio Torres Reyna, Marcial Martínez Vela
Corrección de estilo : Julio César Bartra Lozano
Diagramación : Angel Pinedo Flor
Imprenta : Gráfica y Servicios Generales C&C

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2015-02581
Primera edición
Lima, Perú. Enero del 2015

© 2015 Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana
Av. José A. Quiñones km 2,5 – Telf. 065-265515 – Iquitos, Perú.
RUC: 20171781648
www.iiap.org.pe E-mail: proterra@iiap.org.pe

Contenido

INTRODUCCIÓN	5
1. EL PROBLEMA	7
1.1. Planteamiento del problema	7
1.2. Objetivos de la investigación	7
2. MARCO TEÓRICO Y METODOLÓGICO	9
2.1. Caracterización del área de estudio	9
2.2. Marco teórico sobre gestión de riesgos	10
2.3. Marco metodológico	12
3. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN: LA PROPUESTA DE ZONIFICACIÓN DE RIESGOS	23
3.1. Análisis de la inundación	23
3.2. Análisis de la erosión lateral	26
3.3. Análisis de la vulnerabilidad de la población, infraestructura y actividades económicas por inundación y erosión lateral	27
3.4. Análisis de riesgos de la población, infraestructuras y actividades económicas por inundación y erosión lateral	33
4. ANÁLISIS DE ESCENARIOS DE RIESGOS	39
4.1. Análisis de la migración lateral de 1988 a 2012	39
4.2. Análisis históricos de pérdidas de cultivos de 2000 a 2013	47
4.3. Relación entre las pérdidas de los cultivos y las pérdidas de las áreas para los cultivos	50
5. GESTIÓN DE RIESGOS	55
6. CONSIDERACIONES FINALES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	57
6.1. Consideraciones	57
6.2. Conclusiones	57
6.3. Recomendaciones	59
7. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	61
ANEXOS	62

Introducción

Desde el punto de vista social, en el departamento de Loreto, la población se ha distribuido en forma desigual y anárquica, a medida que las demandas económicas iban absorbiendo población bosquesina a las áreas urbanas. Se observan distritos con mayor densidad de población, ubicándose en el entorno de las principales vías de acceso (ríos) y otros en los que se ve la falta de una política de desarrollo integral que conlleve a la ocupación planificada y armónica con los diferentes paisajes geográficos.

Los fenómenos naturales están ligados a la dinámica de nuestro planeta, por ello es que existirán por siempre. Ellos han contribuido en gran parte al relieve del planeta y al asentamiento de grupos humanos en la forma que hoy conocemos. Estos fenómenos afectan a los seres humanos ocasionando daños a su vida y su patrimonio.

Las provincias de Datem del Marañón y Alto Amazonas se encuentran drenadas por los ríos Marañón y Huallaga, limitan al norte con el Ecuador, al este con los departamentos de San Martín y Amazonas, al sur con la provincia de Ucayali y al oeste con la provincia de Loreto. Comprenden cinco distritos entre los que figuran Barranca, Pastaza y Cahuapanas en la provincia de Datem del Marañón; Jeberos y Lagunas en la provincia de Alto Amazonas. El área de estudio tiene aproximadamente 523 679,5 hectáreas.

Debido a sus características físicas y condiciones naturales, esta área presenta gran ocurrencia de diversos y múltiples peligros, situación que se ha incrementado en las últimas décadas, principalmente por la ocupación desordenada del territorio, que no solo incrementa la condición de vulnerabilidad sino porque también contribuye a la generación de nuevos peligros.

Es conocido que los procesos naturales son producto de la interacción de la corteza terrestre, la hidrósfera y la atmósfera. Pero estos eventos son transformados en peligros potenciales, cuando el ser humano ocupa de manera negligente los espacios ubicados en el área de influencia de potenciales peligros, exponiendo las vidas y los bienes de las unidades sociales.

Este documento presenta como propuesta un análisis y la construcción de escenarios de riesgo del sector Lagunas-San Lorenzo. En el desarrollo del documento se muestra la discusión de los siguientes temas:

1. El problema.
2. Marco teórico y metodológico.
3. Resultados de la investigación; la propuesta.
4. Consideraciones finales, conclusiones y recomendaciones.

Por consiguiente, este análisis de riesgos, nos permitirá determinar las zonas o sectores de mayor amenaza, para así planificar los mejores usos y actividades a desarrollar. Se considera también las potencialidades y restricciones ambientales, para un mejor aprovechamiento de los recursos y mitigación de los riesgos socionaturales y ambientales; y consecuentemente, la disminución de las pérdidas materiales en poblaciones, infraestructuras y actividades económicas. Con esta nueva visión, las autoridades y población asentada deben tomar conciencia y planificar en forma conjunta las acciones ligadas a contrarrestar los procesos naturales.

En este análisis, es importante considerar un término que está ligado a las vivencias cotidianas: amenaza, el cual se define como "el peligro latente que representa la posible manifestación, dentro de un periodo de tiempo y en un territorio particular, de un fenómeno de origen natural, socionatural o antropogénico, que puede producir efectos adversos en las personas, la producción, la infraestructura, los bienes y servicios y el ambiente". Siendo una amenaza natural, aquel peligro latente asociado con la posible manifestación de un fenómeno de origen natural cuya génesis se encuentra totalmente en los procesos naturales de transformación y modificación de la tierra y el ambiente.

1. EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

El área de estudio, presenta principalmente relieves depresionados y bajo inundables; asimismo, tiene valles, planicies antiguas en menor proporción y colinas bajas con diferentes grados de disección. Este hecho conlleva a que gran parte de la superficie del territorio permanezca inundado permanente o estacionalmente. La población ocupa y usa estas áreas como infraestructura para el transporte y para el desarrollo de sus actividades económicas porque son las más productivas pero también las que más probabilidades de amenazas de inundación y anegamiento tienen. Así, por el particular marco físico en el que se localiza el área de estudio y las formas de ocupación de la población, es necesaria una zonificación de las amenazas potenciales que se pueden dar.

Existen dos procesos naturales muy recurrentes en el área de estudio (erosión lateral e inundación) y que siempre han traído consecuencias con pérdidas en las actividades productivas e infraestructuras a través de muchos periodos. Es por ello que el análisis y enfoque de este estudio se está realizando de manera multitemporal, es decir tomando datos desde el año 1973 hasta la actualidad, de manera que nos permita obtener escenarios de los peligros por erosión lateral e inundación y de esta manera poder planificar el territorio. Por ejemplo, si la inundación dura más de lo normal y ocupa superficies que no se esperaban, representa un grave problema para los pobladores, comprometiendo incluso la seguridad humana y alimentaria.

En algunos casos, las inundaciones traen cierto beneficio para la realización de algunas actividades como la extracción de madera o la pesca que permite solucionar en gran parte las carencias alimenticias ocasionadas por la falta de actividades agrícolas.

Si la inundación dura más de lo normal y ocupa superficies que no se esperaban, representa un grave problema para los pobladores, comprometiendo incluso la seguridad humana y alimentaria. Por ello, se hace necesario un estudio que analice y evalúe las áreas potencialmente amenazadas por un evento de inundación extraordinaria, para así tomar las debidas decisiones en el caso de que ocurra.

1.2 Objetivos de la investigación

Objetivo general

- Evaluar los peligros, vulnerabilidad y riesgo del sector Lagunas-San Lorenzo como parte del proyecto “Escenarios de riesgos para la adaptación frente al cambio climático”.

Objetivos específicos

- Identificar los peligros frecuentes que accionan con mayor intensidad en el sector Lagunas-San Lorenzo.
- Estimar la vulnerabilidad y riesgo actual del sector Lagunas-San Lorenzo.
- Elaborar escenarios de riesgos en el sector Lagunas-San Lorenzo, de acuerdo con un análisis de datos históricos de peligros y vulnerabilidad.

2. MARCO TEÓRICO Y METODOLÓGICO

2.1. Caracterización del área de estudio

El área de estudio pertenece al sector Lagunas-San Lorenzo (figura 1), que incluye ambas márgenes de la cuenca baja de los ríos Marañón y Huallaga, localizados entre los distritos de Lagunas y Jeberos (Alto Amazonas), Cahuapanas, Barranca y Pastaza (Datem del Marañón). La zona se caracteriza por ser cálida, tropical y húmeda durante todo el año. La precipitación anual es de 2000 a 3000 mm/año, distribuida de tal forma que no presenta un periodo seco extenso y ningún mes con precipitación menor de 100 mm, aunque de junio a octubre son menos lluviosos que de noviembre a mayo. La temperatura media anual oscila de 23 a

27 °C; la humedad relativa está cercana al 85% y es constante a lo largo del año. Las horas de sol promedio varían de 3 a 4 horas de sol/día entre febrero y abril, y de 5,8 a 6,7 entre junio y septiembre (Onern, 1982; Kvist & Nebel, 2000; Conam, 2005; Lähteenoja, 2011; Paredes, 2012). Esta marcada variación estacional en la precipitación conduce a la formación de dos paisajes distintos en la Amazonía occidental: "tierra firme" (no inundable) y la planicie de inundación, que se inunda parcialmente durante la estación húmeda (Aniceto K. et al., 2014).

Pertenece a las áreas más influenciadas por las inundaciones en la subcuenca Pastaza-Marañón, cuyos sedimentos mayormente oscuros de origen volcánico

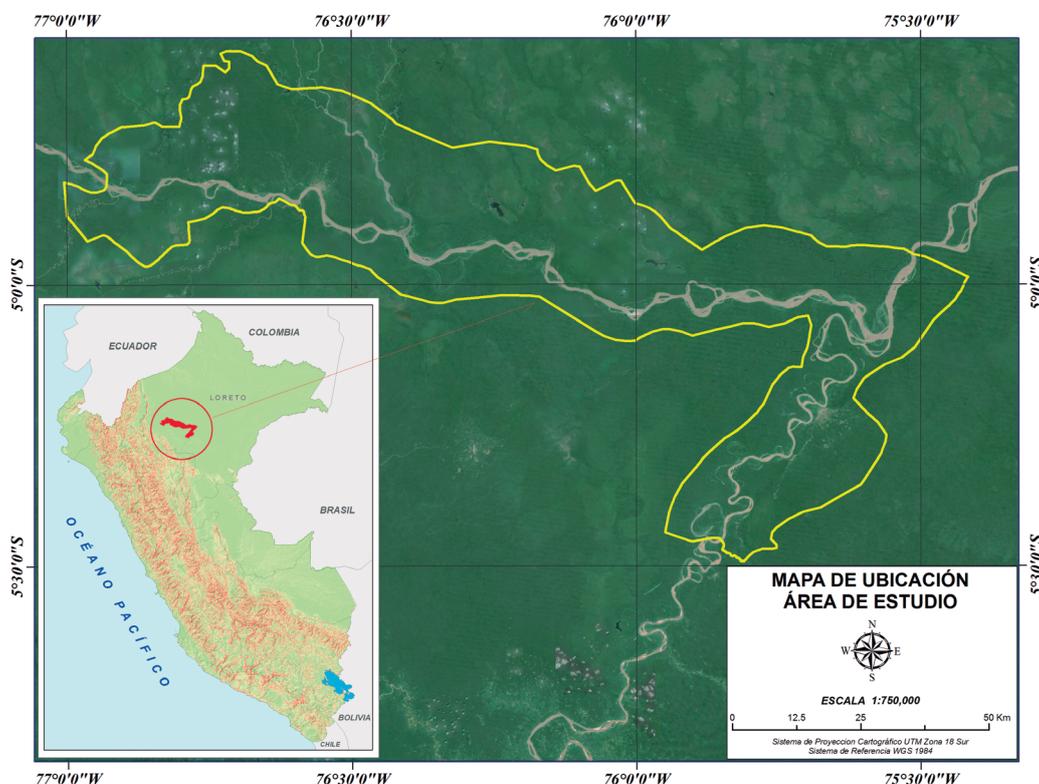


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio.

son del Holoceno o a lo mucho del Pleistoceno (Räsänen, 1993; Willink et al., 2005).

La cuenca del Marañón se caracteriza por la ocurrencia de grandes pantanos y lagos a lo largo del río Pastaza, en la confluencia de los ríos Marañón y Huallaga y en la depresión de Ucamara (Kvist & Nebel, 2000). Aguas debajo de la confluencia Huallaga-Marañón, el patrón de los canales cambia de anastomosado a mixto, relacionado a un caudal mayor y posiblemente una pendiente mayor (Dumont & García, 1992). Mientras que la parte inferior del río Pastaza consiste en una enorme llanura de inundación que presenta un patrón de anastomosis de forma plana trenzada (Bernal et al., 2013; Bernal et al., 2011; Bernal, 2009). El río Marañón muestra sinuosidad más baja que el Ucayali de mayor amplitud y dinámica más importante (Abad et al., 2013). El área de estudio presenta la mayor población en riesgo por inundación y erosión lateral del departamento de Loreto (Castro et al., 2012). Entre los años 2011 y 2012, las altas precipitaciones pluviales produjeron el desborde del río Marañón en la localidad de San Lorenzo, provincia de Datem del Marañón; y centros poblados de los distritos Yurimaguas, Santa Cruz y Teniente César López, en la provincia de Alto Amazonas (Indeci, 2013), declarándose en el año 2013, el estado de emergencia a centros poblados de la provincia de Alto Amazonas ubicados en ambos márgenes de la cuenca del río Huallaga y afluentes. Desde el punto de vista fisiográfico, la parte que corresponde a los distritos de Barranca y Pastaza, presenta dos grandes paisajes, la llanura aluvial de los ríos Marañón y Pastaza y el paisaje ondulado; el primero conformado por terrazas inundables, islas, orillares, y el segundo por terrazas no inundables plano-cóncavas y colinas bajas (Castro, 2007); mientras que entre los distritos de Lagunas y Jeberos se diferencian dos grandes paisajes: la llanura aluvial de los ríos Huallaga, Marañón y Nucuray principalmente, y el relieve plano ondulado conformado por terrazas no inundables plano a plano-cóncavas (Escobedo et al., 2012). El objetivo del estudio fue caracterizar y evaluar la estabilidad del paisaje, que contribuirá al análisis de riesgo por inundación y erosión lateral en el sector Lagunas-San Lorenzo.

2.2. Marco teórico sobre gestión de riesgos

En este documento es importante mencionar la terminología de Gestión de Riesgos promovida por el Programa de Desarrollo Rural de GTZ en colaboración con otras instituciones del país¹, por el hecho de estar vinculada con el análisis de amenazas o peligros.

2.2.1. Gestión de riesgos

La gestión de riesgos para el desarrollo es un concepto nuevo que ha evolucionado en los últimos años. Gestión de riesgos (GdR) es el proceso de adaptación de políticas, estrategias y prácticas orientadas a reducir los riesgos de desastres o minimizar sus efectos. Implica intervenciones en los procesos de planeamiento del desarrollo para reducir las causas que generan vulnerabilidades y que normalmente están asociadas a procesos sociales, tales como la migración y sus vinculaciones con la deforestación.

Es sumamente importante reducir el riesgo en procesos de desarrollo porque es producto de procesos particularmente de transformación social y económica o de acumulación económica de los países. Por tanto, es una consecuencia directa o indirecta de la aplicación de modelos de crecimiento y desarrollo. Además, porque con la visión que ha primado hasta hoy, de actuar después de cada desastre, solo se logra un nivel inferior de desarrollo al que existía antes de sus ocurrencias en términos económicos, sociales, institucionales, etc.

La reducción del riesgo se convierte en un indicador de desarrollo humano sostenible, al reducir las pérdidas que causarían los desastres y mantener los niveles de bienestar alcanzados.

Existen tres formas para gestionar el riesgo:

Gestión prospectiva. Es el proceso a través del cual se adoptan con anticipación medidas o acciones en la planificación del desarrollo, que promueven la no generación de nuevas vulnerabilidades o peligros. En este proceso, hay que aplicar una gestión del territorio de acuerdo a la aptitud de la tierra, por ejemplo, la conservación de la diversidad biológica a través de áreas naturales protegidas. La gestión prospectiva se desarrolla en función del riesgo que "aún no existe" y se concreta a través de regulaciones, inversiones públicas o privadas, planes de desarrollo o planes de ordenamiento territorial. Hacer prospección implica analizar el riesgo a futuro y definir el nivel de riesgo aceptable.

Gestión correctiva. Es el proceso a través del cual se adoptan, con anticipación, medidas o acciones en la planificación del desarrollo, que promueven la reducción de la vulnerabilidad existente. Los indicios o avisos de que un riesgo está latente son las afectaciones resultantes de pequeños eventos físicos como inundaciones y deslizamientos que ocurren a diario. Estas son las señales de que la sociedad no se está relacionando adecuadamente con el ambiente y que esa mala relación podría desencadenar un desastre de envergadura a futuro. La lectura de estas

¹ "Importancia de la Gestión del Riesgo para el Desarrollo Sostenible de la Región Amazónica". Lima, 2007. GTZ-OTCA-IIAP-INWENT

señales y la acción oportuna podrían revertir los procesos que construyen estos riesgos. Dado que el riesgo se construye de manera social en diferentes ámbitos (global, nacional, regional, local, familiar), debe corregirse en esos mismos ámbitos. Sin embargo, esto no quiere decir que debamos seguir construyendo nuevos riesgos indefinidamente.

Preparación para la respuesta a emergencias. Como por ejemplo, los sistemas de alerta temprana frente a incendios forestales.

Aspectos importantes de la gestión de riesgos:

- No separar los desastres de los procesos de desarrollo.
- Articular lo local - regional - nacional con instituciones vinculadas a procesos de desarrollo.
- Promover la incorporación del enfoque de la GdR como un tema transversal a la planificación.
- Fortalecer las capacidades de las instituciones y la participación de la población para incorporar criterios de la GdR en los planes de desarrollo, ordenamiento territorial, presupuesto participativo e inversión pública.
- Incorporar el enfoque de la GdR en procesos y no solo promover desarrollo de productos.

2.2.2. Conceptos sobre peligro, vulnerabilidad y riesgo

Peligro. También llamada amenaza, es la probabilidad de ocurrencia de un evento de origen natural, siconatural o antropogénico que por su magnitud y características puede causar daño.

Peligro natural. Asociado a fenómenos meteorológicos, geotectónicos, biológicos, de carácter extremo o fuera de lo normal. Cada uno de estos peligros, en su manifestación extrema o cuando se presentan de manera recurrente, puede ocasionar desastres si se combina con factores de vulnerabilidad.

Peligro tecnológico o antropogénico. Está relacionado a procesos de modernización, industrialización, desregulación industrial o a la importancia, manejo, manipulación de desechos o productos tóxicos. Todo cambio tecnológico, así como la introducción de tecnología nueva o temporal, puede tener un papel en el aumento o disminución de otros peligros.

Es preciso tener muy claro que el peligro o amenaza es la probabilidad de ocurrencia de un evento y no el evento en sí mismo.

Vulnerabilidad. Es la susceptibilidad de una unidad social (familias, comunidad, sociedad), estructura física o actividad económica que la sustenta, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza. La vulnerabilidad es el resultado de los propios procesos de desarrollo no sostenible. La vulnerabilidad es una condición social, producto de los procesos y formas de cambio y transformación de la sociedad. Se expresa en términos de los niveles económicos y de bienestar de la población, en sus niveles de organización social, educación, en sus características culturales e ideológicas; pero también en términos de su localización en el territorio, en el manejo del ambiente, en las características y capacidades propias

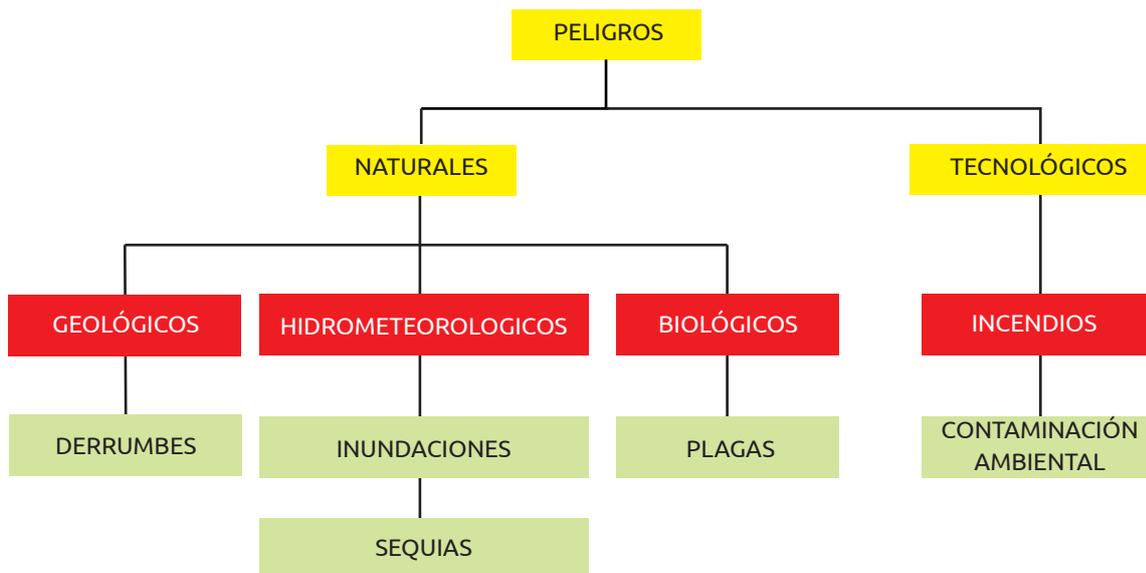


Figura 2. Clasificación de peligros o amenazas (según Indeci).

para recuperarse y de su adecuación al medio y a los peligros que este mismo medio presenta.

Tal como se aclaró respecto al peligro, la vulnerabilidad es la propensión a sufrir el daño o peligro y no el daño en sí mismo.

Tres factores, ante la ocurrencia o posible ocurrencia de un desastre, explican la vulnerabilidad:

- **Grado de exposición.** Tiene que ver con decisiones y prácticas que ubican a una unidad social cerca de zonas de influencia de un fenómeno natural peligroso. La vulnerabilidad surge por las condiciones inseguras que representa la exposición respecto a un peligro que actúa como elemento activador del desastre.
- **Fragilidad.** Referida al nivel de resistencia y protección frente al impacto de un peligro-amenaza, es decir, las condiciones de desventaja o debilidad relativa de una unidad social por las condiciones socioeconómicas.
- **Resiliencia.** Se refiere al nivel de asimilación a la capacidad de recuperación que pueda tener la unidad social frente al impacto de un peligro-amenaza. Se expresa en limitaciones de acceso o adaptabilidad de la unidad social y su incapacidad o deficiencia en absorber el impacto de un fenómeno peligroso.

Riesgo. Es la probabilidad de que la unidad social o sus medios de vida sufran daños y pérdidas a consecuencia del impacto de un peligro. El riesgo es función de una amenaza o peligro y de condiciones de vulnerabilidad de una unidad social. Estos dos factores del riesgo son dependientes entre sí, no existe peligro sin vulnerabilidad y viceversa. Los factores de riesgo son producto de procesos sociales, de los modelos de desarrollo que se aplican en un territorio y sociedad determinados.

El riesgo se caracteriza principalmente por ser dinámico y cambiante, de acuerdo con las variaciones que sufren sus dos componentes (peligro y vulnerabilidad) en el tiempo, en el territorio, en el ambiente y en la sociedad.

El riesgo puede ser reducido en la medida que la sociedad procure cambios en alguno de sus componentes (peligro y vulnerabilidad), no activando nuevos peligros, no generando nuevas condiciones de vulnerabilidad o reduciendo las vulnerabilidades existentes.

Otra característica del riesgo es su naturaleza dinámica, la que es analizable y medible solo hasta cierto punto.

Los dos factores del riesgo: peligro y vulnerabilidad, no existen independientemente, pero se describen por

separado para una mejor comprensión del riesgo.

Desastre. Es el conjunto de daños y pérdidas (humanas, de fuentes de sustento, de hábitats físicos, de infraestructura, de actividades económicas, del medio ambiente) que ocurren a consecuencia del impacto de un peligro-amenaza sobre una unidad social con determinadas condiciones de vulnerabilidad. Un desastre ocurre cuando el peligro, debido a su magnitud, afecta o destruye las bases de la vida de una unidad social (familia, comunidad, sociedad), estructura física o actividad económica que la sustenta y supera sus posibilidades para recuperarse de las pérdidas y los daños sufridos a corto o mediano plazo. Los desastres pueden ocurrir por causas asociadas a peligros naturales que suelen agravarse por otras de origen antropogénico, es decir, creadas por el ser humano en su intervención sobre la naturaleza para generar desarrollo (sobrepastoreo, deforestación, alteración de los lechos fluviales, agricultura no tecnificada en laderas, expansión urbana e infraestructura desordenadas, inadecuada utilización del espacio y otras). Es importante tener en cuenta que no todos los desastres son de la misma magnitud. Puede haber desastres pequeños y medianos que afecten a familias, comunidades o poblados, que ocurren cuando se activa algún riesgo localizado. Este tipo de desastres ocurre de manera cotidiana y, al sumarse, sus impactos pueden ser equivalentes o mayores a los de los grandes desastres o catástrofes.

2.3. Marco metodológico

2.3.1. Identificación de amenazas o peligros

Según la escala de trabajo (1:25 000) en el sector de Lagunas-San Lorenzo se han logrado identificar dos peligros que tienen relevancia y recurrencia:

- Inundación
- Erosión lateral (desbarrancamiento)

A. Elaboración del mapa de amenazas por inundación

Las inundaciones que ocurren en el sector de Lagunas-San Lorenzo se deben principalmente al incremento del caudal de los ríos de Loreto, que sucede todos los años. Las inundaciones son procesos hidrológicos que se producen cuando las aguas de un río sobrepasan el nivel máximo del cauce principal y por consiguiente se genera un desbordamiento de estas aguas hacia su llanura de inundación. Estas se presentan todos los años, pero con diversa intensidad y cobertura espacial, algunas veces generadas por crecientes de gran envergadura, posiblemente debido a variabilidades climáticas interanuales o como resultado del

calentamiento global. Ocasionan graves problemas a la población, infraestructura (vacante) y a las actividades económicas, especialmente al sector agropecuario.

Para calificar los polígonos de las Unidades Ecológicas y Económicas (UEE) con el criterio de amenaza de inundación en: muy alto, alto, medio, bajo y nulo se utilizó la variable geomorfológica de la UEE, donde se estableció como campo primordial a los tipos de relieve. La figura 3 y la tabla 1 muestran el esquema del procedimiento y los criterios de evaluación respectivamente.

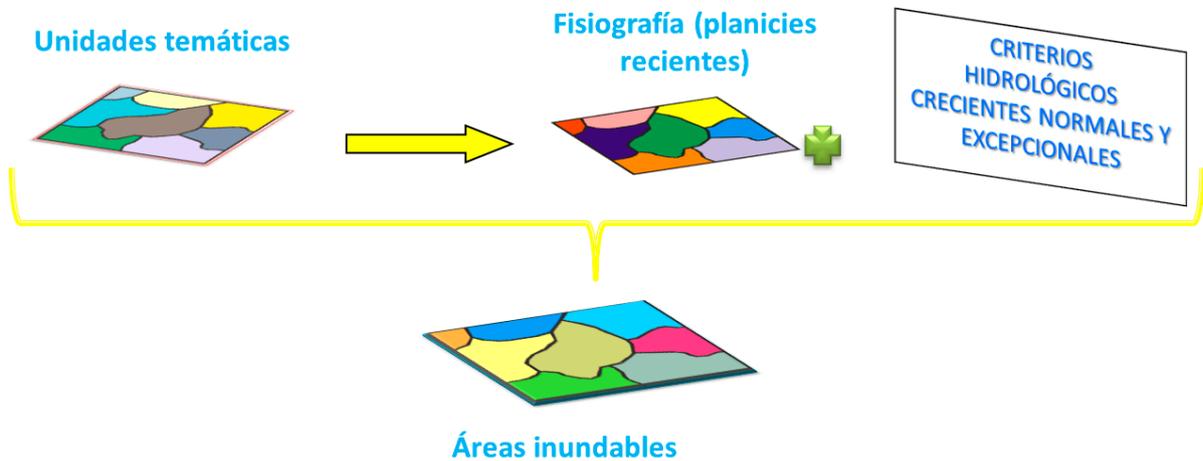


Figura 3. Modelo de evaluación del mapa de peligro por inundación.

Tabla 1. Evaluación de amenazas o peligros de inundación.

GRADO DE AMENAZA (en crecientes normales)	RELIEVE	HIDROLOGÍA	GRADO DE AMENAZA (en crecientes extraordinarias)
Muy alto	Playas, playones, bancos de arena, meandros abandonados (terrazas bajas de drenaje imperfecto, terrazas bajas de drenaje pobre, terrazas bajas de drenaje muy pobre) de origen amazónico o de aguas negras)	Ríos de gran caudal (origen amazónico)	Muy alto
Alto	Islas (terrazas bajas de drenaje imperfecto, terrazas bajas de drenaje pobre, terrazas bajas de drenaje muy pobre de origen andino o de aguas blancas), complejos de orillares, valles intramontanos, valles intercolinosos, valles colmatados	Ríos de alto caudal (origen andino)	Muy alto
Medio	Terrazas bajas alejadas de los cauces de los ríos	Ríos de moderado caudal (origen andino)	Alto
Bajo	Terrazas medias	Ríos con poco caudal	Medio
Nulo	Terrazas altas, lomadas, colinas bajas y altas, domos, montañas bajas y altas		Nulo

Calificación

RELIEVE = Relieves bajos con influencia directa de los ríos = F

HIDROLOGÍA = Categoría de sistemas fluviales = H

GRADO DE AMENAZA POR INUNDACIÓN = Selección de relieves inundables periódicamente + ríos según categoría (aguas blancas, negras, mixtas, etc.)

Las unidades fisiográficas nos dan una información sobre la topografía o altura de las superficies con respecto a las corrientes fluviales, así como la intensidad de los procesos erosivos. Por tanto, en la calificación, hemos incluido como grado de amenaza muy alto en crecientes normales y extraordinarias a las unidades geomorfológicas que se encuentran dentro del cauce fluvial. Estas son los playones, bancos de arena, meandros abandonados e islas. Estas unidades por su génesis tienen una alta probabilidad de sufrir amenaza de inundación por la inclusión en el cauce fluvial.

Según el criterio hidrológico, se han tenido en cuenta los centros poblados regularmente inundables en cada periodo de creciente. Los procesos fluviales afectan directamente los espacios de influencia fluvial; un simple ascenso del nivel de los ríos los modifica, tanto por inundaciones lentas, que se dan en zonas bajas sin pendiente, o como las rápidas o torrenciales, que tienen lugar en zonas altas. Los procesos fluviales afectan de forma diferente dependiendo de la ubicación geográfica.

Se han considerado los relieves de playas, playones y terrazas bajas contiguas a los cauces de los ríos, debido a que su morfología y ubicación inicial son bruscamente afectados por estos procesos fluviales recurrentes. A la escala de este trabajo, la muy alta probabilidad de inundación no es posible diferenciar si el proceso es torrencial o lento, porque en cualquier caso, la frecuencia e intensidad en tiempo y espacio es muy alta.

Consideramos como grado de amenaza alto en crecientes normales a las cubetas fluviales, cubetas fluviales lacustres (terrazas bajas de drenaje muy pobre-pantano y los sistemas de planicies inundables, con influencia directa de los cauces fluviales); y en crecientes extraordinarias a estas áreas se consideran como de grado muy alto, debido a que el nivel de los ríos alcanza los 118,58 msnm a más. Asimismo, según el criterio hidrológico, corresponden a áreas comprendidas entre las regularmente inundables y el nivel promedio de inundación (periodos normales y excepcionales). Estas unidades son propensas a la inundación por su topografía baja. Son unidades que se incluyen dentro de los cursos fluviales, es decir, de las zonas de expansión normal de aguas altas de un río normal.

Se trata de zonas anexas a los cauces fluviales. Generalmente son inundadas en cada proceso de aguas altas o creciente. Dependiendo de la pendiente que atraviese el cauce, el desagüe tardará más o menos tiempo. Si se localiza en zonas de escasa pendiente el agua permanecerá durante más tiempo fuera del cauce, sin embargo los procesos de erosión lateral o zapa de

orillas no serán violentos, en el caso de producirse serán más lentos y previsibles. Pero, si la llanura de inundación corresponde con una situación de fuerte pendiente, los procesos serán más rápidos y aunque el desagüe de estas áreas sea muy rápido los procesos asociados serán mucho más dinámicos y capaces de provocar arranque de las orillas y sedimentación aguas abajo. Por este motivo, estas unidades fisiográficas son consideradas como de alta probabilidad de peligro.

Hemos considerado como grado de amenaza de inundación medio en crecientes normales a las áreas comprendidas entre el nivel promedio de inundación y el nivel de máxima inundación registrada (50 a 100 m). En crecientes extraordinarias estas áreas se ven afectadas considerándolas con grado de amenaza alto, aun cuando la parte hidrológica no juega un papel importante para la calificación de esta categoría, pues generalmente estos espacios se encuentran alejados de los cauces de los ríos, pero con cierta vinculación ya sea por medio de canales o caños que la alimentan de alguna u otra forma. Los relieves afectados son preponderantemente los valles intercolinosos, vallecitos colmatados, valles intramontanos, terrazas bajas, cubetas lacustres y palustres alejadas de la influencia de los ríos y, propiamente, de los ríos.

En el caso de las terrazas, los procesos de inundación no suelen ser de desborde de las aguas del cauce, se trata de anegamiento por el mal drenaje del suelo. En el caso de los valles y vallecitos, los procesos fluviales son de desborde y anegamiento por mal drenaje. Todos estos espacios se han considerado con grado de amenaza medio, porque los procesos tienen lugar en situaciones de precipitación excepcionalmente intensa y el periodo de recurrencia de estos eventos meteorológicos depende más de situaciones locales y no así de situaciones generales.

El grado de amenaza de inundación bajo involucra a las llanuras no inundables holocénicas (terrazas medias de drenaje pobre, imperfecto, moderado y bueno), cubetas lacustre-palustres (terrazas medias con drenaje muy pobre), todas ellas cercanas o con influencia directa de los sistemas fluviales. El proceso de desborde del cauce que afecta a la llanura no inundable solo ocurre en situaciones muy excepcionales con periodos de recurrencia muy largos. Estas unidades han podido pertenecer a la llanura de inundación, pero por diferentes procesos geológicos quedaron "colgadas" y más o menos alejadas topográficamente de las terrazas bajas, sin embargo en situaciones excepcionales de aguas altas pudieran verse afectadas.

Se ha considerado con grado de amenaza nulo, a aquellas unidades fisiográficas o geomorfológicas que por su altitud y pendiente jamás se verían afectadas por los procesos de inundación, como las

planicies erosivas pleistocénicas (terrazas altas ligera, moderada y fuertemente disectadas; con drenaje bueno, imperfecto, pobre) y las planicies erosivas con áreas de mal drenaje, etc., que quedan bastante alejadas del cauce fluvial y tienen una pendiente lo suficientemente elevada que los procesos de inundación serían nulos. Sin embargo, no hay que olvidar que los procesos erosivos en la naturaleza no son aislados y pueden tener lugar procesos concatenados. Es decir, una fuerte inundación desestabiliza los márgenes del río y una erosión remontante hace que las tierras de altura aledañas como colinas y terrazas altas, se deslicen.

B. Elaboración del mapa de amenazas por erosión lateral

Los procesos de erosión lateral traen como consecuencia los derrumbes o desbarrancamientos, que constituye la caída abrupta de franjas de terrenos o porción del suelo o roca que pierde estabilidad o la de una estructura construida por el hombre, ocasionada por la fuerza del socavamiento del pie de un talud inferior por acción erosiva lateral de las aguas de los ríos. Este proceso es apoyado muchas veces por la presencia de zonas de debilidad (fallas o fracturas), precipitaciones pluviales e infiltración del agua y movimientos sísmicos.

Tal como hemos mencionado, este evento está condicionado por la presencia de discontinuidades, fracturas o grietas, que generalmente ocurren en taludes de fuerte pendiente o en paredes casi verticales, especialmente desarrollados en sectores de altura.

En sectores alejados de la llanura, lo que condiciona mayormente son los materiales por lo general de tipo consolidado, semiconsolidado e inconsolidado. Estos se agudizan en áreas que han sido fuertemente intervenidas por el hombre (deforestación). Las geoformas donde este evento adquiere preponderancia o mayor desarrollo son los relieves de "altura" (terrazas altas, colinas y montañas) generados en diferentes edades y fases de formación, modelados por procesos dinámicos que han sido configurados desde el Terciario (30 m. a.) hasta la actualidad.

En la elaboración del mapa de amenazas por erosión lateral se analizó la base de datos generada en las unidades ecológicas y económicas, tomando importancia en las variables fisiografía (unidades de relieve principalmente de altura), pendiente, material parental y aspectos climáticos (precipitación). Este análisis nos permitió elaborar el mapa de peligros por erosión lateral, definiendo cuatro categorías o niveles: muy alto, alto, medio, bajo y nulo nivel de amenaza por erosión lateral. El factor "relieve" es una de las características que permitieron calificar áreas con mayor peligro; así tenemos, que los relieves de mayor peligro se encuentran en terrazas bajas, terrazas medias y terrazas altas que se hallan distribuidas en el área de influencia de la zona de estudio. La figura 4 y la tabla 2, muestran el esquema del procedimiento y los criterios de evaluación respectivamente.

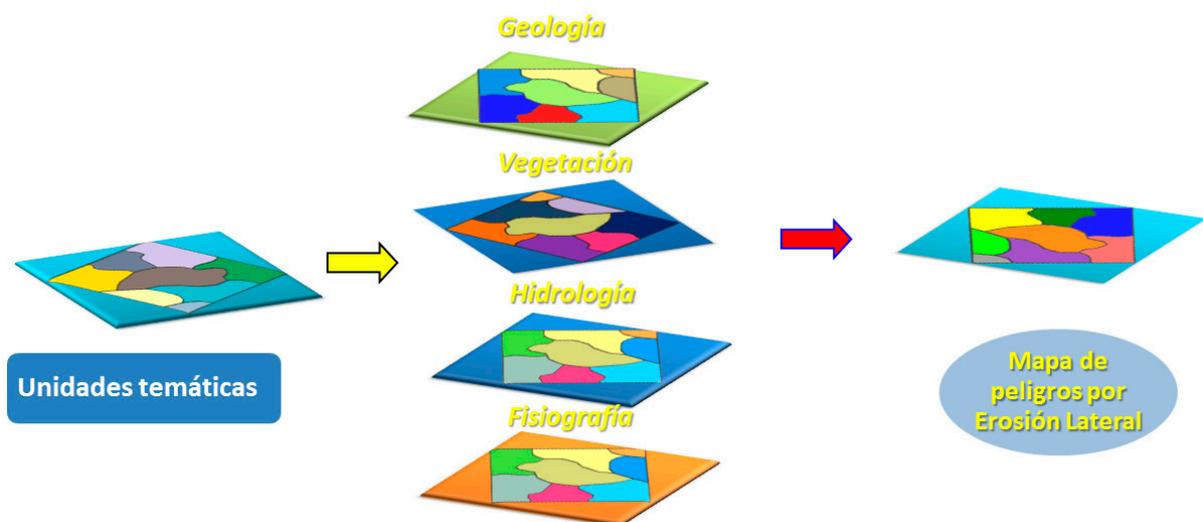


Figura 4. Modelo de evaluación del mapa de peligro por erosión lateral.

Tabla 2. Evaluación de amenazas o peligros por erosión lateral.

GRADO DE AMENAZA POR EROSIÓN LATERAL	ANÁLISIS GEOLÓGICO	ANÁLISIS DEL RELIEVE	ANÁLISIS HIDROLÓGICO
Muy alto	Materiales parentales poco resistentes, frágiles e inconsistentes, litificados altamente meteorizados y fracturados	Terrazas bajas (0-8 m) con influencia directa de los cursos de agua (<i>buffer aproximado de 200 m, según datos históricos</i>)	Poder erosivo del río Ucayali
Alto	Materiales parentales ligeramente resistentes; fracturados, ligera a moderadamente consolidados	Terrazas altas (15-25 m) y medias (8-15 m) con influencia directa de los sistemas fluviales (<i>buffer aproximado de 100 a 150 m, según datos históricos</i>)	Poder erosivo de los ríos Ucayali y Tapiche
Medio	Material parental consolidado, litificado con características de moderadamente fracturado y resistente	Colinas altas (80-300 m) y bajas (30-80 m) con influencia directa de los sistemas fluviales (<i>buffer aproximado de 50 a 100 m, según datos históricos</i>)	Poder erosivo de los ríos Ucayali y Tapiche
Bajo	Material parental altamente resistente, compactados, litificados ligeramente fracturados	Montañas altas (800 m a +) y bajas (300 a 800 m) con influencia directa de los sistemas fluviales (<i>buffer aproximado de 10 a 50 m, según datos históricos</i>)	Poder erosivo de los ríos Ucayali y Tapiche
Nulo	Condicionados a los relieves alejados de los sistemas fluviales (tiene que existir contacto con las aguas para que exista este proceso)	Relieves de altura alejados de los cauces de los ríos	Condicionados a los relieves alejados de los sistemas fluviales (tiene que existir contacto con las aguas para que exista este proceso)

Calificación

Buffer de los relieves contiguos a los ríos = FISIOGRAFÍA

Caudal y capacidad de carga = HIDROLOGÍA

Material parental + fracturamiento = GEOLOGÍA

[FISIOGRAFÍA + 2HIDROLOGÍA + GEOLOGÍA]/4 = GRADO DE AMENAZA POR EROSIÓN LATERAL

2.3.2. Análisis de vulnerabilidad

Tal como se ha definido en el capítulo correspondiente al marco conceptual, vulnerabilidad es la susceptibilidad de una unidad social (familias, comunidad, sociedad), estructura física o actividad económica que la sustentan, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza. En este caso, nuestra unidad social de análisis es el centro poblado; en términos de infraestructura física se han considerado a las carreteras y como actividades económicas el uso actual del territorio.

A. Vulnerabilidad a la inundación

a.1. Vulnerabilidad de la población

En el caso de la calificación de la vulnerabilidad por resiliencia de la población, se ha visto necesario categorizar los centros poblados de acuerdo a su capacidad de respuesta, ya sea aquellos que tienen servicios básicos, hospitales, sistemas para prevención de desastres, organizaciones estructuradas y cohesionadas, entre otros (tabla 3). Se observa el grado de vulnerabilidad por resiliencia de centros poblados, el cual se ha cruzado con la vulnerabilidad por exposición generando el mapa de vulnerabilidad de la población a las inundaciones (figura 5) del sector Lagunas-San Lorenzo.

Tabla 3. Estimación cualitativa de la vulnerabilidad por resiliencia de los centros poblados por inundación.

CATEGORÍA DE CENTROS POBLADOS	VULNERABILIDAD POR RESILIENCIA
Centros poblados principales (San Lorenzo y Lagunas)	Baja
Centros poblados menores	Alta

a.2. Vulnerabilidad de la infraestructura

La calificación de la vulnerabilidad de la infraestructura se ha realizado mediante el análisis de la vulnerabilidad por resiliencia de las infraestructuras por inundación, el cual se ha definido siguiendo los patrones de calidad para las carreteras. Las carreteras asfaltadas debido a la resistencia de su material componente se han categorizado como de baja vulnerabilidad, mientras que las carreteras afirmadas se han calificado como de media y por último las carreteras carrozables y sin afirmar como de alta vulnerabilidad, pues su construcción aún es considerada precaria ante el efecto del proceso de inundación (tabla 4). Este análisis se cruzó con la vulnerabilidad por exposición, generando de esta manera el mapa de vulnerabilidad de la infraestructura por inundaciones de la zona de Muyuy (figura 6).

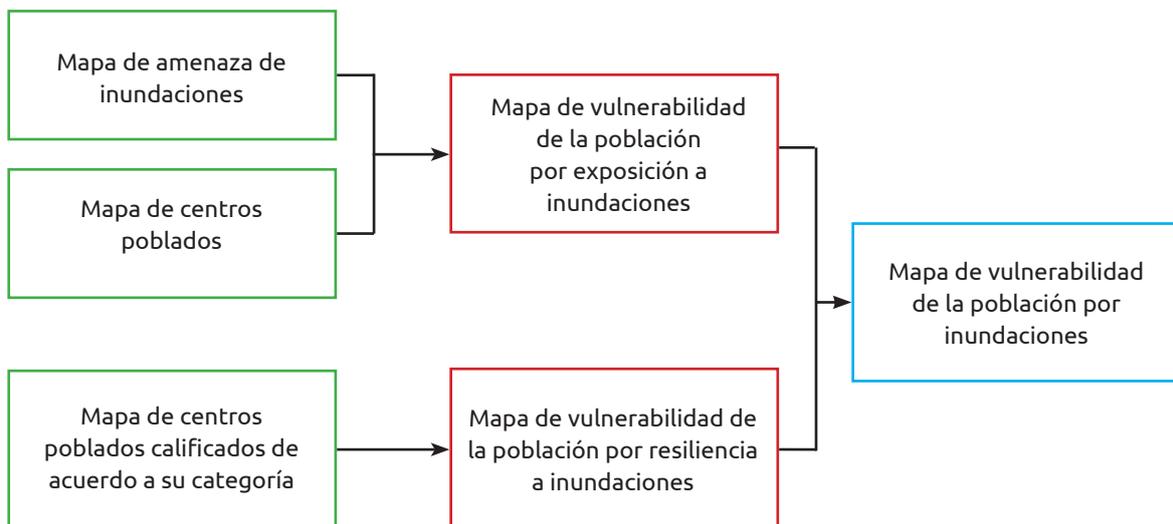


Figura 5. Modelo para evaluar la vulnerabilidad de la población por inundación.

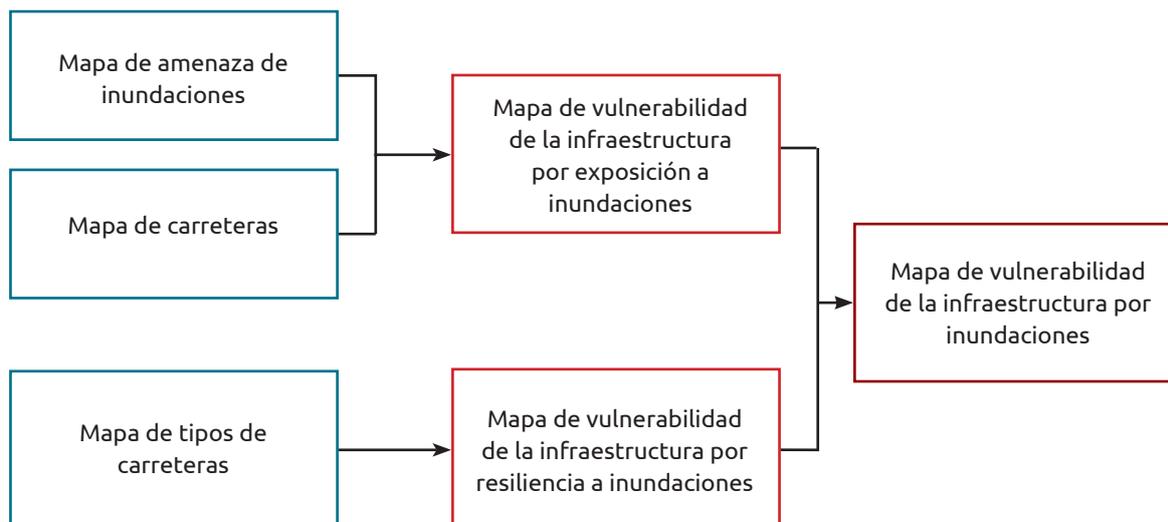


Figura 6. Modelo para evaluar la vulnerabilidad de la infraestructura por inundación.

Tabla 4. Estimación cualitativa de la vulnerabilidad por resiliencia de las infraestructuras por inundación.

CATEGORÍA DE INFRAESTRUCTURAS	VULNERABILIDAD POR RESILIENCIA
Carretera asfaltada	Baja
Carretera afirmada	Media
Carretera carrozable y sin afirmar	Alta

a.3. Vulnerabilidad de las actividades económicas

La calificación de la vulnerabilidad de la actividad económica por inundación se ha realizado mediante el análisis de la vulnerabilidad por resiliencia de las actividades productivas por inundación versus la vulnerabilidad por exposición de dicho elemento

(figura 7), el cual se ha categorizado según la importancia que presenta; para ello se han considerado espacios que tienen frecuencia y continuidad en actividades agrícolas (principalmente); por ejemplo, se ha tomado la variable deforestación por ser de antemano el espacio donde se desarrollan actividades con uso del suelo en forma intensiva. Además, se han calificado en esta categoría los relieves de playas y playones considerando que las poblaciones hacen uso de estos suelos en forma intensiva para actividades agrícolas con especies de corto periodo vegetativo. Por otro lado, las islas se han calificado como medio debido también a su importancia y los otros espacios como baja, debido a que por alguna circunstancia o limitación no se realiza actividad alguna (tabla 5). En cuanto al análisis de la vulnerabilidad por exposición, su calificación es mucho más simple porque esta calificación no separa ni discrimina actividades, solo considera su exposición.



Figura 7. Modelo para evaluar la vulnerabilidad de las actividades económicas por inundación.

Tabla 5. Estimación cualitativa de la vulnerabilidad por resiliencia de las actividades económicas por inundación.

CATEGORÍA DE RELIEVES O ESPACIOS PRODUCTIVOS	VULNERABILIDAD POR RESILIENCIA
Bosques inundables e hidromórficos	Baja
Islas	Media
Deforestación, playas y playones	Alta

Tabla 6. Estimación cualitativa de la vulnerabilidad por resiliencia de los centros poblados por erosión lateral.

CATEGORÍA DE CENTROS POBLADOS	VULNERABILIDAD POR RESILIENCIA
Centros poblados principales (San Lorenzo y Lagunas)	Baja
Centros poblados menores	Alta

B. Vulnerabilidad a la erosión lateral

b.1. Vulnerabilidad de la población

El análisis de la vulnerabilidad de la población por erosión lateral se ha realizado cruzando las vulnerabilidades por resiliencia y exposición (figura 8). En la calificación de la vulnerabilidad por resiliencia de la población por erosión lateral, se ha tomado el mismo patrón para categorizar los centros poblados de acuerdo a su capacidad de respuesta, ya sea aquellos que tienen servicios básicos, hospitales, sistemas para prevención de desastres, organizaciones estructuradas y cohesionadas, entre otros (tabla 6). Asimismo, el análisis de la vulnerabilidad por exposición se ha realizado teniendo en cuenta su presencia en el espacio donde se desarrolla el evento.

b.2. Vulnerabilidad de la infraestructura

El análisis de la vulnerabilidad de la infraestructura por erosión lateral se ha realizado intersectando las vulnerabilidades por resiliencia y exposición, tal como se muestra en la figura 9. La calificación de la vulnerabilidad por resiliencia de las infraestructuras por erosión lateral, se ha categorizado siguiendo los patrones de calidad. Las carreteras asfaltadas debido a la resistencia de los materiales que la componen se han categorizado como de baja vulnerabilidad, mientras que las carreteras afirmadas han sido calificadas como de media y las carreteras carrozables como de alta vulnerabilidad, pues su construcción aún es considerada precaria ante el accionar de la erosión lateral (tabla 7). Por otro lado, el análisis de la vulnerabilidad por exposición ha sido más simple porque la calificación no discrimina la calidad de centro poblado.

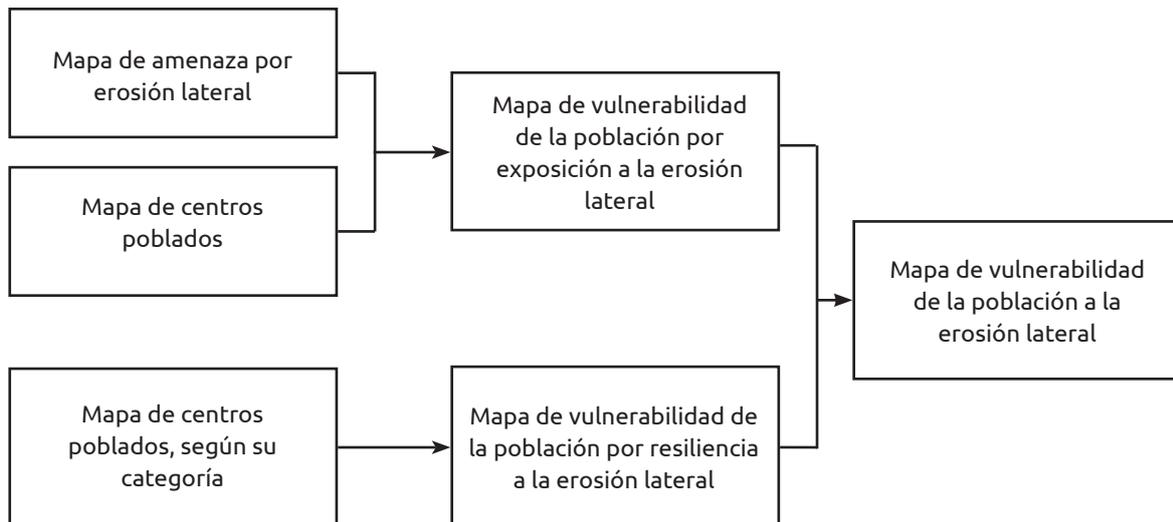


Figura 8. Modelo para evaluar la vulnerabilidad de la población a la erosión lateral.

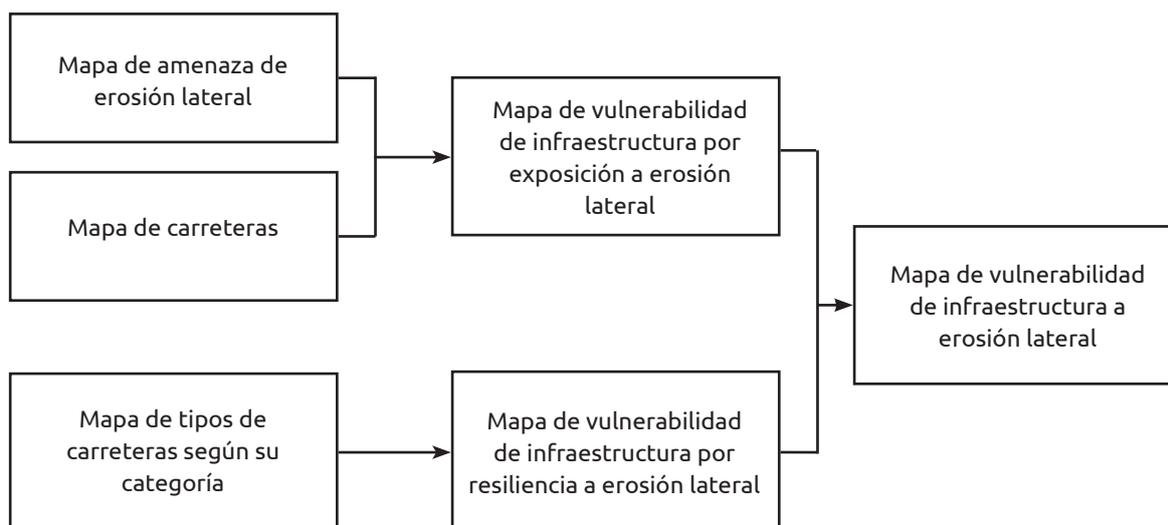


Figura 9. Modelo para evaluar la vulnerabilidad de la infraestructura a la erosión lateral.

Tabla 7. Estimación cualitativa de la vulnerabilidad por resiliencia de las infraestructuras por erosión lateral.

CATEGORÍA DE INFRAESTRUCTURAS	VULNERABILIDAD POR RESILIENCIA
Carretera asfaltada	Baja
Carretera afirmada	Media
Carretera carrozable y sin afirmar	Alta

b.3. Vulnerabilidad de las actividades económicas

Este análisis se ha realizado intersectando las vulnerabilidades por resiliencia y exposición (figura 10). Para la calificación de la vulnerabilidad por resiliencia de las actividades productivas por erosión lateral

se han considerado aquellos espacios que tienen frecuencia y continuidad en actividades agrícolas (principalmente); por ejemplo, se ha tomado la variable deforestación por ser el espacio donde se desarrollan actividades con uso del suelo en forma intensiva. En esta categoría además, se han considerado los relieves de playas y playones pues las poblaciones hacen uso de estos suelos en forma intensiva con la finalidad de desarrollar actividades agrícolas con especies de corto periodo vegetativo. Por otro lado, las islas se han calificado como medio, debido a su importancia, y los otros espacios como baja, debido a que por algunas limitaciones u otras circunstancias, en estos, no se realiza actividad alguna (tabla 8). El análisis de la vulnerabilidad por exposición ha sido más simple porque la calificación no diferencia si una u otras actividades económicas son más importantes, rentables o de mejor desarrollo económico.

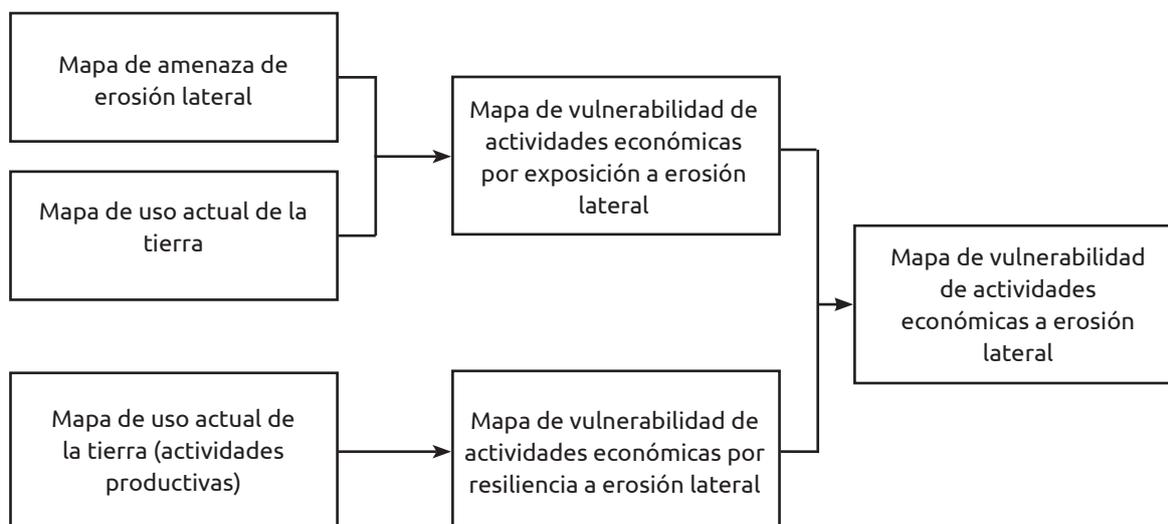


Figura 10. Modelo para evaluar la vulnerabilidad de las actividades económicas a la erosión lateral.

Tabla 8. Estimación cualitativa de la vulnerabilidad por resiliencia de las actividades productivas por erosión lateral.

CATEGORÍA DE ESPACIOS PRODUCTIVOS	VULNERABILIDAD POR RESILIENCIA
Bosques inundables e hidromórficos	Baja
Islas	Media
Deforestación, playas y playones	Alta

$$R = (P \times V)$$

El peligro y la vulnerabilidad son los dos factores interdependientes del riesgo. En tal sentido, los mapas que se han construido para riesgos están relacionados a estos factores, tal como se presenta a continuación:

- Riesgos de la población a inundación
- Riesgos de la infraestructura a inundación
- Riesgos de las actividades económicas a inundación
- Riesgos de la población a la erosión lateral
- Riesgos de la infraestructura a la erosión lateral
- Riesgos de las actividades económicas a la erosión lateral

2.3.3. Evaluación de riesgos

El riesgo es la probabilidad que la unidad social o sus medios de vida (estructura física o actividad económica) sufran daños y pérdidas como consecuencia del impacto de un peligro. En tal sentido, solo se puede hablar de riesgo (R) cuando el correspondiente escenario se ha evaluado en función del peligro (P) y la vulnerabilidad (V), que puede expresarse en forma probabilística a través de la fórmula siguiente:

Para la elaboración del mapa de riesgos se sobrepusieron los mapas de vulnerabilidad y amenazas.

La calificación de los grados de amenazas y vulnerabilidad para evaluar el riesgo se realizó de acuerdo a la matriz que se muestra en la tabla 9.

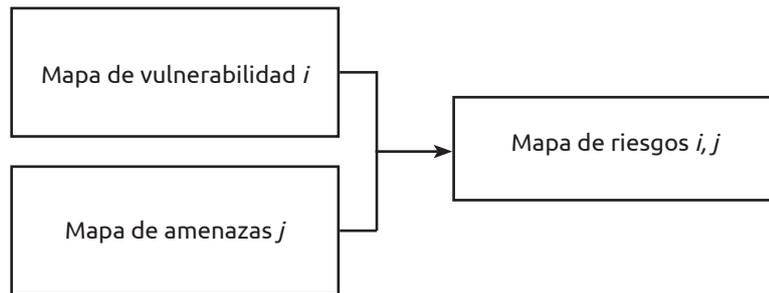


Figura 11. Modelo para evaluar el riesgo por amenazas.

Donde:

i = población, infraestructura, actividades económicas

j = inundaciones, erosión lateral

Tabla 9. Combinación de atributos de los mapas de vulnerabilidad y amenazas para determinar el grado de riesgo.

RIESGOS		GRADOS DE VULNERABILIDAD			
		Muy alta (MA)	Alta (A)	Media (M)	Baja (B)
GRADOS DE PELIGRO O AMENAZA	MA	MA	MA	A	A
	A	MA	A	M	M
	M	A	A	M	B
	B	M	M	B	B

Donde:

Muy alta (MA) = 76 a 100%

Alta (A) = 51 a 75%

Media (M) = 26 a 50%

Baja (B) = <26%

3. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN: LA PROPUESTA DE ZONIFICACIÓN DE RIESGOS

3.1. Análisis de la inundación

De acuerdo a lo descrito en el análisis metodológico para determinar la amenaza, la vulnerabilidad y los riesgos por inundación, nos hemos basado en la información fisiográfica, hidrológica (principalmente) desarrollada en el diagnóstico de los ejes temáticos. En la tabla 10, se muestran los niveles del río Huallaga desde el año 1998 al 2012, donde la media mínima mensual del río en la estación Yurimaguas varió de 128,01 a 132,77 msnm, ocurriendo las medias máximas entre los meses de marzo y abril. En el cuadro se observa que las máximas ocurrieron en el periodo 2011-2012, con un promedio de 132,00 msnm.

Tabla 10. Niveles del río Huallaga (msnm) en la estación Yurimaguas.

AÑO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
98/99	127,53	127,95	128,38	130,29	131,89	133,46	133,50	132,53	131,49	130,57	128,45	127,19
99/00	128,71	129,20	129,45	130,87	130,61	131,87	132,96	132,71	130,83	130,82	129,13	128,37
00/01	128,59	129,42	129,08	130,63	132,35	131,81	132,99	131,94	131,24	129,50	129,02	127,82
01/02	128,32	129,55	130,68	132,29	130,90	132,14	132,07	132,50	131,29	129,63	130,21	128,31
02/03	128,52	129,82	131,91	132,20	131,21	132,18	132,60	132,04	131,02	130,91	128,00	127,68
03/04	127,47	129,51	130,05	132,59	131,67	130,36	130,91	131,20	130,53	129,23	129,62	127,81
04/05	129,22	130,70	132,11	132,00	130,94	131,51	132,11	132,54	130,70	129,43	128,31	127,12
05/06	127,29	129,79	131,32	130,04	131,40	132,23	132,74	132,86	129,32	129,25	128,20	128,09
06/07	128,38	129,77	131,76	132,32	133,20	131,26	132,63	132,98	131,51	129,18	128,58	128,06
07/08	128,72	130,07	131,98	131,86	132,05	132,52	133,79	132,95	130,42	130,52	128,94	128,46
08/09	129,10	130,26	131,57	131,20	132,43	132,88	133,69	133,37	132,24	130,47	129,44	129,02
09/10	128,80	129,84	129,74	131,79	130,94	132,34	132,16	132,27	131,50	129,63	129,41	127,79
10/11	127,75	128,06	130,22	130,99	130,65	132,75	133,35	132,85	130,74	129,86	129,70	128,37
11/12	128,84	130,02	130,98	132,41	133,29	133,45	133,23	133,44	132,72	S/D	S/D	S/D
MEDIA	128,37	129,57	130,66	131,53	131,68	132,20	132,77	132,59	131,11	129,92	129,00	128,01

Fuente: Senamhi.

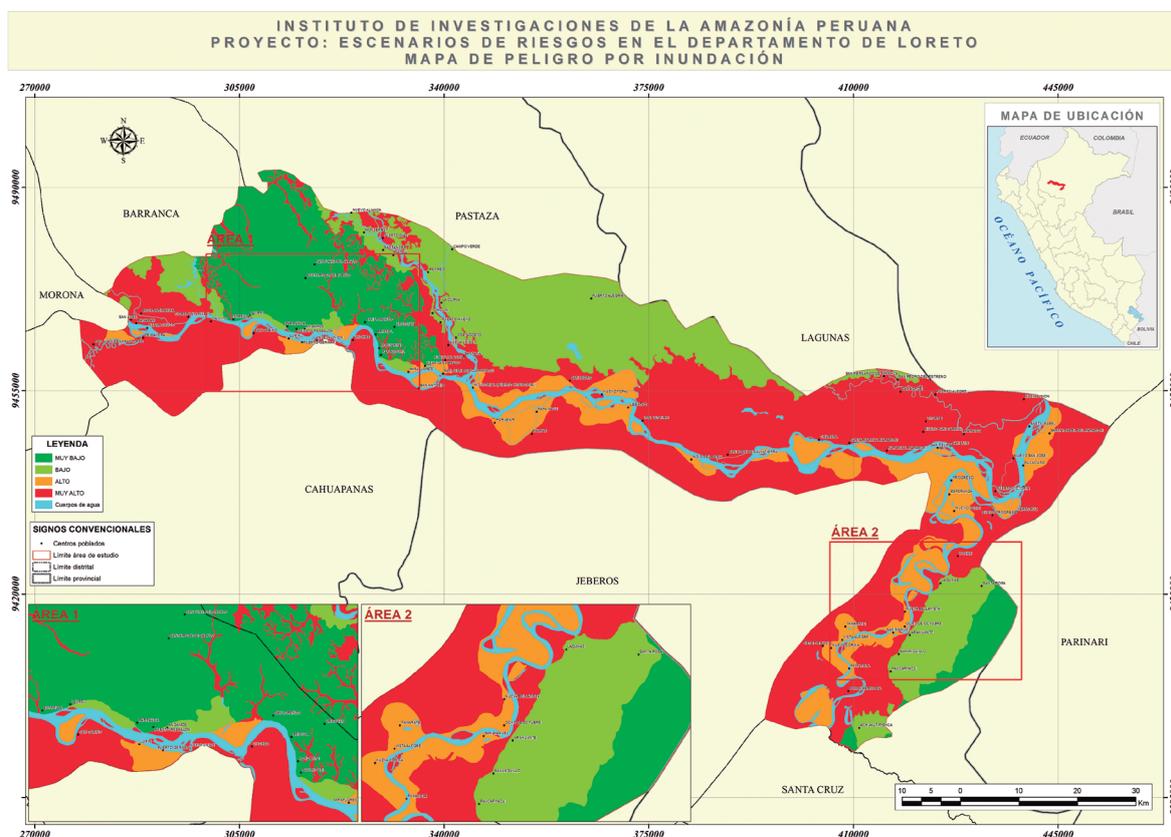
En la tabla 11 se observa que el nivel del río Marañón (estación San Lorenzo) se comportó con una media mínima mensual de 123,03 a 127,28 msnm, ocurriendo las medias máximas mensuales en los meses de marzo a junio. Además, se advierte que el máximo nivel ocurrió en el periodo 2010-2011 con una media de 127,34 msnm.

Tabla 11. Niveles medios mensuales del río Marañón, estación San Lorenzo, desde el año 2002 al 2011.

AÑO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
02/03	S/D	S/D	125,59	125,57	124,44	125,34	125,50	125,43	127,04	126,49	125,65	123,33
03/04	122,99	123,75	123,40	125,31	124,87	121,70	124,79	124,72	126,18	126,88	126,50	124,19
04/05	123,74	124,81	125,90	125,29	124,01	125,58	125,68	126,51	125,85	126,22	124,77	122,79
05/06	122,58	123,91	125,10	122,53	125,13	126,31	126,98	127,19	125,23	124,25	123,30	122,47
06/07	122,12	123,43	124,28	126,30	126,81	125,32	125,25	126,79	126,33	124,49	122,31	121,88
07/08	121,54	123,80	126,49	124,59	125,60	125,63	126,65	128,02	126,79	125,02	124,08	122,00
08/09	122,36	123,30	125,57	124,89	125,43	127,15	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
09/10	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	127,51	129,78	S/D	128,13	128,10	126,62
10/11	125,88	124,54	124,67	S/D	127,06	S/D	128,44	129,76	128,72	128,46	129,40	126,45
MEDIA	123,03	123,93	125,13	124,93	125,42	125,29	126,35	127,28	126,59	126,24	125,51	123,72

3.1.1. Análisis del grado de amenaza por inundación

La configuración física del sector Lagunas-San Lorenzo es predominantemente de origen fluvial y fundamentalmente la afectan fenómenos fluviales. Estos procesos son naturales y de por sí no representan una amenaza a no ser que la población, infraestructuras y actividades económicas se “pongan en su camino”. La predominancia de unidades fluviales resalta su importancia debido a que muchas de estas áreas son ocupadas para realizar cultivos. En esta zona, los sistemas fluviales forman parte de la vida de los pobladores; como vías de comunicación, como espacios productivos (pesca, agricultura, etc.). Históricamente, el poblador ha sabido adaptarse a estos medios y convivir armónicamente con la naturaleza; conocía los ciclos de creciente-vaciante, pero es en la actualidad donde se cuestiona el nivel de amenaza de unos fenómenos que tradicionalmente eran conocidos y esperados, constituyendo una potencial amenaza porque pueden resultar dañinos en un tiempo

**Figura 12.** Mapa de peligro por inundación del sector Lagunas-San Lorenzo.

y espacio determinados. De hecho, el fenómeno de inundación afecta a la población de una u otra manera. En algunas ocasiones, representa una oportunidad para transportar o para “sacar” diferentes mercancías (madera y otros productos del monte); sin embargo, cuando la creciente o la vaciante, por variabilidad climática normal o por episodios de anomalía, varía su permanencia espacio-temporal, representa una amenaza para los pobladores y sus actividades productivas. A continuación se muestran sectores identificados como críticos dentro del ámbito de estudio.

En temporadas normales, los ríos amazónicos presentan una diferencia entre la máxima vaciante (estiaje) y la máxima creciente de alrededor de 10 m verticales. Esta faja corresponde al estrato más bajo del litoral ribereño de los ríos anastomosados de origen andino; ubicada entre 0 y 3 m verticales de creciente (subida de aguas fluviales); en este estrato se ubican los ecosistemas conocidos regionalmente como playones, playas, barriales y bajiales que forman parte de la ribera de los ríos; fisiográficamente, están inmersos dentro de las terrazas bajas. Esta posición determina que esta faja presente una muy alta probabilidad de amenaza al establecimiento de actividades económicas y de centros poblados. Esta faja ribereña, permanece libre de la influencia de las aguas fluviales alrededor de seis meses, tiempo suficiente para ser aprovechada con el establecimiento de cultivos de corto periodo vegetativo (arroz, caupí, frijol, maní, maíz, melón, sandía, pepino, entre otros), por ser ecosistemas de mayor fertilidad natural que las áreas de tierra firme.

Su distribución en el ámbito de estudio está asociada al área de influencia de la dinámica fluvial de los ríos Marañón, Huallaga y Pastaza, donde juega un rol muy importante la sedimentación de los sólidos en suspensión que trasladan las aguas durante la inundación, lo que genera la renovación de la fertilidad en estos sectores (foto 1). En algunos sectores del ámbito de estudio, el ancho del río supera los 3000 m. Los centros poblados con probabilidad de amenaza de inundación muy alta (76 a 100%) son aquellos ubicados principalmente en terrazas bajas del río Huallaga (Pampa Hermosa, puerto de Lagunas, Yonan, Nuevo Progreso, Veracruz), del río Marañón (Nueva Unión, Puerto Victoria, Paraíso, Nuevo San Gabriel, Vitarte, Naranjal, Santa Marta, Charupa, San José de Salvatierra, Los Ángeles, San Isidro, Linches, San Gabino, Gallito, Tigre Playa, San Juan de Miraflores, Bagazán, Primavera, San José, Huamachuco) y en menor número de centros poblados los ubicados en terrazas bajas del río Pastaza (Santana, Nueva Islandia, Nueva Unión, Tres de Agosto y Puerto Díaz). Los centros poblados con grado de probabilidad de amenaza alta (51 a 75%) se encuentran asentados en las terrazas, complejos de orillares e islas antiguas (en términos de tiempo de depositación fluvial de sedimentos) donde la inundación alcanza sus máximos niveles en crecientes excepcionales. En la cuenca baja del río Huallaga, están los centros poblados Puma Isla, Nueva Corina, Vista Alegre, Siete de Junio, Tamarate, San Manuel, Ocho de Octubre, Nueva Bellavista, Progreso, Esperanza, Nuevo Güeppi, en la cuenca baja del Marañón los centros poblados Santa Isabel, Pucacuro, San Felipe, Indio del Perú, Libertad, Nuevo Topal, Papayacu, Porvenir, Miraflores, San Juan de



Foto 1. Cultivo de arroz en terrazas inundables de drenaje imperfecto a pobre del río Huallaga.

Mojarayacu, Puerto German y Lurín, y cerca de la desembocadura del río Pastaza, margen izquierda del río Marañón, el centro poblado Industrial. La probabilidad de amenaza baja (26 a 50%) en el sector Lagunas-San Lorenzo, la poseen los centros poblados ubicados fisiográficamente en terrazas medias, como Achual Tipishca, Paucaryacu, Sananguillo, Arahuate, Lagunas, Santa Rosa, en la cuenca baja del río Huallaga; los centros poblados Puerto Alegría, Puerto Nuevo, Chiclín, La Curva, Recreo, Monterrey, Santander, Nueva Alianza, en la cuenca Marañón-Pastaza en el distrito de Pastaza. Los centros poblados que calificaron con probabilidad de inundación muy baja (<25%) están asentados en terrazas altas de los distritos de Pastaza y Barranca. Los centros poblados ubicados en estas áreas son San Miguel, Monzante, Bristol, San Lorenzo, Barranca, Puerto Resbalón, Laurel, Estrella, Santa Rosa de Sábalo y San Juan de Sábalo.

3.2. Análisis de la erosión lateral

Para analizar la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo por erosión lateral, se han tomado en cuenta varios criterios de análisis. Entre los más importantes tenemos a la dinámica fluvial, la temporalidad de crecientes y la estabilidad del terreno (tipo de material, resistencia del material, fractura del material), así como el uso actual del territorio (deforestación, playas, playones e islas) y las potencialidades socioeconómicas del sector Lagunas-San Lorenzo, obtenidas de los diagnósticos temáticos de vegetación, fisiografía, geología, geomorfología, uso actual y socioeconomía.

3.2.1. Análisis del grado de amenaza por erosión lateral

El grado de amenaza ha sido obtenido sobre la base de los análisis efectuados a los procesos geológicos, geomorfológicos, fisiográficos, hidrológicos y de vegetación, que han configurado el área de estudio. Para ello, explicaremos sucintamente el comportamiento de estos procesos y su relación con los elementos sociales y físicos.

Clasificación del grado de amenaza por erosión lateral

Para la geología se ha considerado primordialmente la consistencia y resistencia del material parental ante el poder erosivo de los sistemas fluviales. Para la variable fisiográfica se han considerado los relieves de influencia directa, principalmente terrazas bajas, medias y altas. Para el caso de la variable hidrológica se ha considerado la capacidad erosiva (caudal y velocidad de transporte) así como los datos históricos de erosión en determinados sectores, lo que permitió realizar un buffer de 100 m de los relieves adyacentes o contiguos.

Las áreas con probabilidad de amenaza muy alta por este evento de geodinámica externa se encuentran asociadas a materiales parentales poco resistentes, frágiles e inconsolidados, litificados, altamente meteorizados y fracturados, y con relieves de terrazas bajas con influencia directa de los cursos de agua (buffer aproximado de 100 m, según datos históricos). Estas áreas se ubican fisiográficamente en terrazas bajas recientes y subrecientes, de drenaje bueno a moderado, a terrazas bajas de drenaje muy pobre y pantanos (foto 2). Corresponde a los centros poblados

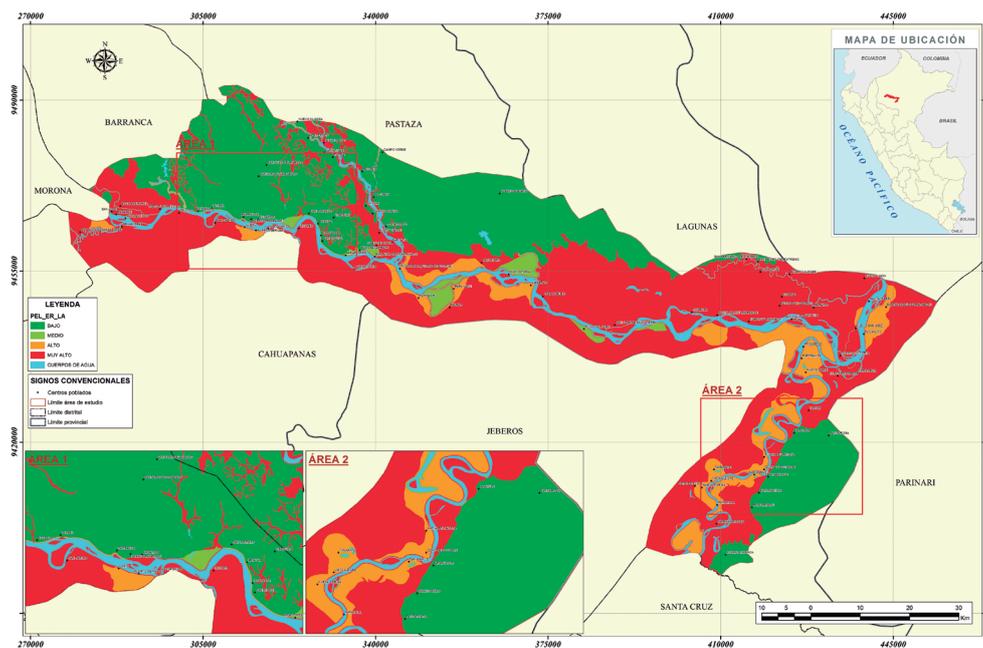


Figura 13. Mapa de peligro por erosión lateral del sector Lagunas-San Lorenzo.



Foto 2. Erosión de márgenes en una terraza inundable de drenaje muy pobre (río Huallaga).

que también están calificados con probabilidad de amenaza de inundación muy alta.

Las áreas con probabilidad de amenaza alta se ubican fisiográficamente en los complejos de orillares antiguos que están relativamente alejados del río o adyacente, cuya altura respecto al nivel de base local es mayor al de las terrazas bajas, donde las crecientes periódico-estacionales normales no alcanzan a inundarlos; en cierto modo esto ha permitido que se detenga el proceso de sedimentación y que se inicie el desarrollo del suelo, permitiendo que las partículas del mismo se ordenen de manera que permita el desarrollo de una estructura de suelo incipiente a blocosa media. Los centros poblados que se encuentran en esta zona son Siete de Junio, Nueva Corina, Puma Isla, Vista Alegre, Tamarate, San Manuel, Ocho de Octubre, Nueva Bellavista, Nuevo Güepí, Esperanza, Progreso, Pucacuro y Santa Isabel del Marañón.

Las áreas con probabilidad de amenaza por erosión lateral media se encuentran ubicadas en complejos de orillares y algunas islas antiguas del río Marañón, donde están asentados los centros poblados Indio del Perú, Nuevo Topal, Miraflores, San Juan de Mojarayacu, y cercano a los centros poblados Papayacu, Palpa y Porvenir.

Las áreas calificadas con probabilidad de amenaza por erosión lateral baja corresponden a terrazas medias de diferente condición de drenaje del río Huallaga, terrazas medias de condición de drenaje imperfecto a muy pobre de la cuenca baja Marañón-Pastaza y terrazas altas ligera a fuertemente disectadas del distrito de Barranca, en el sector de San Lorenzo.

3.3. Análisis de la vulnerabilidad de la población, infraestructura y actividades económicas por inundación y erosión lateral

3.3.1. Vulnerabilidad de la población por inundación y erosión lateral

El sector Lagunas-San Lorenzo se encuentra ubicado en el área de influencia de la dinámica de los ríos Marañón y Huallaga, principales modeladores del terreno, que hacen que los procesos de erosión lateral accionen con mucha frecuencia. Las poblaciones con un grado de vulnerabilidad muy alta por inundación están localizadas a lo largo de las riberas de los sistemas fluviales. Los centros poblados muy vulnerables son Pampa Hermosa, Puma Isla, Yonan, Nuevo Progreso, Veracruz y Puerto Victoria, en la cuenca baja del río Huallaga, con una población inferior a diez familias.

Las poblaciones que también presentan vulnerabilidad muy alta con una población superior a cien pobladores son Naranjal de Marañón, Santa Marta de Marañón, Charupa e Industrial. Los centros poblados que presentan vulnerabilidad baja están ubicados en terrazas altas del distrito de Barranca con una población menor a diez habitantes: Laurel, Estrella, Angamos y Barranca, y los centros poblados con más de cien habitantes: San Lorenzo, Bristol y Uruguay. Los centros poblados que presentan vulnerabilidad alta están ubicados en terrazas inundables con población menor de diez habitantes.

Las fotos 3 y 4 ilustran la vulnerabilidad descrita.

Los centros poblados con vulnerabilidad media se ubican en los complejos de orillares antiguos con poblaciones menores de diez habitantes, en terrazas medias del distrito de Lagunas con población menor de diez habitantes (Paucaryacu, Sananguillo y Santa Rosa), en terrazas medias con población mayor a cien habitantes (Arahuante) y centros poblados con más de mil habitantes (Lagunas).



Foto 3. Centro poblado con vulnerabilidad muy alta a la inundación ubicada en terrazas de orillares antiguos.



Foto 4. Población con vulnerabilidad muy alta por erosión lateral ubicada en terraza media (río Marañón).

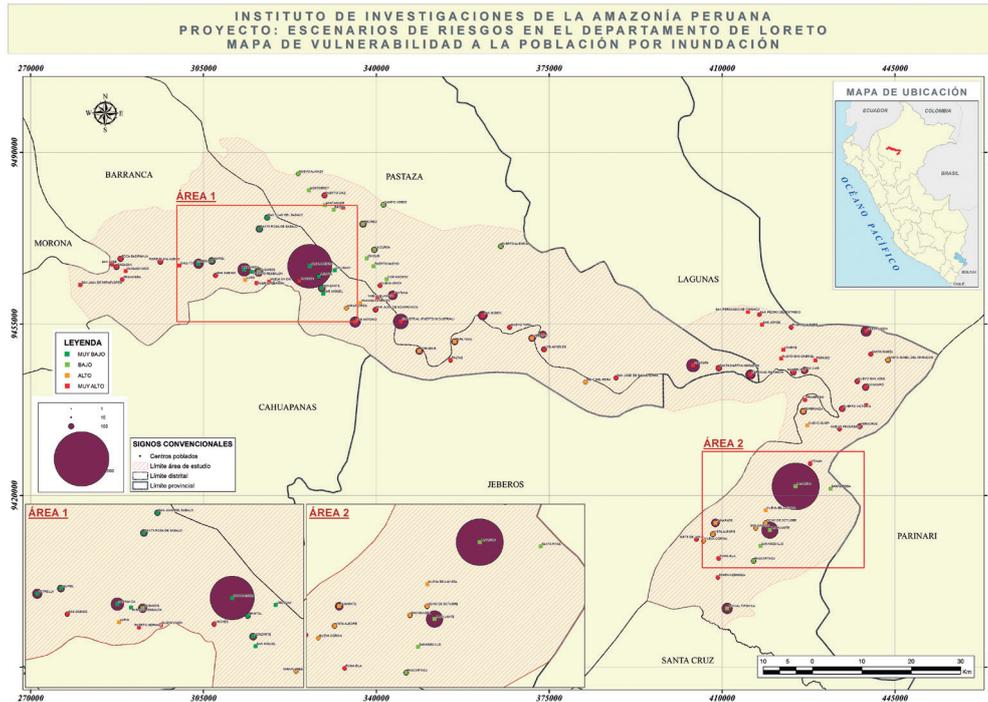


Figura 14. Mapa de vulnerabilidad de la población por inundación en el sector Lagunas-San Lorenzo.

Respecto a la vulnerabilidad de la población por erosión lateral, presentan vulnerabilidad muy alta aquellas ubicadas en complejo de orillares antiguos y terrazas medias con población entre diez y cien habitantes como Nueva Unión, Naranjal, Charupa, Industrial y San Antonio en el río Marañón. Los demás centros poblados ubicados en estas unidades fisiográficas presentan vulnerabilidad alta con población menor de diez habitantes. Los centros poblados asentados en terrazas medias y altas presentan vulnerabilidad baja con población entre diez y cien habitantes, así como aquellas que presentan población mayor a mil habitantes, que corresponde a las capitales de distrito ubicadas en estas unidades fisiográficas.

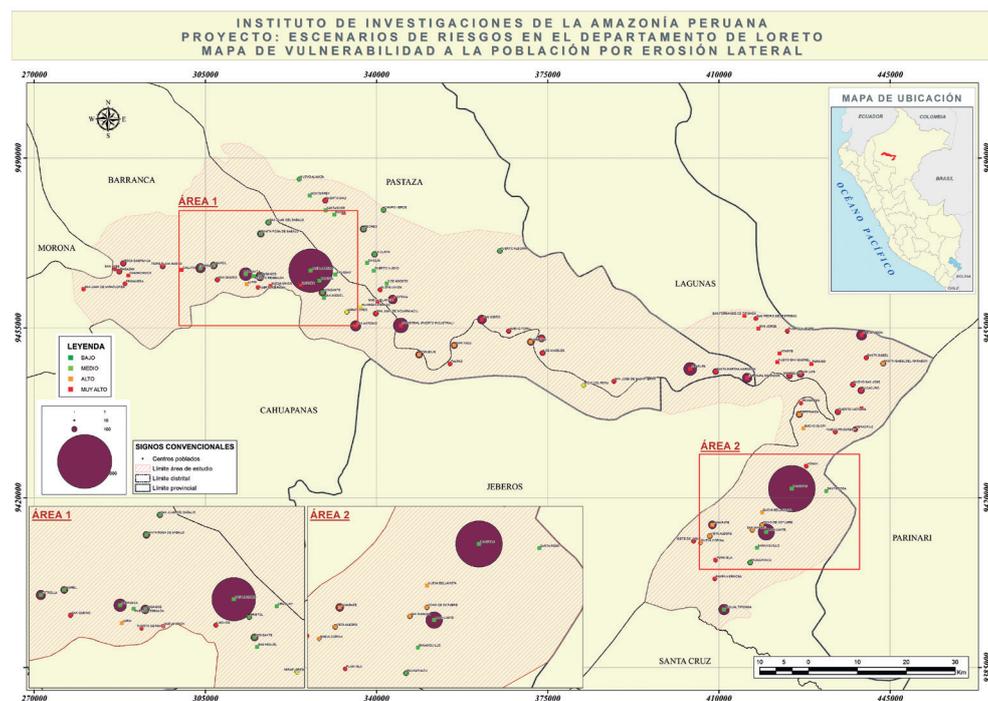


Figura 15. Mapa de vulnerabilidad de la población por erosión lateral en el sector Lagunas-San Lorenzo.

3.3.2. Vulnerabilidad de la infraestructura por inundación y erosión lateral

Aunque no se encuentran infraestructuras de gran envergadura, se debe considerar con mucha cautela las construidas como veredas peatonales, colegios, postas médicas y otras de servicio para las poblaciones; especialmente las ubicadas en terrazas inundables y cercanas de los sistemas fluviales.

De acuerdo a la figura 16, la vulnerabilidad alta de la infraestructura por inundación se ubica en los centros poblados Pampa Hermosa y Lagunas en la cuenca del río Huallaga; Naranjal, Marañón, San Isidro, Papayacu y San Antonio en la cuenca del río Marañón; y la infraestructura del centro poblado Industrial ubicada cerca a la desembocadura del río Pastaza en la margen izquierda del Marañón. Las infraestructuras con vulnerabilidad media a baja, corresponden a las tuberías del oleoducto que atraviesa el área de estudio. Las demás comunidades no aplican, ya que carecen de infraestructura.

Las fotos 5 y 6 ilustran la vulnerabilidad descrita.



Foto 5. Infraestructura con alto riesgo por inundación ubicada en terraza baja (río Marañón).



Foto 6. Infraestructura vulnerable a la erosión lateral ubicada en terraza media (río Marañón).

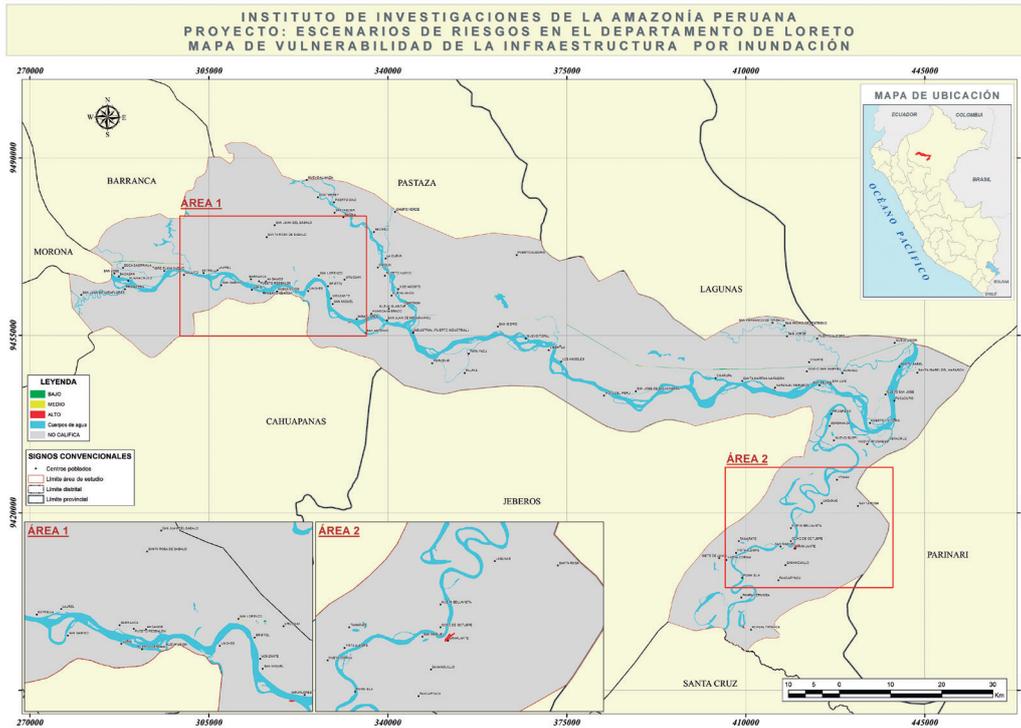


Figura 16. Mapa de vulnerabilidad de la infraestructura por inundación en el sector Lagunas-San Lorenzo.

Respecto a la vulnerabilidad muy alta de la infraestructura por erosión lateral, estas se encuentran en áreas de altura relativa variables, principalmente en los centros poblados Pampa Hermosa en el río Huallaga; Naranjal, Charupa, San Isidro, Papayacu, Industrial y San Antonio en el río Marañón; y Santana en el río Pastaza. Infraestructura con vulnerabilidad alta en Pampa Hermosa, San Isidro, Papayacu e Industrial. Infraestructura con vulnerabilidad media y baja en terrazas medias de la cuenca del Huallaga (Arahuante y Lagunas) y en terrazas altas de la cuenca del Marañón (San Lorenzo y Bristol).

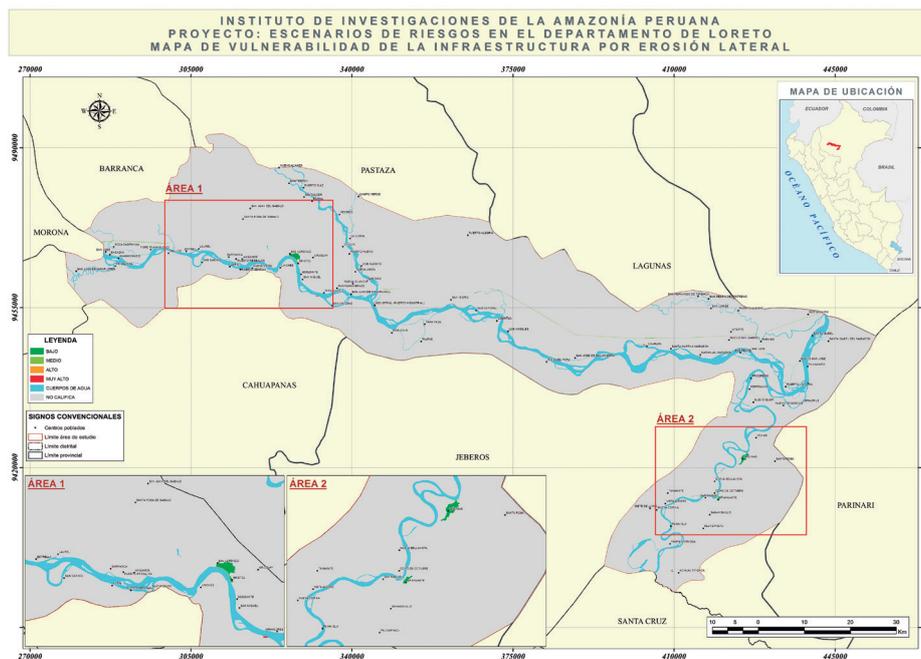


Figura 17. Mapa de vulnerabilidad de la infraestructura por erosión lateral en el sector Lagunas-San Lorenzo.

3.3.3. Vulnerabilidad de las actividades económicas por inundación y erosión lateral

Las actividades económicas que pueden verse afectadas por los efectos de la erosión lateral se encuentran en casi todos los centros poblados, debido a que los pobladores utilizan las partes bajas inundables para realizar sus cultivos de plátano, yuca, maíz, arroz, legumbres y hortalizas, porque son los terrenos que producen y generan rentabilidad en su economía. Estas actividades están ubicadas principalmente en las terrazas bajas recientes de drenaje imperfecto a pobre (arroz), islas, complejo de orillares y terrazas bajas recientes de drenaje moderado (maíz, plátano, yuca), y en menor importancia y utilización están las terrazas bajas y complejo de orillares antiguos.

En la figura 18 se observa que la mayor área con vulnerabilidad muy alta y alta se distribuye en actividades económicas desarrolladas principalmente en diques de complejo de orillares recientes y antiguos ubicados en las cercanías de los centros poblados Vista Alegre, Arahuate, Lagunas en la cuenca del Huallaga; Naranjal, Santa Martha, Charupa, Industrial, San Antonio, Miraflores, frente a San Lorenzo, San Gabino, Gallito, Huamachuco, Bagazán y San José en la cuenca del Marañón; y Santana, Nueva Unión, Chiclín

en el Pastaza. Las áreas con vulnerabilidad media de la actividades económicas por inundación está ubicada en las áreas aledañas a los centros poblados Paucaryacu, Sananguillo, Arahuate, Lagunas, Santa Rosa, Monzante, Bristol, Uruguay, San Lorenzo, Angamos, Barranca, Laurel y Estrella; el resto del sector califica como de baja vulnerabilidad.

Respecto a la vulnerabilidad muy alta de la actividad productiva por erosión lateral, califican las actividades realizadas en todas las terrazas bajas con diferente condición de drenaje de las tres cuencas y como alta califican las actividades desarrolladas en los complejos de orillares antiguos, principalmente los que están ubicados entre Pampa Hermosa y la desembocadura del río Huallaga, en la margen derecha del Marañón; y aquellas ubicadas entre el caserío Libertad y la desembocadura del río Pastaza y en ambos márgenes del Marañón. Con vulnerabilidad media califican las actividades realizadas en algunos complejos de orillares, terrazas medias de diferente condición de drenaje y en terrazas altas ligera a moderadamente disectadas del área de estudio. Con vulnerabilidad baja califican las actividades realizadas en terrazas medias de drenaje muy pobre (aguajales de altura) y pantanos de altura.

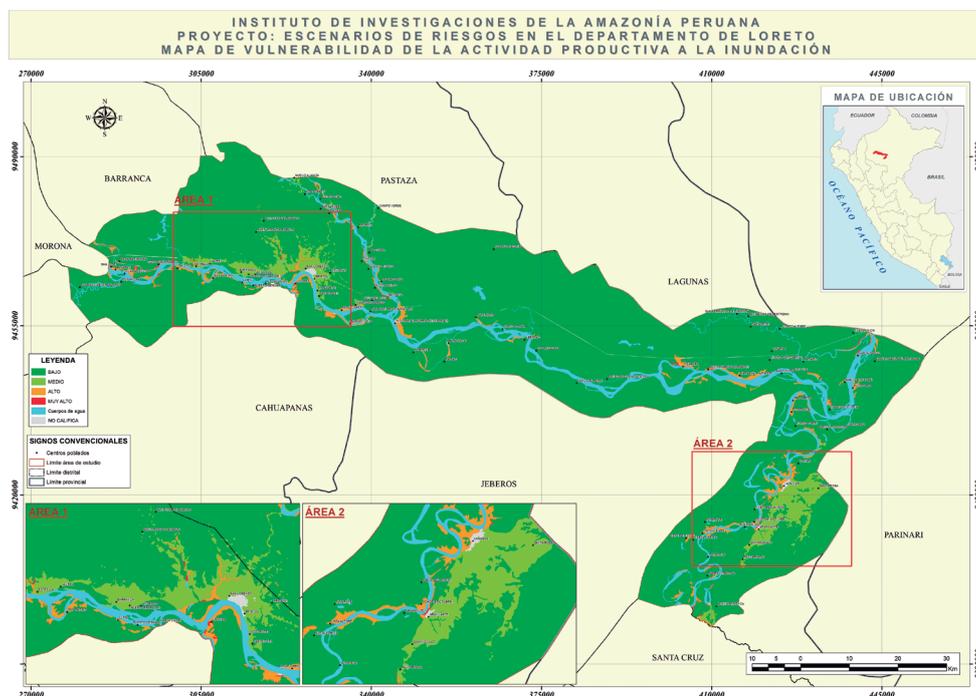


Figura 18. Mapa de vulnerabilidad de las actividades económicas por inundación en el sector Lagunas-San Lorenzo.

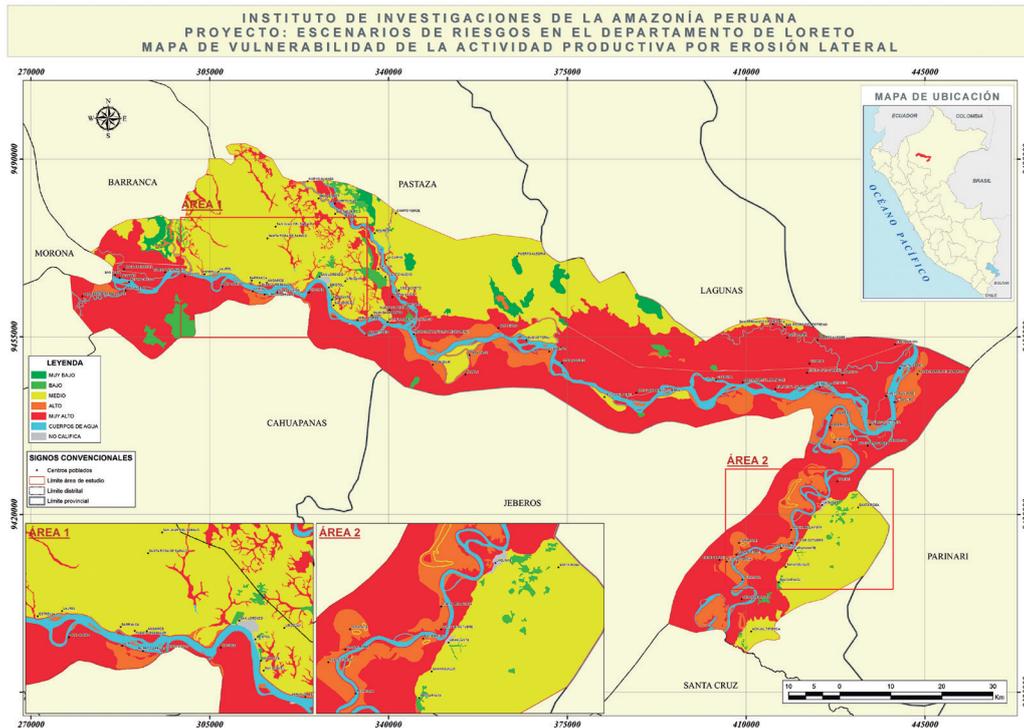


Figura 19. Mapa de vulnerabilidad de las actividades económicas por erosión lateral en el sector Lagunas-San Lorenzo.

3.4. Análisis de riesgos de la población, infraestructuras y actividades económicas por inundación y erosión lateral

3.4.1. Riesgo de la población por inundación y erosión lateral

La población que está en riesgo de verse afectada por los efectos de la erosión lateral se encuentra distribuida en las riberas de los sistemas fluviales.

Las áreas de muy alto riesgo se distribuyen en las márgenes de los ríos de alto caudal como el Huallaga y Marañón. La población del sector Lagunas-San Lorenzo se encuentra ubicada en el área de influencia donde los procesos de inundación accionan con mucha frecuencia; dentro de estas, la población tiene hasta diez individuos. Podemos mencionar a Pampa Hermosa, Siete de Junio, Puma Isla, Yonan, Veracruz y Progreso en la cuenca baja del Huallaga; Nuevo Progreso, Veracruz, Puerto Victoria, Pucacuro, Nuevo San José, San José y Nueva Unión aguas abajo de la confluencia Huallaga-Marañón; San Luis, San Felipe, Santa Marta, Los Ángeles, Ungumayo, San Isidro, Nueva Unión, San German, Tigre Playa Nuevo, Primavera, San Juan de Miraflores, Primavera, Huamachuco, Bagazán, San José y Boca Sasipahua en la cuenca del Marañón;

San Juan de Palometahuayo, Nueva Islandia, Santana y Puerto Díaz en la cuenca del Pastaza.

Los centros poblados cuya población tiene muy alto riesgo cuentan con hasta cien habitantes: Nueva Unión, Naranjal, Charupa, Industrial y San Antonio en la cuenca del Marañón. Las poblaciones con riesgo alto no superan los diez habitantes. Las poblaciones con bajo y muy bajo riesgo de inundación se encuentran ubicadas en terrazas medias de la cuenca del Huallaga (Arahuante), en la cuenca del Marañón y Barranca, y tienen hasta cien habitantes; mientras que Lagunas y San Lorenzo en el Huallaga y Marañón respectivamente, superan los mil habitantes.

Las poblaciones con muy alto riesgo a la erosión lateral están localizadas a lo largo de las riberas de los sistemas fluviales; se distribuyen de manera similar a las poblaciones en riesgo por inundación. Sin embargo, los centros poblados más afectados son aquellos con mayor población como Nueva Unión, Naranjal, Charupa, San Isidro, San Antonio, Industrial en el Marañón y Santana; las demás poblaciones que no superan los diez habitantes, presentan alto riesgo. Las poblaciones con bajo y muy bajo riesgo se encuentran en las áreas más altas y relativamente más alejadas de la influencia de los sistemas fluviales, como Lagunas y San Lorenzo, que superan los mil habitantes y otras con hasta cien habitantes como Arahuante y Barranca.

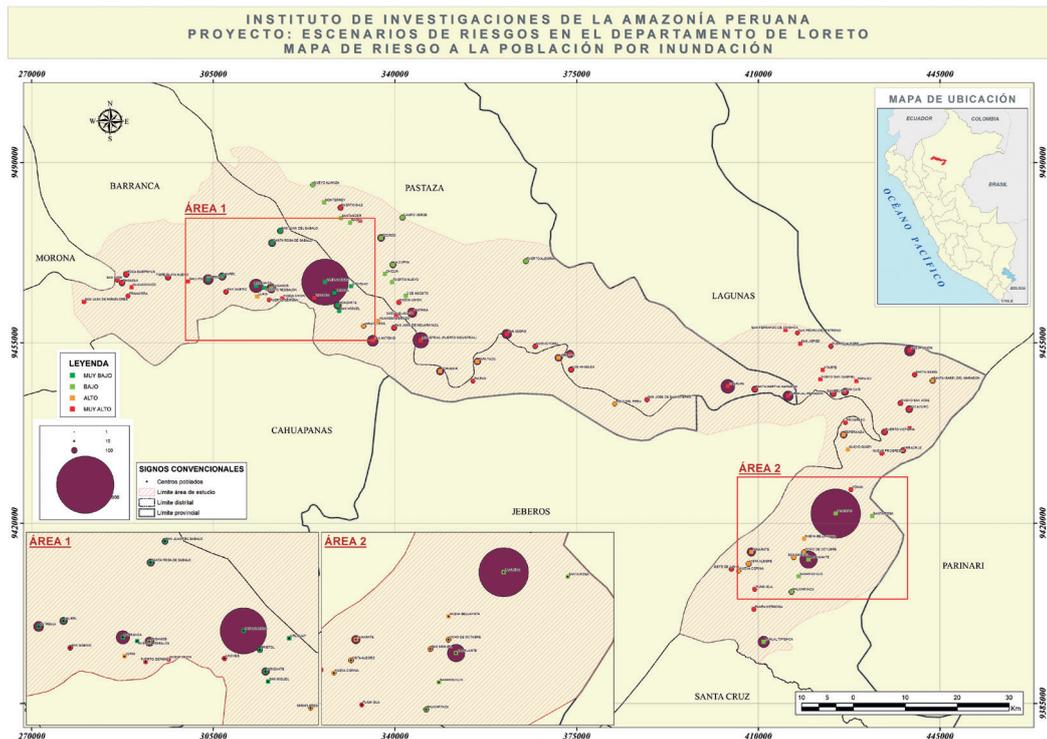


Figura 20. Mapa de riesgo de la población por inundación en el sector Lagunas-San Lorenzo.

Tabla 12. Centros poblados ubicados en el área de estudio, clasificados de acuerdo al nivel de riesgo (erosión lateral).

Riesgo por erosión lateral	Centros poblados
Muy alto	Pampa Hermosa. Achual-Tipishca, Nueva Corina, Nueva Esperanza, Santa Isabel del Huallaga (etnia cocama-cocamilla), San Luis, Naranjal, Santa Marta, Charupa, Indio del Perú, Los Ángeles, San José, San Isidro (C. N. de la etnia quechua), Ungumayo, C. N. Puerto Nuevo (antes Chiclín), Santa Ana, San Antonio, Nuevo Tigre Playa
Alto	Puerto Industrial, La Curva, San Lorenzo (franja habitada adyacente al río Marañón) y Lagunas (malecón y alrededores)
Bajo	C. N. Puerto Nuevo (antes Chiclín); distrito de Pastaza, centro poblado Santa Ana; distrito de Pastaza, centro poblado La Curva y centro poblado San Antonio
Muy bajo	Arahuante, Estrella

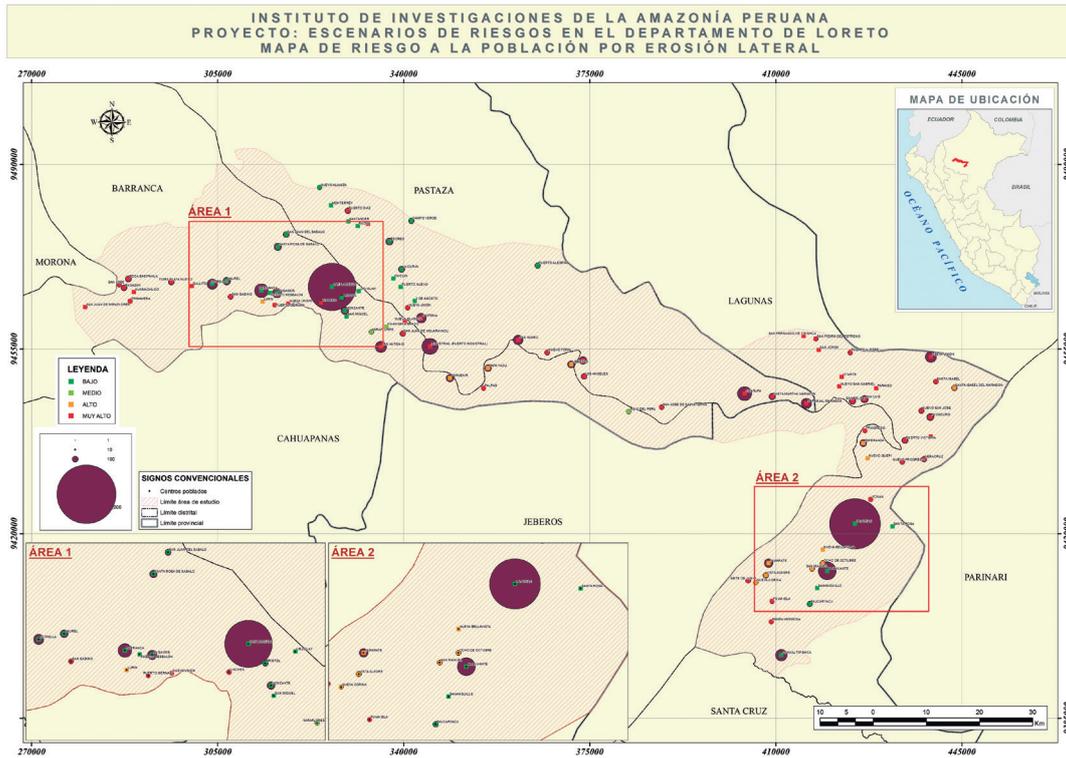


Figura 21. Mapa de riesgo de la población por erosión lateral en el sector Lagunas-San Lorenzo.

3.4.2. Riesgo de la infraestructura por inundación y erosión lateral

La infraestructura que califica como de riesgo muy alto y alto a la inundación en el sector (figura 22), se encuentra ubicada principalmente en los centros poblados Achual-Tipishca en la cuenca del Huallaga; Naranjal, San Isidro, Papayacu, Industrial, San Antonio en la cuenca del Maraón; y Santa Ana en el río Pastaza. Asimismo, tienen la misma calificación algunos sectores de las tuberías del oleoducto en la cuenca Maraón-Pastaza. Como medio se califica la infraestructura instalada en el centro poblado Arahuate en la cuenca del Huallaga, ubicada en terrazas medias y en algunos sectores de las tuberías del oleoducto. En el sector de San Lorenzo, la infraestructura califica como de nivel bajo por estar ubicada en terrazas altas y alejadas del canal principal. El resto del área no califica.

Con respecto al riesgo de la infraestructura por erosión lateral, alguna califica como muy alto y está en el centro poblado Achual-Tipishca (Huallaga) ubicado en terrazas medias con áreas de mal drenaje; en los centros poblados Naranjal, Charupa, San Isidro, Papayacu, Industrial y San Antonio en la cuenca del Maraón; y Santana en el Pastaza. Con calificación de riesgo alto están los tramos del oleoducto entre Nueva Unión hasta Nuevo Topal, y Tigre Playa Nuevo hasta San José, margen izquierda del río Maraón. La infraestructura importante ubicada en los centros poblados Arahuate y Lagunas en la cuenca del Huallaga; San Lorenzo y Bristol en el Maraón, que están instaladas sobre terrazas medias y altas respectivamente, califica como de bajo riesgo.

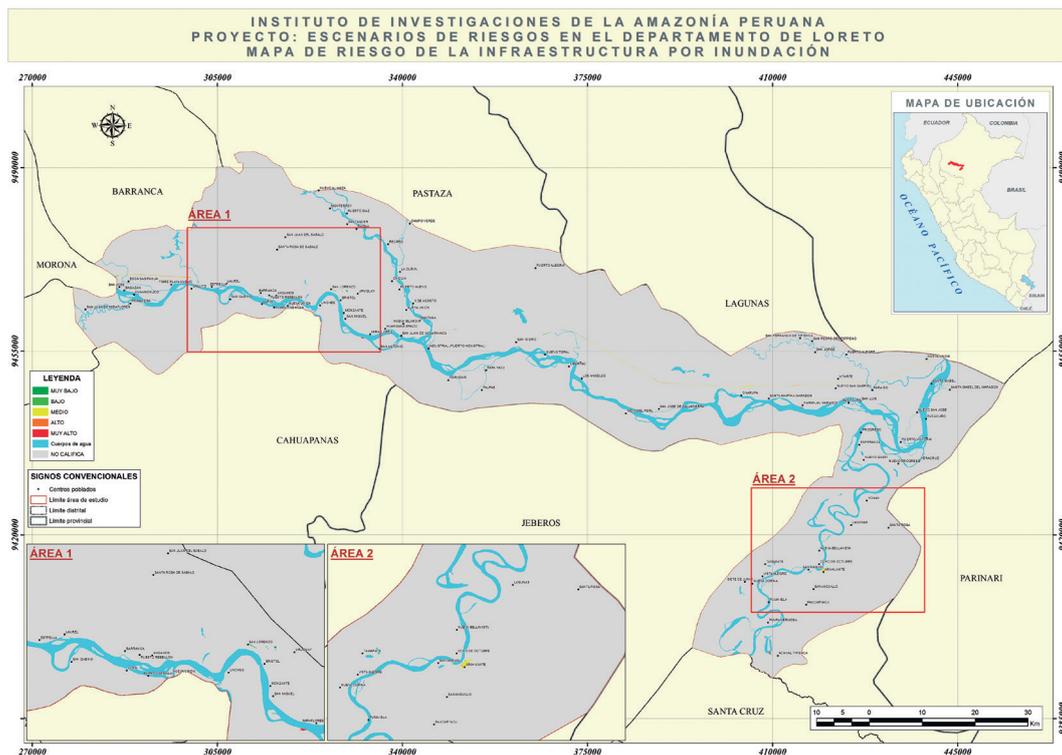


Figura 22. Mapa de riesgo de la infraestructura por inundación en el sector Lagunas-San Lorenzo.

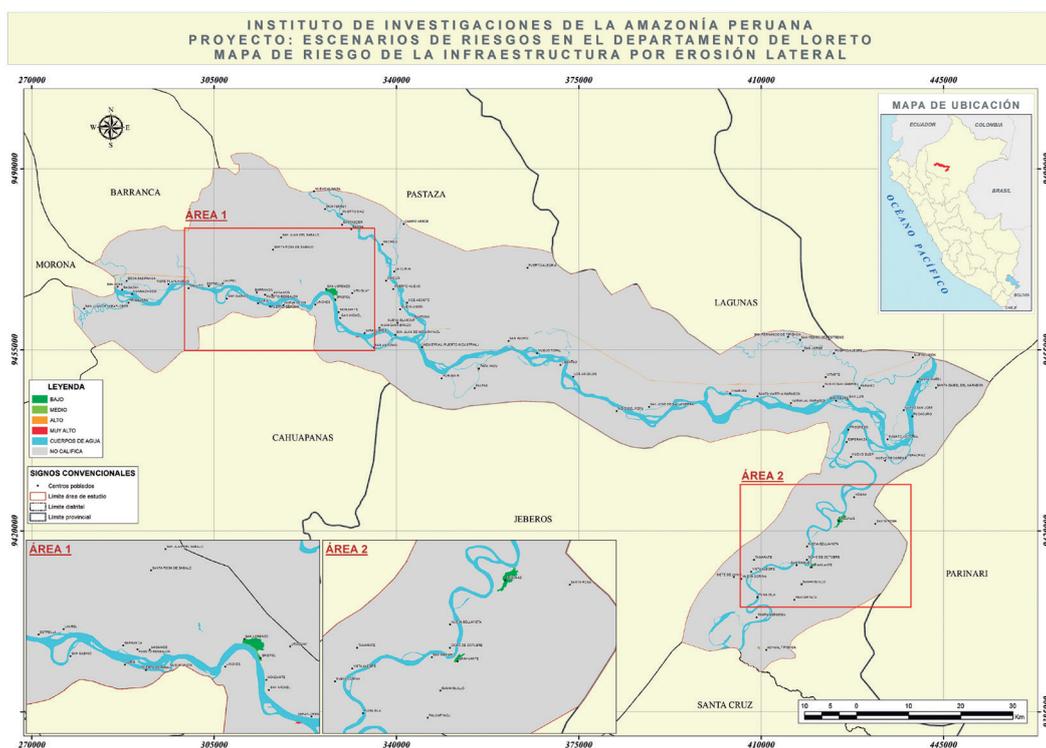


Figura 23. Mapa de riesgo de la infraestructura por erosión lateral en el sector Lagunas-San Lorenzo.

3.4.3. Riesgo de las actividades económicas por inundación y erosión lateral

El riesgo de las actividades económicas por inundación, calificó como muy alto en los sectores de terrazas bajas de drenaje moderado a imperfecto y complejo de orillares recientes con cultivos, y además, en aquellas áreas deforestadas que se encuentran en terrazas bajas de drenaje pobre y muy pobre de las cuencas de los ríos Huallaga, Marañón y Pastaza. Las que presentaron riesgo alto son áreas de cultivos que se encuentran en complejos de orillares antiguos a lo largo de las cuencas de los ríos Huallaga y Marañón, principalmente cultivos de plátano, yuca, hortalizas y frutales. Las áreas con calificación de nivel medio son las demás áreas de terrazas bajas de drenaje imperfecto a muy pobre, pantanosas con cobertura boscosa. Las áreas que califican con nivel de bajo riesgo, son aquellas ubicadas en terrazas medias de diferente condición de drenaje; las de riesgo muy bajo están ubicadas en terrazas altas de condición de drenaje y disección diferente.

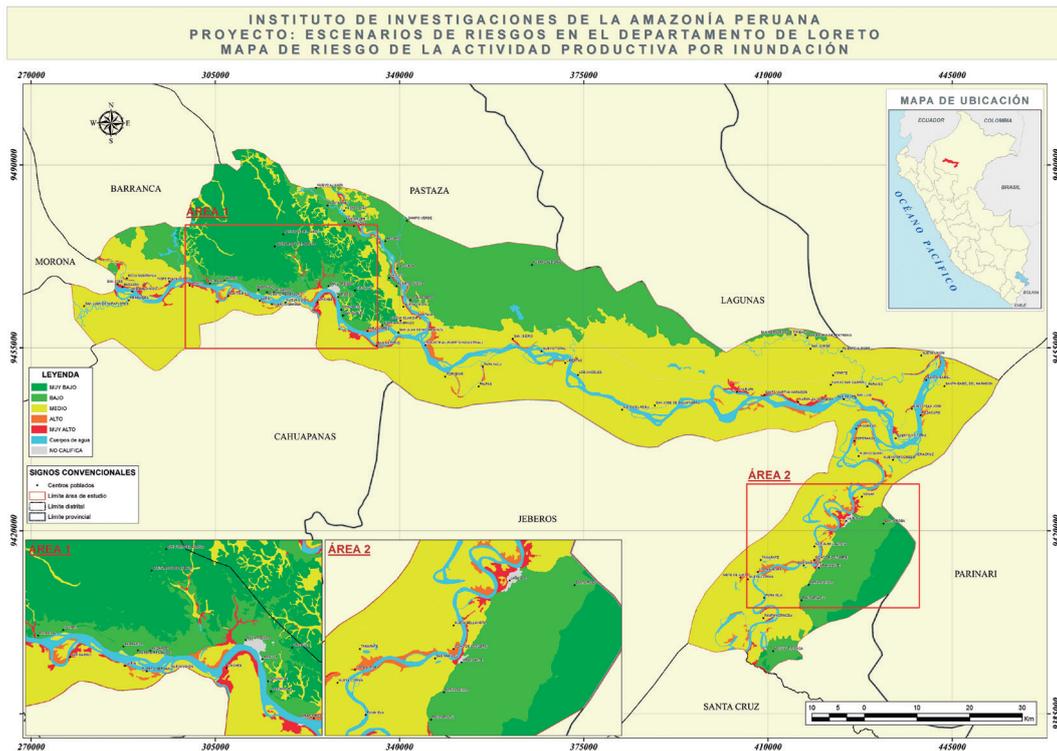


Figura 24. Mapa de riesgo de las actividades económicas por inundación en el sector Lagunas-San Lorenzo.

Por el contrario, las actividades económicas ubicadas en áreas con riesgo muy alto por erosión lateral son aquellas de islas, terrazas bajas de drenaje imperfecto a muy pobre y pantanosas, distribuidas en ambos márgenes de los ríos Huallaga, Marañón y Pastaza. Las áreas con actividades económicas de riesgo alto están en complejos de orillares antiguos, principalmente en ambos márgenes de los ríos Huallaga, en menor proporción en el río Marañón cerca de los centros poblados Libertad, Papayacu, Porvenir, San Isidro, Miraflores, Puerto German y Lurín. Las áreas con riesgo medio son pocas y están distribuidas de manera dispersa en el área de estudio en complejos de orillares y terrazas bajas y medias de drenaje muy pobre y pantanosas. Las actividades con riesgo bajo y muy bajo se ubican en las terrazas medias y terrazas altas, principalmente en áreas cercanas a los centros poblados Lagunas, Arahuate, San Lorenzo y Bristol. Las áreas que no calificaron son las áreas urbanas de los mencionados centros poblados.

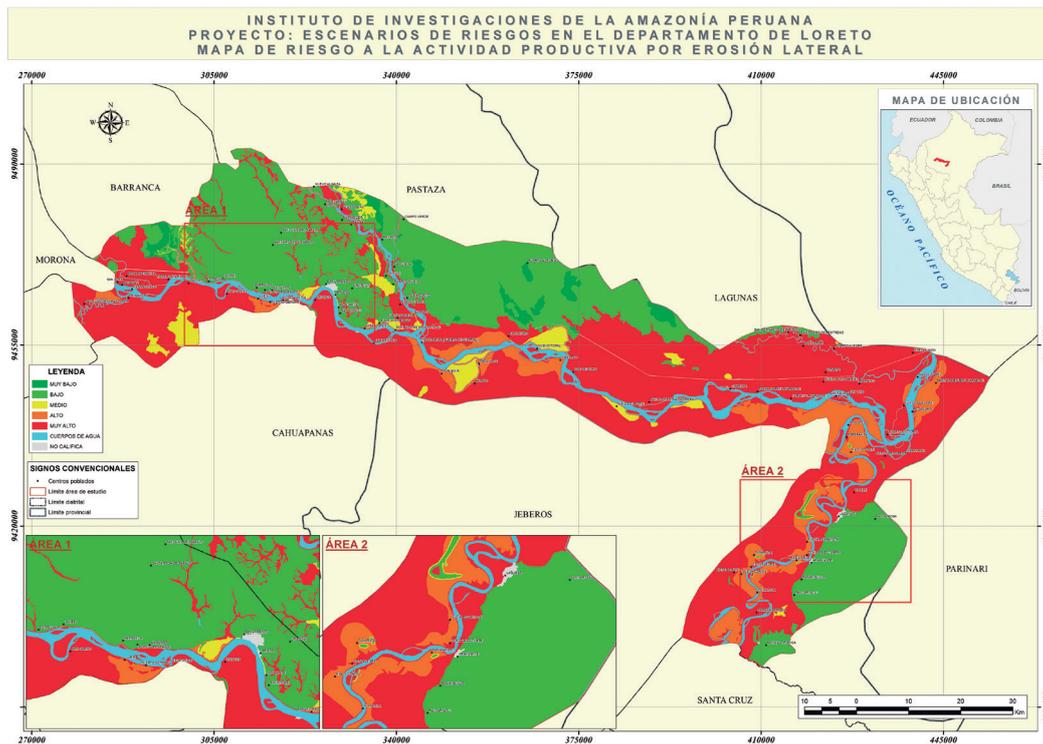


Figura 25. Mapa de riesgo de las actividades económicas por erosión lateral en el sector Lagunas-San Lorenzo.

4. ANÁLISIS DE ESCENARIOS DE RIESGOS

4.1. Análisis de la migración lateral de 1984 a 2013

Con la finalidad de establecer los terrenos perdidos por efectos de la migración lateral ocasionados por la dinámica fluvial de las aguas de los ríos Marañón y Huallaga en los distritos de Barranca, Pastaza, Cahuapanas, Jeberos y Lagunas respectivamente, en las provincias de Datem del Marañón y Alto Amazonas, en el departamento de Loreto, se realizaron evaluaciones gráficas de la migración lateral de dichos ríos, mediante la utilización de imágenes de satélite Landsat TM 5, ETM 7 y ETM 8, Resourcesat-1, tomando como punto de partida el año 1984 y como punto final de la evaluación el año 2013.

Para ello, se tomaron dieciséis sectores localizados dentro del área de influencia de los centros poblados con mayor cantidad de población. A continuación se describe lo siguiente:

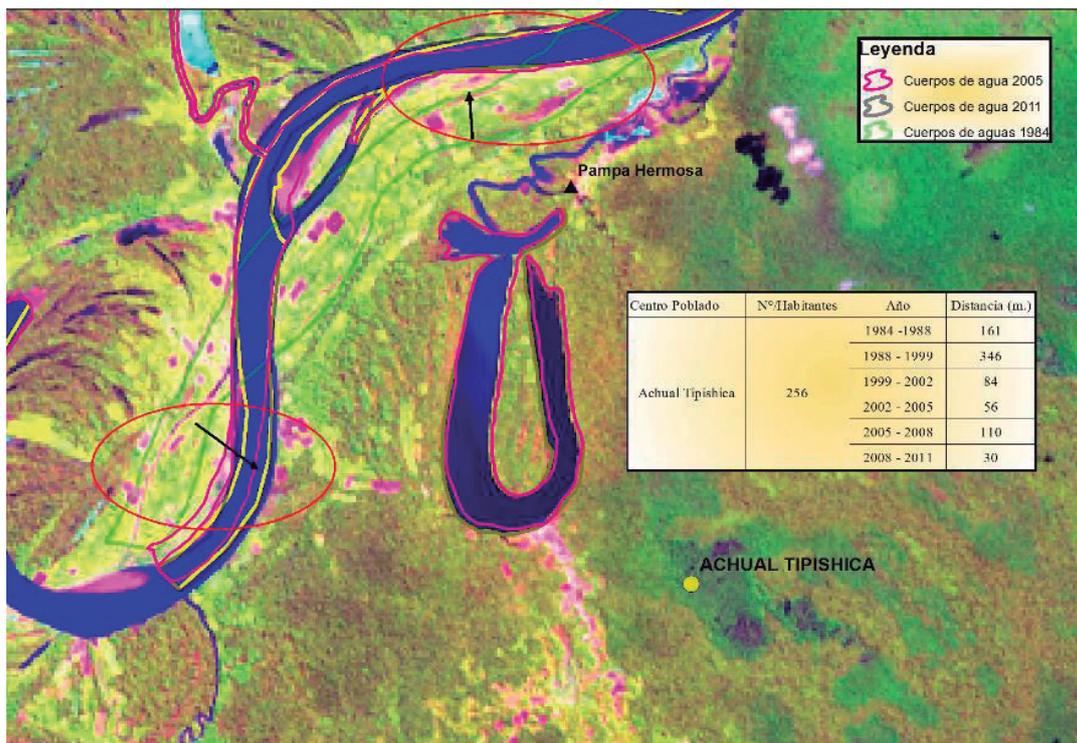


Figura 26. Achual-Tipishca: en este sector desde el año 1984 al 2011 se han perdido 787 m, siendo la mayor pérdida la ocurrida entre los años 1988 y 1999 (346 m).

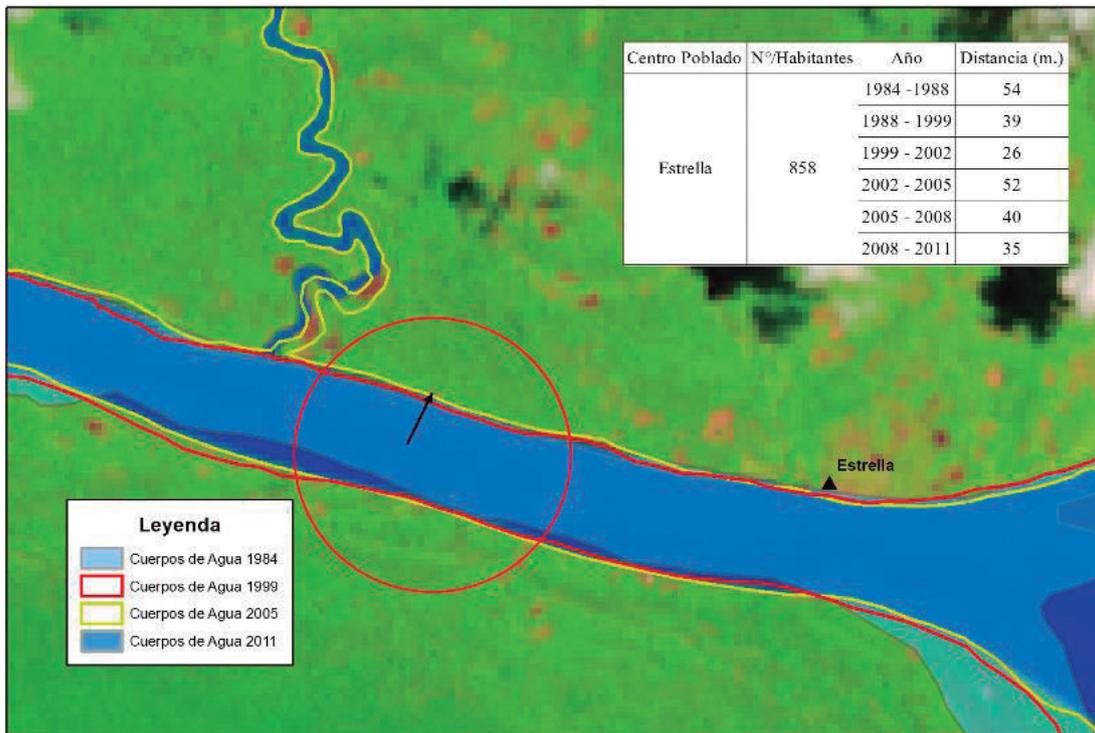


Figura 27. Estrella: en este sector desde el año 1984 al 2011 se han perdido 246 m, siendo la mayor pérdida la ocurrida entre los años 1984 y 1988 (54 m).

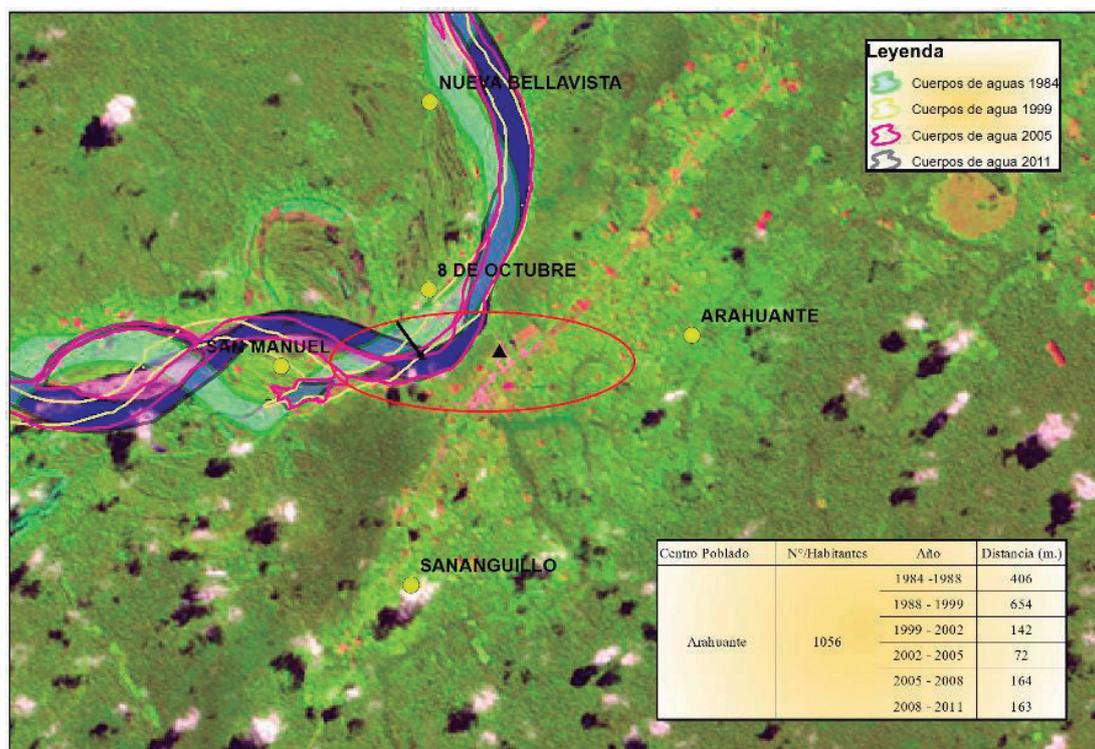


Figura 28. Arahuate: en este sector desde el año 1984 al 2011 se ha perdido 1601 metros, siendo la mayor pérdida la ocurrida entre los años 1988 y 1999 (654 m).

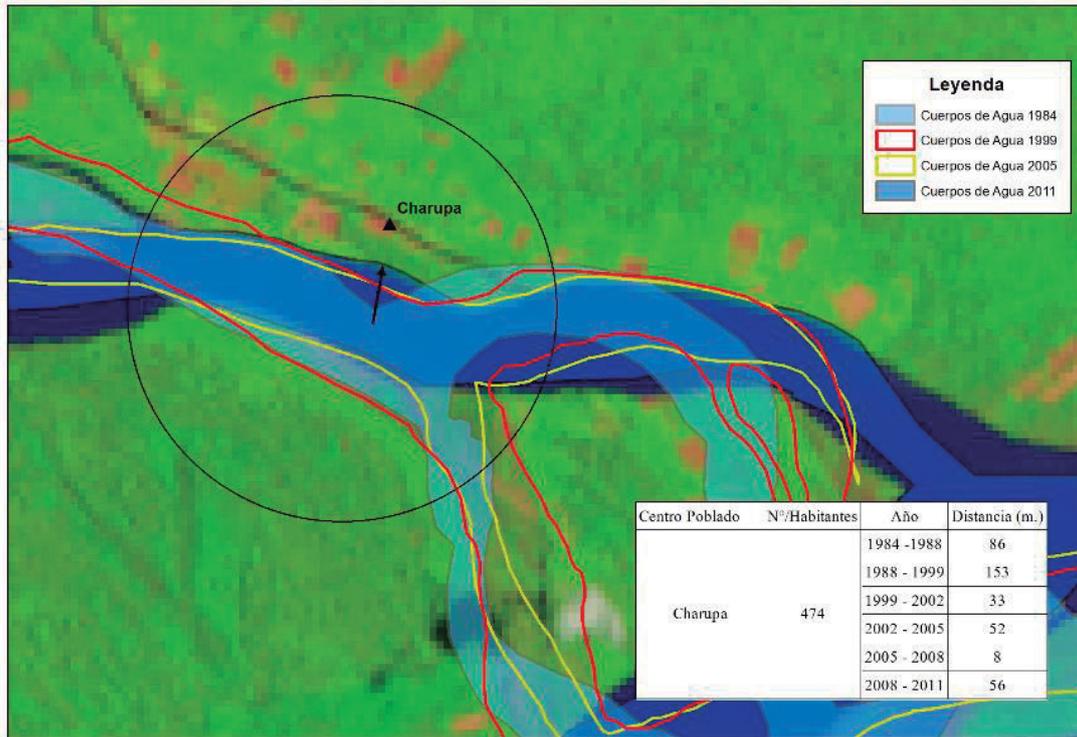


Figura 29. Charupa: en este sector desde el año 1984 al 2011 se han perdido 388 m, siendo la mayor pérdida la ocurrida entre los años 1988 y 1999 (153 m).

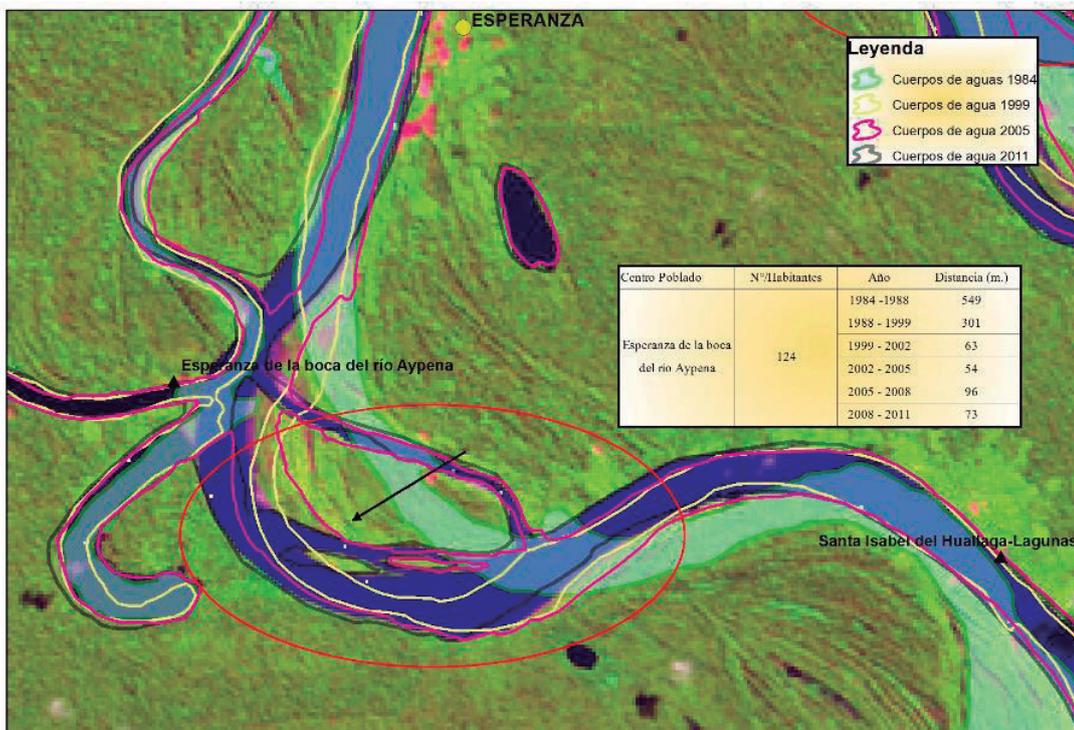


Figura 30. Esperanza de la Boca: en este sector desde el año 1984 al 2011 se han perdido 1136 m, siendo la mayor pérdida la ocurrida entre los años 1984 y 1988 (549 m).

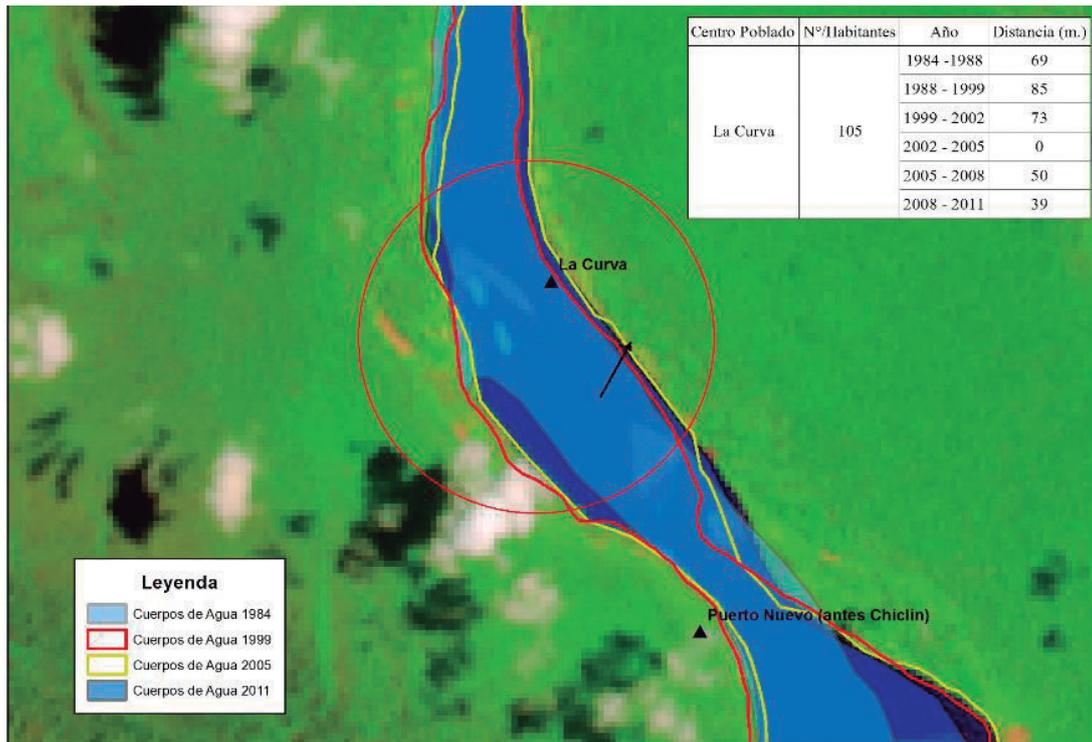


Figura 31. La Curva: en este sector desde el año 1984 al 2011 se han perdido 316 m, siendo la mayor pérdida la ocurrida entre los años 1988 y 1999 (85 m).

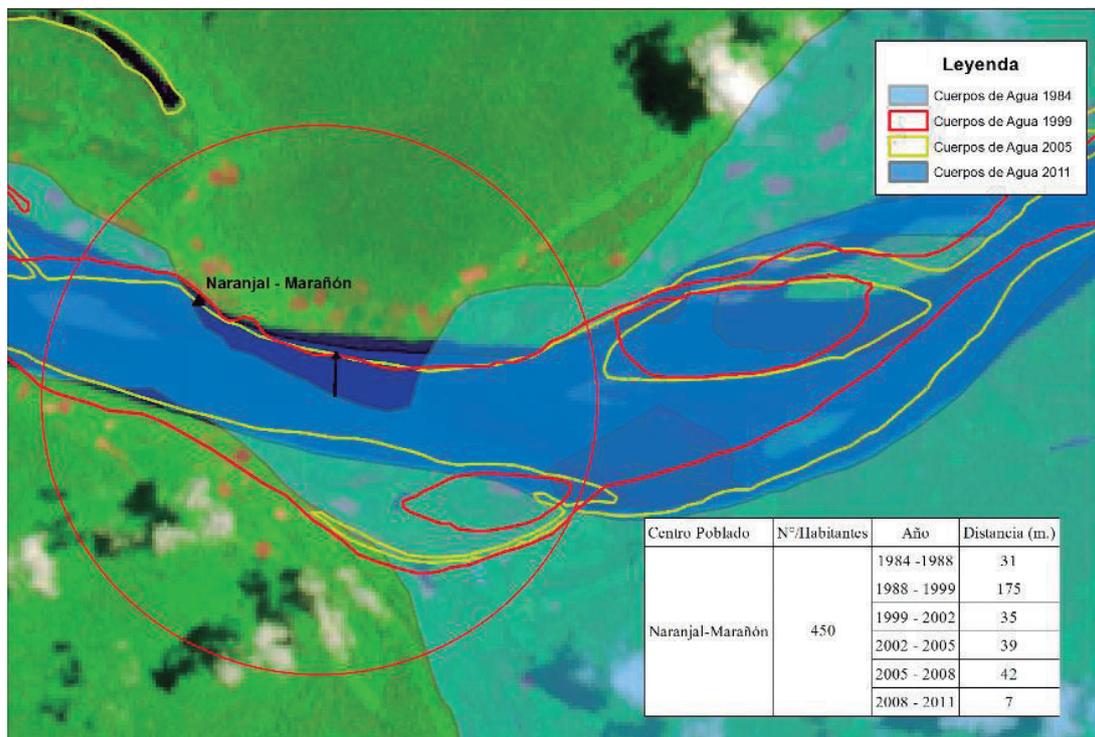


Figura 32. Naranjal: en este sector desde el año 1984 al 2011 se han perdido 329 m, siendo la mayor pérdida la ocurrida entre los años 1988 y 1999 (175 m).

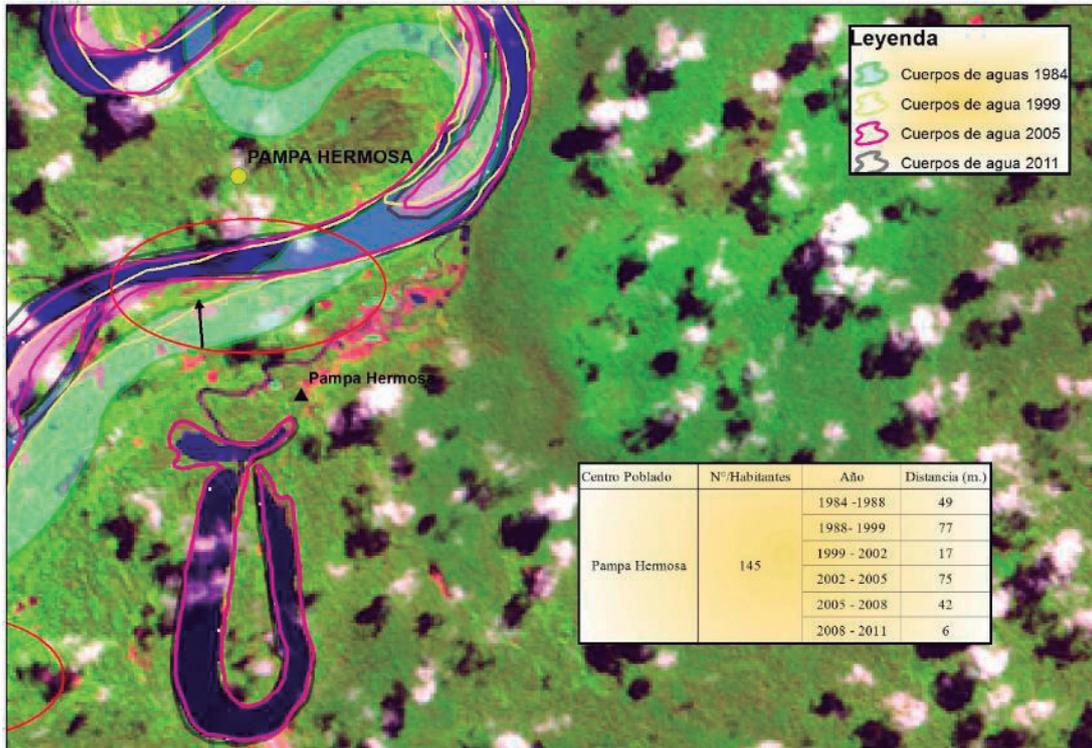


Figura 33. Pampa Hermosa: en este sector desde el año 1984 al 2011 se han perdido 266 m, siendo la mayor pérdida la ocurrida entre los años 1988 y 1999 (77 m).

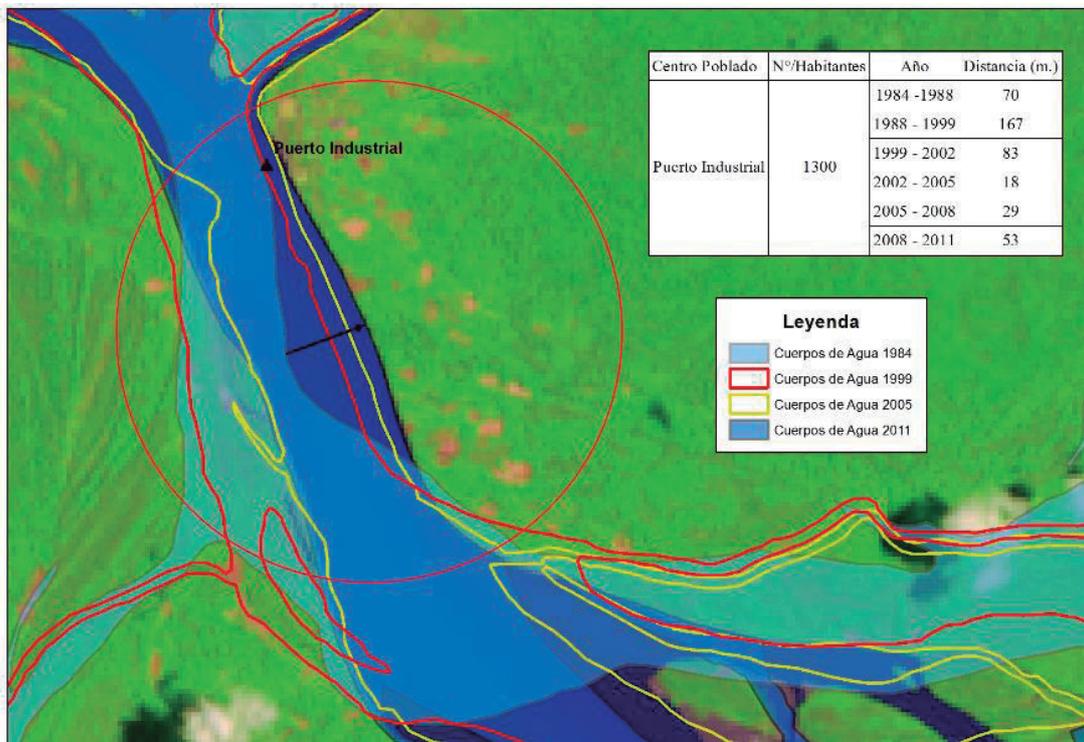


Figura 34. Puerto Industrial: en este sector desde el año 1984 al 2011 se han perdido 420 m, siendo la mayor pérdida la ocurrida entre los años 1988 y 1999 (167 m).

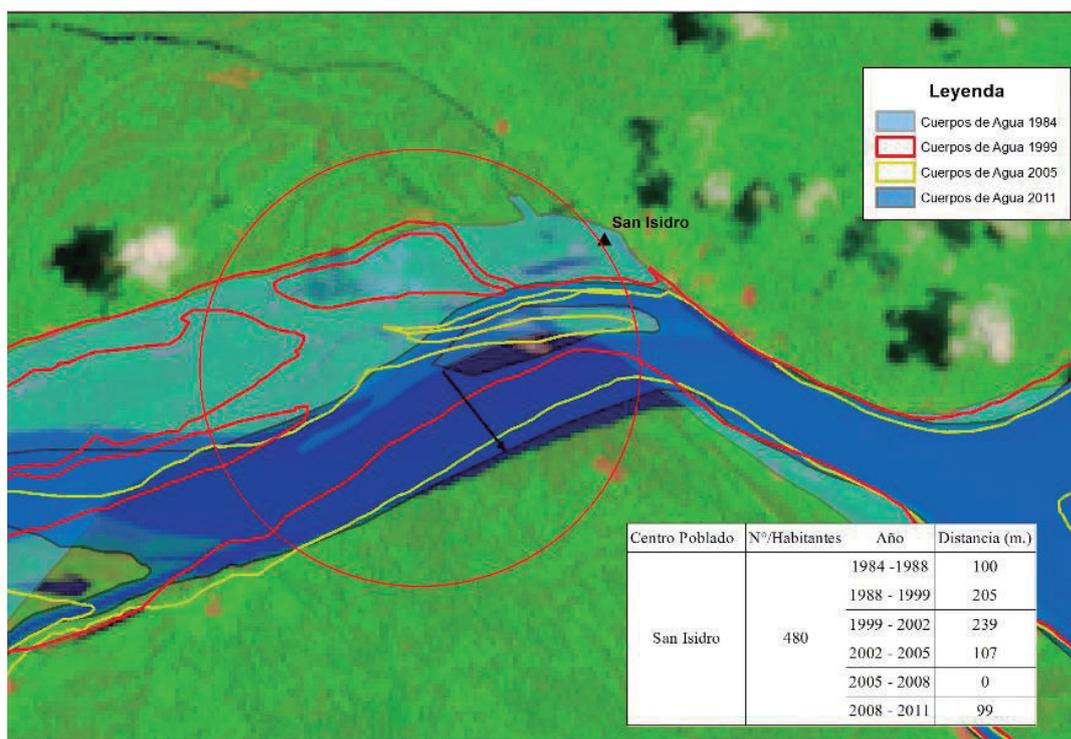


Figura 35. San Isidro: en este sector desde el año 1984 al 2011 se han perdido 750 m, siendo la mayor pérdida la ocurrida entre los años 1999 y 2002 (239 m).

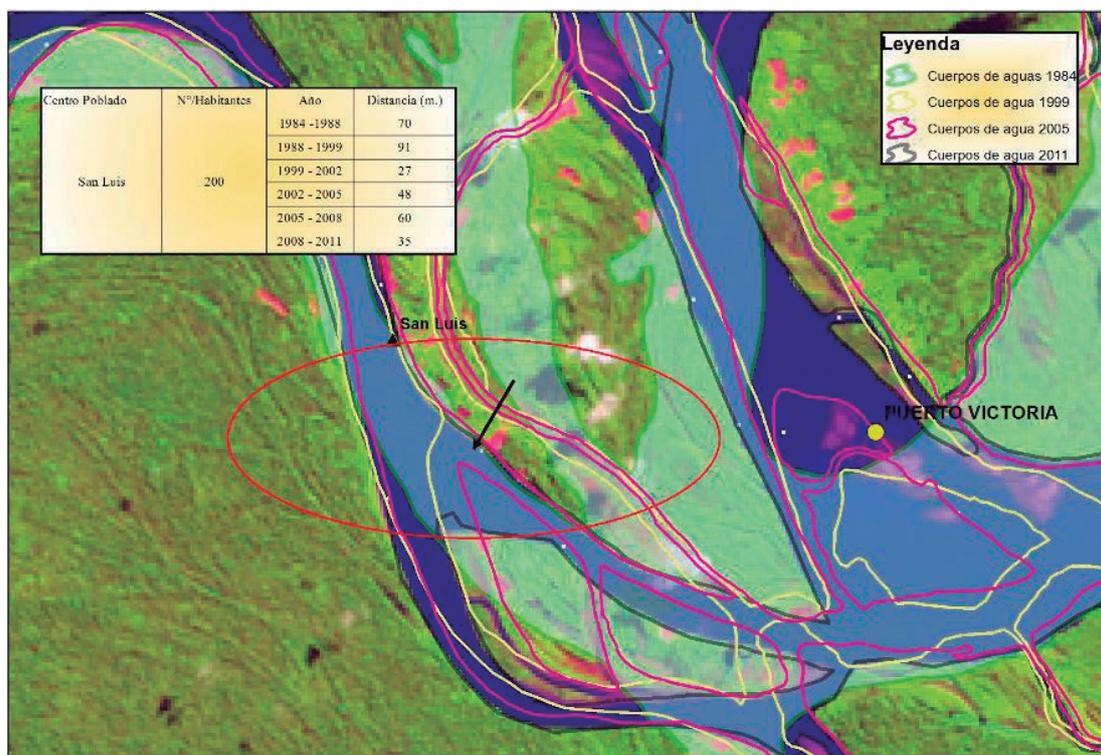


Figura 36. San Luis: en este sector desde el año 1984 al 2011 se han perdido 331 m, siendo la mayor pérdida la ocurrida entre los años 1988 y 1999 (91 m).

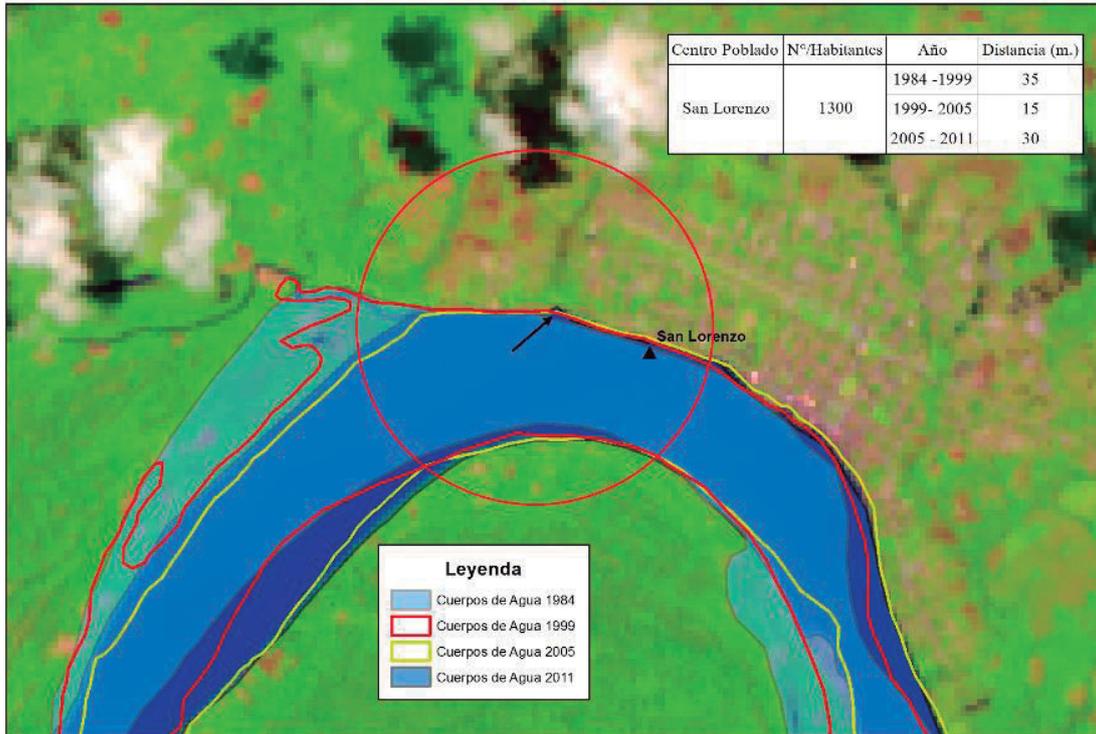


Figura 37. San Lorenzo. En este sector desde el año 1984 al 2011 se ha perdido 80 metros, siendo la mayor pérdida lo ocurrido entre los años 1984 y 1999 (35 m), sin embargo en el periodo 2005-2011, la erosión fluvial asciende a 30 m.

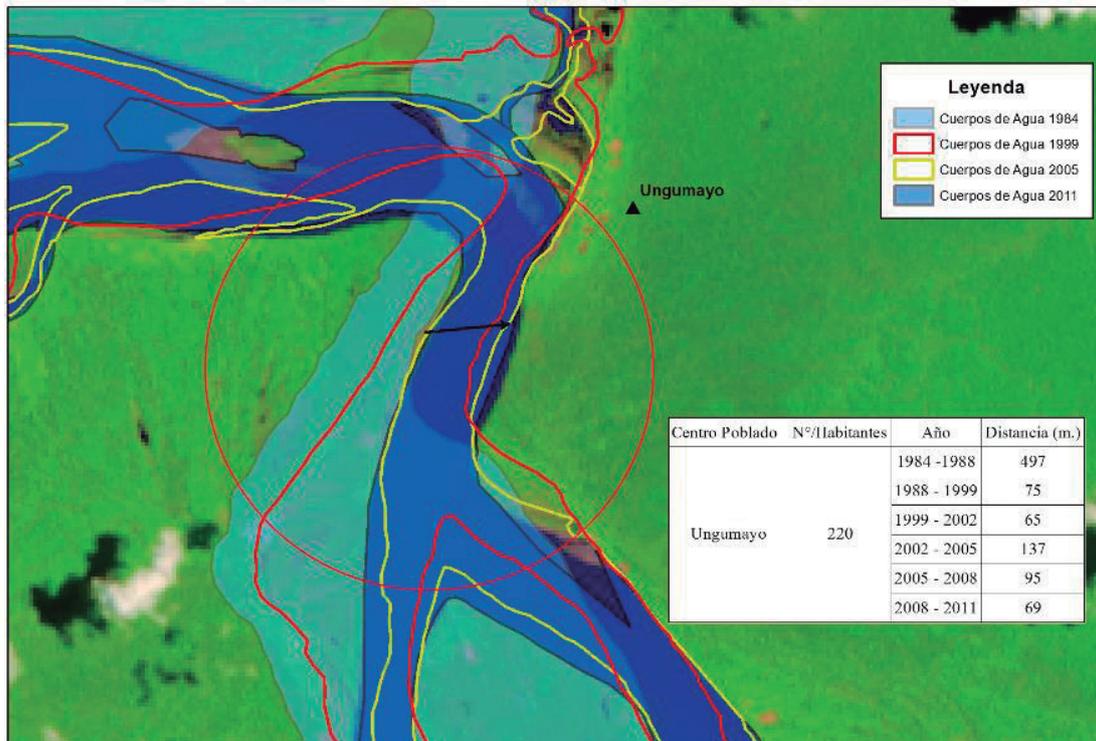


Figura 38. Ungumayo: en este sector desde el año 1984 al 2011 se han perdido 938 m, siendo la mayor pérdida la ocurrida entre los años 1984 y 1988 (497 m).

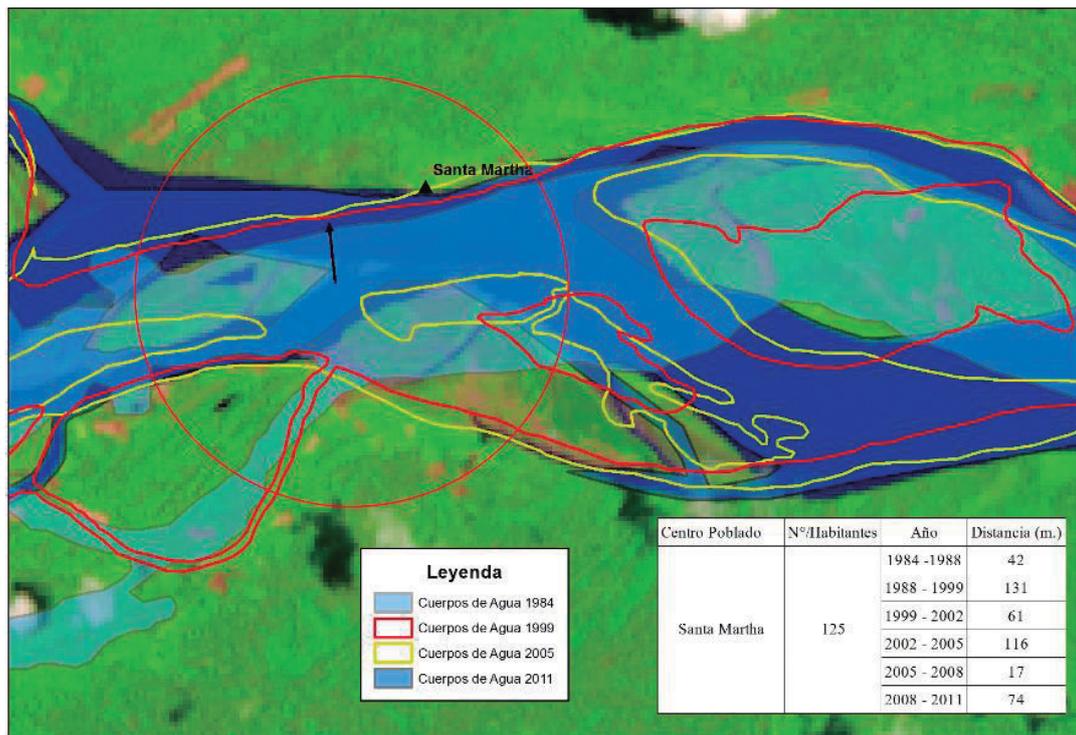


Figura 39. Santa Martha: en este sector desde el año 1984 al 2011 se han perdido 441 m, siendo la mayor pérdida la ocurrida entre los años 1988 y 1999 (131 m).

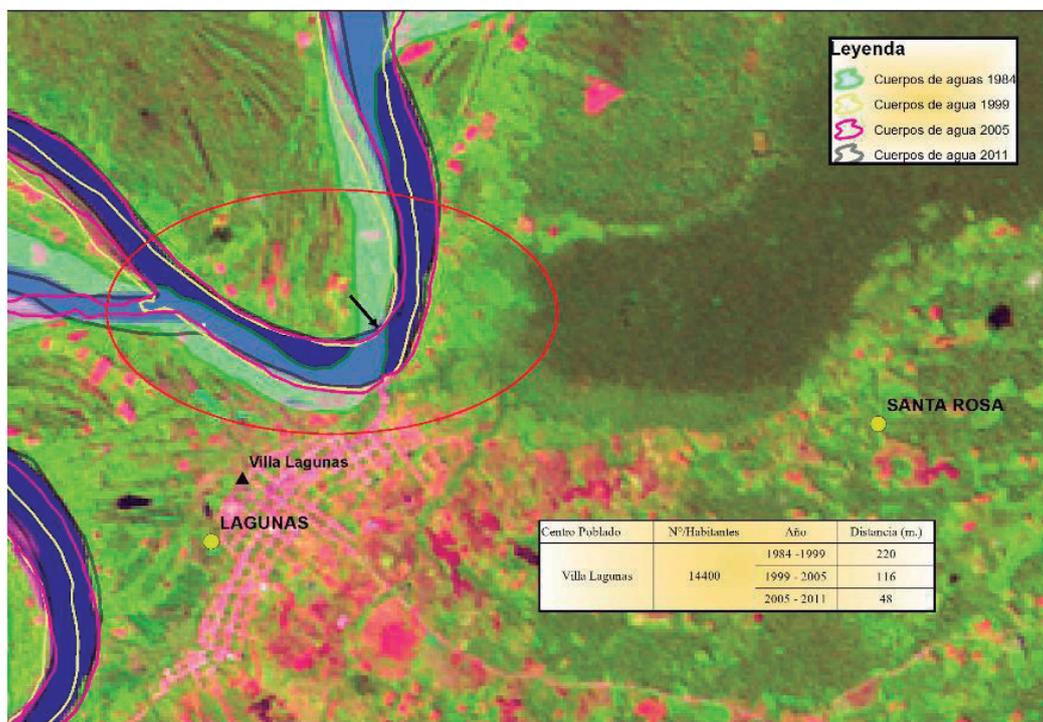


Figura 40. Villa Lagunas: en este sector desde el año 1984 al 2011 se han perdido 384 m, siendo la mayor pérdida la ocurrida entre los años 1984 y 1999 (220 m).

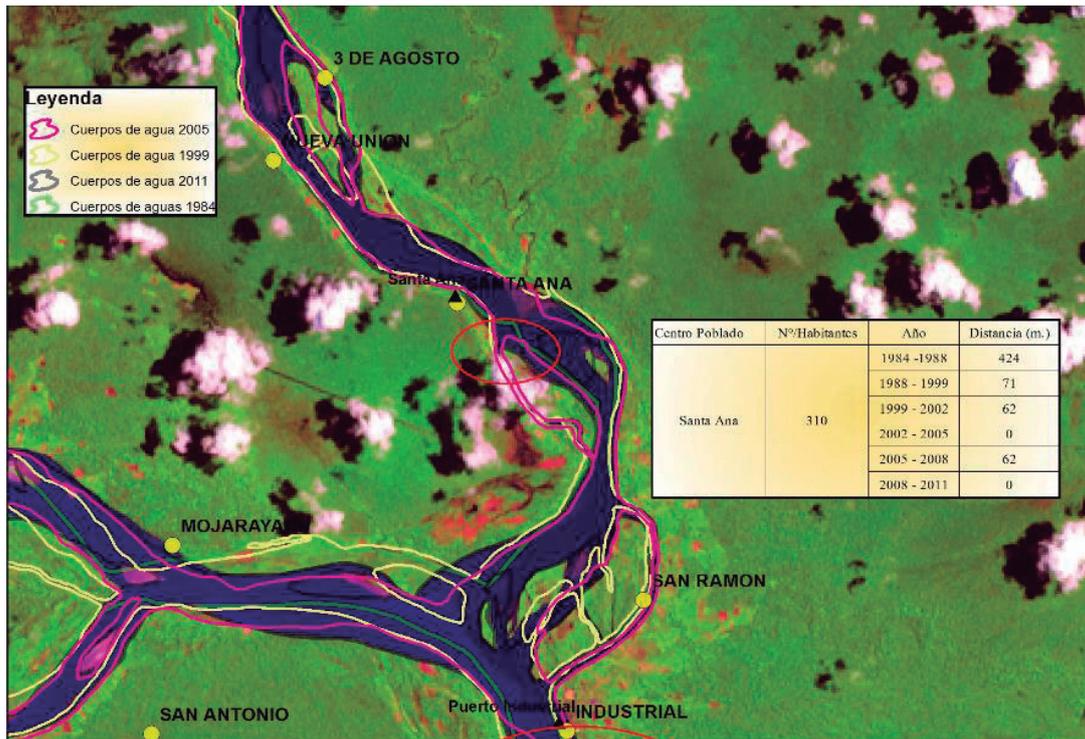


Figura 41. Santa Ana: en este sector desde el año 1984 al 2011 se han perdido 619 m, siendo la mayor pérdida la ocurrida entre los años 1984 y 1988 (424 m).

4.2. Análisis históricos de pérdidas de cultivos de 2000 a 2013

4.2.1. Análisis histórico de las pérdidas entre los años 2000 al 2013 de cultivos en los distritos de Cahuapanas, Jeberos y Pastaza en la provincia de Datem del Marañón; Jeberos y Lagunas en la provincia de Alto Amazonas.

Tabla 13. Pérdida de cultivos por inundación, distrito de Jeberos, campañas 2000-2013.

AÑO	PLÁTANO		YUCA		ARROZ		BARBASCO		SACHA INCHI	
	PÉRDIDA									
	ha	S/.	ha	S/.	ha	S/.	ha	S/.	ha	S/.
2000	2	8 535,47	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2001	389	903 576,21	2	5 183,80	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2002	26	59 260,37	2	4 607,14	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2003	0	0,00	0	0,00	0	0,00	5	6 318,61	0	0,00
2004	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2005	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2006	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2007	15	42 775,88	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2008	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	36	100 825,00
2009	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2010	0	0,00	0	0,00	5	6 926,36	0	0,00	0	0,00
2011	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2012	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2013	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
TOTAL	432	1 014 147,93	4	9 790,94	5	6 926,36	5	6 318,61	36	100 825,00

Fuente: Ministerio de Agricultura - Oficina de Estadística e Información Agropecuaria Loreto.

Entre el 2000 y 2007 se perdieron 432 ha de plátano con S/.1 014 147,93 de pérdida económica. El 2001 fue el año en el que se concentró la mayor pérdida económica (70%) por efectos de la inundación. Esto representó una superficie perdida de 903 576,21 ha. En el año 2008, cuando el Gobierno Regional de Loreto promovía el cultivo del sacha inchi, se perdieron 36 ha por efecto de la inundación, lo que representó una pérdida de S/.100 825,00. Las pérdidas de estos cultivos por la inundación no coinciden con los mayores niveles de inundación registrados en el río Huallaga y tributarios.

Tabla 14. Pérdida de cultivos por inundación, distrito de Lagunas, campañas 2000-2012.

AÑO	PLÁTANO		YUCA		ARROZ		MAÍZ		COCONA		FRIJOL		PAPAYA	
	PÉRDIDA													
	ha	S/.	ha	S/.	ha	S/.	ha	S/.	ha	S/.	ha	S/.	ha	S/.
2000	86	306 240,93	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	
2001	405	1 481 362,52	6	11 820,00	0	0,00	0	0,00	10	15 408,00	4	5 279,57	0	
2002	562	1 286 808,76	6	12 216,00	0	0,00	0	0,00	3	5 025,60	0	0,00	0	
2003	64	138 949,14	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	
2004	187	465 380,08	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	
2005	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	
2006	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	
2007	50	142 461,13	0	0,00	0	0,00	139	131 637,88	0	0,00	3	4 380,25	0	
2008	24	67 354,89	15	39 168,71	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	5	21 250,00
2009	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	
2010	213	678 292,90	148	462 069,00	7	10 240,82	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	
2011	900	3 986 491,73	383	1 223 799,00	150	252 678,15	280	571 017,71	0	0,00	0	0,00	0	
2012	38	143 653,73	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	
TOTAL	2 529	8 696 995,81	558	1 749 072,71	157	262 918,97	419	702 655,59	13	20 433,60	7	9 659,82	5	21 250,00

Fuente: Ministerio de Agricultura - Oficina de Estadística e Información Agropecuaria Loreto.

En Lagunas, los cultivos más afectados fueron el plátano, la yuca, el maíz y el arroz con un total de S/.11 411 643,08 y 3663 ha en pérdidas. El plátano fue el cultivo de mayor pérdida, con 2529 ha y S/.8 696 995,81 de afectación económica. La mayor pérdida en el cultivo de plátano se centró en el año 2011, en el que hubo un nivel elevado de inundación en la región Loreto (130 m), lo que conllevó a perder 900 ha del cultivo en Jeberos con S/.3 986 491,73 de pérdida económica. Los cultivos de yuca, maíz y arroz registraron las mayores pérdidas en el 2011, alcanzando una pérdida económica de S/.2 047 494,86.

Tabla 15. Pérdida de cultivos por inundación, distrito de Barranca, campañas 2000-2008.

AÑO	PLÁTANO		YUCA		MAÍZ	
	PÉRDIDA					
	ha	S/.	ha	S/.	ha	S/.
2000	12	47 032,55	0	0,00	0	0,00
2001	487	1 790 373,27	10	22 093,00	0	0,00
2002	225	593 072,58	0	0,00	0	0,00
2003	6	13 764,23	20	43 432,00	0	0,00
2004	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2005	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2006	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2007	23	62 120,42	0	0,00	23	62 120,42
2008	0	0,00	0	0,00	0	0,00
TOTAL	753	2 506 363,05	30	65 525,00	23	62 120,42

Fuente: Ministerio de Agricultura - Oficina de Estadística e Información Agropecuaria Loreto.

Barranca, en el Datem del Maraón, registra la mayor pérdida de superficie (487 ha) en el año 2001 para el cultivo del plátano, con pérdidas económicas que alcanzan casi los dos millones de nuevos soles.

Tabla 16. Pérdida de cultivos por inundación, distrito de Cahuapanas, campañas 2000-2008.

AÑO	PLÁTANO	
	PÉRDIDA	
	ha	S/.
2000	0	0,00
2001	706	2 257 436,39
2002	60	143 149,09
2003	0	0,00
2004	20	44 940,00
2005	0	0,00
2006	0	0,00
2007	15	39 478,35
2008	0	0,00
TOTAL	801	2 485 003,83

Fuente: Ministerio de Agricultura - Oficina de Estadística e Información Agropecuaria Loreto.

En Cahuapanas, también el cultivo de plátano es el más afectado, con pérdidas superiores a dos millones de nuevos soles en el año 2001.

Tabla 17. Pérdida de cultivos por inundación, distrito de Pastaza, campañas 2000-2011.

AÑO	PLÁTANO		YUCA		MELÓN		AGUAJE		TORURCO	
	PÉRDIDA									
	ha	S/.	ha	S/.	ha	S/.	ha	S/.	ha	S/.
2000	44	161 222,69	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2001	556	1 788 653,61	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2002	294	709 962,51	16	32 841,95	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2003	31	100 751,19	0	0,00	1	2 772,00	0	0,00	0	0,00
2004	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2005	0	0,00	0	0,00	0	0,00	31	100 751,19	0	0,00
2006	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2007	14	10 315,61	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2008	120	429 787,96	0	0,00	0	0,00	0	0,00	14	10 315,61
2009	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2010	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2011	160	516 958,51	160	516 958,51	0	0,00	0	0,00	0	0,00
TOTAL	1219	3717652,08	176	549800,46	1	2272	31	100 751,19	14	100315,61

Fuente: Ministerio de Agricultura - Oficina de Estadística e Información Agropecuaria Loreto.

El distrito de Pastaza tuvo una considerable pérdida de 556 ha de plátano sembrado en el 2001, lo que sobrepasó el millón setecientos mil nuevos soles en pérdidas económicas. En el 2002 la pérdida de plátano fue de 294 ha, que representó más de setecientos mil nuevos soles en pérdidas económicas. En el 2005 perdió 31 ha de aguaje que por su precio elevado en el mercado representó una pérdida de cien mil setecientos nuevos soles.

4.3. Relación entre las pérdidas de los cultivos y las pérdidas de las áreas para los cultivos

Procedimiento

La fórmula de la regresión lineal simple corresponde a: $Y=b_0+b_1(X)$, y se calculó con la siguiente fórmula:

Para b_1 :

$$b_1 = \frac{\sum x_i y_i - \frac{\sum x_i \sum y_i}{n}}{\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n}}$$

Para b_0 :

$$b_0 = y - b_1 x$$

Para el coeficiente de correlación de Pearson se utilizó la siguiente fórmula:

$$r_{xy} = \frac{\sum x_i y_i - n \bar{x} \bar{y}}{n s_x s_y} = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{\sqrt{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \sqrt{n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2}}$$

Tabla 18. Regresión lineal simple de la superficie fisiográfica por distrito con el tiempo (años).

Distrito	Fisiografía	Fórmula
BARRANCA	Complejo de orillares	$Y = 13946.9 + 0.012X$
	Islas	$Y = 3181.3 - 0.006X$
	Meandros abandonados	$Y = 408.9 + X$
	Terrazas bajas de drenaje bueno a moderado	$Y = 636.3 - 0.104X$
	Terrazas bajas de drenaje imperfecto a pobre	$Y = 15419.0 + 0.051X$
CAHUAPANAS	Complejo de orillares	$Y = -2099.1 + 1.13X$
	Islas	$Y = -11209.1 + 5.589X$
	Terrazas bajas de drenaje imperfecto a pobre	$Y = -26740.6 + 13.338X$
JEBEROS	Complejo de orillares	$Y = -2240.8 + 1.462X$
	Islas	$Y = -2138.6 + 1.224X$
	Terrazas bajas de drenaje imperfecto a pobre	$Y = 2887.5 - 0.593X$
LAGUNAS	Complejo de orillares	$Y = 28763.5 - 0.002X$
	Islas	$Y = 3785.8 + 0.001X$
	Meandros abandonados	$Y = -4149.2 + 2.244X$
	Terrazas bajas de drenaje imperfecto a pobre	$Y = 24116.4 - 0.004X$
PASTAZA	Complejo de orillares	$Y = 8176.1 + 0.01X$
	Islas	$Y = 3646.3 - 0.005X$
	Meandros abandonados	$Y = -694.2 + 0.363X$
	Terrazas bajas de drenaje imperfecto a pobre	$Y = 13536.3 - 0.003X$

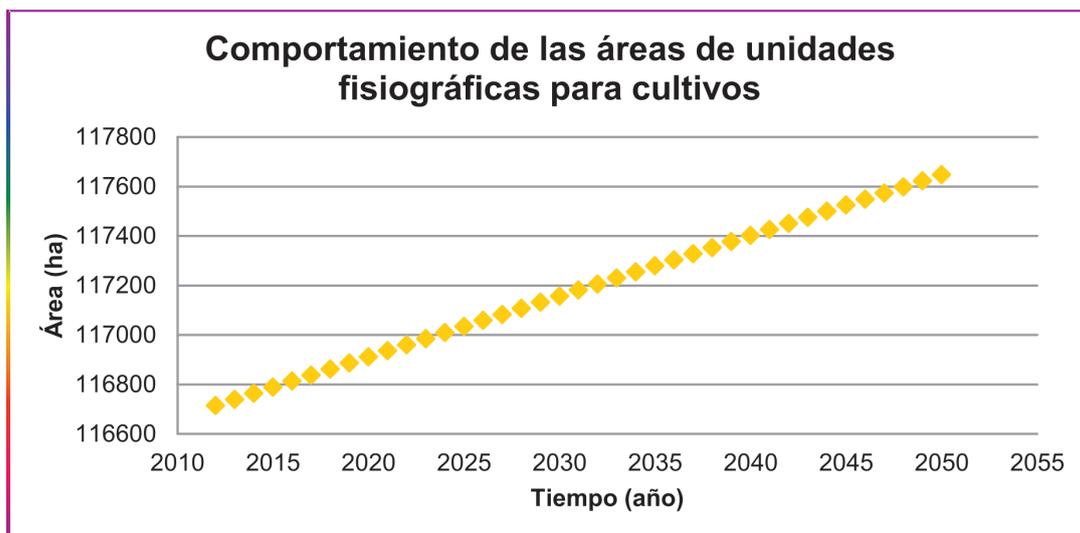


Figura 42. Comportamiento de las proyecciones de las unidades fisiográficas versus los cultivos. Las unidades fisiográficas comprendidas por los complejos de orillares, islas, meandros abandonados, terrazas bajas de drenaje bueno a moderado, y terrazas bajas de drenaje imperfecto a pobre tienden a aumentar en superficie anual aproximadamente de 26 ha.

Tabla 19. Regresión lineal simple de la pérdida de cultivos por distrito con el tiempo (años).

Distrito	Cultivo	Unidad	Fórmula
JEBEROS	Plátano	ha	$Y = 232.7 - 0.101X$
		S/.	$Y = 72439.2 - X$
	Yuca	ha	$Y = 22824.2 - 11.375X$
		S/.	$Y = 708.6 - 0.004X$
LAGUNAS	Plátano	ha	$Y = -935.8 + 0.563X$
		S/.	$Y = 668999.6 + X$
	Yuca	ha	$Y = -104.1 + 0.073X$
		S/.	$Y = 134544 + X$
	Arroz	ha	$Y = -457.2 + 0.234X$
		S/.	$Y = 20224.3 + X$
	Maíz	ha	$Y = -205 + 0.118X$
		S/.	$Y = 54050.3 + X$
	Cocona	ha	$Y = 5889.6 - 2.935X$
		S/.	$Y = 1575.6 - 0.001X$
	Frijol	ha	$Y = 21476.5 - 10.706X$
		S/.	$Y = 759.6 - 0.008X$
BARRANCA	Plátano	ha	$Y = 278484.8 - X$
		S/.	$Y = 278484.8 - X$
	Yuca	ha	$Y = 2408.1 - 1.2X$
		S/.	$Y = 7281.7 - 0.0005X$
CAHUAPANAS	Plátano	ha	$Y = 143.8 - 0.027X$
		S/.	$Y = 276111.6 - X$
PASTAZA	Plátano	ha	$Y = 209.8 - 0.054X$
		S/.	$Y = 309804.4 - X$
	Yuca	ha	$Y = -333.4 + 0.175X$
		S/.	$Y = 45816.6 + X$

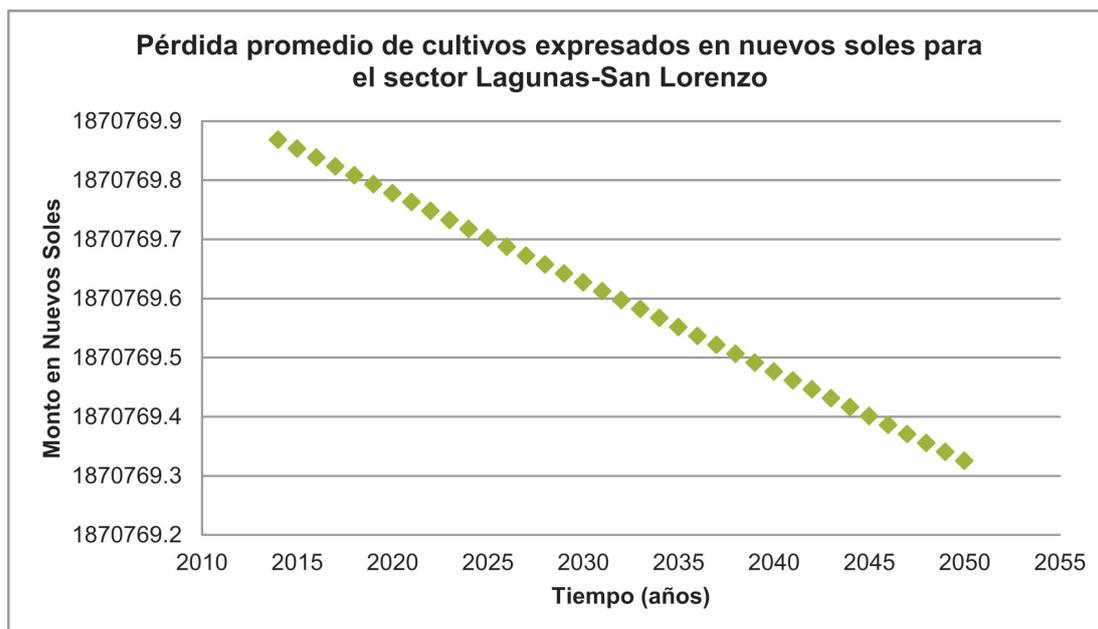


Figura 43. Pérdida promedio de cultivos expresado en nuevos soles.

La pérdida en promedio expresada en soles es abrumadora, casi dos millones de soles en promedio al año se pierden por erosión lateral e inundación en el sector de Lagunas – San Lorenzo. La pérdida media anual desde el 2000 al 2013 nos permitió proyectar las pérdidas del 2015 al 2050, lo cual es aproximadamente es aproximadamente 1 870 769 soles por cada año, con una tendencia leve a disminuir.

Tabla 20. Regresión lineal simple de la pérdida de cultivos por unidad fisiográfica

Distrito	Cultivo	Unidad	Complejo de orillares	Islas	Terrazas bajas de drenaje bueno a moderado	Terrazas bajas de drenaje imperfecto a pobre	Meandros abandonados
Jeberos	Plátano	ha	0,183	0,301			
		S/.	0,183	0,298			
	Yuca	ha	0,191	-0,044			
		S/.	0,195	-0,012			
	Arroz	ha				-0,094	
		S/.				-0,094	
Lagunas	Plátano	ha	-0,464	0,723			
		S/.	-0,566	0,837			
	Yuca	ha	-0,652	0,885			
		S/.	-0,656	0,888			
	Arroz	ha		-0,965			0,599
		S/.		-0,966			0,599
	Maíz	ha	-0,615				
		S/.	-0,692				
	Cocona	ha	0,281	-0,157			
		S/.	0,280	-0,157			
	Frijol	ha					
		S/.					

Distrito	Cultivo	Unidad	Complejo de orillares	Islas	Terrazas bajas de drenaje bueno a moderado	Terrazas bajas de drenaje imperfecto a pobre	Meandros abandonados
Barranca	Plátano	ha	-0,730	0,061	0,821		
		S/.	-0,191	0,053	0,878		
	Yuca	ha	-0,144	-0,010	0,291		
		S/.	-0,144	-0,010	0,298		
Cahuapanas	Plátano	ha	0,465	-0,997			
		S/.	0,468	-0,998			
Pastaza	Plátano	ha	0,145	-0,618			
		S/.	0,143	-0,666			
	Yuca	ha	0,084	0,146			
		S/.	0,082	0,137			

La pérdida de cultivos expresada en un valor monetario (nuevos soles) o en superficie (hectáreas) desde el 2000 al 2013, está directa o inversamente relacionada a la pérdida de superficie de las unidades fisiográficas, lo cual permitió proyectar desde el 2015 al 2050. El valor absoluto del índice de correlación de Pearson varió de 0,010 a 0,998 para el cultivo de yuca en los complejos de orillares de Barranca y plátano en las islas de Cahuapanas.

La pérdida de los complejos de orillares está influenciando en un 69% en las pérdidas del maíz en Lagunas y en un 73% en las pérdidas del plátano en Barranca; contrariamente influye en solo el 8% de la pérdida del plátano en Pastaza. La pérdida de áreas de islas está influenciando notoriamente en la pérdida de los cultivos de plátano tanto en Cahuapanas como en Lagunas donde influye desde el 72% hasta el 99%.

5. GESTIÓN DE RIESGOS (GdR)

Para esta ocasión la gestión de riesgo se ha basado en dos tipos de análisis:

Gestión prospectiva del riesgo: es el proceso orientado a la adopción e implementación de medidas para evitar que se generen condiciones de vulnerabilidad o que se propicien situaciones de peligros. Se desarrolla en función del riesgo aún no existente pero que podría afectar al proyecto. Se aplica en proyectos del tipo Construcción o Instalación.

Gestión correctiva del riesgo: es el proceso a través del cual se toman medidas para reducir la vulnerabilidad existente. Implica intervenir sobre las causas que generan las condiciones de vulnerabilidad actual. Se aplica en proyectos del tipo mejoramiento y/o ampliación, rehabilitación o reconstrucción, puede ser aplicado al presente proyecto.

Gestión prospectiva

Mediante un análisis multicriterio y tomando en cuenta su funcionalidad, se escogió la alternativa socioambiental, territorial y económica como la más adecuada. En este análisis, se han manejado parámetros como: interferencia, modificación, situación inicial y final, etc.

En zonas inundables se deben establecer cultivos agrícolas de corto periodo vegetativo y cultivos agroforestales resistentes a las inundaciones como bolaina, capirona, entre otros. En sectores de alto riesgo (por ejemplo: San Lorenzo y Lagunas) por erosión lateral se deben implementar acciones que minimicen los impactos, como desplazar a las viviendas y las actividades que ahí se realicen a lugares más seguros. Asimismo, se recomienda establecer que a menos de 100 m no se ubiquen asentamientos humanos y actividades permanentes, salvo la construcción de un puerto. En estos mismos sectores, se debe considerar el control natural de los ríos con construcciones de alta tecnología adecuada a la dinámica fluvial de los ríos Huallaga y Marañón, contemplando sus características hidrológicas, físicas y biológicas.

Se recomienda que durante el periodo de inundación, las comunidades afectadas realicen actividades diferentes a las agrícolas (orientadas por los gobiernos locales), como extracción de productos del bosque entre los que se encuentra el aguaje. También se deben realizar actividades piscícolas entrapando los espacios inundados, especialmente las tipishcas y tahuampas; así como dedicarse a la pesca de subsistencia en cochas y lagunas de manera sostenible, de tal manera que les permita afrontar el peligro.

Planificar el territorio según las recomendaciones y alternativas generadas sobre la base de la información de la zonificación ecológica y económica de la provincia de Alto Amazonas, orientada a definir los espacios más apropiados para usos (asentamientos humanos, actividades agrícolas y conservación).

Se deben implementar en todos los proyectos de inversión los estudios de análisis de riesgos (inclusive este), para prevenir pérdidas económicas y sociales, como los casos sucedidos en las comunidades de Pampa Hermosa, Achual-Tipishca, Puma Isla, Esperanza, Naranjal, entre otros.

En los centros poblados recurrentemente inundables, se recomienda que al paso de la avenida (para cualquier construcción) se aumente la longitud de la estructura por encima del mínimo estricto (inundación histórica). Esto redundará en una reducción de las velocidades de flujo al paso de la avenida, lo que permitirá reducir los riesgos por inundación y erosión (socavación de las paredes), con la finalidad de aminorar el riesgo de colapso de las edificaciones y otras infraestructuras.

A continuación se dan algunas medidas preventivas:

- Las infraestructuras deben ser construidas por encima de los niveles históricos de inundación
- En casos de zonas de altura afectadas por la influencia directa de la dinámica fluvial, las infraestructuras deberán ser instaladas fuera de su alcance (a menos de 50 a 100m).
- Deben identificar y señalar lugares de evacuación.
- Se deben realizar simulacros de evacuación.

Asimismo, otras medidas preventivas a tener en cuenta:

- Sistema de cunetas de protección de taludes
- Construcción de puentes con longitudes amplias sobre ríos y cauces, que permitan disminuir la velocidad y energía del agua con el nivel de máxima avenida y por tanto reducir la erosión en los estribos de los puentes
- Tratamientos geotécnicos para consolidación del terreno de apoyo como mechas drenantes, columnas de grava y precargas
- Reforestación de las riberas donde se construirán las estructuras para las diversas infraestructuras complementarias.

Gestión correctiva

Este proceso pretende reducir los niveles de riesgo existentes o de un subcomponente de la sociedad, producto de procesos históricos de ocupación del territorio, de fomento de la producción y la construcción de infraestructuras y viviendas, entre otras cosas. Este

componente permitirá la reacción y compensación del riesgo ya incorporado con la sociedad. Podemos incluir acciones o instrumentos de la gestión correctiva como por ejemplo la construcción de diques para proteger poblaciones ubicadas en las zonas de inundación y erosión lateral o de desbarrancamiento, reestructuración de los niveles de riesgo existentes, etc.

Aunque la tasa de deforestación es baja (casi el 10%) y poca población asentada en estos espacios, hubo afectación directa de las actividades que ahí se desarrollan, principalmente entre los cultivos de plátano, yuca, arroz y frutales, con pérdidas aproximadas de 2700 ha durante el 2014, algunas veces perjudicando la seguridad alimentaria y económica del sector. Se estima que en los 66 centros poblados en riesgo, se ha perdido por poblador de dos a tres ha de cultivo, y esto se acrecienta cuando existe mayor densidad poblacional dedicada principalmente a las actividades agrícolas.

6. CONSIDERACIONES FINALES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Consideraciones

Aquello que puede considerarse como amenaza natural es algo variable, puesto que son mutables a lo largo del tiempo y del espacio. A medida que se incrementa el nivel de desarrollo de las sociedades, puede disminuir el peligro de un cierto tipo de amenazas, mientras que puede verse incrementado en otras. Se trata pues de un problema de interacción entre el hombre y la naturaleza, interacción variable y dependiente del estado de adaptación respectivo entre el sistema de usos y el medio biofísico en sí mismo. Es el factor social el que plantea los diversos tipos posibles de adaptación y defensa contra las distintas amenazas, muy diferentes según el grado de cohesión social de los diversos grupos y la tecnología de que disponen.

6.2. Conclusiones

- El área de estudio tiene aproximadamente 523 679,5 ha y se encuentra emplazada principalmente sobre depósitos fluviales recientes y en relieves de terrazas bajas inundables.
- En la localidad de San Lorenzo existen zonas críticas como: sector Carabancher, sector Huacachina, calles Huallaga y Napo (proximidades de la parroquia), calle Tigre, quebrada Tigre (antiguo caño), calle Pastaza (mercado de San Lorenzo), calle Putumayo, barrio Macalo, barrio Monzante, puerto Victoria.
- En la localidad de Lagunas se han identificado las siguientes zonas críticas: sector bajo de Lagunas, calle Teniente César López y sector del malecón Huallaga.
- Se ha identificado que el principal fenómeno natural que afecta directamente la economía del ámbito de estudio es la erosión lateral o desbarrancamiento.
- Según el análisis preliminar, se estima que en los últimos quince años, se ha perdido en promedio 100 m de terreno en sectores donde los ríos Huallaga y Marañón inciden directamente.
- Los principales cultivos agrícolas afectados fueron yuca, plátano, frijol caupí, maíz amarillo duro, maíz choclo, ají, maní, etc.
- Las infraestructuras de colegios, postas, tendidos eléctricos y veredas peatonales han sido afectadas por la inundación y la erosión lateral.
- La pérdida de cultivos expresada en un valor monetario (nuevos soles) o en superficie (hectáreas) desde el 2000 al 2013, está directa o inversamente relacionada a la pérdida de superficie de las unidades fisiográficas.
- Mediante el índice de correlación de Pearson, el valor absoluto varió de 0,010 a 0,998 para el cultivo de yuca en los complejos de orillares de Barranca y plátano en las islas de Cahuapanas, proyectados desde el 2015 al 2050.
- La pérdida de los complejos de orillares está influenciando en un 69% en las pérdidas del maíz en Lagunas y en un 73% en las pérdidas del plátano en Barranca; contrariamente influye en solo el 8% de la pérdida del plátano en Pastaza. La pérdida de áreas de islas está influenciando notoriamente en la pérdida de los cultivos de plátano tanto en Cahuapanas como en Lagunas donde influye desde el 72% hasta el 99%.
- La pérdida en el sector de Lagunas – San Lorenzo por erosión lateral e inundación en promedio expresada en soles es casi dos millones al año. La pérdida media anual desde el 2000 al 2013 nos permitió proyectar las pérdidas del 2015 al 2050, lo cual es aproximadamente 1 870 769 soles por cada año, con una tendencia leve a disminuir.
- En el sector Achual-Tipishca, desde el año 1984 al 2011 se han perdido 787 m, siendo la mayor pérdida la ocurrida entre los años 1988 y 1999 (346 m).
- En el sector Arahuante, desde el año 1984 al 2011 se ha perdido 1601 metros, siendo la mayor pérdida la ocurrida entre los años 1988 y 1999 (654 m).
- En el sector Esperanza de la Boca, desde el año 1984 al 2011 se han perdido 1136 m, siendo la mayor pérdida la ocurrida entre los años 1984 y 1988 (549 m).
- En el sector San Isidro, desde el año 1984 al 2011 se han perdido 750 m, siendo la mayor pérdida la ocurrida entre los años 1999 y 2002 (239 m).
- En el sector Ungumayo, desde el año 1984 al 2011 se han perdido 938 m, siendo la mayor pérdida la

- ocurrida entre los años 1984 y 1988 (497 m).
- Los centros poblados con probabilidad de amenaza de inundación muy alta (76 a 100%) son aquellos ubicados principalmente en terrazas bajas del río Huallaga (Pampa Hermosa, puerto de Lagunas, Yonan, Nuevo Progreso, Veracruz), del río Marañón (Nueva Unión, Puerto Victoria, Paraíso, Nuevo San Gabriel, Vitarte, Naranjal, Santa Marta, Charupa, San José de Salvatierra, Los Ángeles, San Isidro, Linches, San Gabino, Gallito, Tigre Playa, San Juan de Miraflores, Bagazán, Primavera, San José, Huamachuco)
- Las poblaciones que presentan vulnerabilidad muy alta por inundación con una población superior a cien pobladores son Naranjal de Marañón, Santa Marta de Marañón, Charupa e Industrial.
- La poblaciones que presentan vulnerabilidad muy alta por erosión lateral son aquellas ubicadas en complejo de orillares antiguos y terrazas medias con población entre diez y cien habitantes como Nueva Unión, Naranjal, Charupa, Industrial y San Antonio en el río Marañón.
- La infraestructura que presenta vulnerabilidad muy alta por erosión lateral, se encuentran en áreas de bajas y de altura (terrazas medias), principalmente en los centros poblados Pampa Hermosa en el río Huallaga; Naranjal, Charupa, San Isidro, Papayacu, Industrial y San Antonio en el río Marañón; y Santana en el río Pastaza.
- Las actividades económicas con mayor área de vulnerabilidad muy alta y alta se distribuyen principalmente en diques de complejo de orillares recientes y antiguos ubicados en las cercanías de los centros poblados Vista Alegre, Arahuante, Lagunas en la cuenca del Huallaga; Naranjal, Santa Martha, Charupa, Industrial, San Antonio, Miraflores, frente a San Lorenzo, San Gabino, Gallito, Huamachuco, Bagazán y San José en la cuenca del Marañón; y Santana, Nueva Unión, Chiclín en el Pastaza.
- La actividad productiva con vulnerabilidad muy alta por erosión lateral, son aquellas distribuidas en las terrazas bajas con diferente condición de drenaje, ubicados entre Pampa Hermosa y la desembocadura del río Huallaga, en la margen derecha del Marañón; y aquellas localizadas entre el caserío Libertad y la desembocadura del río Pastaza y en ambas márgenes del Marañón.
- Las poblaciones de muy alto riesgo por inundación son Pampa Hermosa, Siete de Junio, Puma Isla, Yonan, Veracruz y Progreso en la cuenca baja del Huallaga; Nuevo Progreso, Veracruz, Puerto Victoria, Pucacuro, Nuevo San José, San José y Nueva Unión aguas abajo de la confluencia Huallaga-Marañón; San Luis, San Felipe, Santa Marta, Los Ángeles, Ungumayo, San Isidro, Nueva Unión, San German, Tigre Playa Nuevo, Primavera, San Juan de Miraflores, Primavera, Huamachuco, Bagazán, San José y Boca Sasipahua en la cuenca del Marañón; San Juan de Palometahuayo, Nueva Islandia, Santana y Puerto Díaz en la cuenca del Pastaza.
- Las poblaciones con muy alto riesgo a la erosión lateral están localizadas a lo largo de las riberas de los sistemas fluviales; se distribuyen de manera similar a las poblaciones en riesgo por inundación. Sin embargo, los centros poblados más afectados son aquellos con mayor población como Nueva Unión, Naranjal, Charupa, San Isidro, San Antonio, Industrial en el Marañón y Santana; las demás poblaciones que no superan los diez habitantes, presentan alto riesgo
- Las infraestructuras que califica como de riesgo muy alto y alto a la inundación, se encuentran ubicadas principalmente en los centros poblados Achual-Tipishca en la cuenca del Huallaga; Naranjal, San Isidro, Papayacu, Industrial, San Antonio en la cuenca del Marañón; y Santa Ana en el río Pastaza.
- Las infraestructuras de muy alto por erosión lateral, están en los centros poblados Achual-Tipishca (Huallaga) emplazados en terrazas medias con áreas de mal drenaje; en los centros poblados Naranjal, Charupa, San Isidro, Papayacu, Industrial y San Antonio en la cuenca del Marañón; y Santana en el Pastaza. Asimismo, con calificación de riesgo alto están los tramos del oleoducto entre Nueva Unión hasta Nuevo Topal, y Tigre Playa Nuevo hasta San José, margen izquierda del río Marañón
- Las actividades económicas con riesgo muy alto por inundación, se encuentran en los sectores de terrazas bajas de drenaje moderado a imperfecto y complejo de orillares recientes con cultivos y Las que presentaron riesgo alto presentan cultivos que se encuentran en complejos de orillares antiguos a lo largo de las cuencas de los ríos Huallaga y Marañón, principalmente cultivos de plátano, yuca, hortalizas y frutales.
- Las actividades económicas ubicadas en áreas con riesgo muy alto por erosión lateral son aquellas de islas, terrazas bajas de drenaje imperfecto a muy pobre y pantanoso, distribuidas en ambas márgenes de los ríos Huallaga, Marañón y Pastaza, cerca de los centros poblados Libertad, Papayacu, Porvenir, San Isidro, Miraflores, Puerto German y Lurín.

6.3. Recomendaciones

Establecer planes de desplazamientos o reubicación de centros poblados; aunque ya existen algunos casos de poblaciones que se han desplazado; pero, sin un plan integral de servicios mínimos, que permita a los pobladores desarrollar sus actividades normalmente o con el mínimo peligro.

Desarrollar actividades económicas apropiadas que se rijan a los periodos de inundación; es decir establecer cultivos de cortos periodos vegetativos o sembrar especies tresmesinas como arroz, maíz, frijol caupí, frutales como melón, sandía, pan del árbol. También se podría establecer plantaciones de especies resistentes a las inundaciones como el plátano sapillo, cacao entre otros.

Otras actividades que se podrían desarrollar, mientras duré las crecientes (especialmente extraordinarias) es el manejo sostenible de la piscicultura en zonas inundables mediante entrampes o cercados de las aguas; asimismo, realizar pesca sostenible en cochas y lagos estableciendo un sistema de control mediante el fortalecimiento de las organizaciones comunales.

La autoridad local deberá buscar mecanismos para generar otras alternativas de desarrollo para las comunidades asentadas, como por ejemplo desarrollar

en forma conjunta actividades como ecoturismo, explotación sostenible de algunos recursos del bosque como aguaje, irapay, especies maderables, entre otros.

Las infraestructuras deben ser construidas de acuerdo a los patrones que establece la dinámica de los ríos especialmente el Huallaga y el Marañón. Para ello, la autoridad local debe tener documentos técnicos científicos como éste para sustentar ante su comunidad la construcción o no de sus infraestructuras básicas como la construcción de colegios, tendidos eléctricos, postas de salud, veredas peatonales, puertos, entre otros. También se debe tener en cuenta los niveles históricos de inundación con la finalidad de que las bases de las construcciones sean efectuadas sobre 4m a más sobre estos niveles.

La autoridad local deberá buscar mecanismos de entendimiento para concientizar a las poblaciones, con la finalidad de que las construcciones de viviendas deben desarrollarse a menos de 100 m del cauce del río.

Es competencia de las autoridades locales y su respectiva oficina zonal de Defensa Civil, fortalecer las organizaciones sociales a través de programas de capacitación y concientización ambiental.

7. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Abad J., Vizcarra J., Paredes J., Montoro H., Frías Ch., Holguín C. (2013). Morphodynamics of the Upper Peruvian Amazonian Rivers, Implications Into Fluvial Transportation. Congreso Internacional IDS2013 - Amazonía 17-19 de julio de 2013, Iquitos, Perú.
- Acevedo M. (1983). Geografía Física de Cuba. Tomo II. Editorial Pueblo y Educación. La Habana. 386 pp.
- Alfonso H. (2005). La mitigación de los peligros y riesgos provocados por los fenómenos naturales en Cuba y la planificación del desarrollo. Revista bibliográfica de geografía y ciencias sociales. Universidad de Barcelona, vol. X. Disponible en www.ub.es/geocrip/b3w-590.htm.
- Aniceto K. et al. (2014). Holocene paleohydrology of Quistococha Lake (Peru) in the upper Amazon Basin: Influence on carbon accumulation, Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol. <http://dx.doi.org/10.1016/j.palaeo.2014.08.018>
- Ayala E. (1989). Manual de organización local para administrar situaciones de desastre en centros menores. Infodem. Ecuador.
- Bernal C. (2009). Contrôlegéodynamique des transferts de masses entre une chaîne et son piémont: exemples du mégacône du Napo-Pastaza (Equateur-Pérou). Université de Toulouse.These.
- Bernal C., Christophoul F., Darrozes C., Soula J.C., Baby P., Burgos J. (2011). Late Glacial and Holocene avulsions of the Rio Pastaza Megafan (Ecuador-Peru): Frequency and controlling factors. International Journal of Earth Sciences (2011), 100, 1759-1782.
- Bernal C., Christophoul F., Darrozes J., Laraque A., Bourrel L., Soula J.C., Guyot J.L., Baby P. (2013). Crevassing and capture by floodplain drains as a cause of partial avulsion and anastomosis (lower Rio Pastaza, Peru). Journal of South American Earth Sciences 44 (2013).
- Castro W., (2007). Fisiografía y Geomorfología. Zonificación Ecológica y Económica de las cuencas de los ríos Pastaza y Morona. Profonanpe.
- Castro W., et al. (2012). Zonificación de peligros, vulnerabilidad y riesgos del departamento de Loreto. IIAP.
- Conam. (2005). Indicadores Ambientales Loreto. Serie Indicadores Ambientales n.º7. 60 pp.
- Coronado del Águila F. (1971). Interpretación de la evolución del cauce de los ríos.
- Dávila Burga J. (1992). Diccionario Geológico. Sociedad Geológica del Perú.
- Dumont J.F., García F. (1992). Hundimientos activos controlados por estructuras del basamiento en la cuenca Marañón. (Noreste del Perú). Folia Amazónica, 4 (1):7-17.
- Escobedo R., Torres G., Castro W. (2012). Fisiografía. Proyecto Mesozonificación Ecológica y Económica de la provincia Alto Amazonas. IIAP, Gorel, Biocan.
- Indeci. (2013). Intervención frente a la emergencia por inundaciones en Loreto en el año 2012. Lecciones aprendidas. 71 pp.
- Ingemmet. (1981). Estudio Geológico de Lima.
- Ingemmet. (1997). Proyecto: "Álbum de Mapas de Zonificación de Riesgos Fisiográficos y Climatológicos del Perú"-Memoria Descriptiva. Boletín n.º 17. Mayo, 1997.
- Kuroiwa H. (2002). "Reducción de desastres", viviendo en armonía con la naturaleza. Quebecor World Perú S. A. Lima, enero 2002.
- Kvist. L.P., Nebel G. (2000). Bosque de la llanura aluvial del Perú: ecosistemas, habitantes y uso de los recursos. Folia Amazónica, vol. 10 (1-2) - 2000.
- Lähteenoja, O., (2011). Carbon Dynamics and Ecosystem Diversity of Amazonian Peatlands. Turun Yliopiston Julkaisuja. Annales Universitatis Turkuensis. SARJA-SER. All OSA-TOM. 264. Biologica-Geographica-Geologica.
- Onern. (1982). Estudio detallado de suelos de la zona del río Manítí, Iquitos. Vol. I. 46 pp.
- Paredes R.M.A. (2012). Clima. Proyecto Microzonificación Ecológica y Económica del Área de Influencia de la Carretera Iquitos-Nauta. IIAP y Devida. Iquitos, Perú.
- Rodríguez F., Limachi L., Fachín L. (2008). Análisis de amenazas, vulnerabilidad y riesgos en el departamento de San Martín. IIAP y GTZ.
- Universidad de Sevilla. (2002). Vulnerabilidad y evaluación del riesgo. España.
- Velásquez A., Meyer H.J. (1990). Ensayo de evaluación de las amenazas, riesgos y desastres.

ANEXO

ANEXO 1

Identificación in situ de peligros o amenazas en sectores críticos del área de estudio Trayecto Lagunas - Pampa Hermosa

Sábado 28/06/14

- 1) Coordenadas: 422761; 9422431
Altura: 120

Sectores inundables con vegetación riparia (ceticos, cañabravas, pájaros bobos). Depósitos cuaternarios recientes, bancos de arena en plena formación. Distribuidos en la margen izquierda del río Huallaga.

- 2) Coordenadas: 422877; 9420232

Depósitos terciarios pliocénicos compactados, arcillitas rojizas en paquetes masivos dispuestos en terrazas medias de drenaje imperfecto a pobre. Estos relieves se encuentran en la margen izquierda del río Huallaga. También se observan cañabravas y ceticos.

- 3) Coordenadas: 420914; 9420784

Rompimiento de islas, formación de tipishca, depósitos de arenitas recientes.

- 4) Coordenadas: 410046; 9401311
Altura: 124

Localidad de Pampa Hermosa

Zona inundable. Según referencias, todos los años en época de creciente se inunda, por lo que se la considera zona de alto riesgo por inundación. Esta ha perjudicado los cultivos y ha traído consigo una serie de enfermedades. La permanencia de las aguas por inundación ha sido entre los meses de febrero a mayo.

Los terrenos de altura quedan a una hora del centro poblado. Las principales actividades agrícolas son las siguientes: arroz, frijol, plátano, yuca, pepino y otras hortalizas, frutales, y algunos que han resistido a la inundación como caimito, toronja, y naranjales.

Otra alternativa que han tenido los pobladores de este lugar ha sido la pesca de subsistencia

en el lago Achual-Tipishca. Según referencias de los pobladores, desde el año 2011 la comunidad siente muy corto el periodo de verano, hay mucho exceso de lluvia.

- 5) Coordenadas: 410755; 9401990

Quebrada o caño Santa Lucía (tramo Pampa Hermosa - Achual-Tipishca)

Existencia de depósitos fluviales recientes compuestos por arenitas limosas, poco resistentes a la erosión lateral y a las inundaciones, pues fácilmente se lixivia (material totalmente inconsolidado).

- 6) Coordenadas: 411256; 9402707
Altura: 119

Boca de la quebrada Santa Lucía (tramo Pampa Hermosa - Achual-Tipishca)

- 7) Coordenadas: 411683; 9403260
Altura: 119

Zona de aguajales. Presencia de material arcillítico de tonalidad gris rojiza a grisácea. El substrato que mantiene el sistema hidromórfico está compuesto por una capa de 2 m de espesor aflorante en superficie. Se concluye que este aguajal es antiguo por lo siguiente:

- Material impermeable compuesto por arcillita compacta de tonalidad gris verdosa a gris rojiza.
- Abundante óxido.
- Potente capa de arcillita rojiza consolidada y compacta.
- Comunidad de plantas compuesta por aguajales densos y huacrapona.

- 8) Coordenadas: 407088; 9405096
Altura: 121

Margen derecha del río Huallaga. Bancos de arena o playa de unos 100 m de ancho con una extensión de 50 a 600 m. Hacia el fondo se observa bosque ribereño con herbazales, cañabravas incipientes y ceticos. A la margen izquierda se presenta un

bosque antiguo inundable de terrazas bajas de drenaje imperfecto a pobre.

- 9) Coordenadas: 408546; 9406196
Altura: 121

Centro poblado Puma Isla (punto de entrada al pueblo).

Depósitos de arenitas de tonalidad grisácea.

- 10) Coordenadas: 408319; 9406427
Altura: 128

Centro poblado Puma Isla (parte central del pueblo).

Zona inundable. Se observa en medio de este poblado un bosque antiguo. La inundación ha afectado la integridad de los cultivos desarrollados en este lugar.

- 11) Coordenadas: 409263; 9407073
Altura: 119

Extensa playa compuesta por materiales de arenitas blancas feldespáticas con más de 20 m de ancho, con cobertura gramínea y herbazales, cañabrava (bosque sucesional).

- 12) Coordenadas: 407917; 9408806
Altura: 117

Centro poblado Nueva Corina.

Sector inundable. Se encuentra en la margen izquierda del río Huallaga.

- 13) Coordenadas: 407148; 9410138

Conjunto de islas, roto por el río Huallaga (margen derecha). Además, se encuentra amplia playa de arenitas fluviales dispersa en unos 100 m de ancho y más de 1000 m de extensión longitudinal. Presenta bosque sucesional. Estos espacios son generalmente utilizados para cultivos de arroz y hortalizas. Se extienden hasta las coordenadas: 408920; 9411960.

- 14) Coordenadas: 410136; 9412689
Altura: 118

Cultivos de arroz en zona de barrizales, en playas de arenitas limosas feldespáticas, encontrándose estas en la margen izquierda del río Huallaga.

- 15) Coordenadas: 413960; 9412887
Altura: 117

Conjunto de islotes en el río Huallaga, proximidades de Arahunte. Constituyen islas permanentes (50 años a más).

- 16) Coordenadas: 419423; 9413903
Altura: 115

Vista de playas con buena extensión de cultivos de arroz. Proximidades de la localidad de Arahunte. Substrato de material arcilloso de 2,5 m de espesor, compacto de tonalidad gris rojiza a gris verdosa, consolidado.

- 17) Coordenadas: 419731; 9413715
Altura: 118

Localidad de Arahunte

Punto de división entre zona inundable y terrazas medias.

- 18) Coordenadas: 419793; 9413565
Altura: 118

Punto central del centro poblado de Arahunte

Cultivos perdidos en las últimas inundaciones: plátano, arroz y maíz en mayor proporción. En total este año se han perdido 50 ha, es decir el 30% de los cultivos entre los que destacan: frijol chichayo y yuca. También tiene sembríos de arroz tresmesino, sandía, pepino, ají, entre otros. En este centro poblado existen 250 familias con 1050 moradores.

Domingo 29/06/14

Tramo Lagunas-Nueva Esperanza

- 1) Coordenadas: 425895; 9426250
Altura: 115

Margen derecha del río Huallaga. Viviendas dispersas en zonas inundables. Depósitos fluviales recientes inconsolidados. Planicie fluvial reciente de drenaje imperfecto a pobre.

- 2) Coordenadas: 425881; 9427312
Altura: 115

Serie de islotes en el río Huallaga, en el tramo Lagunas- Nueva Esperanza (boca del río Aypena). En algunas de ellas se han formado playas o bancos de arena. Rompimiento de islas por la gran dinámica del río Huallaga.

Zonas inundables periódicamente, tanto en la margen derecha como en la izquierda. Los terrenos de este sector son usados para sembríos de plátano (principalmente). Hacia el fondo de estos terrenos se encuentran los bosques sucesionales (cañabrava, cético y pájaro bobo).

- 3) Coordenadas: 424022; 9434188
Altura: 112

Centro poblado Esperanza

Zona inundable. Abundan peces como acarahuzú, lisa, entre otros. En el lugar se han perdido aproximadamente 92 ha de cultivos. El pueblo ha sido reubicado por desbarrancamiento, debido a que perjudicó los servicios básicos, tendido eléctrico, colegios y otras infraestructuras del anterior centro poblado destruido. Los cultivos que han sido destruidos en el 2014 son la yuca y el maíz. En esta zona de confluencia de los ríos Aypena y Huallaga, se observa que el terreno es de material consolidado, arenoarcilloso, con planicie fluvial inundable de drenaje bueno a moderado.

- 4) Coordenadas: 427552; 9432996
Altura: 117

Margen izquierda del río Huallaga, bosque sucesional, y a la margen derecha, bosque ribereño relativamente antiguo.

- 5) Coordenadas: 430896; 9432714
Altura: 121

Centro poblado Santa Isabel del Huallaga (etnia cocama-cocamilla)

Zona inundable. Compuesta por relieve de complejos de orillares antiguos. Los materiales están representados por depósitos fluviales recientes inconsolidados proclives a derrumbes o desplomes por acción de las aguas del río Huallaga. También se observa bajaes y restingas en estas barras semilunares. Este sector ha sufrido tres meses de inundación y la comunidad ha perdido 40 ha de cultivos entre los que figuran maíz, arroz, plátano, entre otros.

Lunes 30/06/14

Localidad de Lagunas

Reunión con los funcionarios de Defensa Civil del distrito de Lagunas.

- 1) Coordenadas: 430397; 9438440
Altura: 121

Centro poblado San Luis

Este lugar viene siendo perjudicado por las inundaciones desde hace más de 11 años. El pueblo ha perdido 100 m de terreno en los últimos 13 años aproximadamente. Lo más preocupante es que la población no tiene donde expandirse. Además, este año, el centro poblado ha estado sumergido 3 meses bajo las aguas, perdiendo aproximadamente 90 ha de cultivos con maíz, plátano, yuca, frijol y arroz principalmente.

El talud de la margen derecha está compuesto por arenas inconsolidadas distribuidas en las terrazas medias.

- 2) Coordenadas: 433434; 9439856
Altura: 110

Playas en el río Marañón, cerca de la desembocadura del Huallaga al Marañón. Presencia de bosque sucesional ripario. En la margen derecha zonas inundables con alta erosión fluvial.

- 3) Coordenadas: 433564; 9440756
Altura: 110

Prosigue la presencia de amplias playas del río Marañón.

- 4) Coordenadas: 431700; 9442346
Altura: 112

Conjunto de islotes jóvenes con vegetación sucesional, con depósitos recientes compuestos por arenitas finas de tonalidad grisácea, poco compactos. Se extienden en forma de playas de 4 a 6 m. En la margen derecha se encuentran numerosos caños por los que se inunda cuando ocurren las crecientes.

- 5) Coordenadas: 428789; 9443669
Altura: 112

Población dispersa en zonas de alto riesgo por inundación. Estas zonas bajas son usadas para actividades extractivas de caza y tala de madera comercial.

Martes 01/07/14

- 1) Coordenadas: 415515; 9444218
Altura: 120

Centro poblado Naranjal

Se encuentra asentado en terrazas bajas inundables de drenaje imperfecto a pobre. El

material sedimentario donde se sustentan las infraestructuras, llámese colegios, posta médica, tendido eléctrico y otros, está compuesto por arcillitas compactas de tonalidad gris verdosa.

Aquí se produce un mediano índice de desbarrancamiento, pues en un lapso de 10 años la pérdida de terreno ha sido de 50 a 60 m aproximadamente. El grado de compactación limita la erosión y se convierte en un control natural.

Los colegios están mal contruidos, pues se ubican sobre el nivel de la rasante histórica de inundación; así como los tendidos eléctricos y veredas peatonales, que en estas épocas permanecen totalmente inundados.

- 2) Coordenadas: 413408; 9444792
Altura: 116

Isla de característica permanente en el río Marañón, con bosque relativamente antiguo.

- 3) Coordenadas: 413264; 9444882
Altura: 116

En la margen derecha del río Marañón se presenta un bosque inundable relativamente antiguo; además hay presencia de sedimentos compuestos por arenitas grises inconsolidadas, no compactas, siendo fácilmente erosionables.

- 4) Coordenadas: 408798; 9445686
Altura: 117

Caserío Santa Marta

Zona inundable con poca resistencia de los suelos y sin material parental. Presenta sedimentos de arenitas finas grisáceas. Este sector se ha desbarrancado 20 m, fenómeno ocurrido en el año 2013. En el 2014 solo se ha percibido el proceso de inundación. El pueblo tiene más de 50 años de formación y ha sido reubicado dos veces. Ha tenido 24 ha de cultivos perdidos, entre los que figuran el plátano y maíz principalmente.

- 5) Coordenadas: 404219; 9446702
Altura: 112

Centro poblado Charupa

Presenta más de 1000 habitantes. Zona inundable. Este año ha sufrido más de dos meses de inundación permanente, lo cual ha afectado los cultivos y se perdió 390 ha aproximadamente de maíz, plátano y frijol principalmente.

- 6) Coordenadas: 404631; 9446457
Altura: 119

Desembocadura de la quebrada (caño) Charupa

- 7) Coordenadas: 398541; 9445108
Altura: 121

Caseríos dispersos ubicados en zonas de alto riesgo por inundación. Presenta terrazas bajas inundables de drenaje imperfecto, con materiales fluviales recientes de arenitas finas grisáceas.

- 8) Coordenadas: 396042; 9445076
Altura: 122

Formación de islas en el río Marañón. Estos islotes son relativamente antiguos. En la margen derecha del cauce principal del río Marañón hay presencia de rasgos de bosque sucesional.

- 9) Coordenadas: 393715; 9445440
Altura: 123

Caserío San José

Existencia de 12 familias. Este sector presenta materiales sedimentarios compuestos por arenitas grises de grano fino, deleznable, inconsolidadas; asimismo, tiene problemas de erosión lateral e inundación. El relieve está conformado por planicies inundables de drenaje imperfecto a pobre (restinga media).

- 10) Coordenadas: 390090; 9442144
Altura: 124

Formación de una isla reciente en el río Marañón con vegetación de especies pioneras.

- 11) Coordenadas: 387080; 9441405
Altura: 124

Centro poblado Indio del Perú

Zona inundable conformada por terrazas bajas inundables de drenaje bueno a moderado, con materiales sedimentarios compuestos por arenitas limosas de tonalidad grisácea. Pérdida de cultivos de las familias asentadas (24 ha). La población está generando otras actividades aparte de la agricultura como por ejemplo con plantaciones agroforestales de bolaina y capirona.

- 12) Coordenadas: 384139; 9443831
Altura: 123

Centro poblado Los Ángeles

Zona inundable. Se encuentra en la margen izquierda del río Marañón. Los materiales sedimentarios que la conforman están compuestos por arenitas limosas fluviales de carácter inconsolidado. Este sector se encuentra en constante riesgo por inundación y erosión lateral.

- 13) Coordenadas: 361623; 9456139
Altura: 118

Centro poblado San Isidro (C. N. de la etnia quechua)

Zona inundable conformada por planicies bajas antiguas. Se encuentra en la margen izquierda del río Marañón. La comunidad tiene 60 familias (60 casas) con 480 habitantes. Es cortada por la quebrada Pasparrillo. Según referencias de la población, el año 2013 ocurrió la inundación de mayor envergadura, estimándose la pérdida de cultivos en 120 ha aproximadamente, entre las que resaltan maíz, arroz, plátano y yuca.

Centro poblado Ungumayo

La creciente en este sector se ha intensificado y según referencias la época de invierno se está haciendo cada vez más larga, es decir los periodos de lluvia son más frecuentes. Por lo consiguiente, las crecidas del río Marañón se hacen intempestivas.

Nuevas plagas y enfermedades para los cultivos se están presentando, tal es el caso de los yucales afectados (según refiere el señor Segundo Yumbato).

En las proximidades de esta población se localiza el centro poblado Topal, comunidad que ha sufrido tres veces el desplazamiento de sus viviendas, según referencias de los pobladores.

Miércoles 02/07/14

- 1) Coordenadas: 344842; 9455618
Altura: 122

Centro poblado Puerto Industrial

Localizado en la margen izquierda del río Marañón. Ubicado en zona inundable, especialmente los bordes del centro poblado (unos 50 m).

Entre los años 2002 y 2006 se ha desbarrancado aproximadamente 160 ha, estimando sus pérdidas

de cultivo en unos 280 ha. En la actualidad, el río Marañón ha orientado su erosión lateral a la margen derecha.

- 2) Coordenadas: 345715; 9456941
Altura: 118

Proximidades de la boca del río Pastaza (margen izquierda). Se observa actividades de ganadería intensiva. Zona inundable compuesta por terrazas bajas de drenaje imperfecto a pobre. Ambos márgenes del río Pastaza son inundables.

- 3) Coordenadas: 345751; 9458307
Altura: 118

Ganadería intensiva a menor escala.

- 4) Coordenadas: 342001; 9463166
Altura: 119

Formación de una isla en el río Pastaza.

- 5) Coordenadas: 341880; 9463654
Altura: 120

Formación de una isla en el río Pastaza.

- 6) Coordenadas: 341447; 9464382
Altura: 120

Isla permanente del río Pastaza, con vegetación arbustiva relativamente antigua.

- 7) Coordenadas: 339157; 9469127
Altura: 124

Centro poblado La Curva (margen izquierda del río Pastaza)

Según datos referenciales de los pobladores del sector, la creciente más grande sucedió el año 2011 y casi en forma similar ocurrió en 2014. La inundación no afectó a la comunidad asentada, pero si causó perjuicios en las chacras, las cuales se inundaron en su totalidad.

La ganadería es una de las actividades desarrolladas con aproximadamente 50 cabezas de ganado.

Entre los cultivos afectados se encuentran la yuca y el plátano. La pérdida fue de 48 a 60 ha en toda la comunidad. Una de las secuelas dejadas por la inundación es la aparición de nuevas plagas, hecho que está sucediendo desde el 2007, afectando especialmente a la yuca y el plátano (plaga del mosquito).

Al frente de este centro poblado se encuentra Nueva Unión, también asentado en terrazas bajas no inundables.

En estos sectores se encuentran aflorando depósitos fluviales recientes constituidos por arenitas limosas inconsolidadas a semiconsolidadas. La erosión lateral afecta mínimamente, pues el desbarrancamiento es imperceptible para los pobladores.

- 8) Coordenadas: 339931; 9467289
Altura: 126

C.N. Puerto Nuevo (antes Chiclín), distrito de Pastaza

Zona no inundable. En épocas de crecientes extraordinarias queda una franja donde la población se protege mientras dura la inundación. En este pueblo habitan 10 familias, con 30 habitantes aproximadamente. En el año 2014 se han perdido 24 ha de cultivos de plátano, maíz y yuca. Los materiales sedimentarios son depósitos fluviales recientes semiconsolidados compuestos por arenitas limosas de tonalidad gris a gris verdosa.

- 9) Coordenadas: 343495; 9461220
Altura: 130

Centro poblado Santa Ana, distrito de Pastaza

Sector con franja no inundable, conformado por relieve de planicie fluvial antigua (terrazza baja antigua). Presenta materiales sedimentarios de arenitas finas de tonalidad gris.

Este poblado tiene luz eléctrica, escuela inicial y primaria y promotor de salud. Tiene una población estimada en 310 habitantes, albergadas en 60 familias.

Desde el 2012 están ocurriendo inundaciones extremas de manera periódica, afectando este año 2014 los cultivos y teniendo una pérdida de 132 ha de yuca y plátano principalmente. Las aguas por inundación estuvieron desde marzo hasta mayo.

- 10) Coordenadas: 344232; 9457890
Altura: 124

Boca del Pastaza

- 11) Coordenadas: 332205; 9457601
Altura: 134

Centro poblado San Antonio

Zona de asentamiento humano no inundable, afecta solo los cultivos. Los materiales sedimentarios están constituidos por arcillitas gris rojizas compactas y consolidadas. La arcilla presenta gravilla a partir de 50 cm hacia abajo y óxidos de hierro y magnesio de forma masiva.

La creciente de este año 2014 ha sido la que más ha afectado a esta población, pues los cultivos de plátano y yuca son los que más se han perdido (aproximadamente 100 ha).

Según datos referenciales (población) se observa la aparición de plagas que están afectando principalmente los cultivos de yuca.

Existen otras actividades agrícolas que están teniendo cierta relevancia como la siembra de zapote, pijuayo y cacao.

- 12) Coordenadas: 328313; 9463766
Altura: 130

Proximidades de la localidad de San Lorenzo. Afloramiento de arcillitas arenosas de tonalidad rojiza en bancos masivos. Estos materiales sedimentarios se presentan en toda la margen izquierda del río Marañón distribuidos en terrazas medias de drenaje imperfecto a pobre. Cabe resaltar que la localidad de San Lorenzo también se sustenta sobre este tipo de material.

Jueves 03/07/14

Salida de la localidad de San Lorenzo rumbo a los centros poblados de Estrella y Tigre Playa Nueva.

Antes de partir se realizó una reunión con la alcaldesa encargada de la provincia de Datem del Marañón, donde se explicó la importancia del Proyecto y su perspectiva. También se mencionó sobre las coordinaciones acerca del taller a realizar el día 4 de julio en las instalaciones del Instituto Superior Tecnológico Reverendo Cayetano Anzarar. Además se concluyó en lo siguiente:

- Establecer convenios específicos con la finalidad de fortalecer las capacidades locales, además de realizar trabajos conjuntos.
- Compromiso del IIAP para disponer de sus conocimientos científicos a fin de proporcionar al Municipio los resultados de las investigaciones sobre el tema.

- 1) Coordenadas: 322188; 9463662
Altura: 130
- Estragos dejados por las inundaciones en terrazas bajas relativamente antiguas. Existe la presencia de depósitos fluviales recientes totalmente inconsolidados.
- 2) Coordenadas: 316189; 9464322
Altura: 130
- Presencia de desbarrancamiento de taludes en zonas de terrazas bajas, por lo que aún no existen playas.
- 3) Coordenadas: 314810; 9464840
Altura: 130
- Desbarrancamiento en la margen izquierda del río Marañón. Presencia de terrenos con material inconsolidado, que se ven apoyados por el desbroce del bosque con la finalidad de realizar sus chacras.
- 4) Coordenadas: 313945; 9464802
Altura: 130
- En este sector, en la margen izquierda, se observan relieves de altura (terrazas altas).
- 5) Coordenadas: 312096; 9465460
Altura: 130
- Caserío en zona de alto riesgo a la inundación y erosión lateral.
- 6) Coordenadas: 308918; 9467211
Altura: 132
- Caserío con pocas viviendas en zona de riesgo (margen izquierda del río Marañón) por inundación principalmente. El relieve predominante son las terrazas de drenaje moderado, conformado por materiales sedimentarios como arenitas limosas de tonalidad grisácea.
- 7) Coordenadas: 306631; 9466868
Altura: 130
- Playas en plena formación, incipiente con vegetación de comunidades de herbazales.
- 8) Coordenadas: 306167; 9466725
Altura: 132
- Presencia de playas dentro de una isla, donde se observan bancos de arena de más de 10 m de ancho y hacia atrás formación de bosque sucesional.
- 9) Coordenadas: 305133; 9466594
Altura: 132
- Formación de extensa playa en las proximidades del centro poblado Estrella. Bancos de arenitas fluviales recientes, dispuestas horizontalmente; al parecer, corresponde a la isla anteriormente descrita.
- 10) Coordenadas: 302643; 9467279
Altura: 134
- Se observa pequeñas industrias de aserríos cuya actividad trae consigo una alternativa para las poblaciones asentadas en este lugar.
- 11) Coordenadas: 297723; 9467981
Altura: 139
- Centro poblado Nuevo Tigre Playa**
- Con 78 habitantes distribuidos en 18 familias. Sufrió pérdidas de 36 a 50 ha. Poblado reubicado por desbarrancamientos, por lo cual los mismos pobladores tomaron la iniciativa de desplazarse a un lugar más seguro. Tal es el caso de un poblador que ha trasladado su casa tres veces (señor Isuiza Rodríguez). El desbarrancamiento ha producido la pérdida de más de 30 m, lo que a su vez hizo que se pierdan cultivos de yuca, plátano y maíz principalmente.
- El año 2012 se inundó totalmente el centro poblado. Por datos referenciales, la inundación ha traído consigo plagas (plaga de la mosca) afectando los cultivos de yuca, plátano y maíz.
- Se observa la presencia de depósitos cuaternarios compuestos por arcillas semiconsolidadas que presentan cierto grado de compactación.
- 12) Coordenadas: 303153; 9466985
Altura: 130
- Material arcilloso de tonalidad gris verdosa, compacto de edad terciaria.
- 13) Coordenadas: 303706; 9466942
Altura: 128
- Centro poblado Estrella**
- 14) Coordenadas: 303742; 9467039
Altura: 135
- En la margen izquierda del río Marañón, muy cerca al Atracadero del centro poblado Estrella;

se observa arcillitas rojizas semiconsolidadas distribuidas en los taludes.

Terraza alta ligeramente disectada. Fundada en 1905. Tiene 858 habitantes incluidos los anexos. En el centro de la localidad existen 70 familias. En los alrededores de este centro poblado han sido afectadas 20 viviendas que se encuentran en zonas inundables, localizándose estas en la margen derecha del río Marañón. Realizan actividades de pesca en el famoso lago Urituyacu a 2 horas del centro poblado, actividades que son controladas conjuntamente con el centro poblado Laurel.

Este año ha sucedido un hecho anormal, pues hubo dos etapas de inundación entre los meses de febrero y junio, prácticamente estuvo inundado 4 meses.

Diagnosticando los riesgos en la localidad de San Lorenzo

Sector Carabancher

- 15) Coordenadas: 325771; 9466279
Altura: 125

Zona inundable.

Sector Huacachina

- 16) Coordenadas: 326585; 9466154
Altura 125

En este sector no hay erosión, porque el río Marañón no golpea en esta dirección.

- 17) Coordenadas: 326752; 9466110
Altura: 126

Comienzan los sectores con desbarrancamientos de forma intensa.

- 18) Coordenadas: 327040; 9466024
Altura: 126

Zona de fuerte erosión lateral.

- 19) Coordenadas: 327132; 9465948
Altura: 126

Existen cuatro niveles:

Nivel I (inferior). Arenisca arcillosa de tonalidad rojiza con lentes de arcillas.

Nivel II. Arcilla de tonalidad rojiza a verdosa de 0,5 m de espesor.

Nivel III. Arcilla limosa de tonalidad gris rojiza,

ligeramente moteada.

Nivel IV (superior). Arcilla gris verdosa con 3 m de espesor.

- 20) Coordenadas: 327324; 9465776
Altura: 126

Calle Huallaga y Napo (proximidades de la parroquia)

En este sector, en los últimos 13 años, se han perdido entre 50 y 80 m de terreno.

- 21) Coordenadas: 327456; 9465778
Altura: 126

Calle Tigre, quebrada Tigre (antiguo caño)

En este sector existe una intensa presión del río Marañón, el cual está erosionando el terreno y causando problemas muy serios.

- 22) Coordenadas: 327487; 9465677
Altura: 126

Desagüe de la localidad de San Lorenzo, ubicado en lugar no apropiado.

- 23) Coordenadas: 327563; 9465616
Altura: 126

Calle Pastaza (mercado de San Lorenzo).

Históricamente el avance en estos últimos 10 años ha sido de 60 a 70 m de pérdida.

- 24) Coordenadas: 327720; 9465309
Altura: 126

Calle Putumayo

Este sector se encuentra afectado por desbarrancamiento (70 m en 15 años).

- 25) Coordenadas: 327757; 9465339
Altura 126

Barrio Macalo

En este sector el desbarrancamiento según datos referenciales ha avanzado en 60 m (en 15 años).

- 26) Coordenadas: 327800; 9464900
Altura: 126

Barrio Monzante

Este sector ha sido uno de los más afectados, pues tuvo erosión de 80 a 100 m aproximadamente.

27) Coordenadas: 327893; 9464619

Proximidades del barrio Monzante

Prosigue el sector en riesgo por erosión lateral. Según Defensa Civil la zona en riesgo está entre la quebrada Monzante y la quebrada Carabancher.

Zona baja de Lagunas, calle Teniente César López

Este año 2014, en este sector han sido afectadas 11 familias, el caño Lagunas y el río Huallaga inundaron el sector sureste de la localidad de Lagunas, específicamente en la calle Teniente César López.

Viernes 04/07/14

1) Coordenadas: 433642; 9439333
Altura: 126

Puerto Victoria

Desbarrancamiento e inundación. Existe un peligro inminente. Los taludes presentan material sedimentario deleznable e in consolidado, constituidos por arenitas finas de tonalidad grisácea, distribuidas en terrazas bajas de drenaje imperfecto.

4) Coordenadas: 424819; 9422477
Altura: 115

Calle Teniente César López

Zona que ha sido inundada en el 2014. Este sector, según refiere el señor Pinedo Tapuyima (encargado de Defensa Civil de la Municipalidad de Lagunas), en 30 años que lleva viviendo no ha sufrido inundaciones, por lo que este fenómeno ha sido unas de las anomalías no esperadas. Según referencias, en el distrito de Lagunas han sido afectadas 886 familias.

Domingo 06/07/14 (opcional)

Localidad de Lagunas

1) Coordenadas: 425908; 9423272
Altura: 116

El sector del malecón Huallaga presenta talud compuesto por arcillita gris verdosa masiva de 2,5 m de espesor (según el nivel del río que deja visible el afloramiento). Actualmente se encuentra erosionando con orientación N60°E, desbarrancando en dirección de la pista-vereda construida para el transporte.

Este año 2014, la inundación se extendió más de 100 m, invadiendo la pista y afectando las viviendas y algunas infraestructuras. Según referencias, este año la inundación ha causado el mayor desastre, pues ha afectado aproximadamente 77 familias o viviendas entre el malecón Huallaga y la calle Teniente César López.

2) Coordenadas: 425961; 9423097
Altura: 123

Sector de inundación que históricamente no ha sido inundado en 30 años. Este año 2014 ha sido la excepción.

3) Coordenadas: 424813; 9422466
Altura: 115

