MEDIDAS TRINACIONALES EN GESTIÓN DE RIESGOS DE INUNDACIONES Y SU APORTACIÓN A LAS INNOVACIONES TECNOLÓGICAS Y DE COMUNICACIÓN EN LA CUENCA TRINACIONAL DEL ALTO ACRE

Eje 11: Vulnerabilidades, Gestión de Riesgos, Problemática Ambiental y Cambio Climático.

Autor: Fuentes Nay Hugo Leonardo. hleeoos@gmail.com[1]

RESUMEN

El territorio fronterizo compartido por las regiones de Madre de Dios (Perú), Acre (Brasil) y Pando (Bolivia) denominado región MAP, es un espacio geográfico de alta sensibilidad física, social, económica y ambiental dada sus características de localización geográfica: clima tropical, escasa accesibilidad, abundantes recursos naturales, alta diversidad biocultural, y aislamiento en relación a los respectivos gobiernos centrales. Estas regiones han visto en los últimos años un incremento en actividades de extracción de recursos y proyectos de infraestructura. Dichas actividades incluyen explotación de madera, exploración petrolera, y planeación de proyectos transfronterizos de infraestructura vial, entre otros. Tomando en cuenta los impactos de esta y otras situaciones fronterizas, se ha identificado la oportunidad de producir información geográfica transfronteriza sobre los posibles riesgos de inundaciones para resaltar los desafíos y opciones para la protección de la diversidad biocultural y el desarrollo sostenible de la región MAP.

Este trabajo refleja el esfuerzo de la región que desde 2007 se realizan vinculación inter-institucional, para generar información y en este caso información en gestión de riesgos climáticos y de inundación para aportar a la conservación y desarrollo de los pueblos en la región MAP.

El área de trabajo es la cuenca Alta del Río Acre, cuenca trinacional formada por los países de Bolivia, Brasil y Perú.

El presente trabajo comprende las medidas trinacionales necesarias que se realizaron para el monitoreo de alerta temprana de riesgos de inundación con innovaciones tecnológicas ante un evento que amenace la integridad de la población del Municipio de Cobija a escala 1:250000 hasta los eventos que pueden suceder a escala 1:1000 con datos de dos resoluciones y fuentes de información como ser los MDT de SRTM (Shuttle Radar Topography Mission V4.1 2007. NASA) y MDT generados por DRONES (modelos generados 2016), y así tener una visión más global de problema y enfrentar con mejores tomas de decisión.

Se utilizaron software de geoprocesamiento propietario y libre para la elaboración y procesamiento de información cartográfica y programas especializados en monitoreo de riesgos climáticos como la Plataforma TerraMA² (http://www.dpi.inpe.br/terrama2/doku.php) y también software de ofimática para el análisis de las bases de datos resultantes. El proyecto se realiza mediante la utilización de herramientas de análisis espacial e información proveniente de los sensores remotos en un entorno SIG, tanto en software libre y propietario.

[1] Gobierno Autónomo Municipal de Cobija, Unidad de Administración y Desarrollo de Sistemas 2015-2020

Palabras clave: SIG, TerraMA[2], riesgo de inundación, innovación tecnológica, Percepción Remota, trinacional, MAP.

ANTECEDENTES

El sudeste amazónico, que abarca parte de Bolivia, Perú y Brasil, es la región con mayor diversidad biológica de la Amazonía. Actualmente, en esta región está sufriendo una serie de amenazas ambientales: grandes obras de infraestructura como represas, carreteras, extracción selectiva de madera, expansión de la agricultura y ganadería, minería, prospección petrolera, incendios forestales entre otras.

La región trinacional MAP (Madre de Dios-Perú, Acre-Brasil, Pando-Bolivia) es el corazón de la Amazonía Sudoccidental con 302,378 Km2 y alrededor de 800.000 habitantes (HERENCIA, 2008). En esta región, desde 1999, se viene desarrollando una iniciativa de instituciones y personas del ámbito académico-universitario, ONG, productivo, social y estatal que tiene por objetivo alentar procesos de concertación de voluntades, participación democrática en la toma de decisiones y coordinación de planes e iniciativas de integración orientadas hacia el desarrollo sostenible de la triple frontera, Fig. 01.

La iniciativa MAP es un proceso de colaboración de ciudadanos de Madre de Dios-Acre-Pando para el desarrollo y la conservación que trata de afirmar el derecho de los pueblos a conocer sobre aspectos que afectan su futuro y el derecho a participar en decisiones colectivas.

La estructura del MAP es policéntrica, su unidad básica son los grupos temáticos denominados Mini-MAPs. Cada Mini-MAPs tiene coordinadores por país que son los encargados de liderar las actividades del grupo. Los Mini-MAPs parten de iniciativas de instituciones que colaboran entre sí e involucran a actores de los tres países. No existe actividad MAP en un solo país, las actividades MAP son necesariamente trinacionales. Algunos de los Mini-MAPs más activos son: Defensa Civil y Riesgos, Educación, Ordenamiento Territorial, Derechos Humanos, Cuencas, Carreteras, Castaña, Agroforestería.

Las reuniones periódicas del MAP, llamadas Foro MAP, están orientadas a mostrar los resultados de los Mini-MAPs y de las actividades trinacionales realizadas en la región.

En ese marco de colaboración institucional y técnica que caracteriza a los Mini-MAPs en especial de Defensa Civil y Riesgos se aborda este tema sobre los Riesgos de inundación en la región.

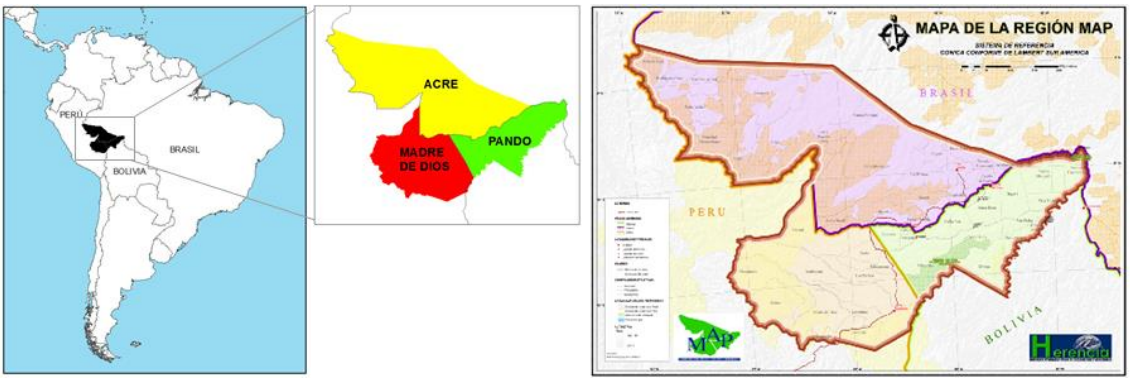


Fig. 01. Ubicación de la región MAP. Fuente: Herencia

LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA ALTA DEL RIO ACRE

La Cuenca Alta del Río Acre, se localiza en la Amazonia Sudoccidental en la frontera entre Bolivia, Brasil y Perú donde se encuentran el departamento peruano de Madre de Dios, el Estado brasilero del Acre y el departamento boliviano de Pando denominada región MAP, Fig.02.

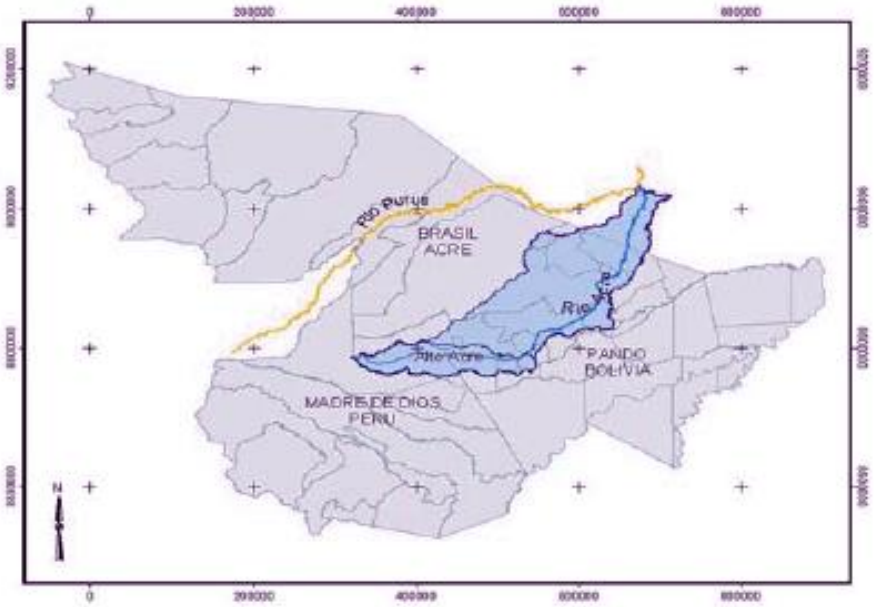


Fig. 02. Ubicación de la cuenca trinacional del Acre en el contexto del río Purús. Fuente: Maldonado

El Río Acre era conocido como "Aquiry" - río de las flechas, "Enosagua" que significa río amarillo probablemente debido a elevada turbidez de sus aguas. Era también denominado por indígenas de "Magarinarran" debido a la alta velocidad de corriente de sus aguas (Saavedra Pérez, 1999).

El Río Acre es un afluente de la margen izquierda del Río Purús que nace en el Perú. Siendo considerado el segundo mayor representante del drenaje en el Estado de Acre, su curso es sinuoso y meándrico. En el Brasil, el Río Purús sigue en dirección Sudoeste - Noreste, por ello en un determinado punto, cambia a Este - Noreste de dirección general y sigue hasta recibir al Río Acre (Fig.02). Además del Río Acre están también presentes en su margen derecha los ríos laco, Caeté y el Chandless bastantes sinuosos (ZEE-Acre, 2000).

La cuenca Alta del Río Acre pertenece a las unidades administrativo- políticas de Bolivia (San Pedro de Bolpebra, Porvenir y Cobija) del Brasil (Assis Brasil, Brasileia y Epitaciolandia) después de la definición de los nuevos límites del Estado de Acre y de Perú (Iñapari) (Fig.03). En conjunto esos municipios tienen un área aproximada de 24.722 Km2 y una población de cerca 100.070 habitantes.

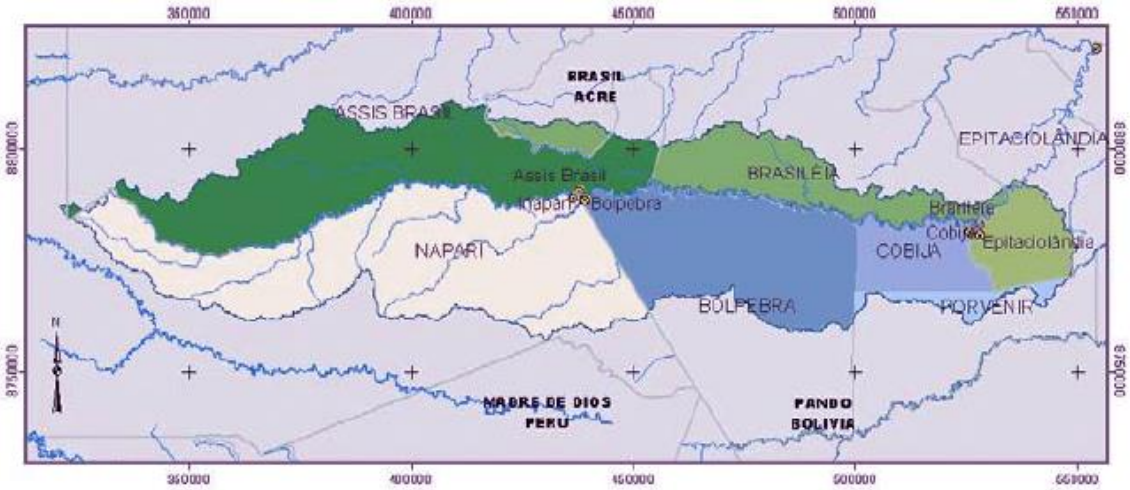


Fig. 03. Municipios que conforman la cuenca del alto río Acre en cada País. Fuente: De los Ríos

El área específica de la cuenca es de aproximadamente de 7.577 km2 dividida en las siguientes proporciones: 26% en el territorio boliviano, el 41 % en el territorio brasilero y el 33% en el territorio peruano (Fig.04) en un perímetro de 918 km.

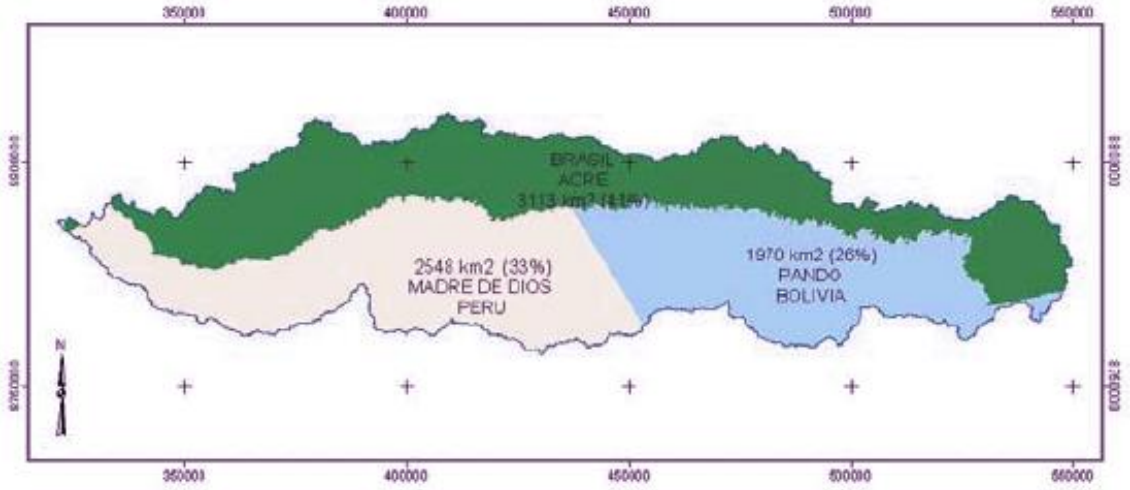


Fig. 04. División porcentual de los territorios que conforman la cuenca por país. Fuente: De Los Ríos, 2005

El Río Acre nace en territorio peruano en cotas del orden de 400 msnm y corre en la dirección Oeste-Este, dejándolo a la altura del municipio de Iñapari, y sigue haciendo frontera con Brasil y Bolivia.

De manera general la topografía de la Cuenca Alta del Río Acre Transfronteriza se caracteriza por presentar valores de elevación entre 300 a 430 msnm, próximas a las cabeceras y entre 150 a 300 msnm, aguas abajo (Fig. 05).

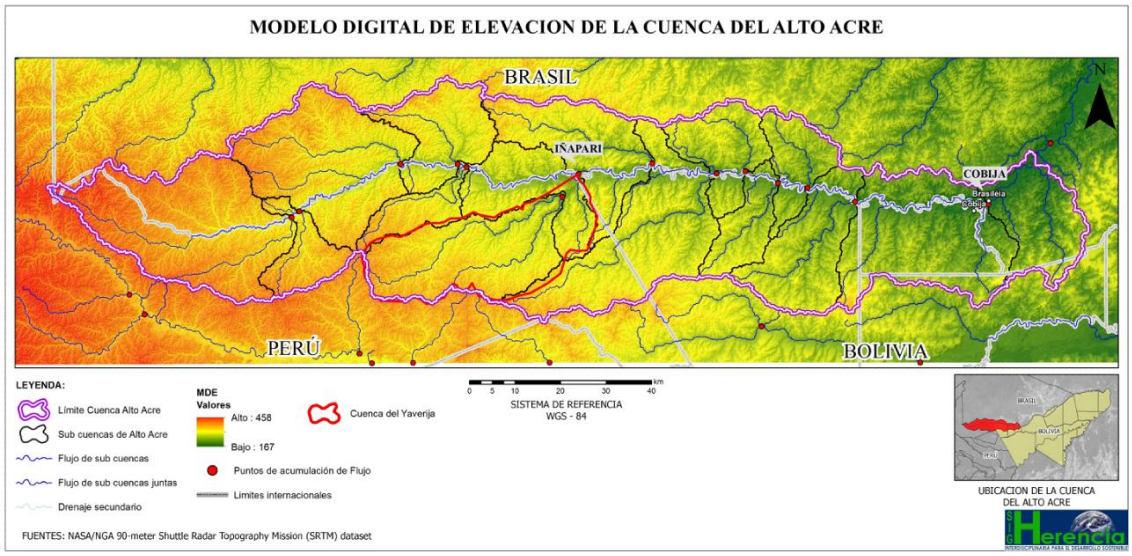


Fig. 05. Sub-cuencas de la Cuenca del Alto rio Acre. Fuente: HERENCIA

El declive porcentual máximo es del 35%, teniendo predominancia (76% del área total) de los declives entre 4% y 8%, que según la clasificación de relieves de la Sociedad Brasilera de Ciencia del Suelo (EMBRAPA, 1999) es suave ondulado. La cuenca presenta menos del 5% de su terreno con relieve dentro de clases de ondulado y fuerte ondulado. El declive de los terrenos de una cuenca, controla buena parte de la velocidad de escurrimiento superficial. La posibilidad de infiltración y la posibilidad de erosión de los suelos dependen de la rapidez con que ocurre el escurrimiento sobre los terrenos de la cuenca (Maldonado De Los Ríos, 2005). (Fig. 06).

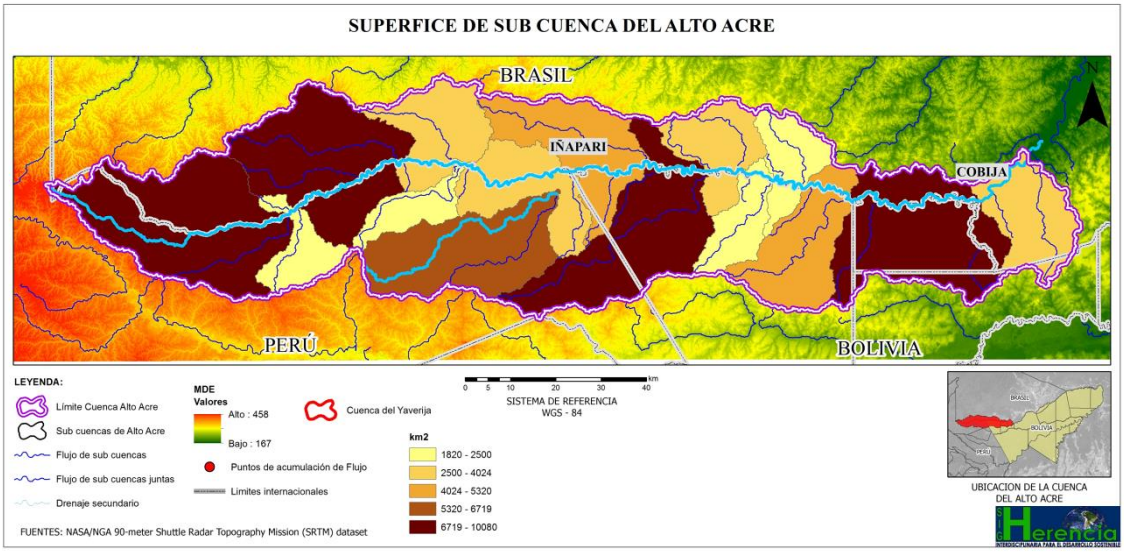


Fig. 06. Superficies de sub-cuencas de la Cuenca del Alto rio Acre. A mayor superficie mayor captación de aguas para escurrimiento. Fuente: HERENCIA

El Río Acre recorre cerca de 1.190 km de extensión desde su naciente hasta la desembocadura, desaguando en la margen derecha del Río Purús en la ciudad de Boca del

Acre - AM. En la parte baja de la cuenca están las ciudades de Río Branco, Porto Acre en el Estado de Acre y Boca del Acre en el Estado de Amazonas. Fueron identificados cerca de 60 arroyos, de los cuales casi el 50% se localizan en territorio brasileño. Los principales afluentes de la margen derecha en territorio peruano son los arroyos Yaverija, Noaya, Plata y Río Blanco. El modelo de drenaje del área de influencia el Río Acre se sustenta en un caudal medio de 22,4m3/s en época seca. Los afluentes principales presentan un caudal meandriforme siendo el Arroyo Noaya con 0,30 m3/s y el Arroyo Yaverija con 3,57 m3/s los más importantes (INADE, 1996). Del lado boliviano entre otros se destacan los siguientes arroyos: San Miguel, Piaui, Buenos Aires y Bahía en cuanto a los del lado brasilero están los arroyos San Lorenzo, Cascata, San Pedro, Bufeo y Banana. Los arroyos Noaya y San Miguel también desaguan en el Río Acre en tierras bolivianas, naciendo en el Perú. Algunos arroyos especialmente en lado brasilero son temporales, muchos de los cuales están desapareciendo debido al proceso de erosión y colmatación en la región.

CLIMA

La cuenca trinacional presenta un clima de zona tropical húmeda con tendencia a tropical sub-húmeda. Las condiciones climáticas particulares de la región ocasionan periodos de sequía principalmente en los meses de abril y agosto con temperaturas altas durante el día y bajas durante la noche y la llegada de surazos temporales (INADE, 1996; Pérez, 2001).

En la zona del bosque bajo se observan fenómenos naturales como el ciclo ecuatorial con temperaturas elevadas y precipitaciones moderadas y el anti ciclo ecuatorial del Atlántico Sur en los meses de marzo a septiembre trayendo surazos inesperados originados por los vientos fríos que vienen del Antártico Sur llegando hasta 8° C por cortos espacios de tiempo (INADE, 2002; 2001).

Las precipitaciones son intensas durante los meses de diciembre a marzo alcanzando valores hasta de 1.381 mm/mes y los meses de julio a agosto considerados meses secos. La temperatura alcanza una media anual de 26° C, una máxima de 38° C y una mínima de 8° C. En el área de Iñapari la precipitación media anual es de 1.837 mm, la evapotranspiración potencial anual es de 1.204 mm y la evapotranspiración real es igual a1.182 mm.

Del total de lluvias 30% corresponde al escurrimiento de las aguas, siendo el restante retirado por la cobertura vegetal y la evaporación inmediata (temperatura media de 24,8° C) infiltración en el suelo y otros. Según Peñafiel (2002) el Departamento de Pando se encuentra entre las isoyetas de 1500 -1800 mm. Para el periodo 1944 -1990 Cobija presentó medias mensuales oscilantes entre 24 y 29 mm mensuales. La humedad relativa registra una media de 67% en Iñapari y puede llegar hasta el 83% en Pando (Pérez, 2001). Existe un mínimo déficit hídrico anual de humedad del suelo igual a 22 mm que representa un porcentaje de 2% de las necesidades anuales de agua del suelo. (INADE, 2002).

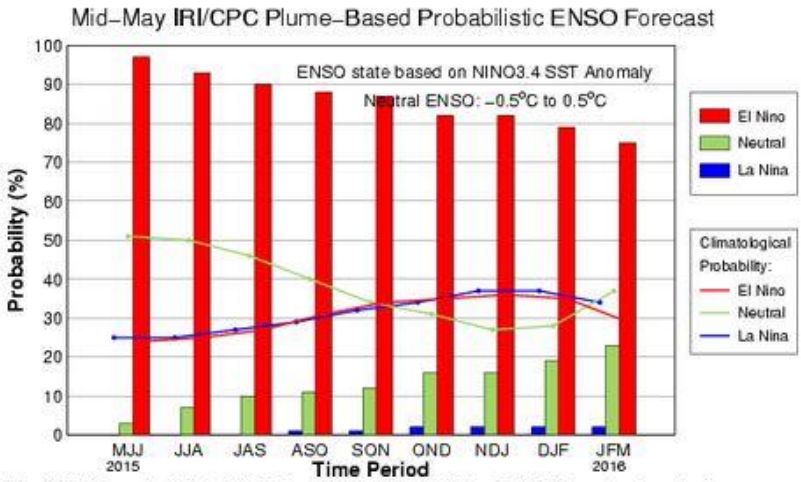
EN EL MUNICIPIO DE COBIJA

En los últimos años, a partir del mes de octubre aproximadamente, se inicia la temporada lluviosa en la región amazónica de Bolivia, período que dura hasta el mes de abril, del año siguiente. El Río Acre que nace en la República del Perú, y de carácter internacional que ingresa a territorio boliviano por el hito Bolpebra, punto tripartito entre las repúblicas de Perú, Brasil y Bolivia y sirve de límite internacional con la república de Brasil a lo largo de 125 km.

El año 2012 el desborde del Río Acre se inició el 16 de febrero por las intensas lluvias en la cuenca alta del río afectando a un 100% de la población de la localidad de Bolpebra, y a los barrios bajos de la ciudad de Cobija capital del Departamento de Pando, Bolivia.
El 2015 el desborde del Río Acre se inició el 21 de febrero afectando a un 30% de la población del Municipio de Cobija, el desborde del Río Acre alcanzo una altura de 16.00 metros. Dato sin precedentes en la región. La intensidad de las lluvias, la saturación y la permeabilidad de los suelos, junto a la elevación del nivel de las aguas en los ríos existentes de la zona, configuran un panorama que podría ser de grandes consecuencias para todo el Departamento de Pando, y particularmente para el área de la cuenca Alta del Río Acre. En el año 2011 los factores climáticos relacionados con el fenómeno de El Niño han causado inundaciones de consideración en el Departamento de Pando, afectando a los municipios de Cobija, con los barrios bajos y municipios de Bolpebra, San Lorenzo.
El año 2015 en cuanto a infecciones a consecuencia de las inundaciones 432 casos de infección respiratoria aguda, 299 casos de enfermedades diarreicas agudas, 111 casos de enfermedades dermatológicas, no se reportaron casos de malaria, dengue, heridos ni fallecidos. El número de familias el 2015 fue de alrededor de 2.000 familias. A todo esto, se sumaron las enfermedades de la temporada como la malaria, dengue, chikungunya, zika, fiebre amarilla y aún la leishmaniasis, entre otras, que se incrementan debido a un aumento en los criaderos que permiten a los vectores su incubación y aumentan el riesgo de epidemias entre la población.

INTRODUCCIÓN

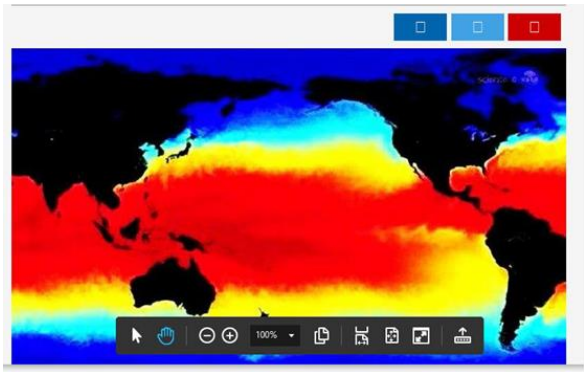
El fenómeno de El Niño (2007) y La Niña (2008) dejaron más de 200.000 familias damnificadas en Bolivia y pérdidas por 450 millones de dólares, en 2007, y 500 millones de dólares, en 2008, además de 2.500 viviendas destruidas, lo mismo que caminos, puentes y servicios básicos.
Según fuentes especializadas en el monitoreo climatológico, la probabilidad de que el Fenómeno de El Niño entre en la región Norte de Bolivia para el 2015-2016 fue más del 90% de acierto.



The IRI/CPC probabilistic ENSO forecast issued mid-May 2015. Note that bars indicate

Fig. 07. Probabilidad del Fenómeno de El Niño 2015-2016 más del 90%. IRI/CPC

El Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El niño (Ciifen), ya alertó que los peores meses serán entre noviembre de 2015 y marzo de 2016, que es la temporada de lluvias. El fenómeno climático de El Niño el año 2015, que se desarrolla en el océano Pacífico, y se pronosticó que sería uno de los cuatro episodios más fuertes registrados en los últimos 65 años, según la Organización Meteorológica Mundial (OMM). En Bolivia se previó que el impacto podría ser parecido al de 2007.



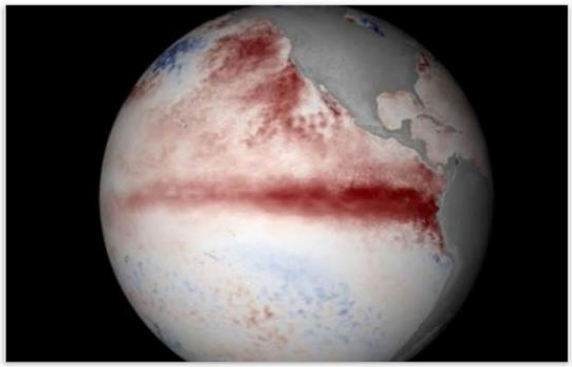


Fig. 08. Fenómeno de El Niño de 2015 puede ser el peor de la historia. Fuente: NOAA

Debido a estos eventos extremos se activaron mecanismos de respuesta para prevenir y mitigar los eventos adversos. Por las características fisiográficas y topográficas, de la región, se presentan una serie de amenazas que se vienen materializando con una variedad de consecuencias negativas y eventos colaterales. Por otra parte, las vulnerabilidades de tipo social y económica disminuyen la capacidad de resistencia y de desarrollo sostenible, motivo por el cual se deben incrementar las capacidades organizativas que permitan optimizar la respuesta en caso de emergencia y/o desastre en el Municipio de Cobija.

Toda emergencia requiere de procedimientos preestablecidos para neutralizar el evento de manera rápida y eficaz. Estos procedimientos se basan en cálculos y análisis de riesgos que nos indican que es lo que probablemente sucederá, de esta manera prepararemos acciones específicas para contrarrestar la posible eventualidad. Estos procedimientos requieren además del compromiso total de las instituciones para garantizar su éxito. Utilizaremos recursos humanos (internos y externos), Recursos económicos (para adecuar, capacitar y dotar) y métodos propuestos a no solo manejar la emergencia, sino a realizar trabajos y planes de prevención y dar soluciones a la recuperación posterior de las poblaciones afectadas.

El éxito en el manejo de la emergencia depende de un análisis previo, organización y procedimientos que se hayan adoptado. Conocer las normas que establecen las actividades de prevención, atención y recuperación en situaciones de desastre, permite a sus destinatarios ser conscientes de los deberes y derechos que en ella se consagran y que buscan en esencia la protección del derecho fundamental por excelencia, el derecho a la vida.

La formulación de los planes de acción de inundaciones tiene la finalidad de orientar las acciones de respuestas en caso de desastres y definir los procedimientos que faciliten las

tareas de las entidades involucradas, de acuerdo con el ámbito de su competencia y de establecer los mecanismos de coordinación interinstitucional y de la sociedad civil, para la reducción de los daños.

OBJETIVO GENERAL

El presente trabajo comprende las medias trinacionales necesarias que se realizaron para realizar el monitoreo de alerta temprana de riesgos de inundación con innovaciones tecnológicas y de comunicación ante un evento que amenace la integridad de la población de las riberas del Río Acre a escala 1:250000 hasta los eventos que pueden suceder a escala 1:1000 con datos de dos resoluciones y fuentes de información como ser los MDT de SRTM (Shuttle Radar Topography Mission V4.1 2007. NASA) y MDT generados por DRONES (modelos generados 2016), y así tener una visión más global de problema y enfrentar con mejores tomas de decisión. Orientándolos sobre la forma más adecuada de prevención, mitigación y actuación al presentarse un suceso que pueda considerarse como emergencia dentro del Municipio de Cobija.

INFORMACIÓN BASE

La información base se obtuvo de diferentes fuentes oficiales, también se recopilo información disponible de diversas organizaciones gubernamentales y no gubernamentales de distinto nivel local regional y nacional. Estas informaciones son actualizadas entre los años 2011 al 2013 en su gran mayoría. La información presentada no expresa certificación de titulación o propiedad de la tierra, más allá de reconocer la información de la base de datos compilada, por tanto, esta información es meramente referencial.

BRASIL

Capital de estado, DSG - Projeto Radam Brasil 1:100.000; Cidades, DSG - Projeto Radam Brasil 1:100.000; Rios, DSG - Projeto Radam Brasil 1:100.000; Unidade de Conservado, Instituto Brasileiro Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis, 2006; Mancha Urbana, DSG - Projeto Radam Brasil 1:100.000; Vías Existentes, DSG - Projeto Radam Brasil 1:100.000; Concessao minerais. Departamento Nacional de Produgao Mineral, 2002; Desmatamento, Unidade Central de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto, 2010; Invasao de Madeireiros, Comunidade Asheninka da TI Kampa do Rio Amónia, Polícia Federal, Instituto de Meio Ambiente do Acre, Exército-61o BIS, Instituto Brasileiro Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis, 2007; Límites Políticos, Instituto Brasileiro de Geografía e Estatistica, 2006.

PERÚ

Ríos, Carta Nacional 1:100000 digitalizada por Ministerio de Educación; Capital de Departamento, Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2007; Capital de Distrito, Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2007; Áreas Naturales Protegidas, Servicio Nacional de Áreas Protegidas por el Estado; Propuesta de Área de Conservación Regional, GOREMAD; Áreas de Conservación Regional, Servicio Nacional de Áreas Protegidas por el Estado, 2012; Zona Urbana, Carta Nacional 1:100000 digitalizada por Ministerio de Educación; Vías Existentes, Carta Nacional 1:100000, Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2012; Vías Proyectadas, Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2012; Hidrocarburos, Perúpetro, 2012; Concesiones maderables, Instituto Nacional de Recursos Naturales, 2004, Instituto Nacional de Recursos Naturales, 2008; Concesiones mineras.

Ministerio de Energía y Minas - Dirección Regional de Energía y Minas, 2009; Deforestación, Ministerio del Medio Ambiente, 2012; Límites Políticos, Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2007.

BOLIVIA

Áreas Protegidas Nacionales, Servicio Nacional de Áreas Protegidas - SERNAP; Tierras Comunitarias de Origen - TCOs, Sistema Nacional para Información del Desarrollo 2005; Red Vial Fundamental, Administradora boliviana de Carreteras; Caminos secundarios, Ministerio de Planificación del Desarrollo, 2002 actualizado por Herencia al 2013; Capitales Departamental y Municipal, Instituto Nacional de Estadística; Concesiones Mineras, Sistema Nacional para Información del Desarrollo 2005; El mapa de Limites departamentales son de carácter referencial - publicados por el, Sistema Único Nacional de Información de la Tierra dependiente del Viceministerio de Tierras del Estado Plurinacional de Bolivia, sin fecha; Mapa de Ubicación de Minas, Ministerio de Planificación del Desarrollo, sin fecha. Todos estos datos geográficos se encuentran en la página web de GEOBOLIVIA (http://geo.gob.bo/).

ACCIONES CONCRETAS REALIZADAS

EN ALERTA TEMPRANA

De acuerdo al monitoreo que se realiza a la amenaza (precipitaciones pluviales), se tiene información sobre la subida de las aguas en el Río Acre y afluentes, información que servirá para alertar a los tomadores de decisión sobre posible desborde del río. Para ello se coordinó con las instituciones de los dos países históricamente afectados por inundaciones. Las ciudades de Iñapari de Perú, Cobija en Bolivia, Brasilea y Epitaciolandia en Brasil y capacitación del manejo de información en la Comissão Estadual de Gestão de Riscos Ambientais CEGdRA del Estado de Acre en la ciudad de Rio Branco-Brasil.

MONITOREO DE LLUVIAS EN LA CUENCA ALTA DEL RIO ACRE

El año 2012 después de la primea inundación de las poblaciones ribereñas del Río Acre mediante reuniones institucionales en la región MAP, se presentaron diferentes datos de precipitación, niveles de agua, vientos, etc., estos fueron colectados de fuentes oficiales y no oficiales especializadas en monitoreo de eventos hidrometeorológicos, de los tres países, obteniendo el nivel de agua del Río Acre como se detalla a continuación:

La primera estación de monitoreo está ubicado a unos 200 km de la ciudad de Cobija y es propiedad de la Agencia Nacional de Aguas del Brasil (ANA – Brasil), esta es la primera alerta para el Municipio de Cobija. El segundo punto de monitoreo y alerta está ubicado en el puente internacional Brasil–Perú, con dos estaciones de monitoreo del Brasil (ANA) y una de Bolivia (SENAMHI-BO). Aquí contamos con dos estaciones de monitoreo para registro del nivel de subida del río que servirán para monitoreo de las poblaciones aledañas al río de los municipios de Bolpebra y Cobija. Y por último la estación de monitoreo para colecta de datos de nivel de subida de aguas está ubicado en el puente internacional Wilson Pinheiro ubicado entre la población de Brasileia (Brasil) y de Cobija (Bolivia). Esta estación hidrometeorológica es propiedad del ANA-Brasil, la cual por solicitud mediante la iniciativa MAP nos proporcionan la información del nivel del Río Acre y otros ríos de interés cada 15 minutos mediante su página web (http://mapas-hidro.ana.gov.br/).

Estos tres puntos de estaciones, y otros de datos meteorológicos como del INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) por sus siglas en portugués del Brasil

(http://sigma.cptec.inpe.br/prec_sat/) y SENAMHI – Bolivia (http://www.senamhi.gob.bo/) con boletines diario sobre Avisos de Alerta Meteorológica, permiten realizar un monitoreo diario y eficaz de la dinámica de del nivel de aguas del Rio Acre, lo que permite saber con tiempo de hasta tres días la posible inundación en la población de Cobija.

Punto de monitoreo de niveles de aguas en la cuenca alta del Río Acre

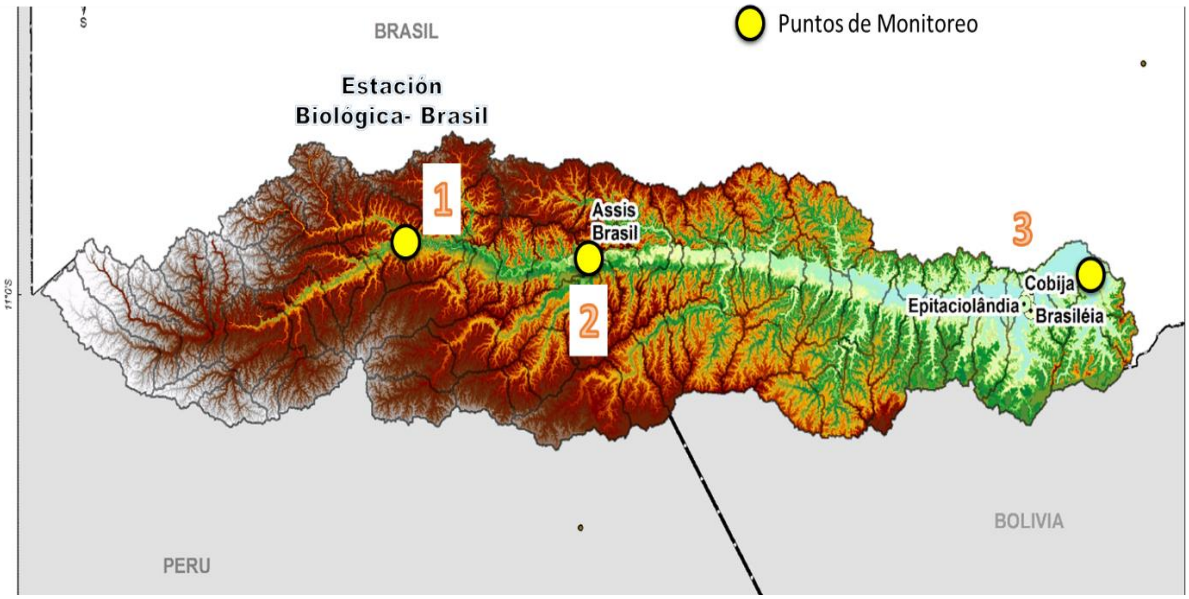


Fig. 09. Puntos de monitoreo en la cuenca alta del Río Acre Fuente: Herencia

Ejemplo de las precipitaciones (mm) registradas en las ciudades ribereñas de Cobija, Epitaciolandia y Brasileia para el mes de febrero, indicando la cantidad de lluvia.

BOLETIN OFICIAL MENSUAL	
COBIJA	
Fecha	Precipitaciones (mm) registradas en COBIJA durante el mes de FEBRERO 2015
2015-02-01	5.5
2015-02-02	0.0
2015-02-03	0.0
2015-02-04	0.0
2015-02-05	0.9
2015-02-06	0.0
2015-02-07	1.1
2015-02-08	11.4
2015-02-09	0.5
2015-02-10	13.7
2015-02-11	36.6
2015-02-12	0.0
2015-02-13	4.1
2015-02-14	39.7
2015-02-15	0.1
2015-02-16	0.0
2015-02-17	30.8
2015-02-18	31.1
2015-02-19	0.0
2015-02-20	63.6
2015-02-21	0.8
2015-02-22	4.0
2015-02-23	25.1
2015-02-24	0.5
2015-02-25	2.0
2015-02-26	0.0
2015-02-27	0.0
2015-02-28	1.2
Total acumulado:	272.7 mm.

Fig. 10. Datos de altura numéricos alcanzados en Río Acre. Fuente: ANA - Brasil

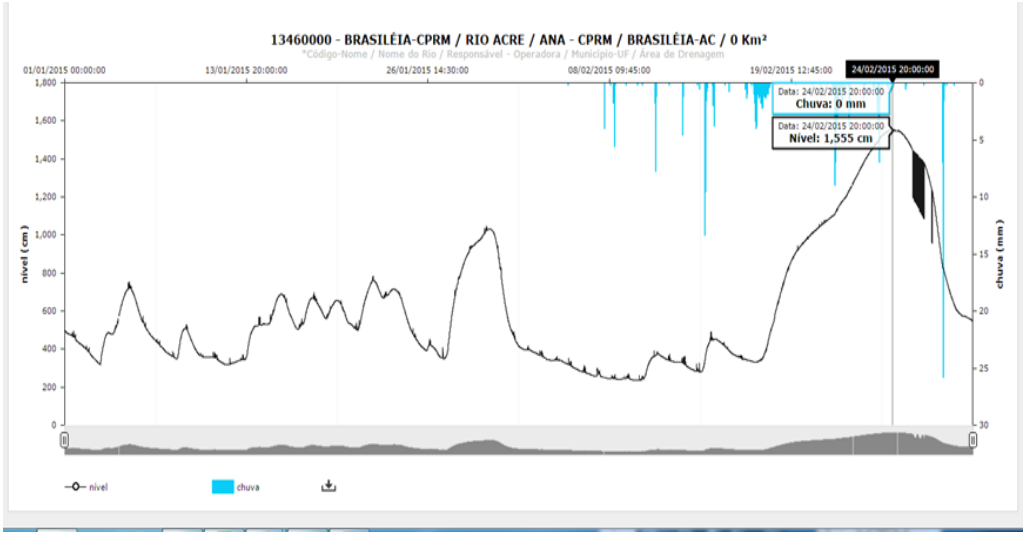


Fig. 11. Datos de altura grafica alcanzada en Río Acre. Fuente: ANA - Brasil

La Fig. 11 indica que el día 24 de febrero a las 08:00 pm, el Río Acre en las poblaciones de Cobija y Brasileia llego a alcanzar el nivel de 15.55 metros. Que es el nivel más alto al que ha llegado el Río Acre en la historia superando todos los antecedentes.

ACTUALMENTE

Actualmente se cuenta con información actualizada de modelos de inundación en las principales poblaciones ribereñas del Río Acre, es este caso solo se mostrará sobre el departamento de Pando y la ciudad de Cobija.

Los médelos de inundación se realizaron con información libre como ser los SRTM de 30 metros de resolución y con MDT de 0,05 metros de resolución respectivamente. Se actualizaron los mapas de escala 1:1.000.000 oficiales a escala 1_250.000 con información de MTD de SRTM y otros subproductos como los mapas de sombreados (hillshade) y mapa de pendientes para mejores detalles de visualización a los mapas de riesgos del Departamento de Pando.

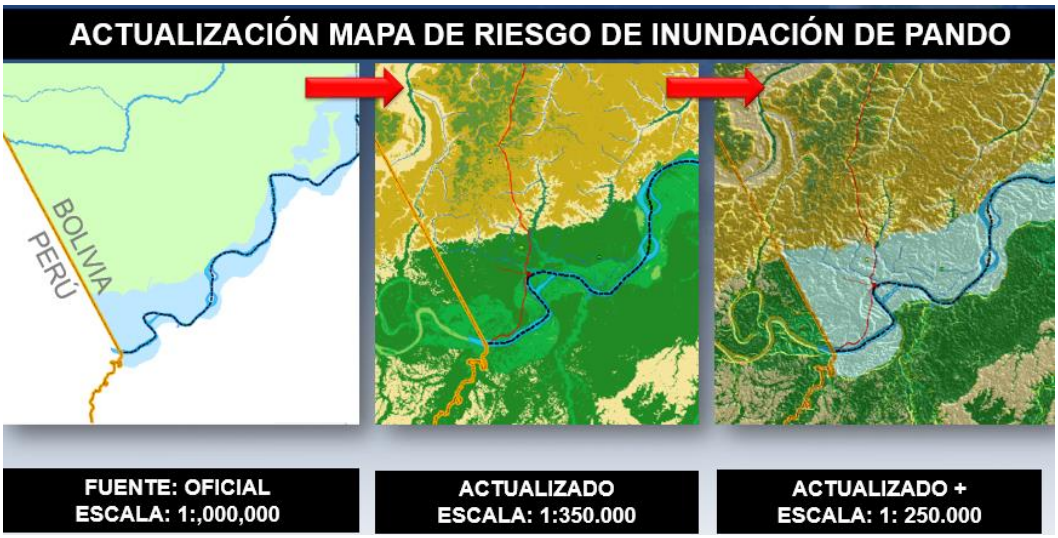


Fig. 12. Actualización de mapa de riesgos de inundación del Departamento de Pando. Fuente. Herencia

Con estos datos también se pudo realizar un mapa de riesgos de inundación en 3D realizado con software libre para ver con lentes anáglifos y tener otras perspectivas en visual de los riesgos de inundación en el contexto geomorfológicos.

Fig. 13. Mapa de riesgos de inundación en 3D anáglifos. Fuente. Herencia

También se originaron modelos de riesgos a escala 1:1000 de las áreas bajas de la ciudad de Cobija, con estos modelos generados con información topográfica y mediante sensores remotos (imágenes de drones con escala espacial de 0,05 metros) se tiene en la actualidad información fiable para la gestión de riesgos de inundación.

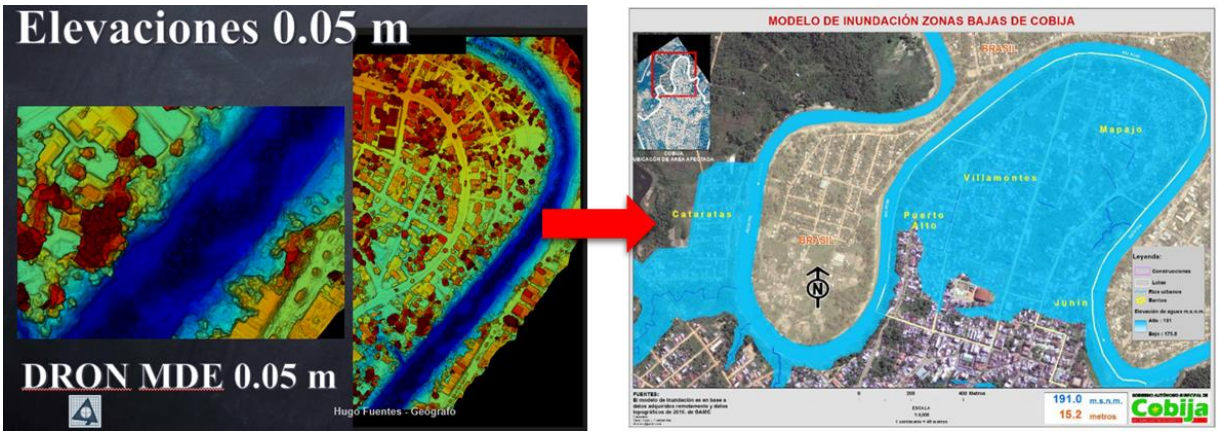


Fig. 14. MDE de 0,05 metros de resolución y modelo de riesgo de inundación. Fuente: GAMC

ALGUNAS REFLEXIONES FINALES

Si bien en la región MAP ya se cuenta con información en materia de prevención y alerta temprana en casos de inundación, dista mucho de lo que en realidad pasa en las épocas de lluvias y en especial el momento de las inundaciones donde las tecnologías y equipos informáticos quedan en segundo plano cuando en estos eventos se ve la falta de energía eléctrica como también la falta de comunicaciones trinacionales. En estos casos se toma otras medidas analógicas donde no se haga huso de estas herramientas para el monitoreo como ser la medición en el lugar de las regletas de niveles de agua y para la comunicación de estas lecturas se hace uso de radios de frecuencias específicos y que estas sean alimentadas mediante baterías, ya que por las experiencias pasadas se pudo evidenciar estos problemas que no se tomaban en cuenta en las planificaciones pasadas.

BIBLIOGRAFÍA

CPTEC - ŒNTRO DE PREVISAO DE TEMPO Y ESTUDOS CLIMATICOS (2016). Página Web El Nino y La Nina. INPE, 2015. http://www.cptec.inpe.br/enos/. Acceso enero de 2017.

EMBRAPA (1999). Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Estudo expedito de solos da área Norte de Minas Gerais para fins de classificação, correlação e legenda preliminar. Recite, 1999. 85 p. (EMBRAPA-SNLCS. Boletim Técnico, 46; SUDENE-DRN. Série Recursos de Solos, 8).

FACEBOOK (2017). Comité De Operaciones De Emergencia Pando. https://www.facebook.com/profile.php?id=100012887372081&fref=ts. Acceso enero 2017.

FACEBOOK (2017). Coer Madre de Dios. https://www.facebook.com/coer.madrededios?fref=ts. Acceso enero 2017.

FACEBOOK (2017). Herencia. https://www.facebook.com/www.herencia.org.bo/?fref=ts. Acceso enero 2017.

FACEBOOK (2017). Unidad de Gestiona de Riesgo y Desastres del Municipio de Cobija. https://www.facebook.com/Unidad-de-Gestion-de-Riesgo-y-Desastres-del-Municipio-de-Cobija-715516121884493/?fref=ts. Acceso enero 2017.

Felicísimo,A.M. (1994) Modelos digitales del terreno. Introducción y aplicaciones en ciencias ambientales 118 pp. http://www.etsimo.uniovi.es/ feli/pdf/libromdt.pdf. Acceso diciembre 2016.

Felicísimo,A.M. (1999) La utilización de los MDT en los estudios del medio físico, 16 pp. http://www.etsimo.uniovi.es/ feli/pdf/ITGE_150a.pdf. Acceso diciembre 2016.

Fuentes. N. H (2011). Evolución de Focos de Calor en Bolivia e Implicaciones Transfronterizas del Humo de Incendios Forestales. http://queimadas.cptec.inpe.br/~rqueimadas/material3os/2011_Nay_Evolucion_focos_XVSBSR.pdf.

Fuentes. N. H (2013). Monitoreo de Focos de Calor y Cicatrices de Quemas en el Departamento de Pando – Bolivia. http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p0811.pdf.

GEOBOLIVIA (2016). GeoBolivia - Infraestructura de Datos Espaciales del Estado Plurinacional de Bolivia. http://geo.gob.bo/. Acceso diciembre 2016.

INADE (1996). Potencialidades de los proyectos hidráulicos de la selva a cargo del INADE para promover la inversión privada. Ministerio de la Presidencia. Lima.

INPE- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS DE BRASIL/CPTEC (2016). Pagina Weg Monitoramento de Queimadas. 2016. http://www.dpi.inpe.br/proarco/bdqueimadas/.

MALDONADO, MÓNICA JULISSA DE LOS RÍOS (2005). Analise da Cobertura florestal da bacia trinacional do Rio Acre, na região de fronteira entre Bolívia, Brasil e Peru. 79f. 2005. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais) -Programa de Pós-graduação, Universidade Federal do Acre, Rio Branco - Acre.

MARENGO, J. (2006). Mudanças Climáticas Globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas sobre o território brasileiro ao longo do século XXI. Serie Biodiversidade vol. 26. Brasilia DF:MMA, 2006.

Olaya Ferrero,V. (2004) Hidrología Computacional y Modelos Digitales de Terreno 365 pp.

PROGRAMA NACIONAL DE CAMBIOS CLIMÁTICOS. El cambio climático en Bolivia: Análisis, síntesis de impacto y adaptación. Ministerio de Planificación del Desarrollo, Vice Ministerio de Planificación Territorial y Ambiental. http://www.bivica.org/upload/vulnerabilidad-cambio-climatico.pdf. Acceso enero 2017.

Saavedra Pérez, Carlos. (1999). Tradiciones, relatos y leyendas del Departamento Pando. Cobija: Editorial “Franz Tamayo.”

SENAMHI (2017). Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. http://www.senamhi.gob.bo/. Acceso enero de 2017.

UFAC, HERENCIA, WWF-BRASIL (2007). Hacia la gestión compartida de la Cuenca Alta del Río Acre-Diagnóstico y Avances.

Weibel, R. & Heller, M. (1991) Digital Terrain Modelling Geographical Information Systems: Principles and Applications John Wiley & sons pp. 269297 https://pdfs.semanticscholar.org/dca2/7b3a8e7be07800d35bd724c82f95595c2eaa.pdf. Acceso diciembre 2016.

Wood, J. (1996) The Geomorphological Characterization of Digital Elevation Models http://www.city.ac.uk/city-graduate-school. Acceso noviembre 2016.

ZONISIG (1997). Zonificación agroecológica y socio económica y perfil ambiental del departamento de Pando. Sierpe Publicaciones, La Paz, Bolivia. 1997. 159p.