

**DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA  
AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO**

**INFORME TÉCNICO**

**ZONAS CRÍTICAS POR PELIGROS GEOLÓGICOS  
EN LA REGIÓN MADRE DE DIOS**

**PRIMER REPORTE**



**ENERO 2015**

# ZONAS CRÍTICAS POR PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA REGIÓN MADRE DE DIOS

## INDECI

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. METODOLOGÍA.....	1
3. PELIGROS GEOLÓGICOS.....	1
4. ZONAS CRÍTICAS EN LA PROVINCIA DE TAMBOPATA.....	4
5. ZONAS CRÍTICAS EN LA PROVINCIA DE TAHUAMANU.....	19
6. ZONAS CRÍTICAS EN LA PROVINCIA DE MANÚ.....	23
CONCLUSIONES.....	26

# ZONAS CRÍTICAS POR PELIGROS GEOLÓGICOS E HIDROLÓGICOS EN LA REGIÓN MADRE DE DIOS

## 1. INTRODUCCIÓN

Concluidos los trabajos de campo del proyecto GA-44A: “Riesgos geológicos en la región Madre de Dios”, realizados por la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR) del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), es oportuno describir las actividades realizadas y se presenta un resumen de los eventos que se considera representan mayor peligro en la región y pueden ser denominadas como zonas críticas.

## 2. METODOLOGÍA

Los trabajos de identificación de peligros geológicos por movimientos en masa (deslizamientos, caídas, flujos, etc.) y por procesos hidrológicos (inundación y erosión fluvial) se iniciaron con trabajos de gabinete, en donde por medio de la interpretación de imágenes satelitales (disponibles en la plataforma Google Earth de varios años) y fotos aéreas se procedió a identificar y cartografiar deslizamientos, derrumbes, flujos de detritos, etc., así como también se pudo delimitar las llanuras de inundación y zonas de afectadas por procesos de erosión fluvial.

Seguido a los trabajos de gabinete se procedió a realizar trabajos de campo para comprobar, georeferenciar y tomar registros fotográficos de los eventos identificados; estos trabajos se realizaron a través de dos campañas en campo, de donde se obtuvo las siguientes cifras de ocurrencias de peligros:

## 3. PELIGROS GEOLÓGICOS

De los trabajos realizados en el tramo de la carretera Interoceánica comprendido entre las localidades de Mazuco e Iñapari, así como en todos los accesos existentes en la zona, se obtuvo un total de 74 ocurrencias de eventos, de los cuales tienen una mayor recurrencia los procesos de erosión fluvial, seguida de las inundaciones fluviales (Figura 1).

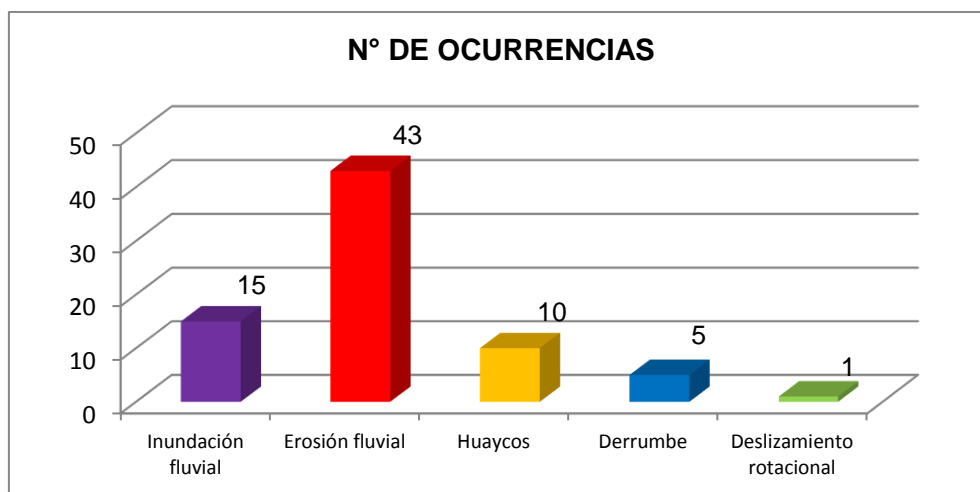


Figura 1: Estadística de ocurrencia de peligros identificados entre las localidades de Masuko e Iñapari.



Los trabajos realizados en el único acceso hacia la zona del Parque Nacional del Manú entre las localidades de Atalaya y Puerto Edén, así como en todas las vías que de esta se bifurcan, permitieron identificar una total de 51 peligros, los cuales muestran una mayor recurrencia de procesos de erosión e inundaciones de origen fluvial (Figura 2).

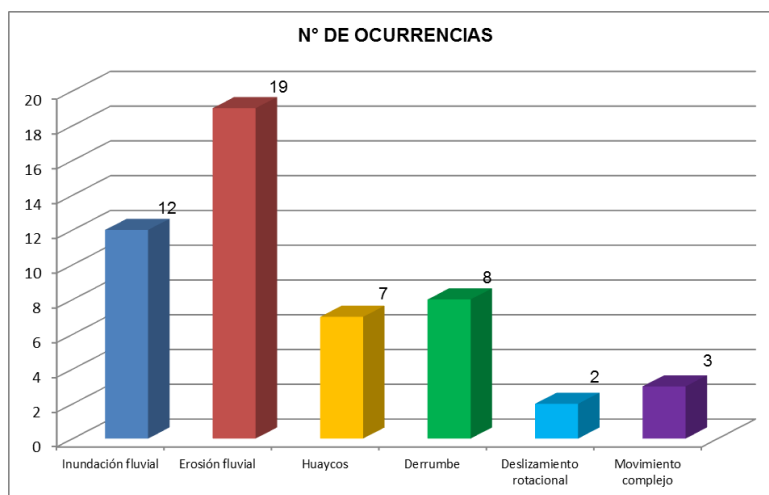


Figura 2: Estadística de ocurrencia de peligros identificados entre las localidades de Atalaya y Puerto Edén.

En conclusión el 72 % de los eventos identificados e inventariados en la región Madre de Dios están relacionados a las precipitaciones pluviales periódicas, extraordinarias y excepcionales que caen en la zona, con mayor cantidad de daños causados cuando las lluvias son extraordinarias, los cuales se concentran en cauces de los ríos haciendo que su capacidad de carga sea superada y se produzcan inundaciones y procesos de erosión fluvial. La alta ocurrencia de estos eventos también está relacionada directamente con la morfología del terreno, constituidos en un gran porcentaje por terrenos planos y plano ondulada, que conforman planicies aluviales, terrazas, abanicos de piedemontes, colinas y lomadas de baja altura.

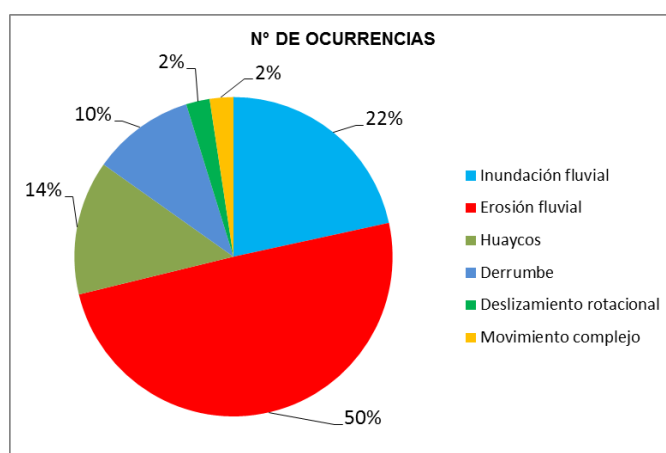


Figura 3: Total de ocurrencias de peligros inventariados en la región Madre de Dios.

Según lo observado en los gráficos estadísticos de ocurrencia de eventos, los tipos de peligros en la región Madre de Dios, están referidos principalmente a inundaciones y



erosiones fluviales, y se presentan en las márgenes de los ríos Madre de Dios, Tambopata, Inambari, Las Piedras, Tahuamanu, Yaverija, Acre, Alto Madre de Dios, Manú y en las quebradas afluentes. Además se presentan algunos derrumbes en cortes de la carretera Interoceánica y la carretera de penetración al Manú.

El caudal de estos ríos se incrementa aceleradamente entre los meses de noviembre a abril (periodo lluvioso) y entre los meses de enero y febrero alcanza su nivel máximo, es cuando se producen las inundaciones.

Las zonas donde suelen presentarse inundaciones fluviales son las terrazas de alturas menores a 6 m, aquí también se generan erosiones fluviales. Los terrenos inundables son generalmente áreas dejadas por los ríos de cursos meandriiformes (meandros abandonados).

El principal problema en Puerto Maldonado se debe a la constante erosión fluvial al borde del acantilado fluvial de los ríos Madre de Dios y Tambopata, a lo largo de este tramo se asientan varias viviendas.

Las causas principales de las erosiones fluviales son las intensas precipitaciones pluviales, los cursos de los ríos de tipo meandriiforme, la dinámica fluvial, depósitos inconsolidados y la deforestación. Los ríos meandriiformes que discurren por terrazas recientes, varían constantemente su curso, debido que estas se erosionan fácilmente por estar constituidas por arenas limos y arcillas de la formación Madre de Dios y lodolitas rojizas (capas rojas) de la formación Ipururo.

Es así que las zonas que sufren daños considerables de manera recurrente por estos procesos de inundación y erosión fluvial son consideradas como críticas; se presenta a continuación a nivel de provincia las zonas críticas identificadas:

#### 4. ZONAS CRÍTICAS EN LA PROVINCIA DE TAMBOPATA

PARAJE/SECTOR DISTRITO	ÁREAS SUJETAS A/COMENTARIO GEODINÁMICO	VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCASIONADOS	RECOMENDACIONES
<p><b>1.</b> Pueblo Viejo, puertos Candamo y Capitanía, Bajo Madre de Dios</p> <p><b>Tambopata</b></p>	<p>Inundación fluvial, erosión de laderas En enero del 2014 a consecuencia de las intensas precipitaciones pluviales, se produjo el desborde de los ríos Madre de Dios y Tambopata. Todos los años el sector Pueblo Viejo que se ubica entre las cotas de 172 a 175 m.s.n.m. es afectado por inundaciones en la margen izquierda del río Tambopata de 350 m de ancho de cauce, se extiende desde el Puerto Candamo en la margen izquierda del Río Tambopata hasta el Puerto Capitanía en la margen derecha del Río Madre de Dios. El nivel alcanzado por el río Madre de Dios, el 29/01/2014 fue de 10780 m<sup>3</sup>/s incrementándose en 9381 m<sup>3</sup>/s aproximadamente en comparación del caudal mínimo registrado el 28/09/2013 de 1399 m<sup>3</sup>/s; sin embargo hasta la fecha la mayor creciente fue el 31/01/2014 probablemente el caudal superó los 15000 m<sup>3</sup>/s y su máximo nivel extremo registrado fue 180,12 m, en comparación con la época de estiaje del 2013 donde alcanzó su nivel mínimo registrado 170,076 m teniendo como resultado el incremento del nivel en 10,044 m. (ALA, 2014). Otro de los principales peligros en Puerto Maldonado es la generación de cárcavas en ambas márgenes del río Madre de Dios que en estos últimos años vienen incrementado su área aceleradamente, reduciendo importantes áreas urbanas, debido a la granulometría de los suelos (arcillas y limos), lluvias intensas y la falta de un sistema pluvial. (Foto 1 y 2, figura 4)</p>	<p>Las viviendas de los sectores de Pueblo Viejo, Capitanía, La Pastora, La Cachuela y El triunfo fueron afectadas por inundaciones fluviales en la ciudad de Puerto Maldonado durante enero del 2014. Los más afectados fueron las viviendas ubicadas en la Av. Circunvalación del sector Pueblo Viejo aún se observan las marcas del nivel del agua en las paredes de las viviendas hasta de 3,5 m de alto.</p>	<p>Colocar defensa ribereña como espigones, en las zonas donde presenta erosión, implementar un sistema de alerta temprana, reubicar las viviendas afectadas. Delimitar la franja marginal del cauce del río para determinar la zona de alto riesgo. Prohibir la construcción de viviendas que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo. Diseño e instalación de un sistema de drenaje pluvial.</p>

PARAJE/SECTOR DISTRITO	ÁREAS SUJETAS A/COMENTARIO GEODINÁMICO	VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCASIONADOS	RECOMENDACIONES
<b>2.</b> Barrio Nuevo <b>Tambopata</b>	Erosión fluvial, erosión de laderas Localizado en la margen izquierda del río Tambopata, progresivamente ha ido erosionando un tramo de 1100 m de longitud y 35 m de ancho en el sector Barrio Nuevo. La zona también es afectada por la formación de cárcavas debido al desfogue de colectores de concreto de 0,8 m x 0,8 m sin protección en los bordes construidos sobre depósitos inconsolidados o de relleno y la intensa precipitación pluvial también aceleran el proceso de erosión, hasta que finalmente colapsan. (Foto 3, figura 4)	Puede afectar a 08 viviendas de la calle 26 de diciembre del sector Barrio Nuevo construidas sobre relleno. Destruyó un colector de desagüe y áreas de cultivo.	Cambiar el trazo del canal, construir defensa ribereña en la margen izquierda del río Tambopata. Diseño e instalación de un sistema de drenaje pluvial. Implementar un sistema de alerta temprana.
<b>3.</b> San Juan Cachuela <b>Tambopata</b>	Erosión fluvial, inundación fluvial A la altura del km 4+950 de la carretera Puerto Maldonado-Cachuela presenta intensa erosión fluvial que genera derrumbes en la margen derecha del río Madre de Dios, hasta la actualidad ha migrado entre 40 y 50 m en un periodo de 15 años aproximadamente, la terraza tiene una altura de 5 m, el área afectada tiene una longitud de 500 m, otro tramo afectado es el de la carretera Cachuela Otilia-Puerto Arturo, altura del km 8+200. En la margen izquierda del río se desbordó el nivel del caudal alcanzando una distancia horizontal de hasta 3 km, entre los meses de febrero y marzo del 2014. (foto 4 y 5, figura 4)	Afectó extensas áreas de terreno de cultivo de Cachuela Margen, 01 C.E. Cachuela, tramo de carretera Cachuela Otilia-Puerto Arturo y piscigranjas del Bajo Tambopata, La Cachuela, El Prado	Colocar defensa ribereña, prohibir la construcción de viviendas que se encuentran dentro del área vulnerable a inundaciones.



<p><b>4.</b> Boca Piedras <b>Tambopata</b></p>	<p>Erosión fluvial, inundación fluvial Localizado en la confluencia de los ríos Las Piedras y Madre de Dios, sector Boca Piedras, a consecuencia de la subida del nivel de ambos ríos en el último periodo lluvioso del año 2014, produjo erosión fluvial en su margen derecha en un tramo de aproximadamente 1 km de longitud y 20 m de ancho. El nivel del caudal del río Madre de Dios se incrementó alcanzando hasta 6 m de altura sobre la terraza de 4 m de alto. (foto 6, figura 4)</p>	<p>Destruyó 04 Has de platanales y viviendas del A.H. Naranjal.</p>	<p>Construir defensa ribereña. Prohibir la construcción de viviendas en el sector.</p>
--	--	---	--

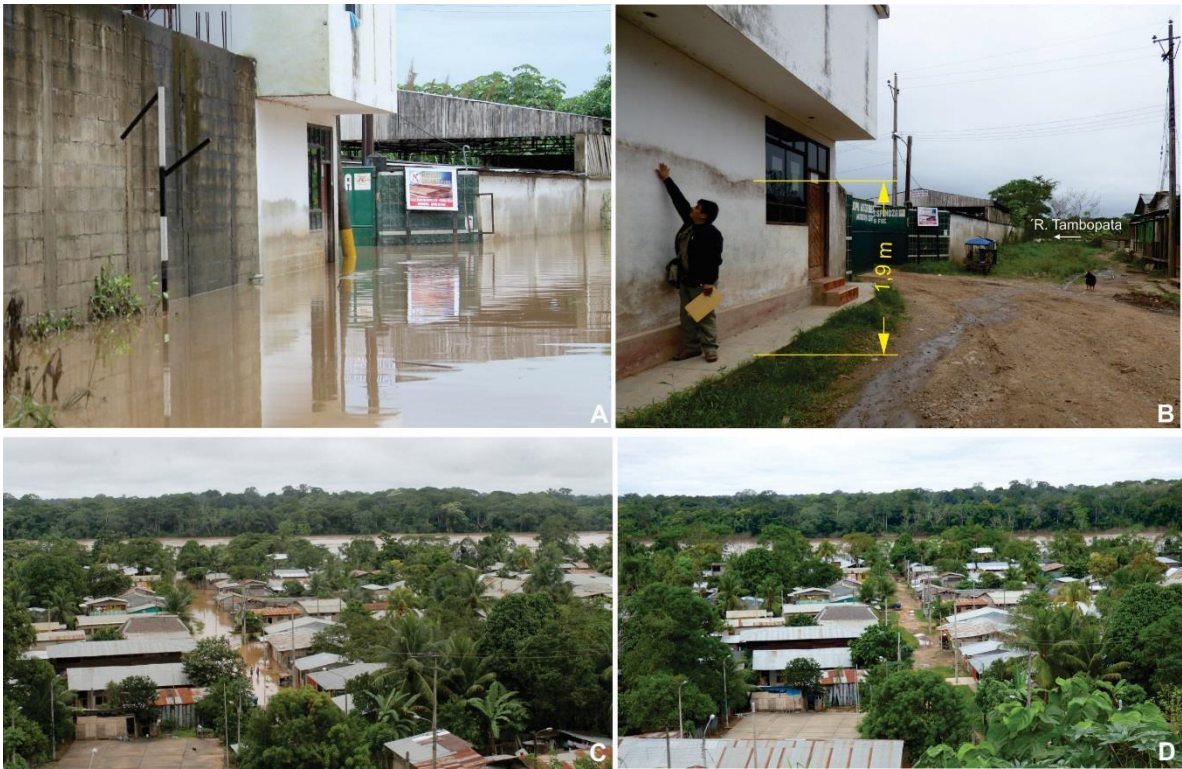


Foto 1. Imágenes donde se puede observar los niveles alcanzados por las inundaciones producidas por los ríos Madre de Dios y Tambopata. A) Viviendas de la Av. Circunvalación afectadas por el desborde del río Tambopata. (INDECI, tomado el 03 de febrero 2014), B) Inundación alcanzó 1,9 m de alto como se puede observar en las paredes aún se muestran las marcas en las viviendas (tomado en julio de 2014). C) Vistas del poblado de Pueblo Viejo días después de la inundación (INDECI, 03/02/2014) y D) Vistas del poblado Pueblo Viejo meses después de la inundación.



Foto 2. Erosión en cárcavas formadas en la margen derecha del río Madre de Dios, en el cruce de la Av. Circunvalación y Andrés Avelino Cáceres.



Foto 3. Vistas de la erosión fluvial en la margen izquierda del río Tambopata, en una extensión de 1100 m, como se observa en (A) las viviendas se encuentran de 8 a 35 m de distancia hacia el borde del río, (B) debido a la constante erosión y a la intervención del hombre, colapsó un colector construido para evacuar el drenaje de precipitaciones pero los pobladores de la zona lo usaron como desagüe, acelerando el proceso de erosión.



Foto 4. Erosión fluvial en la margen derecha del río Madre de Dios, sector San Juan Cachuela.





Foto 5. Erosión fluvial en la margen derecha del río Madre de Dios, sector Otilia, se llevó tramo de carretera Cachuela Otilia-Puerto Arturo



Foto 6. Erosión fluvial en la margen derecha del río Madre de Dios, produjo la pérdida de 20 m de ancho x 600 m de longitud y destruyó extensas áreas de cultivo en el sector Boca Piedras.

PARAJE/SECTOR DISTRITO	ÁREAS SUJETAS A/COMENTARIO GEODINÁMICO	VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCASIONADOS	RECOMENDACIONES
<b>5.</b> Puerto Pastora hasta la Estación PETROPERU, Puerto Maldonado  <b>Tambopata</b>	Erosión fluvial, inundación fluvial En los últimos años, la distancia del trazo de la carretera interoceánica (tramo puerto La Pastora-estación PETRO PERÚ) hacia el acantilado de la margen derecha del río Madre de Dios viene acortándose progresivamente hasta una distancia de 25 m debido a la intensa erosión fluvial del río y el avance de cárcavas, aproximadamente 1,2 km en el sector La Pastora y 3 km de longitud en el sector Nuevo Amanecer. Las alturas de las terrazas varían de 3 m hasta 24 m. Esta zona también fue afectada por el desborde del río Madre de Dios en febrero de 2014. (foto 7, figura 4 y 5)	Afecta viviendas y la estación de PETROPERU. Puede afectar tramo de carretera Interoceánica.	Reubicar viviendas que se encuentran en la zona susceptible a inundación, colocar defensa ribereña como espigones. Cambiar el trazo de la carretera. Implementar un sistema de alerta temprana.
<b>6.</b> Puerto Laberinto  <b>Laberinto</b>	Inundación fluvial, erosión fluvial, derrumbes En febrero de 2012 y 2014, se desbordó el río Madre de Dios por incremento del nivel del caudal, afectando viviendas de Puerto Laberinto. El poblado se encuentra en una zona de orillares susceptible a inundaciones. Localizado en la margen derecha del río Madre de Dios, en un tramo de 130 m de longitud, al SO del poblado también es afectado por un meandro antiguo. Aguas abajo afecta tramo de 300 m de la trocha Laberinto-Barranco. (Foto 8 y 9, figura 6)	Destruyó un grifo, áreas de cultivo y afectó viviendas del puerto Laberinto. Se colocó costales de arena para mitigar la erosión. Se llevó una parte de la plataforma de la carretera Laberinto-Barranco.	Prohibir la construcción de viviendas en áreas sujetas a inundación, implementar un Sistema de Alerta Temprana. Construcción de viviendas de madera sobre altillos o pilotes.

<p><b>7.</b> Sarayacu, Centromin</p> <p><b>Inambari</b></p>	<p>Erosión fluvial, inundación fluvial Localizado en la margen derecha del río Inambari, erosionó aproximadamente 120 m, su terraza tiene una altura de 4 m donde se ubican viviendas del puerto Sarayacu. En enero de 2014 se incrementó el caudal del río Inambari, producto de las lluvias intensas se desbordó en la margen derecha del río generando procesos de erosión fluvial e inundación, este evento provocó severos daños a los puertos: Sarayacu, Centromin, Puerto Carlos, Mazuko. (foto 10 y 11)</p>	<p>57 viviendas colapsadas, 36 viviendas afectadas, pérdida de cultivos de Nueva Arequipa, CC.NN, Boca Inambari, Dos de Mayo, Isla Chata, Puerto Mazuko, Sarayacu, Centromin, Virgen de la Candelaria, Unión Progreso. Puede afectar 01 grifo y tramo de carretera de acceso a puerto Sarayacu.</p>	<p>Colocar defensa ribereña, reubicar viviendas afectadas en el puerto Sarayacu, implementar Sistema de alerta temprana.</p>
---	---	---	--





Foto 7. Vista de erosión fluvial en la margen derecha del Río Madre de Dios, en el Sector PETROPERU, afecta un tramo de 1,2 km de longitud.

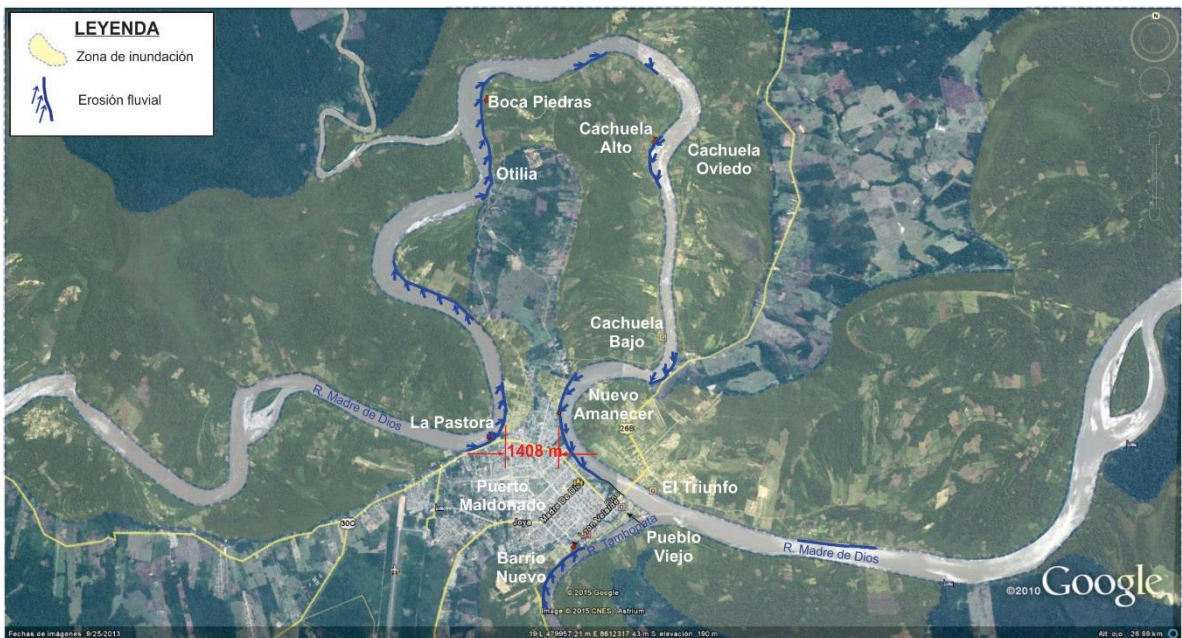


Figura 4. Imagen del Google Earth, se identifica el área sujeta a inundaciones en ambas márgenes del río Madre de Dios y Tambopata, y las zonas afectadas por erosión fluvial.

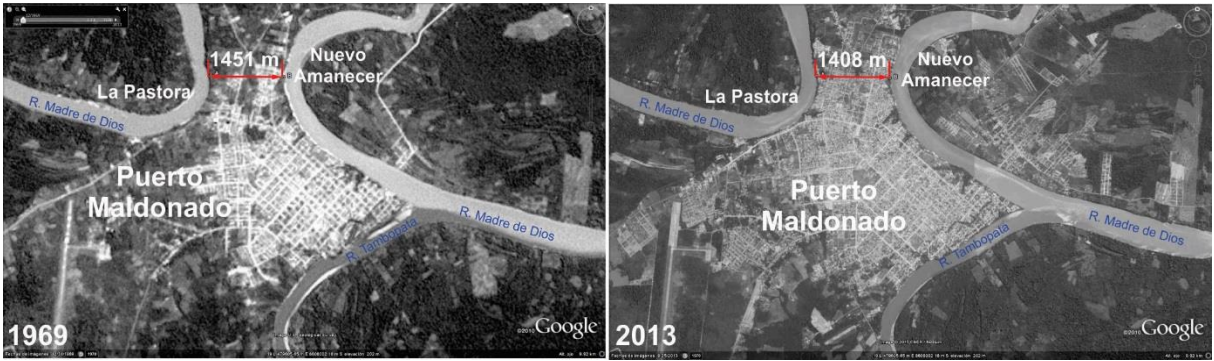


Figura 5: Comparación de imágenes de los años 1969 y 2013 consultada del Google Earth, en 44 años la distancia entre los meandros de los sectores La Pastora y Nuevo Amanecer se ha reducido hasta 43 m aproximadamente



Figura 6: Imagen del Google Earth, el poblado Puerto Laberinto se encuentra en un área sujeta a inundación (líneas de color amarillo), el evento del 2012 (línea de color magenta) afectó a una parte del poblado.





Foto 8. Vistas aéreas tomadas el 05 de febrero de 2012 en Puerto Laberinto. A) debido a la erosión fluvial de 200 m de longitud, colapsó un grifo, se ha colocado costales de arena a fin de mitigar dicho proceso. B). Vista más cercana del puerto Laberinto (Tomado por INDECI, 2012)





Foto 9. Vistas del Puerto Laberinto debido a la erosión fluvial de 200 m de longitud, colapsó un grifo, se ha colocado costales de arena a fin de mitigar dicho proceso.



Foto 10. Vistas del sector Sarayacu, como producto de la erosión fluvial-inundación colapsaron 27 viviendas, la inundación llegó hasta el sector Virgen de la Candelaria, Km 338 de la carretera Interoceánica.





Foto 11. Vistas del sector Sarayacu, como producto de la erosión fluvial-inundación colapsaron 27 viviendas, la inundación llegó hasta el sector Virgen de la Candelaria, Km 338 de la carretera Interoceánica.

PARAJE/SECTOR DISTRITO	ÁREAS SUJETAS A/COMENTARIO GEODINÁMICO	VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCASIONADOS	RECOMENDACIONES
<b>8.</b> Tramo de carretera Santa Rosa - Masuko, Km 287+830 - Km 277+300  <b>Inambari</b>	Derrumbes Tramo de carretera Interoceánica, Santa Rosa-Masuko es afectada por derrumbes irregulares localizados en el talud superior. Se presentan en lodolitas rojizas con areniscas poco consolidadas. A la altura del km 277+445 se ha colocado gaviones, presenta asentamientos en carretera asfaltada. (Foto 12)	Afecta aproximadamente 10 km de carretera asfalta por sectores. Puede interrumpir el tránsito hacia las localidades de Masuko y Santa Rosa en periodos de lluvia.	Colocar mallas o geomembranas para evitar caídas en la vía, limpieza de cunetas.
<b>9.</b> Masuko  <b>Inambari</b>	Flujo de detritos (huaycos) Tramo de la carretera interoceánica km 261+000 -262+100 cortado por los cursos de las quebradas tributarias del río Inambari, las cuales se han canalizado, el cauce tiene 5 m de ancho, por donde discurre huaycos y en época de lluvias excepcionales se desborda afectando a las viviendas del Jr. Mazuko que se encuentran en ambas márgenes. Se ha colocado 02 alcantarillas en el km 261+000, 261+863 y 262+100 de la carretera Interoceánica Masuko-Puerto Maldonado. Los materiales que transportan estas quebradas están constituidos principalmente por arenas y pocas gravas. (foto 13)	Afectó 06 viviendas del poblado Masuko. Puede afectar 1 km de la carretera interoceánica por sectores.	Limpieza del cauce de las quebradas y alcantarillas. Implementar Sistema de alerta temprana.





Foto 12. Derrumbes en los km 287+830 de 80 m de longitud y 15 m de alto (A), km 277+000 con presencia de filtraciones en talud superior de la carretera interoceánica, sector Santa Rosa (B).



Foto 13. Tramo de carretera interoceánica es cortado por quebradas, a consecuencia de lluvias intensas discurren huaycos. En enero del 2014 se desbordó afectando viviendas que se encuentran en ambas márgenes del jr. Masuko del poblado de mismo nombre; los colectores de drenaje pluvial también desembocan en estas quebradas (A, B y C). En el km 261+863 se ha colocado dos alcantarillas, por donde pasa la tubería de agua potable marcado por el círculo de color rojo (D).

## 5. ZONAS CRÍTICAS EN LA PROVINCIA DE TAHUAMANU

PARAJE/SECTOR DISTRITO	ÁREAS SUJETAS A/COMENTARIO GEODINÁMICO	VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCASIONADOS	RECOMENDACIONES
<p><b>10.</b> Iñapari, Barrio Virgen del Rosario, Av. León Velarde, UPIS Brisa Yaverija</p> <p><b>Iñapari</b></p>	<p>Inundación fluvial, erosión fluvial, erosión de laderas El río Acre tiene aproximadamente 50 m de ancho de cauce, a consecuencia de las intensas precipitaciones pluviales en febrero de 2012 y marzo de 2014, se incrementó el nivel del río Acre y se desbordó por la margen derecha del río Acre y margen izquierda del río Yaverija, afectando severamente viviendas de Iñapari y asentamientos humanos Brisas del Yaverija y Virgen del Rosario. Otra condicionante es la topografía, debido que una parte del casco urbano de la ciudad de Iñapari, próxima al puente internacional (Av. León Velarde) se encuentra por debajo del área que ocupa el meandro, lo cual favorece el embalsamiento. Hace 6 años se colocó muros de contención en la margen derecha del río Acre lo cual ayudó que el poblado Iñapari no se inundará en su totalidad. En este sector el cauce del río ha ido migrando constantemente por lo que se requiere evaluar la movilidad y divagación del río Acre. También se produjo erosión fluvial en la margen izquierda del río Yaverija en un tramo de aproximadamente 100 m de longitud, donde se ubica la UPIS Brisa Yaverija, en un área declarada no habitable. La zona también es afectada por la generación de cárcavas debido a la construcción de un canal colector. (fotos 14 a la 17, figuras 7 y 8)</p>	<p>En febrero del 2012, el 80% por ciento de la ciudad de Iñapari se encontró inundada (seis kilómetros de calles anegadas) y los daños fueron valorizados en 15 millones 230 mil nuevos soles (El Comercio, 2012). En el 2014, 54 viviendas afectadas de los asentamientos humanos Brisas y Virgen del Rosario, 600 m de vías urbanas, el 90% de red de desagüe, el 70% de red de alcantarillado, 270 afectados. Se realizó la evacuación de las familias. Puede afectar puente Internacional de 240 m de luz. Afectó aproximadamente 30 viviendas de la UPIS Brisa Yaverija hasta el cruce de Jr. 07 de octubre y Av. Jose Olaya.</p>	<p>Implementar un sistema de alerta temprana. Para evitar futuros daños en la estructura del puente se debe colocar espigones y muros de contención en la margen derecha del río Acre. Instalar una regla hidrométrica en la orilla del río Acre. Prohibir el uso de las fajas marginales para fines de asentamiento humano, agrícola u otra actividad que las afecte. Diseñar e instalar un sistema de drenaje pluvial. Reubicar las viviendas afectadas de UPIS Brisas Yaverija. Colocar defensa ribereña para evitar la erosión y pérdida de terrenos en la margen izquierda del río Yaverija.</p>





Foto 14. Vista de las terrazas bajas sujetas a inundación, en la margen derecha del río Acre. Parte del poblado Iñapari, se encuentra dentro de estas áreas.



Foto 15. A) Inundación del año 2012, Av. León Velarde afectado (tomado por INDECI). B) Vista del desnivel de la carretera interoceánica, parte del casco urbano de la ciudad de Iñapari, próxima al puente internacional (Av. León Velarde) se encuentra por debajo del área que ocupa el meandro del río Acre, lo cual favorece el embalsamiento en la época de lluvias intensas.



Foto 16. A) Erosión fluvial en la margen izquierda del río Yaverija, aquí se encuentra asentado la UPIS Brisas de Yaverija. En enero del 2014 incrementó el caudal del río desbordándose hasta la Av. José Olaya (80 m) afectando aproximadamente 30 viviendas, la zona también es afectada por cárcavas debido a la intensa erosión originado por la evacuación de un colector de drenaje pluvial mal diseñado identificado con el círculo de color rojo . B) Vista más cercana del colector de drenaje pluvial.



Foto 17. A y B) Vista de la inundación del 17 de febrero de 2012 en la ciudad de Iñapari. C) Av. León Velarde, Barrio Virgen del Rosario, el nivel del agua alcanzó 1,5 m de altura en la ciudad. D y E) Vistas tomadas en el interior de la municipalidad provincial de Iñapari, afectó documentos, archivos, sistema integrado, comunicación, equipos de cómputo, mobiliario y los patrimonios de almacén. F) Vista de la Av. León Velarde (carretera interoceánica y el puente Internacional. G) Plaza de armas de Iñapari y Banco de la Nación totalmente inundados. Fuente INDECI, 2012.



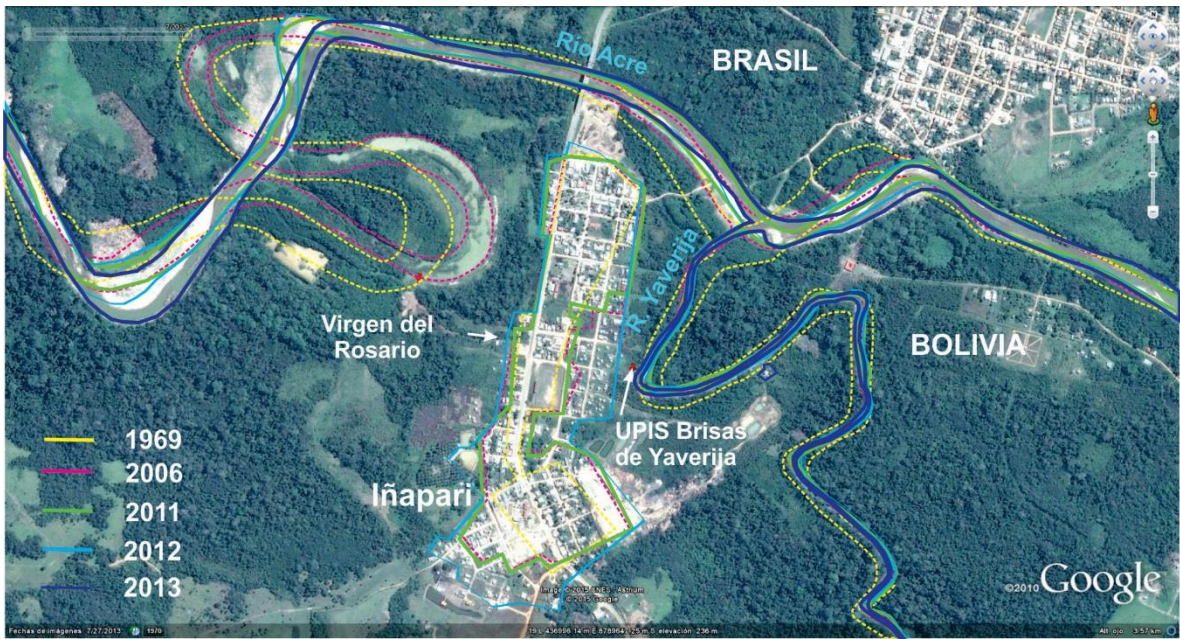


Figura 7: Se puede observar el cambio de los cursos de los ríos Acre y Yaverija, se ha utilizado las imágenes multitemporales del Google Earth (1969-2013).



Figura 8: Imagen de Google Earth, se observa el área de color amarillo, zona sujeta a inundación, parte del poblado Iñapari se encuentra dentro de esta zona, en color magenta indica la zona afectada por inundación en el año 2012.

## 6. ZONAS CRÍTICAS EN LA PROVINCIA DE MANÚ

PARAJE/SECTOR DISTRITO	ÁREAS SUJETAS A/COMENTARIO GEODINÁMICO	VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCASIONADOS	RECOMENDACIONES
<b>11.</b> Poblado de Manú  <b>Fitzcarrald</b>	Erosión fluvial Localizado en la margen izquierda del río Madre de Dios, muy cerca de la confluencia de los ríos Manú y Alto Madre de Dios, a consecuencia de la subida del nivel del río Madre de Dios en el último periodo lluvioso del año 2013, produjo erosión fluvial en su margen izquierda en un tramo de aproximadamente 2 km de longitud. El poblado de Boca Manú se encuentra asentado en una terraza aluvial conformada por arenas, limolitas y conglomerados, poco consolidados. (Foto 18)	Causó la destrucción total del local de la comisaría del distrito, también ocasionó la pérdida de terreno en la plaza principal.	Se debe tener presente como recomendación principal que la construcción de viviendas, así como cualquier tipo de infraestructura importante, tiene que encontrarse a suficiente distancia del borde del río Manu, así como de sus afluentes, ya que la dinámica divagante, meandriforme y anastomosado que presenta el curso del río por tramos, hacen que las terrazas sean muy susceptibles de ser erosionadas por nuevas variaciones o migraciones del curso principal.
<b>12.</b> Sector El Vado y Gamitana  <b>Manú</b>	Flujos de detritos, erosión fluvial El cauce del río Carbón se estrecha hasta unos 80 m, aquí se construye un puente vehicular que permitirá el acceso durante todo el año hacia las localidades de Salvación, Shintuya y Puerto Eden, ya que en las actuales condiciones solo existe paso en los meses de estiaje; el río Carbón tiene un ancho máximo de 900 m cerca de su desembocadura. Estos cambios en las dimensiones del ancho del cauce originan que, en periodos lluviosos, las masas de agua que transporta el río Carbón produzcan erosión en los sectores donde se estrecha. (Foto 19)	Puede afectar puente y terrenos de cultivo.	Para evitar futuros daños en la estructura del puente, la protección de los estribos del puente puede hacerse por medio de la construcción de muros de gaviones cuyas dimensiones deben ser calculadas por medio de estudios hidrológicos, de igual forma estos gaviones deben estar muy bien cimentados en el cauce para evitar socavación en la base. También se debe colocar espigones en ambas márgenes para controlar la erosión que se produce a lo largo de las márgenes, aguas arriba y abajo del puente.

PARAJE/SECTOR DISTRITO	ÁREAS SUJETAS A/COMENTARIO GEODINÁMICO	VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCASIONADOS	RECOMENDACIONES
<p><b>13.</b> Tramo carretero de 10 km entre las localidades de Salvación y Mansilla</p> <p><b>Manú</b></p>	<p>Flujos de detritos, erosión fluvial</p> <p>Tramo de carretera Salvación-Mansilla de aproximadamente 10 km es cortado por los cursos fluviales de los ríos Salvación, Yunguyo y las quebradas Adanrayo, Cabo de Hornos y Mansilla. Por estos ríos en periodos de lluvia discurren flujos de detritos y grandes caudales de agua que cortan el tránsito por esta carretera de penetración, dificultando el tránsito de personas y el intercambio comercial, además de representar un alto peligro para la seguridad física de las personas que transitan por estas vías en periodos de lluvia. Los materiales que transportan estas quebradas están constituidos principalmente por arenas y gravas donde los clastos tienen diferente composición. (foto 20)</p>	<p>Interrumpe el tránsito hacia las localidades de Shintuya y Puerto Eden en periodos de Lluvia.</p>	<p>Se requiere la realización de obras de encauzamiento de quebradas por medio de muros de gaviones, reparación o reconstrucción de los que ya existen en algunas quebradas, de igual forma la construcción de badenes, limpieza y descolmatado del cauce de quebradas.</p>





Foto 18. Proceso erosivo en la margen izquierda del río Madre de Dios en el distrito de Boca Manú, produjo la pérdida de terrenos en la plaza principal y la destrucción de la comisaría del distrito.



Foto 19 Vista aguas abajo del río Carbón, se puede observar el nuevo puente vehicular que se está construyendo, este debe contar con buenas defensas rivereñas en los estribos del puente, los cuales deben estar muy bien cimentados para resistan los caudales que discurren por el río.

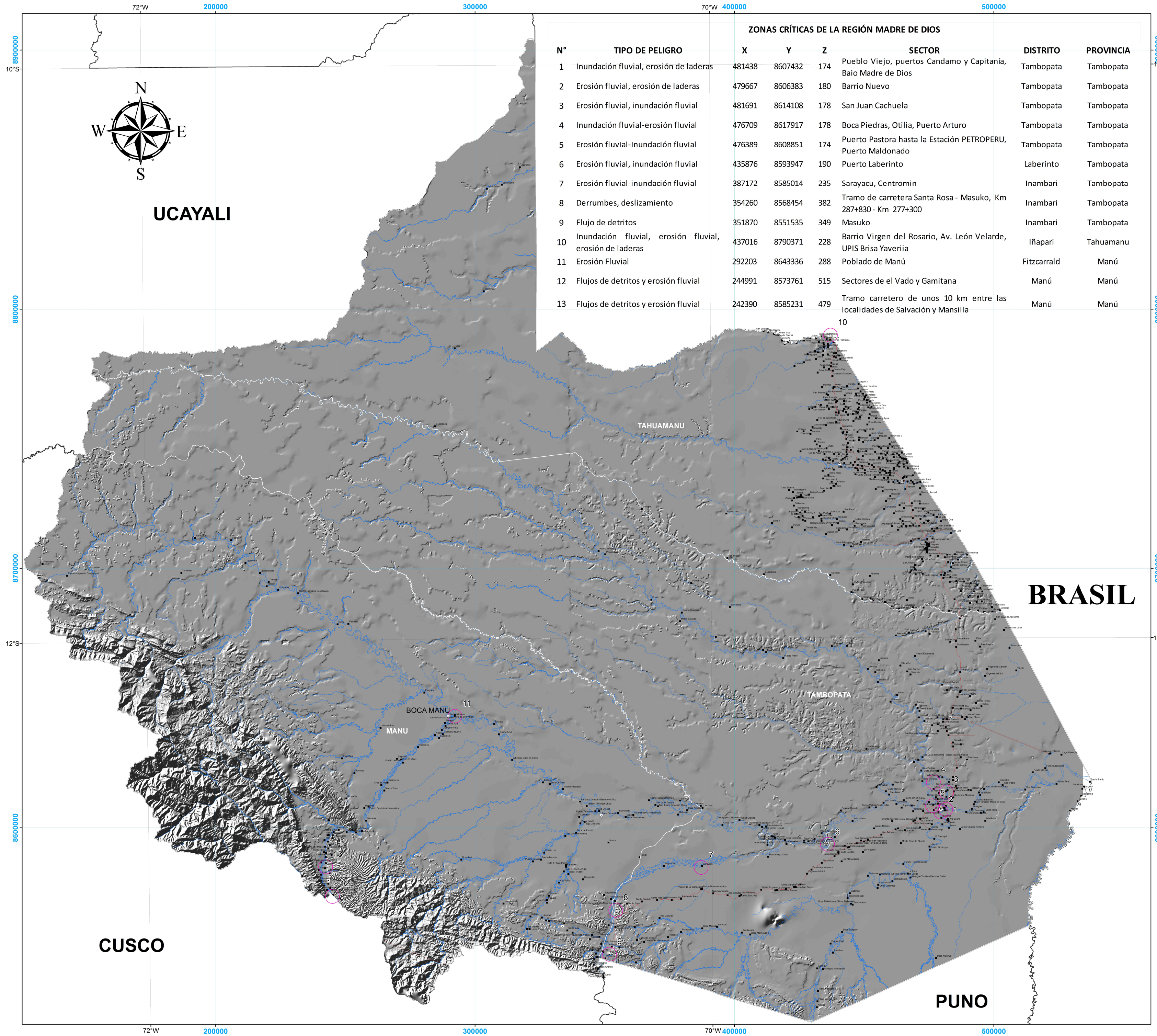


Foto 20. Río Yunguyo que corta la carretera de acceso a Shintuya y Puerto Eden, el río tiene una ancho de cauce de 200 m, los flujos de detritos que por el discurren acarrear material gravoso y troncos.

## CONCLUSIONES

- Los trabajos de campo y gabinete nos permitió identificar zonas críticas por peligros geológicos e hidrológicos, donde la existencia de población vulnerable que se encuentra asentada en las áreas correspondientes a las fajas marginales de ríos y la afectación de tramos carreteros importantes, hace necesario la elaboración del mapa de inventario de peligros geológicos y del mapa de susceptibilidad a inundaciones de la región, a fin de que las autoridades competentes puedan realizar un buen ordenamiento territorial de acuerdo a la morfología de su territorio; se debe realizar un intenso trabajo de sensibilización con la población, por medio de charlas; se debe prohibir el asentamiento de nuevas poblaciones u obras de infraestructura en zonas de peligro, que son susceptibles a inundaciones y erosión fluvial.
- Se deben realizar obras de defensa ribereña en los tramos donde la distancia del eje de la carretera interoceánica al borde del acantilado fluvial es muy corta.
- Rediseñar un sistema de drenaje pluvial en las ciudades de Puerto Maldonado e Iñapari. En los sectores donde no se pueda realizar obras de defensa ribereña debido a la dimensión de los cauces de los ríos, se debe implementar Sistemas de Alerta Temprana (SAT).





**ZONAS CRÍTICAS DE LA REGIÓN MADRE DE DIOS**

N°	TIPO DE PELIGRO	X	Y	Z	SECTOR	DISTRITO	PROVINCIA
1	Inundación fluvial, erosión de laderas	481438	8607432	174	Pueblo Viejo, puertos Candamo y Capitania, Baio Madre de Dios	Tambopata	Tambopata
2	Erosión fluvial, erosión de laderas	479667	8606383	180	Barrio Nuevo	Tambopata	Tambopata
3	Erosión fluvial, inundación fluvial	481691	8614108	178	San Juan Cachuela	Tambopata	Tambopata
4	Inundación fluvial-erosión fluvial	476709	8617917	178	Boca Piedras, Otilia, Puerto Arturo	Tambopata	Tambopata
5	Erosión fluvial-inundación fluvial	476389	8608851	174	Puerto Pastora hasta la Estación PETROPERU, Puerto Maldonado	Tambopata	Tambopata
6	Erosión fluvial, inundación fluvial	435876	8593947	190	Puerto Laberinto	Laberinto	Tambopata
7	Erosión fluvial-inundación fluvial	387172	8585014	235	Sarayacu, Centromin	Inambari	Tambopata
8	Derrumbes, deslizamiento	354260	8568454	382	Tramo de carretera Santa Rosa - Masuko, Km 287+830 - Km 277+300	Inambari	Tambopata
9	Flujo de detritos	351870	8551535	349	Masuko	Inambari	Tambopata
10	Inundación fluvial, erosión fluvial, erosión de laderas	437016	8790371	228	Barrio Virgen del Rosario, Av. León Velarde, UPIS Brisa Yaveriia	Iñapari	Tahuamanu
11	Erosión Fluvial	292203	8643336	288	Poblado de Manú	Fitzcarrald	Manú
12	Flujos de detritos y erosión fluvial	244991	8573761	515	Sectores de el Vado y Gamitana	Manú	Manú
13	Flujos de detritos y erosión fluvial	242390	8585231	479	Tramo carretero de unos 10 km entre las localidades de Salvación y Mansilla	Manú	Manú



**Leyenda**

- Capital Departamental
- Limite Departamental
- Red Vial
  - Afirmado
  - Asfaltado
  - Sin Afimar
- ~ Ríos
- <sup>2</sup> Zona crítica

SECTOR DE ENERGÍA Y MINAS  
  
 INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

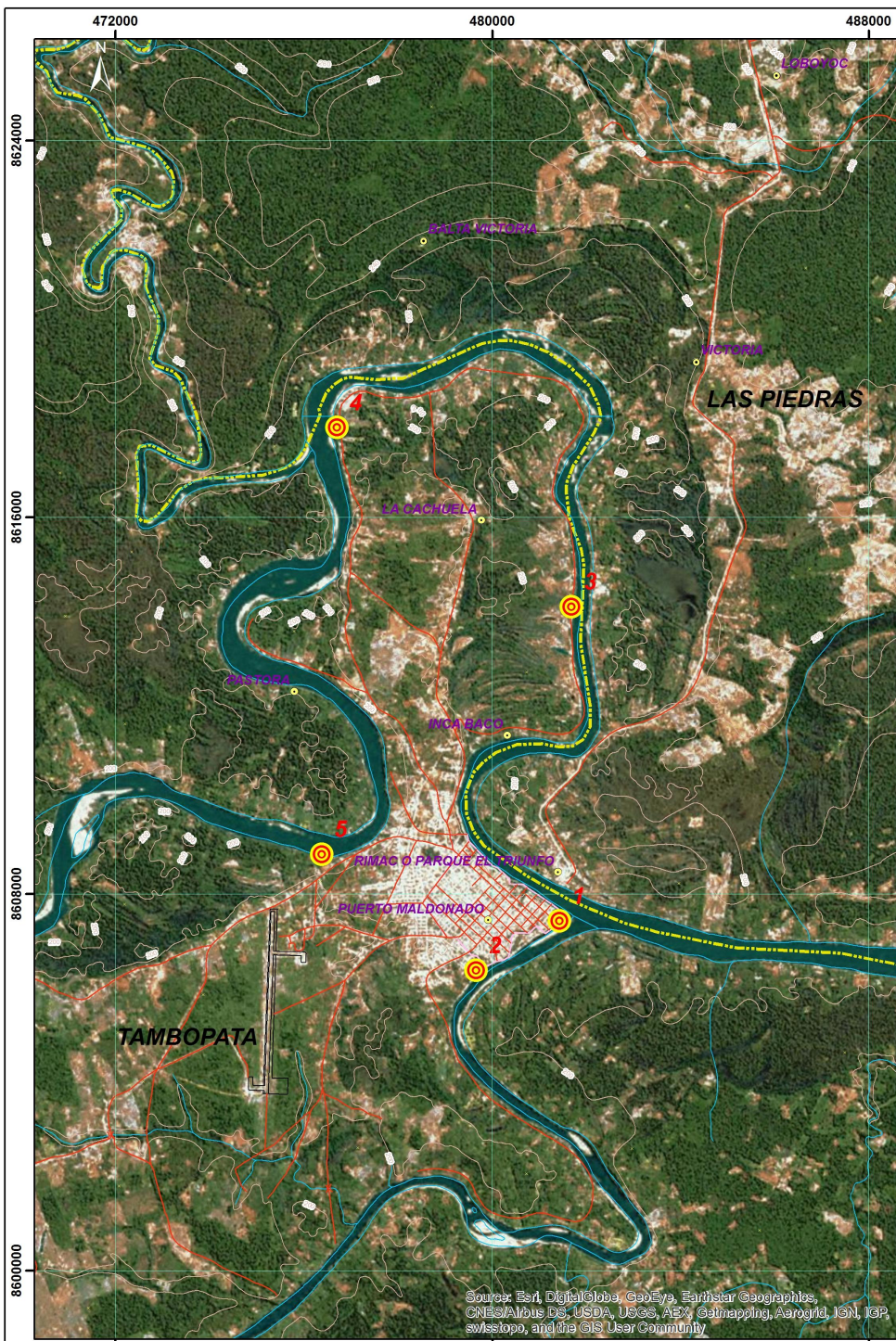
**MAPA DE ZONAS CRÍTICAS  
 REGIÓN MADRE DE DIOS**

Versión Digital 2014  
 1:500,000

70 35 0 70 140 210 Km.  
 Escala Gráfica





Sistema de proyección: UTM  
 Datum: WGS84

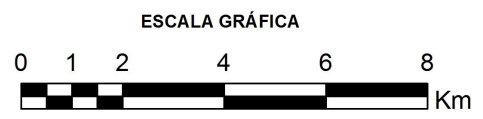




ZONAS CRÍTICAS DEL DISTRITO DE TAMBOPATA - PUERTO MALDONADO						
N°	TIPO DE PELIGRO	X	Y	Z	SECTOR	DISTRITO PROVINCIA
1	Inundación fluvial, erosión de laderas	481438	8607432	174	Pueblo Viejo, puertos Candamo y Capitanía, Bajo Madre de Dios.	Tambopata Tambopata
2	Erosión fluvial, erosión de laderas	479667	8606383	180	Barrio Nuevo	Tambopata Tambopata
3	Erosión fluvial, inundación fluvial	481691	8614108	178	San Juan Cachuela	Tambopata Tambopata
4	Inundación fluvial-erosión fluvial	476709	8617917	178	Boca Piedras, Otilia, Puerto Arturo	Tambopata Tambopata
5	Erosión fluvial-inundación fluvial	476389	8608851	174	Puerto Pastora hasta la Estación PETROPERÚ	Tambopata Tambopata

**LEYENDA**

-  Poblados
-  Curvas de nivel
-  Rios
-  Vias
-  Límite distrital
-  Zonas críticas



Sistema de proyección: UTM  
Datum: WGS84

Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AEX, Geomapping, AeroGRID, IGN, IGP, swisstopo, and the GIS User Community