



República de Bolivia



DOCUMENTO MEMORIA TÉCNICA

MAPA DE ÁREAS Y PREDIOS
AFECTADOS POR LA INUNDACIÓN
PROVOCADA POR EL FENÓMENO
“LA NIÑA 2007 - 2008”



La Paz, Bolivia
Abril - 2008

DOCUMENTO MEMORIA TÉCNICA

“MAPA DE ÁREAS Y PREDIOS AFECTADOS POR LA INUNDACIÓN PROVOCADA POR EL FENÓMENO DE LA NIÑA 2007 - 2008”

1. INTRODUCCIÓN

Nuestro país, ha venido sufriendo las consecuencias de los fenómenos climatológicos adversos conocidos como “El Niño” el año 2007 y “La Niña” éste año 2008. Ambos fenómenos se han caracterizado por un considerable incremento en los volúmenes de precipitación que han tenido como consecuencias el desborde de las aguas de los ríos principales por un lado, y las inundaciones en lugares con escasa pendiente o zonas de llanura, que han significado grandes pérdidas en poblaciones asentadas en las áreas mencionadas, con la consecutiva pérdida de la producción agropecuaria.

El fenómeno denominado “El Niño” se manifiesta a escala planetaria como un calentamiento anómalo de la superficie del mar en la región del Pacífico ecuatorial, asociado a una amplia fluctuación de la presión atmosférica. Algunos cambios generales del tiempo están ligados a esas anomalías ecuatoriales.

“La Niña”, es la fase negativa del fenómeno El Niño que se caracteriza por un significativo enfriamiento de la temperatura de la superficie del océano pacífico ecuatorial y por cambios en la dirección y velocidad del viento en la zona intertropical debido a variaciones de la presión atmósfera (Índices de Oscilación del Sur)¹.

Tanto El Niño como La Niña, son los ejemplos más evidentes de la variabilidad climática global siendo parte fundamental de un vasto y complejo sistema de fluctuaciones climáticas. Los episodios Cálido/El Niño y Frío/La Niña, forman Parte de un ciclo conocido como El Niño Oscilación del sur (ENSO). El ciclo tiene un período medio de duración de aproximadamente-cuatro años, aunque en el registro histórico los períodos han variado entre, 2 y 7 años.

Son varias las regiones del país afectadas por este fenómeno, cuyas consecuencias ocasionaron desastres naturales, especialmente por las inundaciones, desborde de ríos y deslizamientos ocasionados por las lluvias; las sequías, heladas y granizadas.

La amenaza de los acontecimientos de riesgo no puede ser totalmente eliminada debido a que son fenómenos naturales y su ocurrencia es inesperada. Sin embargo, existen acciones que pueden disminuir su impacto potencial.

Esta práctica destinada a reducir o atenuar riesgos que afectan la seguridad de las personas y la propiedad se conoce como mitigación de riesgos. Las técnicas para la mitigación incluyen tanto medidas estructurales, como fortalecimiento o protección de edificios e infraestructura resistente a la fuerza de los riesgos y medidas no estructurales, como ser la

¹ <http://www.ineter.gob.ni/Direcciones/meteorologia/Desastres/Fenomenoelnino/LaNina.htm>

adopción de políticas de uso de la tierra o la creación de programas de prevención, de apoyo al desarrollo agropecuario, desarrollo de infraestructura productiva y acceso a créditos. Un acercamiento global a la mitigación toma en cuenta la vulnerabilidad a riesgos existentes en la actualidad y en el futuro previsible de los fenómenos.

Para la mitigación de las consecuencias de los fenómenos naturales de forma sustentable, así como la aplicación adecuada de la normativa agraria, el Gobierno Nacional requiere identificar y representar en un mapa, y cuantificar las superficies de áreas y predios afectados por las inundaciones, específicamente en el presente caso, de las afectadas por el fenómeno “La Niña” 2007-2008, debido a que en el año 2007, se realizó un espaciograma de los predios afectados por el fenómeno “El Niño”.

2. ANTECEDENTES

Bolivia, al contar con una geografía diversa y una superficie bastante considerable con relación a sus homólogos latinoamericanos, no se encuentra exenta de los riesgos de inundaciones; en todo caso, sufre prácticamente de manera periódica y con daños que con el paso del tiempo crecen en magnitud tanto en la llanura oriental como en el altiplano, así como en los valles, asociados a otros riesgos.

El territorio nacional que anualmente es afectado por la amenaza de las inundaciones se encuentra en la llanura oriental, en esta región se acumulan los volúmenes de agua que escurren desde los valles. En estas tierras el régimen de escurrimiento es laminar, característica que reduce la magnitud de la vulnerabilidad de los asentamientos humanos localizados en las riberas y otras planicies debido a la paulatina subida de los niveles de las aguas. Considerando esta última característica, la magnitud de los impactos negativos por las inundaciones sucedidas es cuantiosa. Todos los ríos que surcan por el oriente nacional tienen alta susceptibilidad a desbordarse y provocar daños.

La memoria técnica del mapa de inundaciones en la cuenca del Mamoré y sus afluentes, 2007, menciona que Bolivia no se encuentra al margen de la amenaza de inundaciones y otros fenómenos naturales. Sin necesidad de recorrer la historia de aquellos lamentables sucesos generados por las inundaciones, se pueden señalar algunas que impactaron por su magnitud.

En 1986, la subida del nivel de lago Titicaca ocasionó inundaciones que afectaron a las poblaciones de Guaqui, Desaguadero y Tiquina, dejando como saldo centenares de viviendas afectadas por la humedad.

En los últimos años, similares efectos son los que provocaron los desbordes de las aguas de los ríos Pallina y Katarí, en el municipio de Viacha, provocando la destrucción de más de un centenar de viviendas.

En 1997 en la región oriental, los daños causados por la crecida de las aguas del río Ichilo, cuyo nivel al subir en aproximadamente 80cm, arrasó la población de Villa Cariño, afectando sensiblemente a 200 familias de las etnias de Yuquis y Yuracarés, cuyas viviendas, siembras y cosechas fueron destruidas por dicha crecida.

Ese mismo año, aproximadamente 22 mil personas se vieron afectadas por las crecidas de los ríos Ichilo, Espíritu Santo y Chapare, con la destrucción de viviendas, caminos, sembradíos, y otros daños que sumaron millonarias pérdidas.

En 1999, los desbordes de los ríos Tarija, Santa Ana y Guadalquivir, dejaron un saldo de 20 millones de dólares en pérdidas, según el Centro Nacional Vitivinícola (CENAVIT), afectando a millares de familias y hectáreas de vid. Asimismo, cinco poblaciones en el departamento del Beni, se vieron seriamente afectadas por las inundaciones provocadas por la subida de las aguas de los ríos Mamoré y Beni, hasta en aproximadamente 5m de altura.

No son de menor magnitud las afectaciones negativas causadas por desbordes de los ríos Abuná, Orthon, Manuripi, Tahuamanu y Madre de Dios, que inundaron varias poblaciones ribereñas, afectando principalmente a los cultivos de esas poblaciones.

Las inundaciones provocadas por los desbordes de los ríos que afluyen al eje conformado por los ríos Ichilo, Mamoré y Madera, son anuales, con ligeras variaciones en la magnitud de la afectación entre unos años y otros.

El río Beni y sus afluentes, y los ríos Iténez, Otuquis y Acre y, en general todos los ríos de las llanuras orientales, generan daños cuantiosos.

2.1 Inundaciones en la llanura beniana

En la región de la llanura beniana y particularmente en la población de Trinidad, hoy ciudad capital de departamento, se tiene antecedentes históricos de inundaciones de magnitud. Entre las más importantes se puede mencionar la inundación del año 1853 (Gobernadores de Mojos de Manuel Limpias), la ocurrida en Trinidad el año 1929 y 1934, 1947 y otras inundaciones ocurridas en años anteriores.

El departamento de Beni registró 27 inundaciones a lo largo de su historia de las cuales ocho fueron consideradas de mayor gravedad

En 1992, la inundación que sufrió el departamento de Beni en la región de la llanura fue considerada como la más grande e histórica. Ésta alcanzó niveles de inundación superiores a las registradas en la cuenca del río Mamoré y sus afluentes potenciales como son los ríos: río Grande y río Ichilo de la región de Santa Cruz y el río Chapare.

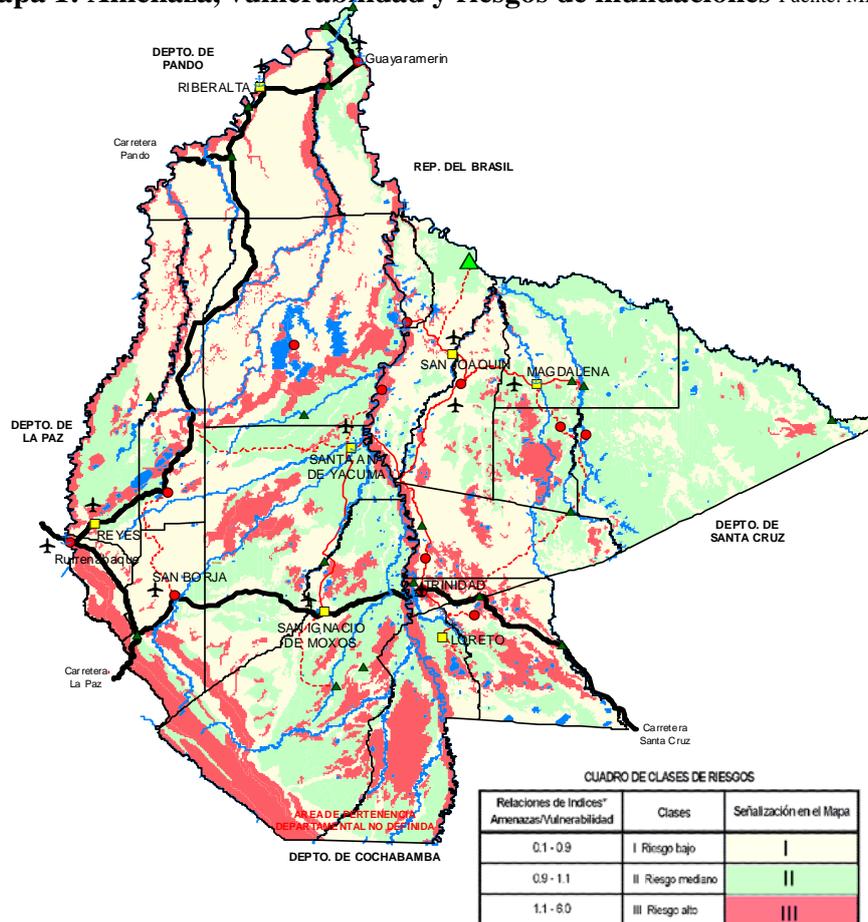
El período de inundación presenta un retraso respecto a la estación lluviosa de unos dos meses, comienza a fines de diciembre, llega a su máximo nivel en febrero y empieza a retroceder a finales de marzo. Las áreas no inundables están constituidas por algunos bosques de galerías, además de las sabanas artificiales situadas sobre terrenos altos antiguamente forestados que raramente sufrirán inundación. (Ver mapa 1).

El balance entre las lluvias locales y las lluvias de la cuenca alta provoca cambios en la alimentación de las lagunas en función de su posición en el sistema de drenaje, lo que genera una variabilidad espacio-temporal en la composición físico-química de las aguas a lo largo del ciclo hidrológico. Estas condiciones forman un sistema original en la Amazonía, en el que la complejidad del medio ambiente genera una gran variedad de hábitats, los cuales permiten a su vez el desarrollo de una importante diversidad de organismos.

La altura de inundación, así como su extensión y duración, es de difícil generalización debido a la gran variabilidad de un año a otro y de un lugar a otro. Normalmente, las inundaciones exageradas de algunos años son provocadas por extensos rebases de los ríos principales, mientras que las inundaciones normales son el resultado del efecto del rebalse de los afluentes hacia los llanos adyacentes, así como de la acumulación de agua de lluvia en lugares donde el drenaje es defectuoso a causa de la impermeabilidad de los suelos y la falta de desnivel (Denevan, 1980; Ericsson, 1980).

La inundación estacional refleja el clima y la conformación del terreno, y afecta a casi todos los aspectos del paisaje físico y cultural: el drenaje, los suelos, la vegetación, la vida silvestre, el uso de la tierra y la comunicación.

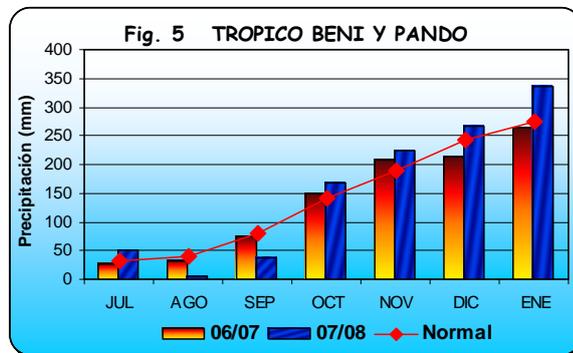
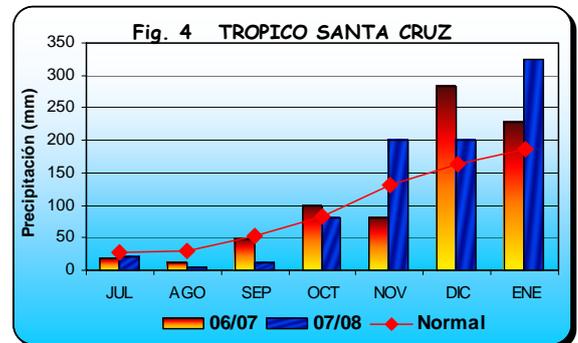
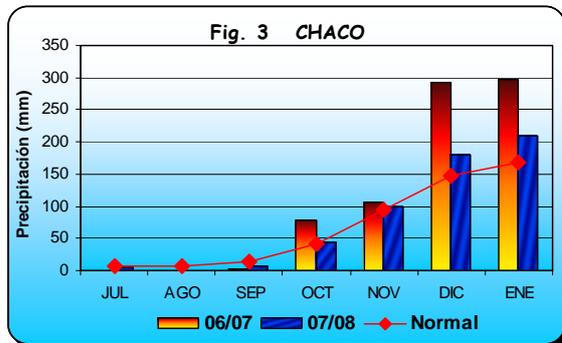
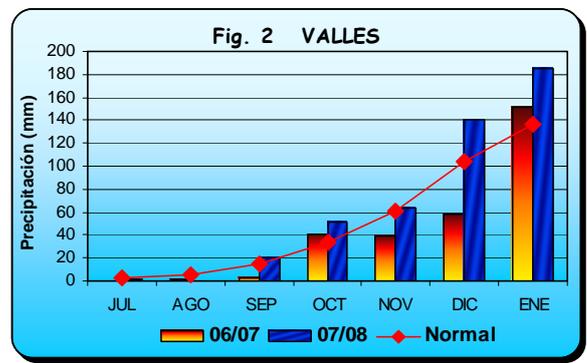
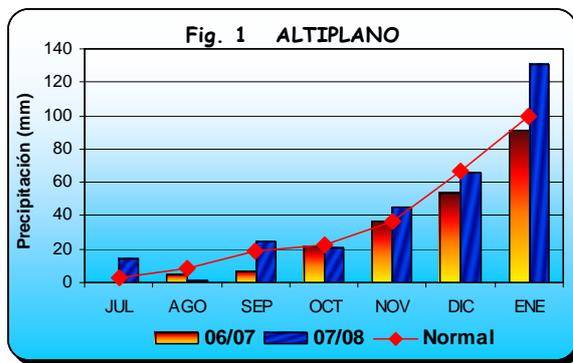
Mapa 1: Amenaza, vulnerabilidad y riesgos de inundaciones Fuente: MDSM, 1999



3. DESCRIPCIÓN DEL FENÓMENO “LA NIÑA”.

El evento La Niña, se caracteriza por un significativo enfriamiento de la superficie de Océano Pacífico Ecuatorial, y por cambios en la dirección y velocidad del viento en la zona intertropical debido a variaciones de la presión atmosférica, produciendo cambios sobre el océano Pacífico que incluyen un incremento en la intensidad de los vientos alisios en la atmósfera baja sobre el océano Pacífico Oriental.

A nivel nacional, éste comportamiento está ocasionando impactos negativos en la producción agropecuaria debido a la presencia de lluvias que son superiores respecto a los promedios normales en las zonas de producción agrícola y pecuario (ver figuras 1 a la 5).



El evento La Niña 2007/08 ha adquirido su máxima intensidad en los meses de diciembre/07 y enero/08, observándose los primeros indicios de disipación en los primeros días de febrero del presente año, desde su aparición en el mes febrero de 2007 (ver figuras 6 y 7). Esta anomalía fría, continúa persistiendo de forma estática solamente en el Pacífico ecuatorial central, razón por la cual esta ocasionando un desequilibrio en la distribución de lluvias con respecto a los promedios históricos y presencia de adversidades climáticas en todo el territorio nacional.

Figura 6
Anomalías de Temperatura Oceánica durante el fenómeno “La Niña”

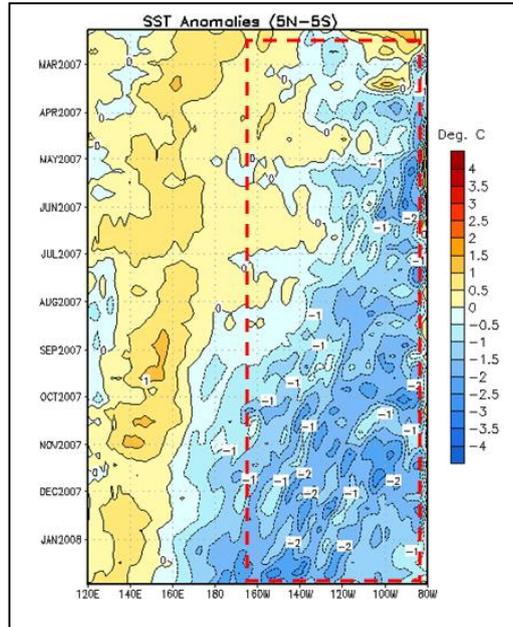
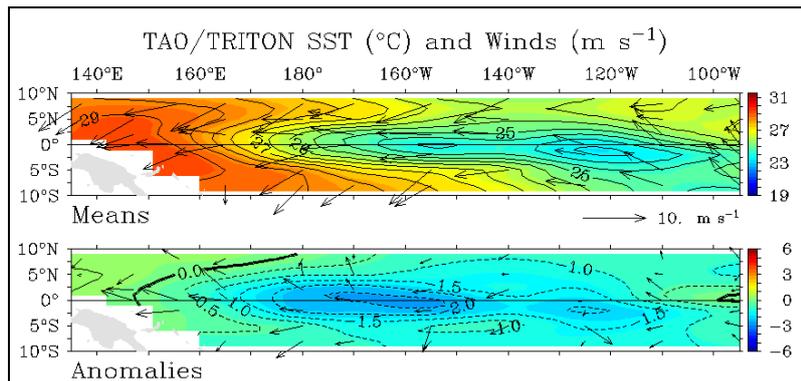


Figura 7
Comparación entre promedios y anomalías de temperatura marina durante “La Niña”



El fenómeno “La Niña”, ha afectado infraestructura y poblaciones de los departamentos de Beni y Santa Cruz (ver figura 8), llegando a afectar de igual manera vías camineras, con el consiguiente perjuicio para la producción agropecuaria a nivel nacional.

Figura 8
Poblaciones afectadas por la inundación del Fenómeno “La Niña 2007 - 2008”



Fuente: SUNIT - 2008

A la fecha este fenómeno ha ocasionado la pérdida de más de 50 vidas humanas y ha dañado a varios sectores del país, por lo tanto se hace necesaria la identificación de las áreas afectadas para la correspondiente elaboración de un plan de contingencia por un lado, pero también por el otro para identificar aquellos predios afectados a fin de incorporarlos dentro la pausa de la verificación de la función económico social, debido a que las propiedades ganaderas principalmente han sido afectadas habiendo perecido mucho ganado vacuno.

Sin embargo, también se pudo en algunos casos tomar algunos recaudos y organizar la ayuda para su evacuación (Figura 9), para tal efecto se movilizaron muchos medios y se realizó el traslado de los mismos a lugares más altos, tal como se puede apreciar en la foto siguiente, pues se contaba ya con la experiencia del pasado año que dejó algunas lecciones aprendidas y se dio la voz de alarma previa al saber que los efectos del fenómeno “La Niña 2008”, se iban a presentar de una forma tan o más drástica que durante el pasado año con el fenómeno “El Niño”.

Figura 9.
Evacuación del ganado afectado mediante vía fluvial. (FEGABENI)



Fuente: FEGABENI, 2008

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Elaborar el mapa de áreas y predios afectados por la inundación provocada por el fenómeno de “La Niña 2007 – 2008”, a efectos de establecer una pausa y un procedimiento especial en la verificación del cumplimiento de la Función Económico Social (FES), en aquellos predios afectados.

4.2 Objetivos específicos

- Delimitar geográficamente en el territorio nacional, el área afectada por la inundación suscitada por el fenómeno “La Niña 2007 -2008”.
- Identificar geográficamente las áreas y predios afectados por la mencionada inundación.
- Proporcionar el insumo fundamental para que el INRA realice el procedimiento especial de verificación de la Función Económico Social en áreas y predios afectados.

5. MARCO CONCEPTUAL

Una inundación se refiere a caudales o niveles de agua inusuales, una subida de las aguas por encima del nivel habitual, que inundan o anegan superficies de terreno que de otra forma estarían secos. También se produce una inundación cuando la cantidad de agua que fluye en una cuenca de drenaje excede la capacidad de conducción de agua del cauce. En otras palabras, se constituye en un episodio de grandes avenidas de agua que cubren grandes extensiones de terrenos, especialmente si están explotados o habitados.

5.1 Tipos de inundaciones

De manera general y para efectos de contar con nomenclatura descriptiva y cualificativa, se puede señalar los siguientes tipos de inundaciones (ver Cuadro 1):

Cuadro 1: Tipos de inundaciones

TIPO	CARACTERÍSTICAS
Inundación ocasional	Área: Llanuras aluviales. Vegetación: bosque ralo de altitud media en llanuras aluviales y graminoide en las llanuras fluvio-lacustres. Vulnerabilidad: Media y Alta.
Inundación ocasional a estacional	Área: Llanuras aluviales. Vegetación: bosque denso con moderada actividad y presencia antrópica. Vulnerabilidad: Muy alta.
Inundación estacional a permanente	Área: Llanuras planas aluviales. Vegetación: Graminoide media alta, con escasa actividad y presencia antrópica. Vulnerabilidad: Alta y muy alta.

Fuente: SNIOT, 2002

- **Inundaciones ocasionales**

Se localizan predominantemente en áreas de bosque ralo de altitud media, en llanuras aluviales y graminoide, y en las llanuras fluvio-lacustres, lo cual implica medios y altos grados de vulnerabilidad por el desarrollo de las poblaciones entre las que se encuentra el centro poblado principal de San Borja.

- **Inundación ocasional a estacional**

Se localiza de manera dispersa predominantemente a lo largo de los ríos, en las llanuras del municipio de San Borja. Estas áreas corresponden a llanuras aluviales con vegetación boscosa densa, con moderada actividad y presencia antrópica, donde los grados de vulnerabilidad son muy altos por el escaso grado de desarrollo de las poblaciones dispersas que se encuentran en las cercanías de los ríos.

- **Inundación estacional a permanente**

Se localiza en zonas de llanuras planas aluviales con vegetación en general graminoide media a alta, con escasa actividad y presencia antrópica, donde los grados de vulnerabilidad se sitúan en rangos entre altos a muy altos por el escaso desarrollo de las poblaciones.

De acuerdo con el SNIOT, las inundaciones respecto a su tipo tienen un determinado tiempo de duración en los ríos (ver Cuadro 2).

Cuadro 2: Grados de vulnerabilidad ante tipos de inundaciones

Duración	Descripción	Grado de vulnerabilidad
1 a 30 días	Inundación Ocasional	Media y Alta
31 a 90 días	Inundación Ocasional a Estacional	Muy Alta
91 a 180 días	Inundación Estacional a Permanente	Alta y Muy Alta

Fuente: SNIOT, 2002

Es importante tomar en cuenta esta cualidad toda vez que en distintas áreas de la región de estudio existe una estrecha coincidencia entre la época de inundaciones y la época húmeda, que es el período más importante de crecimiento de la vegetación. Para evaluarla se recurre a las estimaciones de la frecuencia y del tiempo de duración de la inundación.

5.2 Causas de las inundaciones

Las causas de las inundaciones son muy variadas, y fundamentalmente se debe a un escurrimiento superficial extraordinario que puede resultar de precipitaciones intensas o bien del derretimiento de nieve. En cuanto a la precipitación, esta puede ser el resultado de muchos tipos de eventos meteorológicos. Sin embargo, en particular, la influencia de una situación meteorológica (lluvias torrenciales) sobre una cuenca depende de los siguientes factores:

- Tipo de precipitación
- Intensidad de la lluvia
- Duración de la lluvia
- Distribución de la lluvia en la cuenca
- Dirección del movimiento de la tormenta
- Antecedentes de precipitación y humedad
- Otros factores climáticos que afecten la evapotranspiración

El segundo grupo de factores que determina la respuesta de una cuenca tiene que ver con las características físicas de la misma, siendo principalmente las siguientes:

- Uso del suelo
- Tipo de suelo
- Área de la cuenca
- Forma de la cuenca
- Elevación
- Pendiente de la cuenca
- Orientación
- Forma de la red de drenaje

6. MARCO JURIDICO INSTITUCIONAL

Luego de los desastres ocasionados y la experiencia obtenida por el fenómeno climatológico “El Niño 2007”, se han venido dando crecidas, desbordes e inundaciones ocasionadas ésta vez por el fenómeno “La Niña”, que como es de esperar, sucede a continuación de un fenómeno El Niño.

En ese sentido, el Gobierno boliviano, ha emitido una serie de Decretos Supremos, entre ellos el DS. 29438 de 12 de febrero de 2008 declarando Situación de Desastre de Carácter Nacional, por la presencia de fenómenos hidrometeorológicos y climáticos adversos provocados por el “Fenómeno de La Niña 2007 – 2008” que han ocasionado daños en una serie de municipios señalados tanto en el anexo del mencionado decreto, como en listados complementarios emitidos por resoluciones de carácter bi-ministerial.

De manera mucho más específica, en fecha 22 de febrero de 2008, se emite el DS. 29452 que tiene como objeto establecer una pausa en la verificación de la Función Económico Social (FES) en predios afectados por inundaciones provocadas por el fenómeno de la niña 2007 2008, para establecer un procedimiento especial de verificación del cumplimiento de la FES en aquellos predios afectados por las inundaciones de los fenómenos “El Niño 2006-2007” y “La Niña 2007-2008”.

En ese sentido, el mencionado decreto, en su artículo 2º encomienda a la Unidad Técnica Nacional de Información de la Tierra, dependiente del Viceministerio de Tierras del MDRAYMA, elabore un mapa en el plazo de 45 días, en el que con base al Sistema Único Nacional de Información de la Tierra – SUNIT, la utilización de medios técnicos actuales y uso de sistemas de teledetección espacial, sin perjuicio de otros, se identifique geográficamente con precisión las áreas y predios afectados por la inundación provocada por el “Fenómeno de La Niña 2007-2008”.

Como antecedente al anterior decreto, se puede mencionar que en nuestro país, entre los meses de septiembre del 2006 a marzo del 2007, el fenómeno natural de “*El Niño*” se manifestó con fuertes lluvias en la región del departamento del Beni y parte de los departamentos de Santa Cruz y Cochabamba. En la región de valles y tierras altas se mostró con ausencia de lluvias, ocasionando sequías y heladas. Estos fenómenos dañaron la producción ganadera y agrícola en el territorio nacional.

Con el objetivo de mitigar estos desastres, el gobierno emitió el Decreto Supremo 29040 de 28 de febrero de 2007, que declara situación de Desastre Nacional, por la presencia de efectos climáticos provocados por “*El Niño*” 2006 – 2007.

El artículo 29 de la Ley 3545 de 28 de noviembre de 2006, establece que se reglamentará el tratamiento de los desastres o catástrofes naturales declarados mediante Decreto Supremo, que afecten a los predios. En tal sentido el INRA deberá tomar recaudos necesarios para continuar con la ejecución del proceso de saneamiento de la propiedad agraria.

Asimismo, el gobierno nacional ha emitido el Decreto Supremo No. 29062 de 15 de marzo de 2007, que en su artículo 2; Identificación Geográfica de Predios Afectados dispuso la que; el INRA identifique geográficamente y con precisión las áreas y predios afectados para el mencionado periodo. Estos antecedentes dieron lugar a que el INRA mediante sus unidades operativas planifique y ejecute el Proyecto de Espaciograma de Zonas Afectadas por Inundaciones en la Cuenca del río Mamoré y sus Afluentes.

Respecto a la creación del SUNIT, la Disposición Final Segunda, párrafo III, de la Ley 3545 que reforma la Ley 1715 (del Servicio Nacional de Reforma Agraria), textualmente indica: “Se crea una sola base de datos oficial geo-espacial, bajo responsabilidad del Viceministerio de Tierras, que integre los sistemas de información geográfica del Instituto Nacional de Reforma Agraria, Superintendencia Agraria, Superintendencia Forestal, Servicio Nacional de Áreas Protegidas, Instituto Nacional de Estadística y otras instancias del Estado.

Esta norma legal da respuesta al Plan Nacional de Desarrollo que instruye la implementación de un Sistema Nacional de Administración de Tierras.

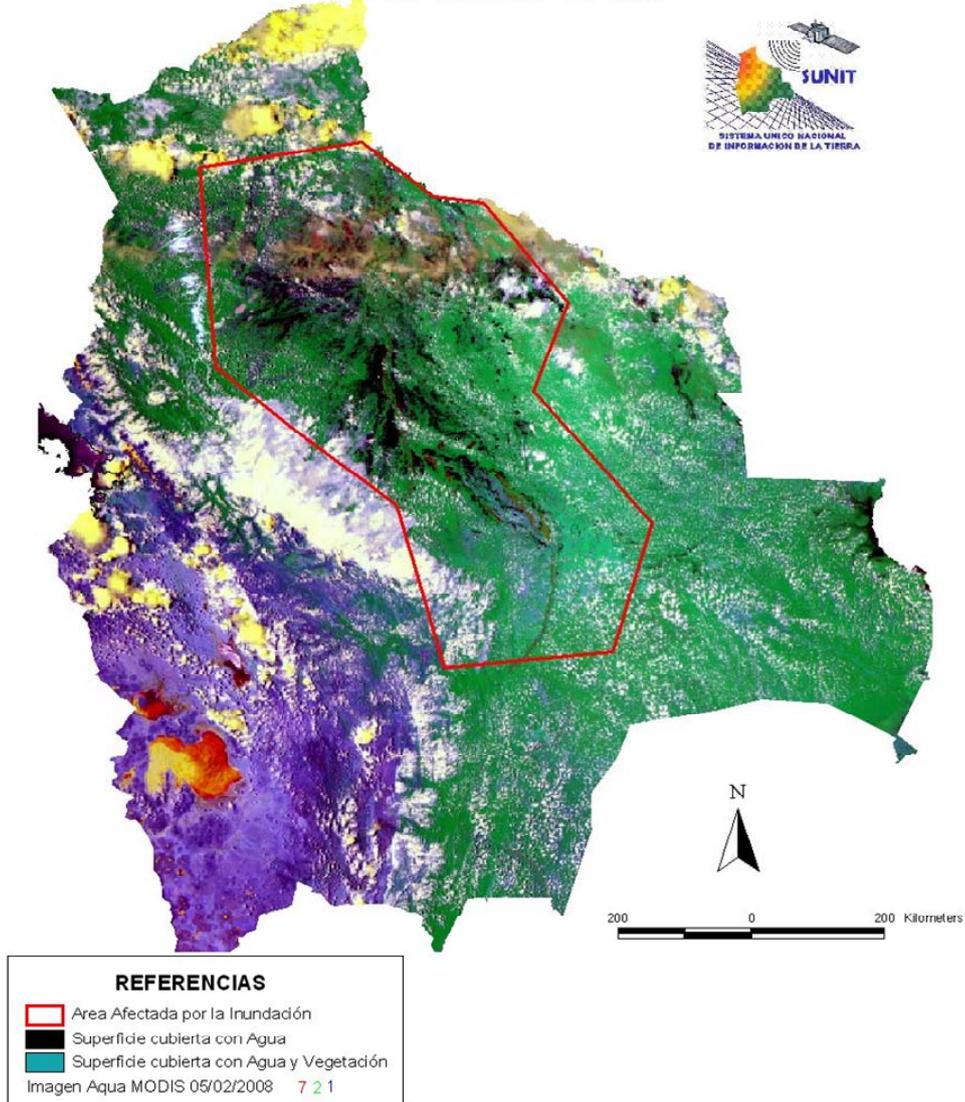
El Decreto Supremo 29215, que reglamenta la Ley 3545 crea la “Unidad Técnica Nacional de Información de la Tierra” con las atribuciones y responsabilidades mencionadas en el presente documento.

7. UBICACIÓN DEL PROYECTO

El presente proyecto se ejecutó en las zonas afectadas por el evento de la Niña en los Departamentos del Beni, Norte de Santa Cruz y parte del departamento de Cochabamba, como muestra el área de identificación preliminar del mapa 2.

Mapa 2
Área de Ubicación del Proyecto

Identificación Preliminar de Áreas Afectadas
Por el Fenómeno "La Niña"



8. CONDICIONES HIDROLÓGICAS DURANTE EL FENÓMENO “LA NIÑA 2007-2008”

Existen a nivel nacional, instituciones que se encargan del estudio y seguimiento de datos y fenómenos tanto climatológicos como hidrológicos. Entre estas se encuentran el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), y el Servicio Nacional de Hidrología Naval (SNHN), respectivamente.

Entre los resultados del monitoreo que han venido desarrollando, se han rescatado aquellos datos más relevantes con el área identificada para el proyecto, resaltando fundamentalmente aquellos valores y datos que corresponden a eventos extraordinarios de crecida y que son incorporados a continuación.

8.1 Precipitaciones en las cuencas de llanura amazónica

Precipitación, es un término que designa la caída de agua sobre la tierra, en sus dos estados, líquida y sólida. La altura de precipitación, es la oferta de agua proveniente de la precipitación atmosférica en un determinado punto, expresada como altura de agua sobre un área. Es preciso además definir el intervalo de tiempo de su cuantificación (SNHN).

El Mapa de Precipitación elaborado por el Servicio Nacional de Hidrografía Naval, ha sido elaborado sobre la base del Balance Hídrico Superficial integrado para la cuenca del Amazonas, y que se encuentra constituido por una clasificación regional por intervalos de variabilidad de la precipitación, asimismo por isolíneas denominadas “isoyetas” y que son las líneas que unen los puntos de igual altura de precipitación, registrada durante el mismo período sobre una determinada área, las isoyetas, son dibujadas después de haber dado consideración a la topografía de la región, con el apoyo de información de precipitación media anual en diferentes puntos de la cuenca.

Los datos que se incorporan a continuación, corresponden a promedios anuales y han sido elaborados sobre condiciones normales, es decir, sin tomar en cuenta eventos extremos como los que dan lugar a inundaciones.

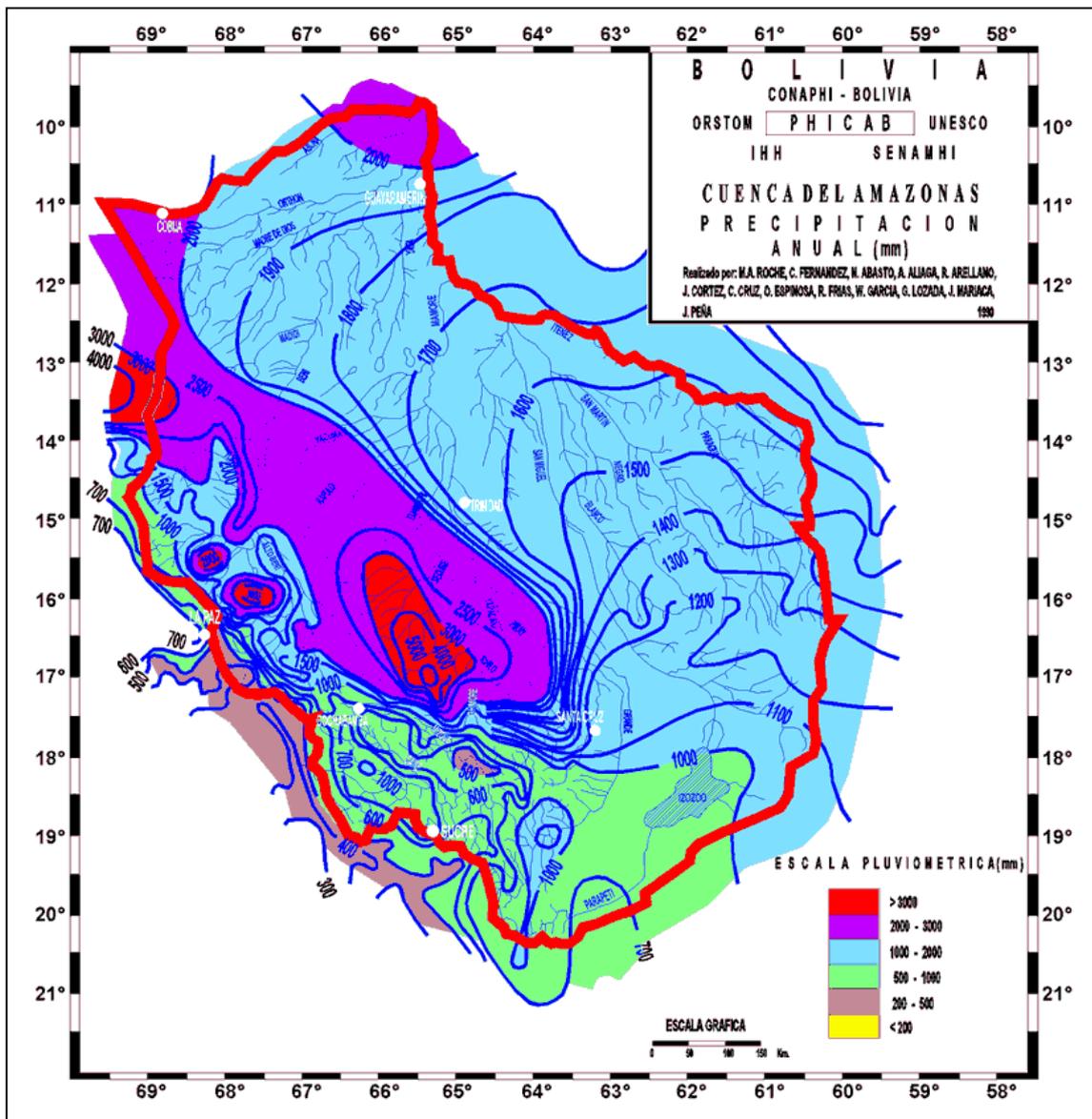
Sobre las cuencas andinas orientales, que se extienden del Yacuma al Piray, la precipitación media de 3000 mm/año es la más elevada entre la de los grandes conjuntos tomados en consideración. Se constata un valor análogo para la cuenca andina del río madre de Dios en Perú, con una lámina de 2941 mm/año. El contraste es marcado con la cuenca andina del río Grande, donde la lámina alcanza un valor de 750 mm/año. La cuenca andina del río Beni representa una transición entre las cuencas precedentes, con una precipitación de 1750 mm/año. En lo que concierne al Alto Madera, la lámina de precipitación sobre los Andes en Bolivia se estima en 1583 mm/año.

La llanura de la cuenca del Beni recibe 1893 mm/año, La lámina es de 1821 mm/año para la cuenca del Mamoré y de 1512 mm/año para la del Itenezs. El conjunto de la llanura y del Escudo Brasileño de estas tres cuencas recibe 1688 mm/año.

La lámina sobre las cuatro grandes cuencas que constituyen el Alto Madera es de: 2715 mm/año para el Madre de Dios, 1983 mm/año para el Beni, 1685 mm/año para el Mamoré y 1512 mm/año para el Itenez.

Finalmente, la lámina precipitada sobre la Cuenca del Alto Madera, en la confluencia del Beni y del Mamoré, es de 1.804 mm/año y de 1.814 mm/año, en el límite de Bolivia con Brasil; es decir un volumen de $1.611 \times 10^9 \text{ m}^3$.

Mapa 3
Precipitaciones anuales en la cuenca amazónica



8.2 Niveles de escurrimiento en las cuencas del área de la inundación

Según el SNHN, se define al escurrimiento como el agua proveniente de la precipitación que circula sobre o bajo la superficie terrestre y que llega a una corriente para finalmente ser drenada hasta la salida de una cuenca.

El Mapa de coeficiente de escurrimiento, ha sido elaborado sobre la base del Balance Hídrico Superficial integrado para la cuenca del Amazonas, y que se encuentra constituido por una clasificación regional por intervalos de variabilidad del coeficiente de escurrimiento.

Los coeficientes de escurrimiento² presentan valores muy variados según la situación de las cuencas en los Andes o la llanura, según la severidad del relieve, los tipos de aspectos geológicos, la cobertura pedológica y vegetal, pero también otras condiciones climatológicas y especialmente pluviométricas. Los valores se escalonan de 30 a 71% en la Cuenca Andina del Beni. El coeficiente de escurrimiento del conjunto del Beni Andino es de 51% mientras que de la Cuenca del Madre de Dios algo más bajo del límite de los Andes, en Puerto Maldonado, se calcula en 62%. En la Cuenca Andina del Mamoré, los valores son aún más contrastados con 18% para la Cuenca Andina del Río Grande y 59% para las cuencas orientales.

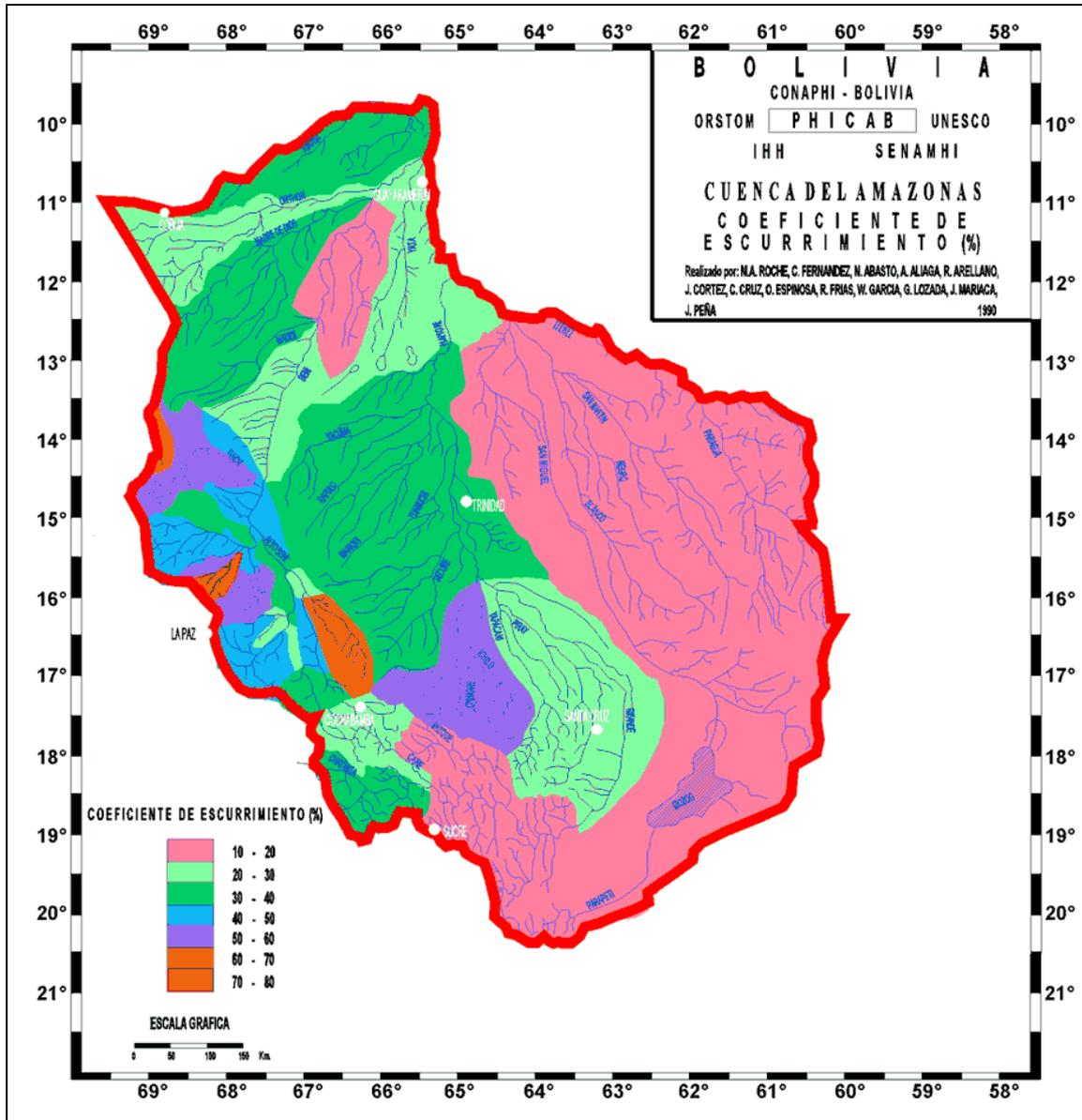
Los caudales se hallan distribuidos entre cuatro grandes tributarios en la siguiente proporción: 19% por el Beni con 103 x 109 m³, 29% por el Madre de Dios con 155 x 109 m³, 24% por el Mamoré con 159 x 1.09 m³ y 7% por el Iténez con 64 x 109 m³, el 20% complementario es decir 55 x 109 m³, corresponden a las subcuencas situadas entre la confluencia de estos ríos y el caudal del Río Madera.

El volumen interanual que transporta el Río Madera, formado por la confluencia del Mamoré y del Beni, ha sido calculado en 536 x 109 m³ ó sea un módulo de 17.000 m³/s.

En la llanura, los coeficientes son de 23% para el Beni y 32% para el Madre de Dios. Los coeficientes de escurrimiento en la llanura se calculan en 33% para la Cuenca del Mamoré y solamente el 19% para la del Itenez que incluye de todos modos igualmente relieves marcados. Los coeficientes de escurrimiento son de 48,6% para el sistema Beni y de 26,8% para el sistema Mamoré.

² El coeficiente de escurrimiento es el resultado aritmético en porcentaje de la división de la altura de escurrimiento entre la altura de precipitación. (SNHN).

Mapa 4.
Coeficiente de Escurrimiento en la Cuenca del Amazonas



Los caudales específicos en la llanura son de 13,5 l/s Km² para el Beni y de 21,0 l/s Km² para el Madre de Dios.

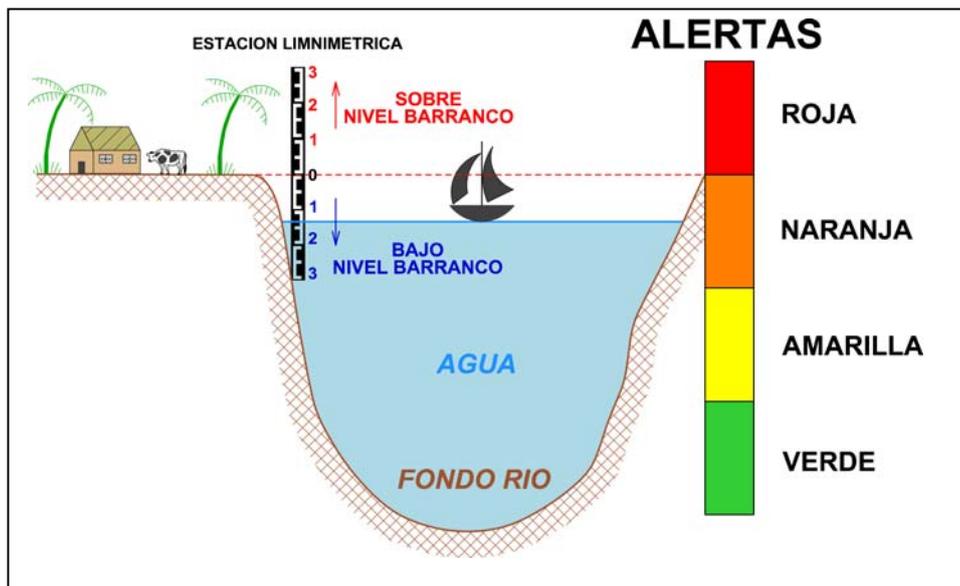
En la llanura del Mamoré, el caudal específico es de 19,3 l/s Km², mientras que en la Cuenca del Iténez el valor no es más que 9 l/s Km². Los caudales específicos son así de 34,0 l/s Km² para el sistema del Beni y de 13,6 l/s Km² para el del Mamoré. Se ha estimado un caudal específico de 20,4 l/s Km² para el conjunto de la Cuenca del Alto Madera.

8.3 Análisis de comportamiento hidrológico en los ríos del Área afectada

El análisis del comportamiento hidrológico, realizado por el SNHN, para el caso de la cuenca del Amazonas, a la que ha afectado específicamente el fenómeno de “La Niña”, fue realizado sobre la base de observaciones de niveles de agua y comportamiento hidrológico en las estaciones de su Red Hidrométrica, ubicadas en los Beni (Subcuenca Beni), Orthon (Subcuenca Orthon), Madre de Dios (Subcuenca Madre de Dios), Abuná (Subcuenca Abuná), Ichilo, Mamoré y Yacuma (Subcuenca Mamoré), e Itenez (Subcuenca Itenez), tomando además, como referencia la variabilidad de niveles de la gestión 2006/2007 y valores normales.

Asimismo, en función a los riesgos de inundación en función de los niveles de los ríos, presentan una referencia a niveles de alerta, que son roja, naranja, amarilla y verde, y se pueden visualizar en la Figura 10, que sigue a continuación.

Figura 10.
Señales de alerta según Niveles de Inundación

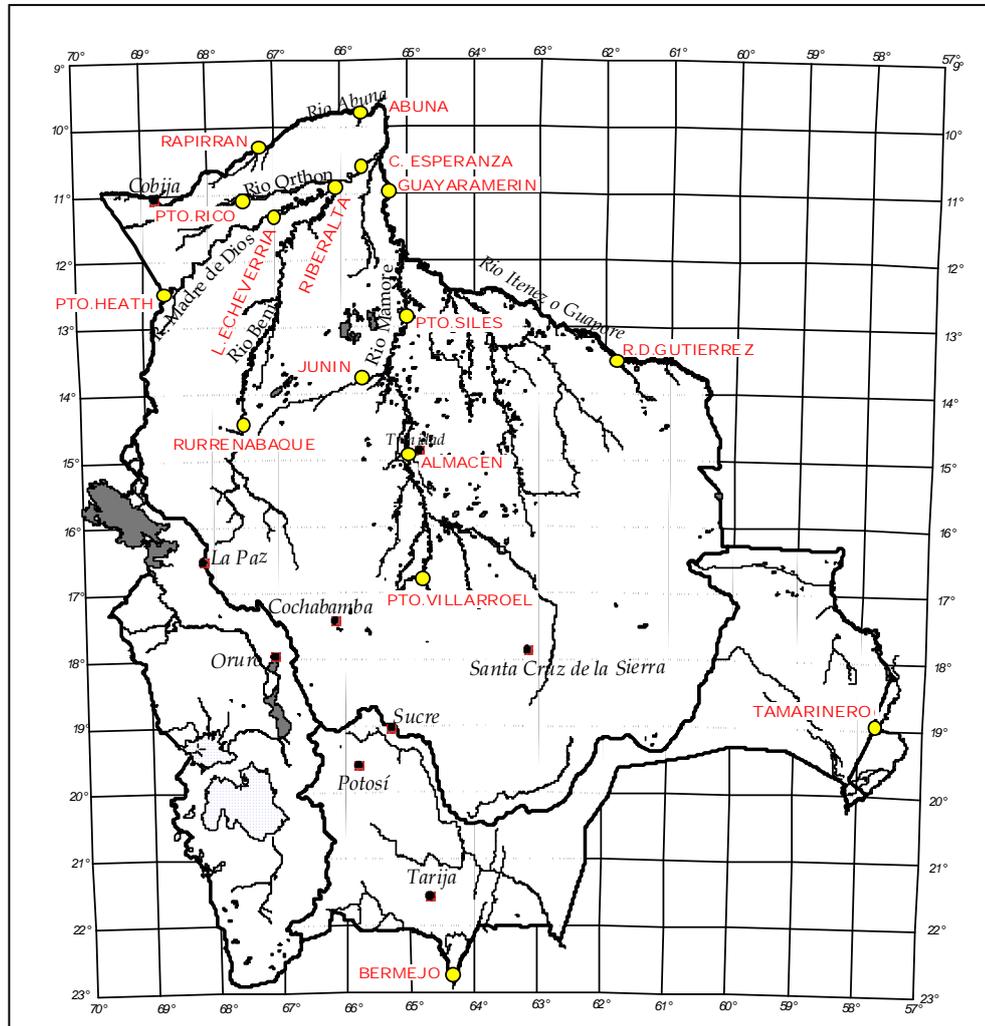


Fuente: SNHN

- Alerta roja : niveles con riesgo alto de inundación.
- Alerta naranja : niveles con riesgo medio de inundación.
- Alerta amarilla : niveles con riesgo bajo de inundación.
- Alerta verde : niveles sin riesgo de inundación.

Los puntos correspondientes a la Red Hidrológica de Monitoreo de los ríos mencionados, por el SNHN además de algunos otros, se puede observar en el siguiente mapa referencial.

Mapa 5
Estaciones de medición en ríos principales



Fuente: Servicio Nacional de Hidrografía Naval (SNHN).

A continuación, se presentan los principales resultados del monitoreo realizado al 12 de marzo, último reporte procesado y emitido por el Departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente del SNHN.

Río Beni. Se encuentra monitoreado a partir de tres estaciones: Estación “Rurrenabaque”, con área de influencia por la margen derecha en el sector Oeste de la provincia Ballivián (Beni); por la margen izquierda en el Este de la provincia Iturralde (La Paz). La Estación “Ribalalta”, con área de influencia por la margen derecha en el Norte de la provincia Vaca Diez (Beni); por la margen izquierda en el Este de la provincia Madre de Dios; y la Estación “Cachuela Esperanza”, con área de influencia por la margen derecha en el Norte de la provincia Vaca Diez (Beni), y por la margen izquierda en el Este de la provincia Manuripi y Sur de Federico Román (Pando).

En función de seguimiento realizado hasta el mes de marzo 2008, se observa en dos estaciones, que se ha llegado a determinar Alerta Naranja. Los gráficos siguientes muestran con elocuencia los registros alcanzados en las estaciones Rurrenabaque y Riberalta.

Figura 11 a.
Niveles de crecida: Estación Rurrenabaque - Río Beni



Figura 11 b.
Niveles de crecida: Estación Riberalta - Río Beni



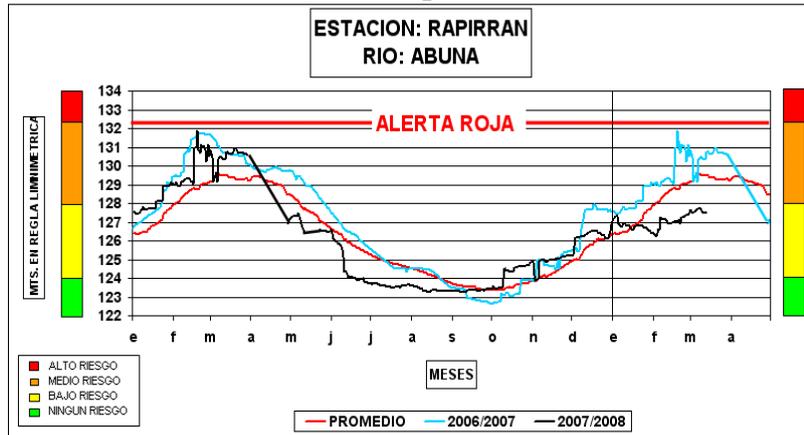
Para estas estaciones, los niveles de agua se han mantenido altos en las zonas de influencia del río Beni; Media y Baja (entre Riberalta, Cachuela Esperanza y Villa Bella), encontrándose en **ALERTA NARANJA**. Asimismo, en la zona Alta, se ha mantenido la tendencia ascendente, habiendo ingresado en la estación “Rurrenabaque” a **ALERTA NARANJA**.

En los ríos **Madre de Dios** y **Orthon**, solamente se ha llegado a determinar alerta amarilla, pues a la fecha muestran una tendencia descendente y no presentan peligro de desborde.

Río Abuná. Se encuentra monitoreado a partir de dos estaciones hidrométricas: Estación “Rapirrán”, con área de influencia por la margen derecha en el Norte de la provincia Abuná (Pando); y la Estación “Abuná”, con área de influencia por la margen derecha en el Norte

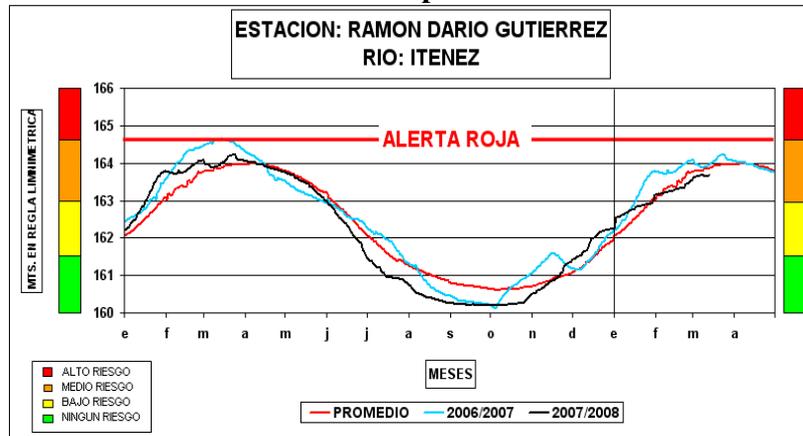
de la provincia Federico Román (Pando). De acuerdo a los gráficos de monitoreo, la estación Rapirrán muestra una tendencia aún creciente que puede durante los últimos días de marzo llegar a alerta naranja.

Figura 12.
Niveles de crecida correspondientes al río Abuná



Río Itenez. Se encuentra monitoreado por la Estación Hidrométrica “Ramón Darío Gutiérrez”, con área de influencia por la margen izquierda en el Norte de las provincias Itenez y Mamoré (Beni), de acuerdo al siguiente gráfico:

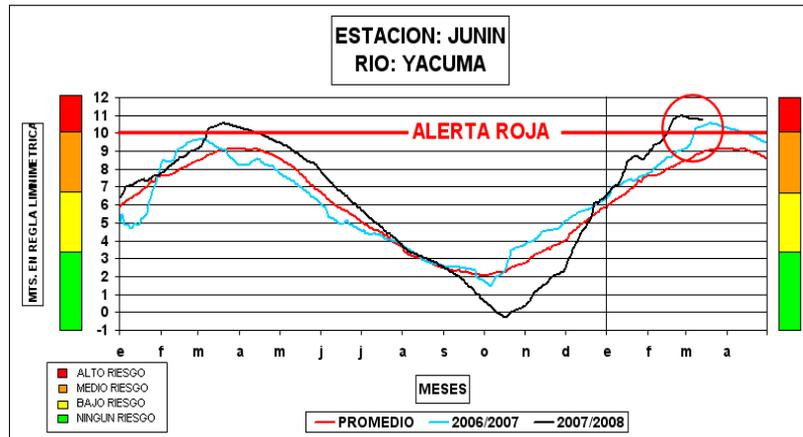
Figura 13.
Niveles de crecida correspondientes al río Itenez



De dicho comportamiento se concluye que los niveles del río Itenez continúan ascendiendo, encontrándose en **ALERTA NARANJA**, se mantiene la estimación de desbordes e inundaciones principalmente en las zonas Media y Baja (entre Cafetal, Versalles y Buena Vista). Asimismo los ríos *Itonamas* y *Blanco* (afluentes del Itenez), continúan con tendencia ascendente, estimándose en las zonas de influencia de los cursos de agua mencionados, probables desbordes e inundaciones.

Río Yacuma. Se encuentra monitoreado por la Estación Hidrométrica “Junín”, con área de influencia en la zona central de la provincia Yacuma (Beni).

Figura 14.
Niveles de crecida correspondientes al río Yacuma



De su comportamiento se concluye que sus niveles continúan descendiendo, habiendo bajado un total de **22 centímetros** desde el nivel máximo registrado el 24 de Febrero/2008, encontrándose al 19 de marzo en 0.74 metros **Sobre Nivel Barranco**, en **ALERTA ROJA**.

Eje Ichilo – Mamoré. Se encuentra monitoreado por cuatro estaciones hidrométricas: Estación “Villarroel”, con área de influencia por la margen derecha en el Noroeste de las provincias Ichilo (Santa Cruz), Marbán y este de Moxos (Beni); por la margen izquierda en el Noreste de las provincias Carrasco y Chapare (Cochabamba). La Estación “Almacén”, con área de influencia en la provincia Cercado (Beni). La Estación “Puerto Siles”, con área de influencia por la margen derecha en el Oeste de la provincia Mamoré; por la margen izquierda en el este de las provincias Yacuma y Vaca Diez (Beni); y la Estación “Guayaramerín”, con área de influencia por la margen izquierda en el Noreste de la provincia Vaca Diez (Beni), de las cuales, las tres primeras presentan eventos extremos.

Figura 15.
Niveles de crecida: Estación Villarroel, Río Ichilo

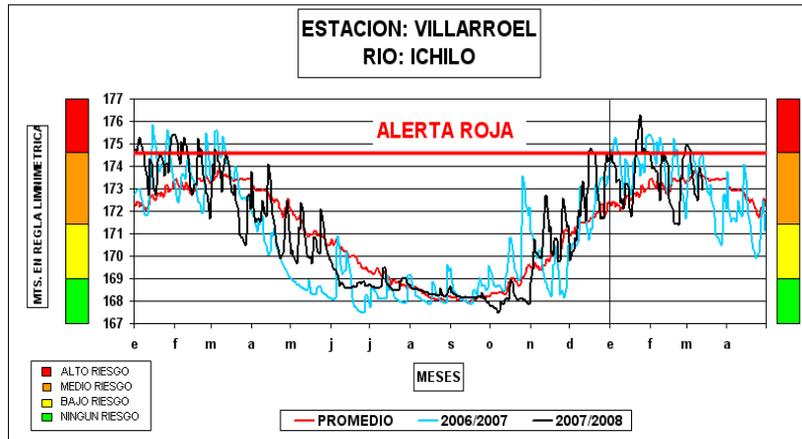


Figura 16.
Niveles de crecida: Estación Ibare, Río Ichilo

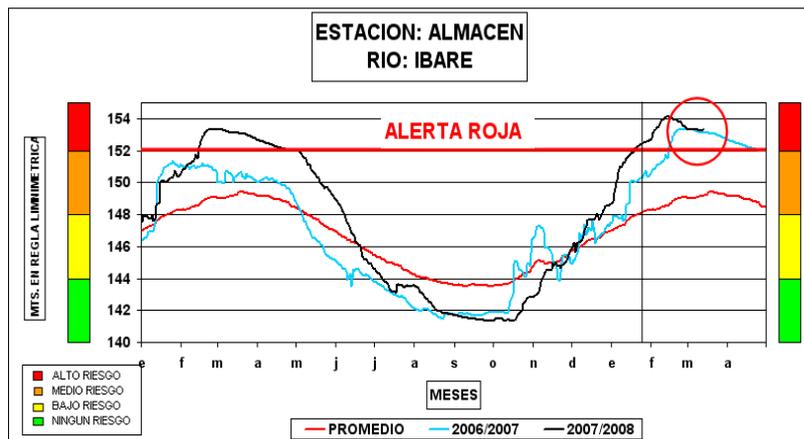
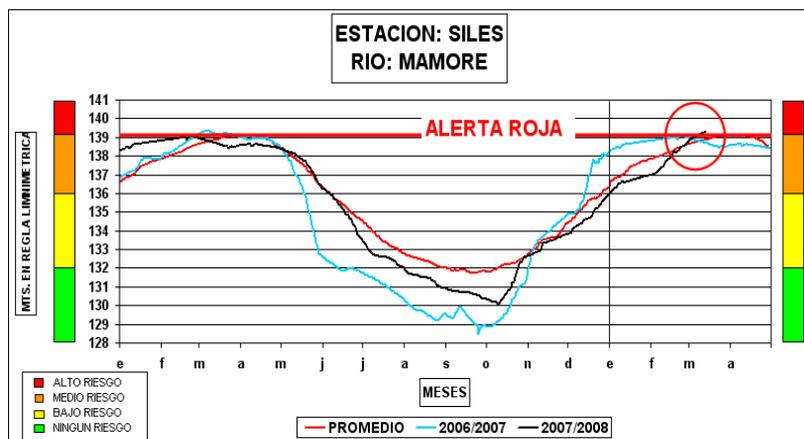


Figura 17.
Niveles de crecida: Estación Siles, Río Mamoré



Las conclusiones de estos comportamientos, nos indica que en la zona Alta del río Mamoré (Pto. Villarroel), los niveles bajaron, encontrándose a 1.60 metros **Bajo Nivel del Barranco**, en **ALERTA NARANJA** y con tendencia descendente.

La zona Media del Mamoré se encuentra en **ALERTA ROJA** y la zona Baja se mantiene en **ALERTA NARANJA**, manteniéndose la tendencia ascendente en ambas zonas. El río Ibare, se encuentra en **ALERTA ROJA**, con 1,29 m. **Sobre Nivel Barranco**, en Vaca Diez (Puerto Almacén), con leve tendencia ascendente.

Entre las recomendaciones emitidas por el SNHN, se deben mantener las medidas preventivas, en las siguientes zonas de influencia:

- Río Beni (entre Rurrenabaque, Cavinás, Riberalta y Villa Bella)
- Río Madre de Dios (entre Puerto Heath, El Sena y confluencia río Beni)
- Río Orthon (entre Porvenir, Puerto Rico y confluencia río Beni)
- Ríos Ichilo y Mamoré (entre Puerto Villarroel y Trinidad)
- Río Ibare (entre Puerto Almacén, Trinidad y confluencia río Mamoré)
- Río Yacuma (todas sus zonas de influencia)

De igual manera, se deberán incrementar las acciones dirigidas a la evacuación de personas y ganado a zonas altas, en las siguientes zonas de influencia:

- Río Mamoré (entre Puerto Siles, Guayaramerín)
- Río Itenez (entre Paredón, Versalles y Buena Vista)
- Río Blanco (todos los poblados ribereños)
- Río Itonamas (todos los poblados ribereños)

Por su parte, el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), también ha ido registrando los datos en relación a los niveles de crecida de los Ríos Mamoré, Ichilo y Beni, en cinco de sus estaciones de medición correspondientes a los ríos mencionados.

Una consolidación de los niveles de crecidas en las estaciones mencionadas, por quincenas a partir del mes de diciembre de 2001, se puede apreciar en el cuadro 3.

Cuadro 3.
Niveles Quincenales de Crecida, Ríos: Mamore, Ichiclo y Beni

Quincena	Guayaramerín	Puerto Siles	Pto. Villarroel	Riberalta	Rurrenabaque
Río	<i>Mamoré</i>	<i>Mamoré</i>	<i>Ichilo</i>	<i>Beni</i>	<i>Beni</i>
1ª_Dic_07	409,60	714,10	422,20	799,60	135,40
2ª_dic_07	810,81	714,10	305,58	977,91	149,31
1ª_ene_08	597,33	1057,43	562,97	860,90	222,43
2ª_ene_08	640,84	1137,41	690,44	1046,16	297,56
1ª_feb_08	687,30	1221,50	603,43	1162,87	250,50
2ª_feb_08	720,46	1313,57	589,25	1138,96	184,18
1ª_mar_08	747,50	1382,86	609,67	1121,47	267,97
2ª_mar_08	818,77		322,65	999,68	161,58

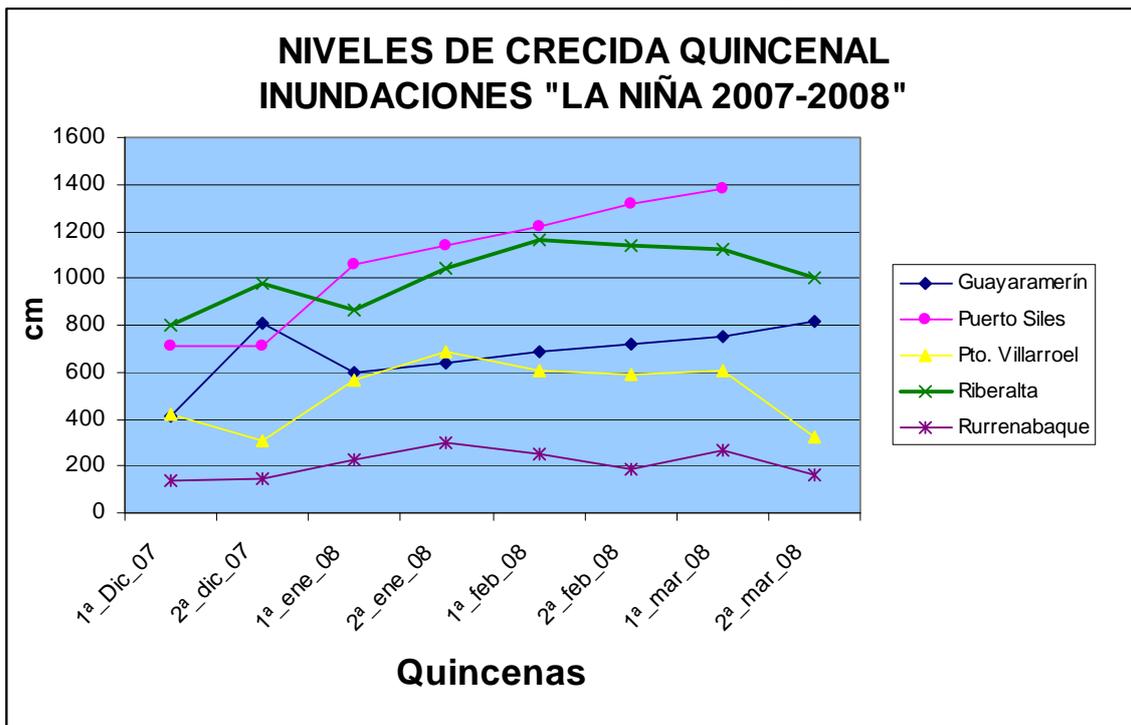
Fuente: SENAMHI

La representación gráfica 18, así como los datos mencionados, evidencia un comportamiento no del todo regular como cabría esperar en todos los ríos evaluados, pues en el caso de las estaciones correspondientes al río Mamoré (Guayaramerín y Puerto Siles), que se encuentran en la parte baja de Bolivia (Extremo norte), muestran aún una tendencia creciente, lo que significa que las aguas aún siguen en aumento en esta porción del río.

En el caso de la estación Puerto Villarroel, se observa que el mayor crecimiento se ha dado durante el mes de enero en el río Ichilo, observándose una tendencia a la disminución del nivel del río.

De igual manera, para el río Beni, las mediciones en las estaciones de Riberalta y Rurrenabaque, muestran que si bien ha habido una crecida del río durante los primeros días del año, actualmente la curva va adquiriendo una forma decreciente hacia finales del mes de marzo, lo que muestra tendencias de estabilización durante los próximos días.

Figura 18.
Niveles de crecida: Ríos Mamoré, Ichilo y Beni



Fuente: SENAMHI, 2008.

9. METODOLOGÍA DE ELABORACIÓN DEL MAPA

El proyecto se encuentra enmarcado dentro las ciencias de la geomensura innovando tecnología propia desarrollada y probada con anterioridad el año 2007, que ha significado la erogación de costos bajos comparada con los de un levantamiento cartográfico convencional.

Como respuesta inmediata las condiciones de ocurrencia del evento, la única alternativa técnica aplicable para el proceso de levantamiento de datos en la cuenca del Mamoré y sus afluentes es el uso de Sistemas de Teledetección Espacial (Imágenes satelitales y Fotografía Aérea), combinadas con verificación a partir de trabajo de campo, tanto por la inaccesibilidad del área de estudio, como por los costos astronómicos que significaría un levantamiento fotogramétrico convencional, sin tomar en cuenta los tiempos que conllevaría el procesado de las fotografías aéreas.

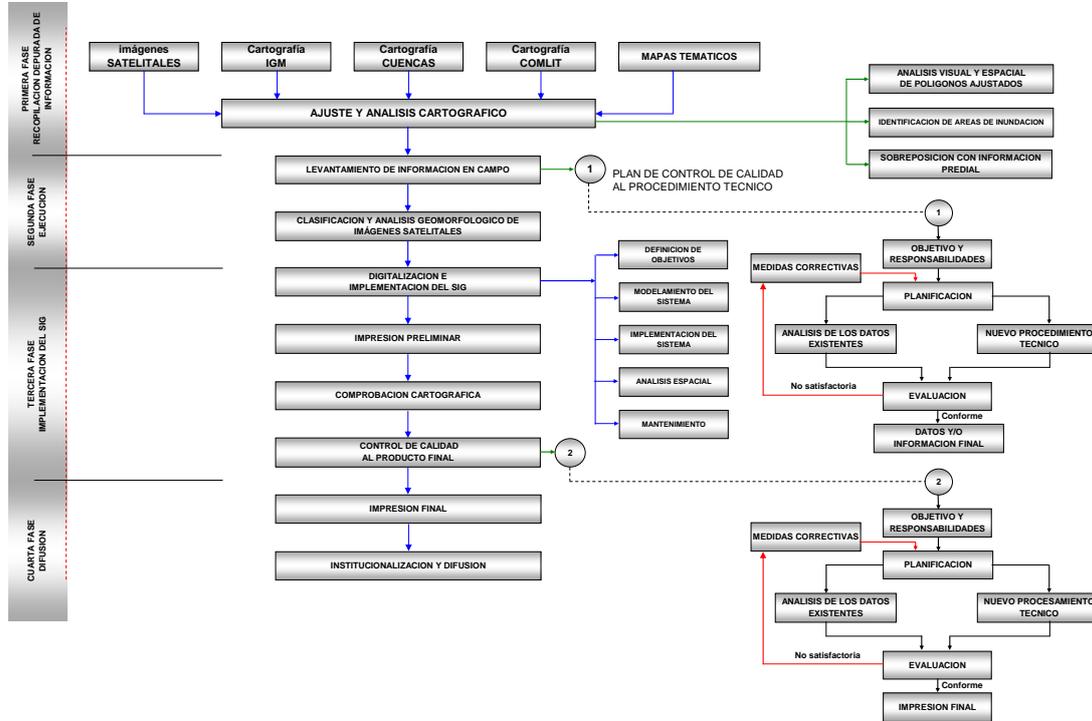
A través de esta tecnología se identifican de manera preliminar las áreas de influencia del fenómeno y que sirvan de base cierta para ejecución de la delimitación de los cuerpos de agua estacionales mediante sobrevuelos cinemáticos en una avioneta de porte pequeño de carácter comercial.

En la metodología propuesta, las actividades importantes giran alrededor de la base cartográfica, que necesariamente luego de ser levantada debe ser descargada a un Sistema de Información Geográfica, (SIG) y estará administrada, junto a otros componentes, por un sistema informático integral.

Para la elaboración del mapa de las zonas afectadas por las inundaciones en el área de la cuenca del río Mamoré y sus afluentes, se desarrollaron un conjunto de operaciones técnicas para lograr definir con precisión las áreas y predios afectados, por consiguiente se llevaron a cabo las siguientes actividades: Determinación de puntos de verificación de campo con equipo GPS Navegador, elaboración de un Modelo de inundación, Planificación de los vuelos de verificación, realización de vuelos de verificación y mapeo en tiempo real con video filmaciones y por último la generación de la cartografía escala 1:250.000.

El proyecto de elaboración del espaciograma de zonas afectadas por las inundaciones provocadas por el fenómeno “La Niña 2007-2008”, se ha desarrollado bajo la siguiente metodología de trabajo (ver figura 19).

Figura 19.
Esquema metodológico del proyecto cartográfico



Fuente: SUNIT/INRA, 2007

9.1 Recopilación de la información existente

Como se menciona anteriormente, dada las condiciones de ocurrencia del evento, la única alternativa técnica aplicable para el proceso de monitoreo de inundaciones en la cuenca del Mamoré y sus afluentes es el uso de Sistemas de Teledetección Espacial (Imágenes satelitales) de determinadas áreas. A través de esta tecnología se definen de manera preliminar las áreas de influencia del fenómeno y que sirvieron de base para la selección de tecnología complementaria, y de igual manera servirán para la formulación del procedimiento especial en la verificación del cumplimiento de la Función Económico Social (FES), en aquellos predios afectados.

En la metodología desarrollada en el marco de este proyecto, las actividades importantes giraron en torno a la base cartográfica, que necesariamente ha sido descargada en un Sistema de Información Geográfica (SIG), basada fundamentalmente en la “Caja de herramientas tecnológicas”, que posee el SUNIT, aportada por las diferentes instituciones vinculadas al manejo de la información espacial georeferenciada del territorio nacional, tanto cartografía de base, temática e imágenes satelitales.

Como todo proyecto de la rama de las ciencias de la geomensura, enmarcado en la representación de un ámbito geográfico, como un área afectada por las inundaciones, se rigió sobre la base de procesos realizados en el ámbito internacional, y que fueron

ejecutados de acuerdo a los estándares de un proyecto cartográfico: Evaluación, Planificación, Implementación y Gestión.

De esta manera se realizó una recopilación de información, se procedió al ajuste e interpretación geomorfológica de las imágenes de satélite, descargadas de la página Web de la NASA, además se contó con información complementaria elaborada por la Carta Internacional del Espacio y Desastres Mayores (*Internacional Charter Space & Major Disasters*), quienes elaboraron cartografía de áreas específicas tomando en cuenta información provista por diferentes estaciones receptoras, entre ellas la CONAE de la Argentina y UNOSAT, entre otros.

Toda esa información fue revisada y correlacionada para determinar áreas que previamente y en función de la información satelital, fueron identificadas, clasificadas y cuantificadas; para luego ser analizadas y cartografiadas como insumo previo al trabajo de campo.

En caso de la resolución geométrica de las imágenes de satélite MODIS es de 250 metros por píxel, lo que no permite realizar un análisis de mayor precisión, pero, al poseer información de carácter multispectral, permitió la identificación global de las áreas saturadas de agua en el área afectada de manera preliminar. Para lograr una mejor verificación del evento extremo y eliminar la interferencia de las nubes en las imágenes cubiertas, se realizó el análisis de una secuencia de imágenes de distintas fechas para hacer un seguimiento y monitoreo al evento de inundación.

9.2 Determinación de puntos de verificación de campo con equipo GPS Navegador

A objeto de establecer coordenadas de puntos de verificación (con GPS Navegador) en los límites de áreas inundadas se elaboró una ruta preliminar para el trabajo de campo consistente en el mapeo del área de inundación a partir de puntos de verificación mediante la determinación de coordenadas GPS.

Como resultado de esta labor se determinaron rutas aproximadas para el sobrevuelo de verificación de los puntos de control identificados previamente y establecer contacto visual en el terreno con aquellas zonas no precisadas en las imágenes de satélite, para definir con mayor propiedad las áreas inundadas ubicadas sobre el área del Río Mamoré y sus afluentes.

9.3 Modelo de inundación y clasificación de imágenes satelitales

El modelo de inundación del área de proyecto, fue elaborado previamente a los trabajos de campo, mas propiamente antes de la elaboración del Plan de Vuelo. El producto preliminar de inundación aproximado ha sido generado con los datos de monitoreo y clasificación de imágenes *MODIS* (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) - con sus Satélites *Aqua* y *Terra*- del periodo correspondiente a los meses de enero, febrero y marzo.

La ejecución de esta actividad permitió el establecimiento del perímetro aproximado de zonas afectadas por las inundaciones en la cuenca del Río Mamoré y sus afluentes, obteniéndose un mapa georeferenciado de la inundación de manera preliminar.

9.4 Planificación de los vuelos de verificación

Para la planificación de los vuelos de verificación, el equipo con personal especializado del SUNIT, se trasladó a la ciudad de Trinidad donde se planificaron los vuelos con los pilotos contratados para la ejecución del sobrevuelo del perímetro aproximado de las áreas afectadas por las inundaciones.

Para tal efecto se equiparon las avionetas con un equipo de computación, la videofilmadora, cámaras fotográficas y cuatro GPS navegadores debidamente configurados entre ellos y adecuados para realizar las mediciones sincronizadas necesarias para la elaboración del mapa de zonas afectadas por las inundaciones en toda el área afectada.

Sobre la base del modelo de inundación elaborado en forma preliminar que define aproximadamente el perímetro del área inundada, se fue realizando la planificación de las líneas de vuelo de verificación consignando la ubicación de las líneas de vuelo y horas de vuelo aproximado; la planificación ha sido realizada con anterioridad mínima de un día a la ejecución del sobrevuelo; en función a algunas condiciones climáticas adversas, como excesiva precipitación o nubosidad, algunas líneas de vuelo fueron modificadas en áreas por muestreo, previo análisis de campo.

9.5 Vuelos de verificación y mapeo a tiempo real con videografía

Para la ejecución del sobrevuelo sobre el perímetro aproximado de las áreas afectadas por las inundaciones, el Viceministerio de Tierras contrató los servicios de dos aeronaves privadas, en dos fechas diferentes, incluyendo a su correspondiente piloto para el cumplimiento de la misión.

Por su parte el SUNIT dispuso de un equipo de personal técnico especializado para ejecución de las actividades del trabajo de campo para la definición del perímetro de las zonas afectadas por las inundaciones en la cuenca del Río Mamoré y sus afluentes.

El equipo técnico estuvo conformado por un operador técnico de recepción y ruteo del sobrevuelo, un técnico encargado de la videofilmación y un técnico fotogrametrista, éstos dos últimos encargados de la toma de imágenes sincronizadas con los equipos GPS operados por el operador de la recepción de coordenadas y el ruteo respectivo, mismo que guiaba al piloto de la nave para seguir las rutas planificadas con antelación a cada sobrevuelo.

El sobre vuelo fue realizado por todo el perímetro aproximado del área de inundación de la cuenca del río Mamoré y sus afluentes que son parte de los departamentos de Beni, Santa Cruz y parte de Cochabamba.

Las avionetas fueron capturando las coordenadas a través de los equipos GPS instalados mismos que estuvieron sincronizados a las cámaras fotográficas que capturaron imágenes georeferenciadas del límite del espejo de agua.

Asimismo se obtuvieron videograbaciones, que también fueron sincronizadas con los GPS y que filmaron los lugares característicos de mayor impacto en la zona de inundación.

- **Sobrevuelo de fecha 12 de Marzo de 2008**

El día 12 de marzo, se realizó el sobrevuelo sobre el área de inundación (parte sur de Trinidad), en la aeronave con matrícula CP-1299, saliendo a horas 08:00 de Trinidad y siguiendo el curso de la inundación por el margen occidental de la misma, arribando a horas 11:15 al aeropuerto “El Trompillo” de la ciudad de Santa Cruz, donde la nave tuvo que aterrizar para repostar combustible.

El recorrido durante el trayecto de ida, sobrevoló las áreas cubiertas por agua de los municipios de Trinidad y San Andrés (en el departamento del Beni), y en el departamento de Santa Cruz, los municipios de Ascensión de Guarayos, El Puente, San Julián, Okinawa Uno, Warnes y Santa Cruz de la Sierra.

Durante el sobrevuelo se fueron capturando coordenadas GPS, fotografías con cámara digital de tipo convencional y videografía del área afectada, sobrevolando el límite de la inundación.

Luego de las operaciones de rutina, se retoma vuelo desde la ciudad de Santa Cruz a horas 13:15 y se retorna siguiendo el margen oriental del área de la inundación, arribando a horas 15:30 al aeropuerto “Jorge Henrich” de Trinidad.

Durante el trayecto de retorno se fueron observando las áreas afectadas del sobrevuelo realizado sobre los municipios de Santa Cruz de la Sierra, Porongo, Colpa Bélgica, Portachuelo, Montero, Saavedra, Mineros, San Pedro, Santa Rosa del Sara, San Juan de Yapacaní, y Yapacaní en el departamento de Santa Cruz; y en el Beni, por los municipios de Loreto y Trinidad.

- **Sobrevuelo de fecha 14 de Marzo de 2008**

Las condiciones de inoperabilidad que afectaron en la zona, perjudicaron el arribo de la nave CP-1299 a Trinidad, por lo que nos vimos obligados a gestionar en el aeropuerto otra aeronave de alguna otra empresa aérea, por lo que se realizaron los contactos con la empresa Loyola de propiedad del Capitán Francisco Arias.

A horas 11:30 se inició el sobrevuelo de la región ubicada al norte de Trinidad, donde se realizó el sobrevuelo en la avioneta CP-132 hasta la boca del Río Iténez, donde se pudo apreciar en toda su magnitud el desborde de los ríos y el área afectada por la

inundación, donde también se realizó la colección de puntos GPS y de igual manera se tomaron fotografías y se realizó la filmación del área afectada.

El vuelo se realizó en dirección este – norte - oeste y sur, retornando luego de cuatro horas de sobrevuelo al aeropuerto “Jorge Henrich” de la ciudad de Trinidad.

Los municipios afectados por áreas de inundaciones y sobrevuelos durante el trayecto, fueron partiendo desde el aeropuerto de Trinidad, San Javier, San Ramón, Magdalena, se volvió hacia la porción septentrional de San Ramón, para luego pasar por los municipios de Puerto Siles, Exaltación, Santa Ana de Yacuma, San Ignacio de Moxos, extremo sur occidental de San Javier, para retornar hacia el aeropuerto ubicado en el municipio de Trinidad.

9.6 Generación de la Cartografía Final

Partiendo de los resultados del trabajo de campo y la delimitación preliminar del área de la inundación, se fue elaborando el mapa final de la inundación, para lo que se tomó en cuenta tanto la información obtenida a partir de la clasificación de las imágenes del satélite MODIS, las imágenes enviadas por la Carta Internacional del Espacio y Desastres Mayores y se realizó la verificación con los puntos de control.

Posteriormente y ya contando con la información del área de la inundación, sobre la base de 20 hojas topográficas de la carta nacional IGM, elaboradas a escala 1:250.000 e imágenes del satélite LANDSAT de época seca, se realizó la sobreposición e intersección de los predios saneados y los que tienen pericias de campo hasta la fecha.

Una vez identificados los predios afectados, se procedió al cálculo de las superficies afectadas, tanto en valor absoluto como relativo, con lo que se procedió a la elaboración del listado adjunto en el presente documento.

Como información complementaria, se incorporaron al mapa, las coordenadas de los puntos GPS recolectados durante el trabajo de campo realizado por FEGABENI, en el Catastro Ganadero, donde se identifica la coordenada de la vivienda o infraestructura del predio.

10. RESULTADOS DEL ESPACIOMAPA DE INUNDACIONES 2007

El año 2007 se dio en el país y en la región entera, el fenómeno de “El Niño”, aunque con una inusitada crecida de las aguas, que ocasionó una serie de desbordes en las cuencas del río Mamoré, Ichilo e Iténez, entre otras.

Como resultado de dichas inundaciones, se produjo una considerable pérdida de ganado vacuno principalmente, además de cultivos en la región oriental.

Para mitigar las consecuencias de éstos desastres, el Gobierno Nacional, emitió el DS. 29040 de 28 de febrero de 2007, que declara situación de Desastre Nacional, por la presencia de efectos climáticos provocados por “*El Niño*” 2006 – 2007.

El artículo 29 de la Ley 3545 de 28 de noviembre de 2006, establece que se reglamentará el tratamiento de los desastres o catástrofes naturales declarados mediante Decreto Supremo, que afecten a los predios. En tal sentido el INRA deberá tomar recaudos necesarios para continuar con la ejecución del proceso de saneamiento de la propiedad agraria.

Asimismo, el gobierno nacional ha emitido el Decreto Supremo No. 29062 de 15 de marzo de 2007, la misma que en su artículo 2; Identificación Geográfica de Predios Afectados dispone que; El Instituto Nacional de Reforma Agraria identificara geográficamente y con precisión las áreas y predios afectados objeto del presente Decreto Supremo y elaborara a través de medios técnicos actuales, principalmente imágenes satelitales, sin perjuicio de vuelos fotogramétricos y otros, un mapa de zonas afectadas que constituirá la base para la nueva planificación en la verificación de la función económica social FES. El Mapa deberá estar concluido en un plazo improrrogable de 30 días a partir de la publicación del presente decreto supremo.

Estos antecedentes han dado lugar a que el INRA mediante sus unidades operativas planifique y ejecute el Proyecto de Espaciograma de Zonas Afectadas por Inundaciones en la Cuenca del río Mamoré y sus Afluentes.

La superficie afectada, cubre un total de 7.491.712,95 Has, siendo el departamento mayormente afectado el del Beni, con 6.344.139,45 Has, le sigue en superficie Santa Cruz con 1.025.584,78 Has y luego el departamento de Cochabamba con 121.988,72 Has afectadas. Un resumen de municipios afectados se puede apreciar en el cuadro siguiente.

Cuadro 4.
Superficies afectadas por las inundaciones “El Niño 2007” a nivel municipal

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	MUNICIPIO	SUPERFICIE (ha)
Beni	Cercado	San Javier	459929,4905
Beni	Cercado	Trinidad	198943,3590
Beni	General Jose Ballivian	San Borja	61061,0122
Beni	General Jose Ballivian	Santa Rosa	165281,6340
Beni	Itenez	Huacaraje	10547,0478
Beni	Itenez	Magdalena	10318,0864
Beni	Mamore	Puerto Siles	190721,8252
Beni	Mamore	San Joaquin	566285,1443
Beni	Mamore	San Ramon	786240,1214
Beni	Marban	Loreto	394320,5500
Beni	Marban	San Andres	390058,9537
Beni	Moxos	San Ignacio	1027043,1582
Beni	Vaca Diez	Guayaramerin	54420,4640
Beni	Yacuma	Exaltacion	926478,0913
Beni	Yacuma	Santa Ana de Yacuma	1102490,5165
Total			6344139,4543
Cochabamba	Chapare	Villa Tunari	121988,7190
Total			121988,7190
Santa Cruz	Andres Ibañez	El Torno	726,0529
Santa Cruz	Andres Ibañez	La Guardia	415,3729
Santa Cruz	Andres Ibañez	Porongo (Ayacucho)	1658,0363
Santa Cruz	Andres Ibañez	Santa Cruz de la Sierra	677,6506
Santa Cruz	Guarayos	El Puente	227366,4231
Santa Cruz	Ichilo	San Carlos	7947,1235
Santa Cruz	Ichilo	San Juan	64765,9406
Santa Cruz	Ichilo	Yapacani	89775,1265
Santa Cruz	Ñuflo De Chavez	Cuatro Canadas	29600,7169
Santa Cruz	Ñuflo De Chavez	San Julian	189135,9664
Santa Cruz	Obispo Santisteban	Fernandez Alonso	39546,6460
Santa Cruz	Obispo Santisteban	General Saavedra	6377,7988
Santa Cruz	Obispo Santisteban	Mineros	4891,0609
Santa Cruz	Obispo Santisteban	Montero	987,1947
Santa Cruz	Obispo Santisteban	San Pedro	164084,3095
Santa Cruz	Sara	Colpa Belgica	777,8459
Santa Cruz	Sara	Portachuelo	2175,0305
Santa Cruz	Sara	Santa Rosa del Sara	154174,1318
Santa Cruz	Warnes	Okinawa Uno	32446,7132
Santa Cruz	Warnes	Warnes	8055,6357
Total			1025584,7766
		Total de Superficie	7491712,9499

Con los resultados del espaciograma, se ha realizado la intersección con los predios afectados tanto en toda su superficie como parcialmente, -objetivo de la elaboración del mencionado proyecto cartográfico-; los resultados de manera resumida, muestran que en el total de la superficie, se han afectado un total de 2.136.751,37 Has, mientras que de manera parcial, en toda el área afectada, se han llegado a afectar 839.781,78 Has; lo que hace un total de 2.976.533,15 Has de predios afectados.

El detalle de predios afectados por departamento, se puede apreciar en los cuadros 5 y 6.

Cuadro 5.
Resumen general de predios afectados totalmente por inundaciones durante el fenómeno “El Niño 2007”

PREDIOS AFECTADOS AL 100%

DEPARTAMENTO	Nº PREDIOS	Superficie (ha)
Beni	537	1888274,259
Cochabamba	5	6205,6175
Santa Cruz	741	242271,4936
Total	1283	2136751,3697

Cuadro 6.
Resumen general de predios afectados parcialmente por inundaciones durante el fenómeno “El Niño 2007”

DEPARTAMENTO	Nº PREDIOS	Superficie Afectada (ha)	Superficie Predio (ha)
Beni	229	521106,8943	1385161,3448
Cochabamba	7	72993,3374	568598,8593
Santa cruz	652	245681,5524	712926,5506
Total	888	839781,7840	2666686,7547

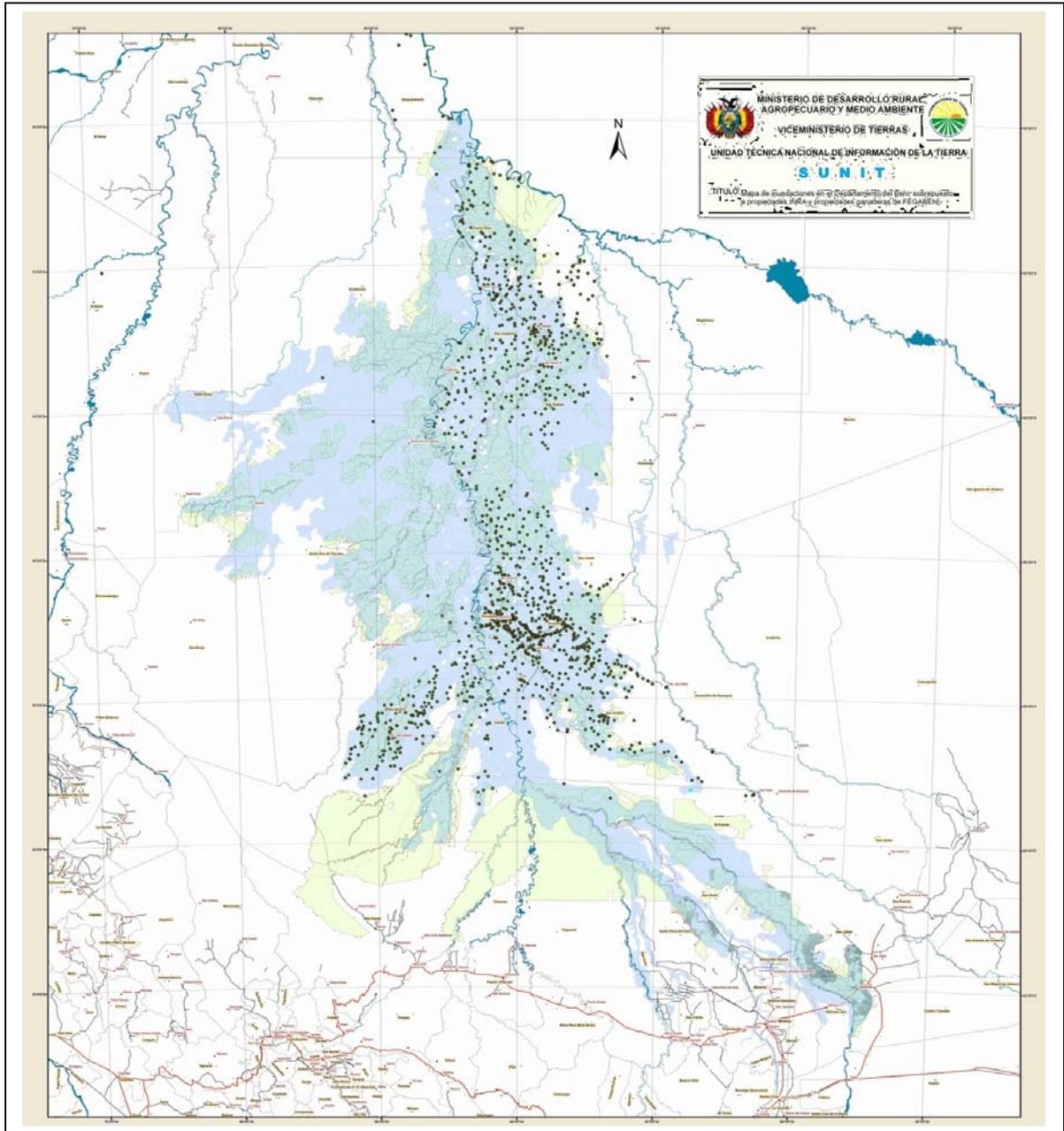
Total General	2171	2976533,1537
----------------------	-------------	---------------------

Si bien el área afectada cubre una superficie de 7,49 millones de hectáreas y los predios afectados solamente llegan a cubrir casi a 2,98 millones de hectáreas, la explicación ante esa diferencia, se debe a que no toda la superficie del área afectada se encontraba saneada por el INRA hasta ese momento, o también debido a que no toda el área afectada se encontraba ocupada.

El Mapa resultante de toda el área cubierta por la inundación, se puede apreciar a continuación (Ver mapa 6), e incluye en color celeste toda el área afectada, mientras que en color amarillo, se observan los predios afectados por el mencionado fenómeno.

De igual manera, los puntos que se observan en el mismo mapa, corresponden a las propiedades ganaderas, información proporcionada por FEGABENI.

Mapa 6.
Inundaciones ocasionadas por el Fenómeno “El Niño 2007”



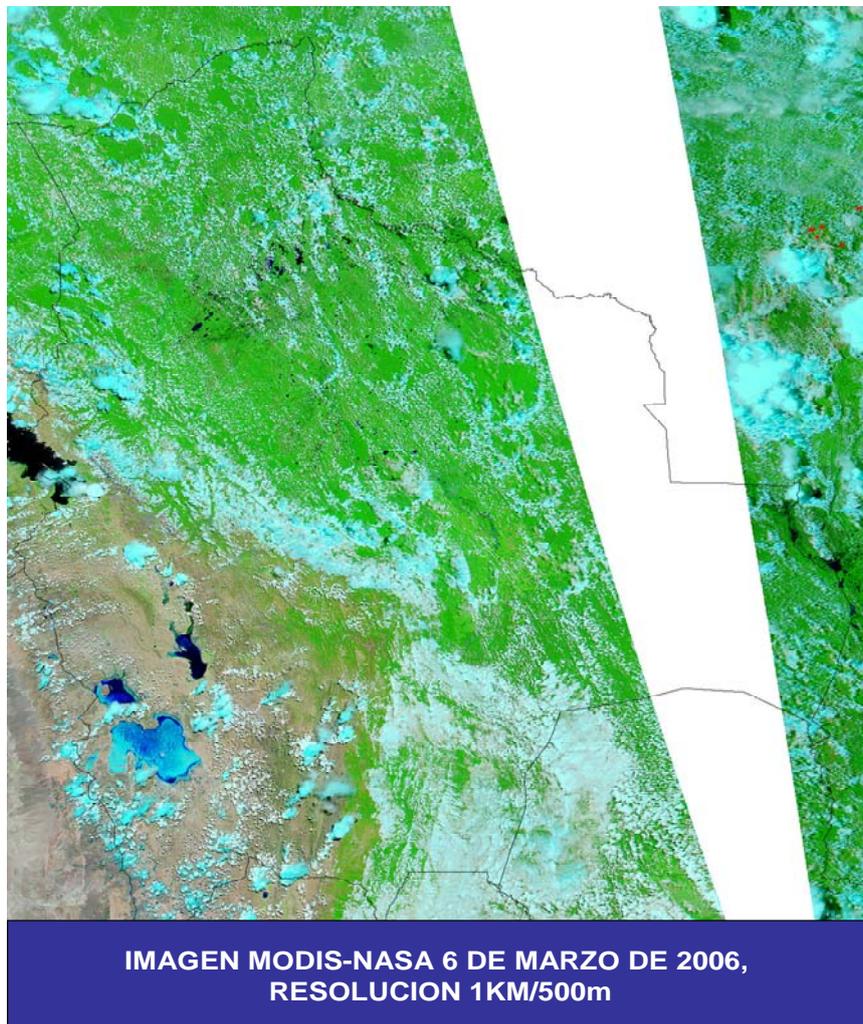
Fuente: INRA/SUNIT.

11. ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE IMÁGENES SATÉLITALES.

A continuación se presenta un breve análisis de imágenes colectadas del satélite MODIS, donde se quiere mostrar, en primera instancia, que el área afectada por las inundaciones corresponde a una zona de inundación tradicional, que ha recibido una inusitada cantidad de precipitación lo que ha ocasionado un exceso de agua que ha ocasionado un fuerte desequilibrio en el balance hídrico de la zona.

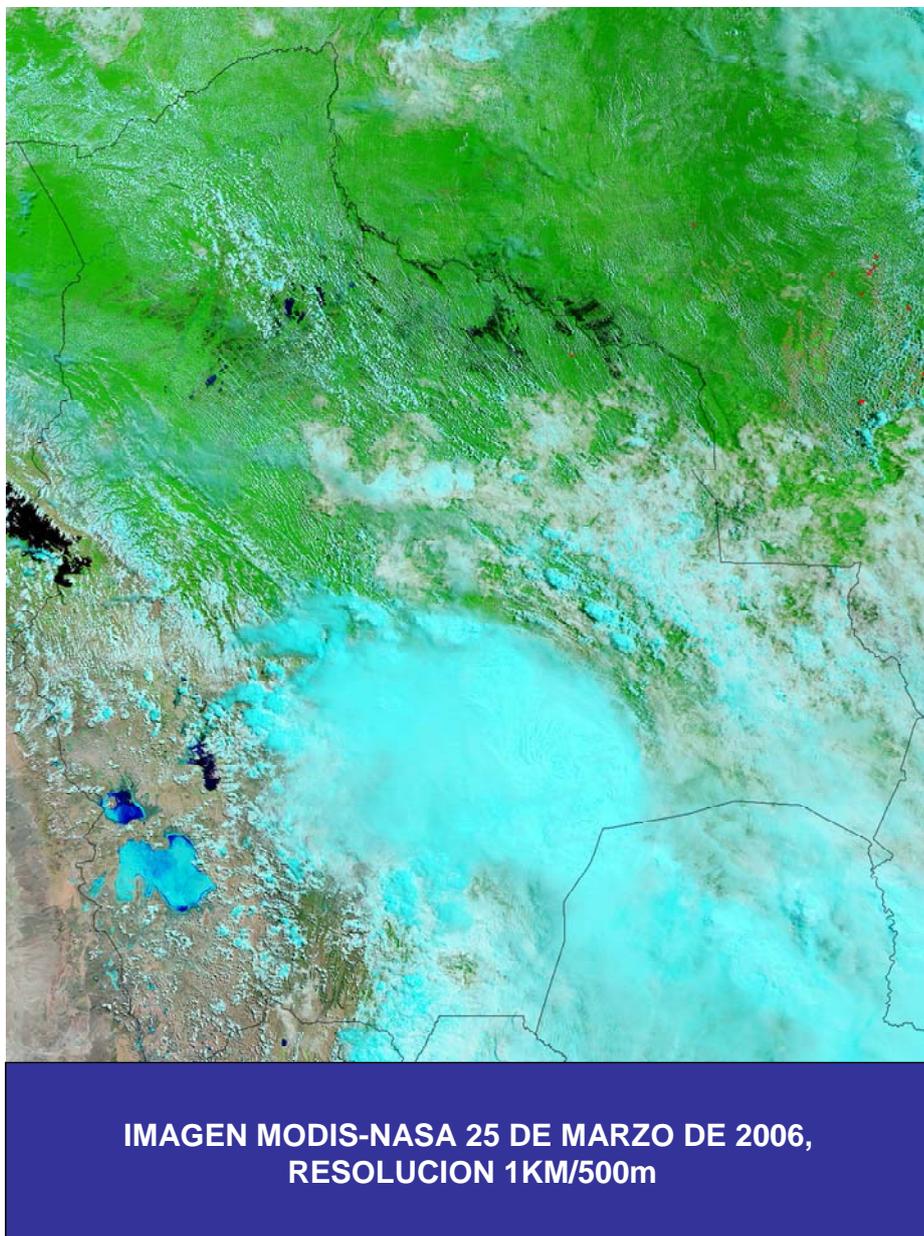
Análisis de Imágenes Satelitales del Año 2006

Figura 20. Imagen del 6 de marzo del año 2006



El análisis de la imagen del 6 de marzo de 2006 muestra claramente los cuerpos de agua perennes y algunas zonas inundadas en las sabanas benianas tradicionales de inundación, que se puede observar en la imagen como manchas de color negro.

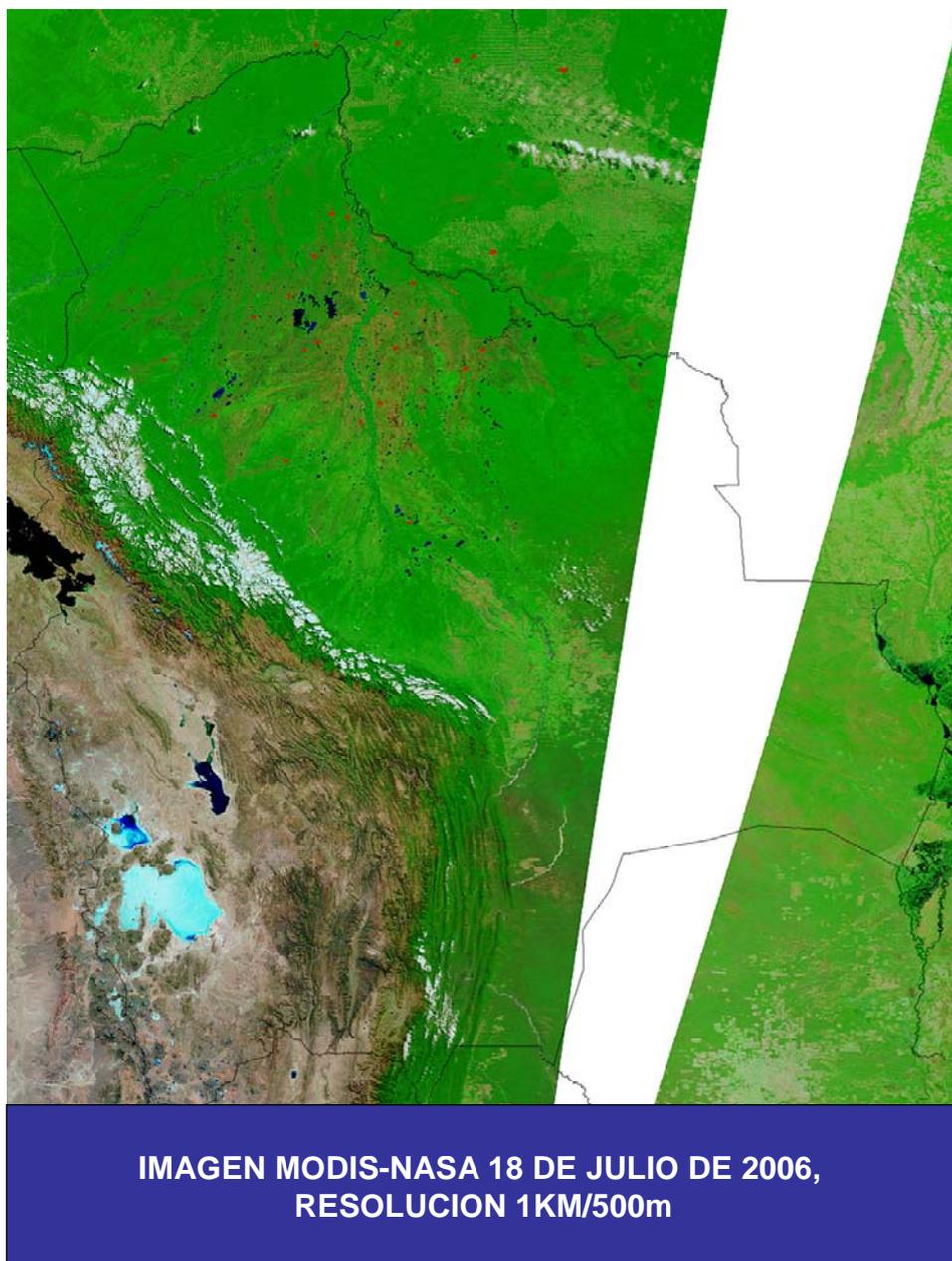
Figura 21. Imagen del 25 de marzo del año 2006



En la imagen del 25 de marzo de 2006, de acuerdo a la presencia de mayor cantidad de áreas color negro se interpreta como presencia de agua y vegetación anegada en la zona tradicional de inundación; que de ninguna manera significaron inundaciones a gran escala como las ocurridas en el presente año 2007.

Es necesario indicar que la zona de llanura de la amazonía boliviana se inunda cada año en la época de lluvias, esta zona se observa claramente en la imagen siguiente.

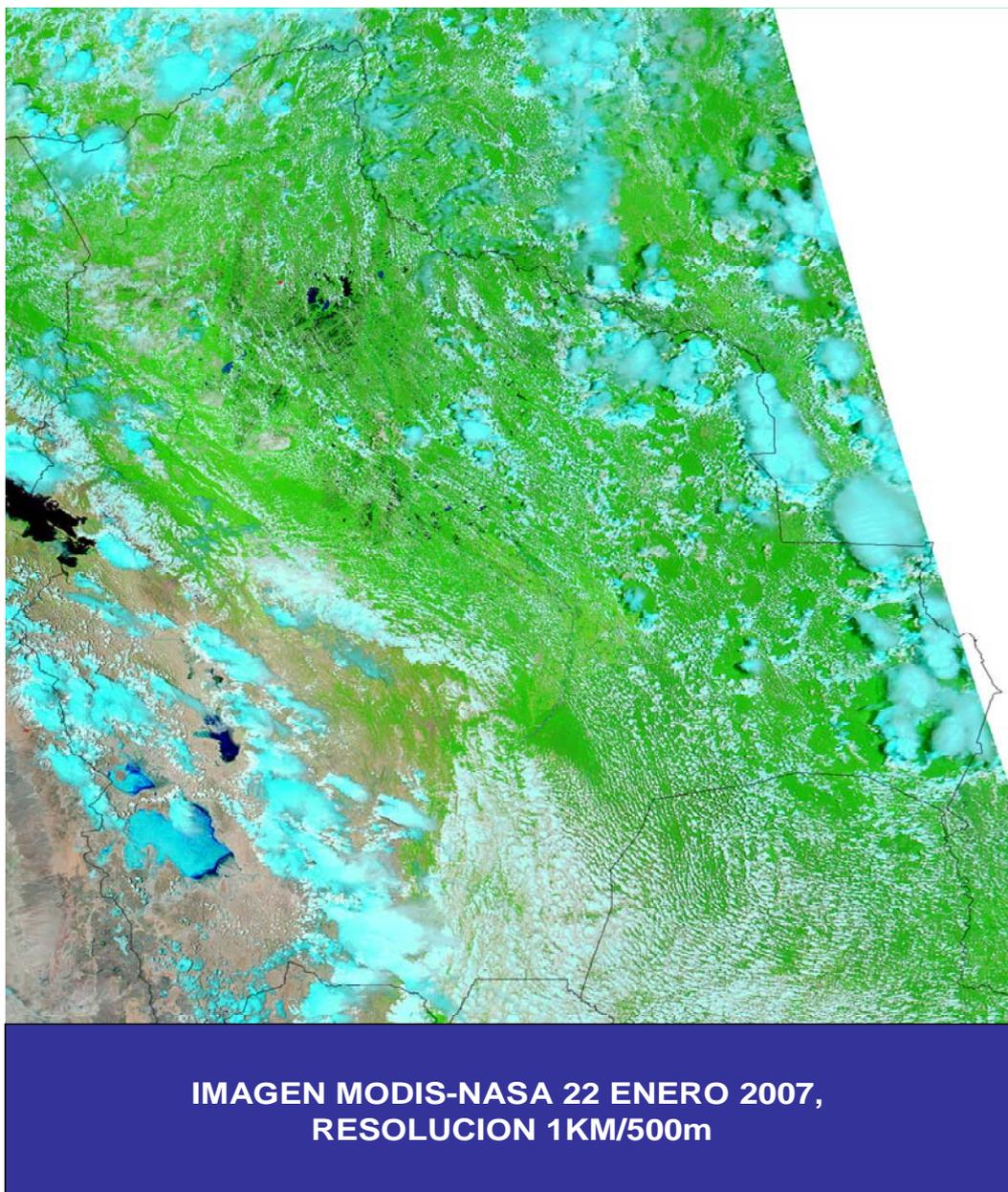
Figura 22. Imagen del 18 de julio del año 2006



La imagen anterior nos muestra que el agua ha desaparecido por completo, en la escena del 18 de julio del 2006, se observa que quedan solamente los cuerpos de agua permanentes característicos del lugar. Como se explicaba anteriormente se observa claramente las cuencas hidrográficas vulnerables a inundaciones por desborde de río. Por otra parte y al tratarse de una época seca, se da inicio a las quemas de pastizales y chaqueos en la zona. Así, los puntos de color rojo se interpretan como lugares de *chaqueos* en la zona.

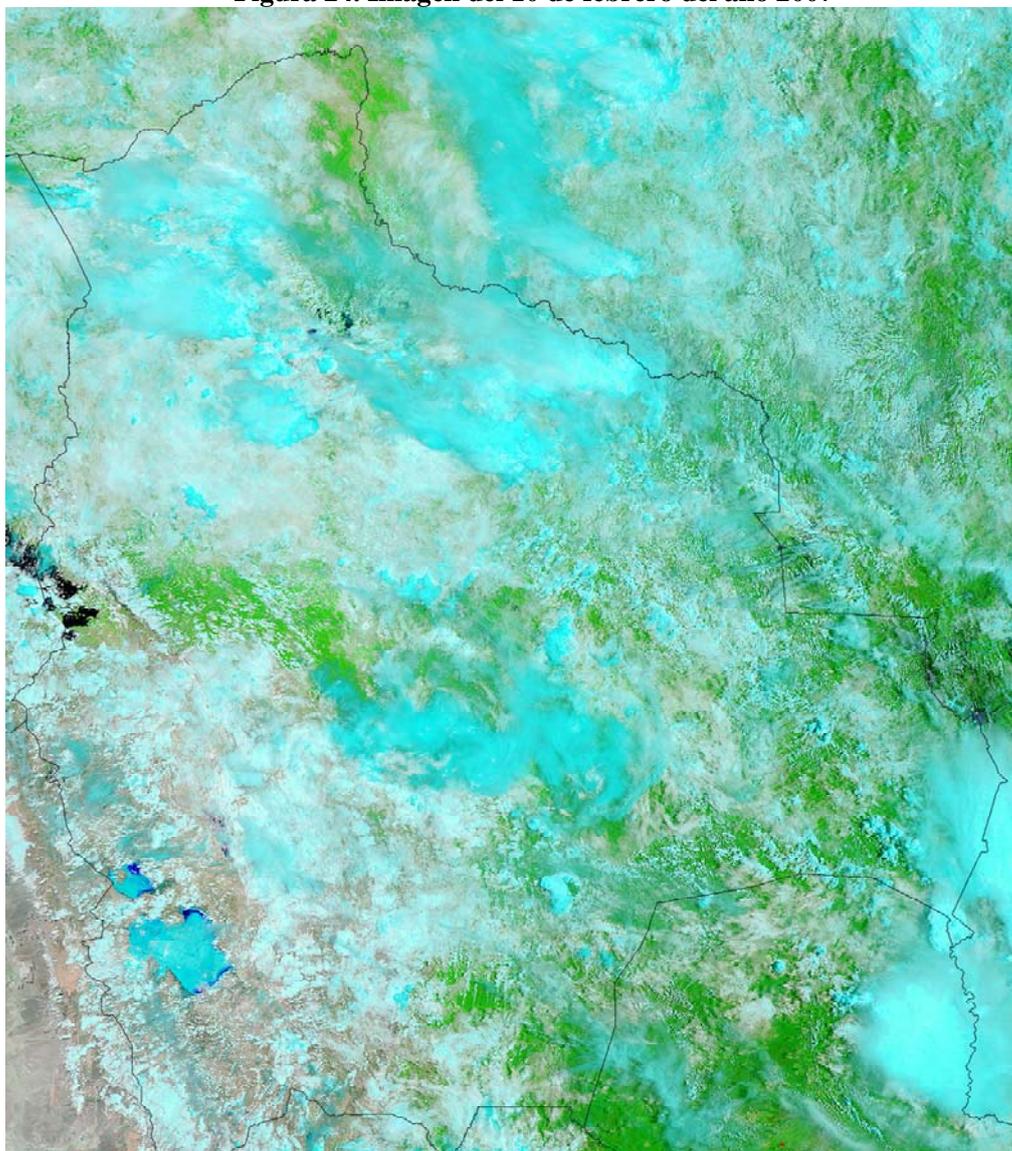
10.2 Análisis de las imágenes “El Niño 2007”

Figura 23. Imagen del 22 de enero del año 2007



Para el año 2008, se comienza a sentir el impacto del fenómeno “El Niño”, en la imagen del 22 de enero de 2007 la zona tradicional de inundación se observa ya con agua, la misma que muestra principios de inundación, sin embargo en esa fecha la zona relativa inundación todavía no significaba un área de inundación con categoría de desastre.

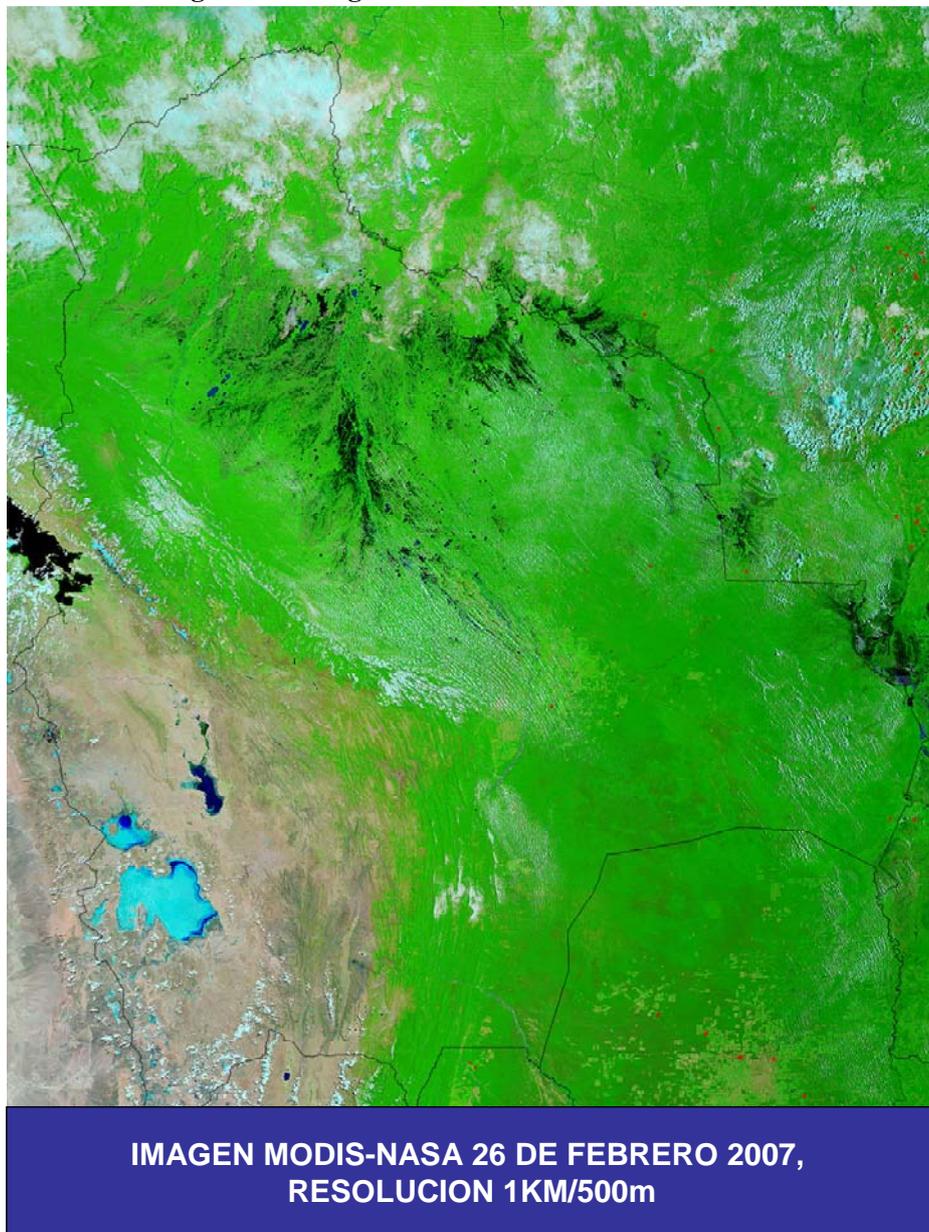
Figura 24. Imagen del 10 de febrero del año 2007



**IMAGEN MODIS-NASA 10 DE FEBRERO 2007,
RESOLUCION 1KM/500m**

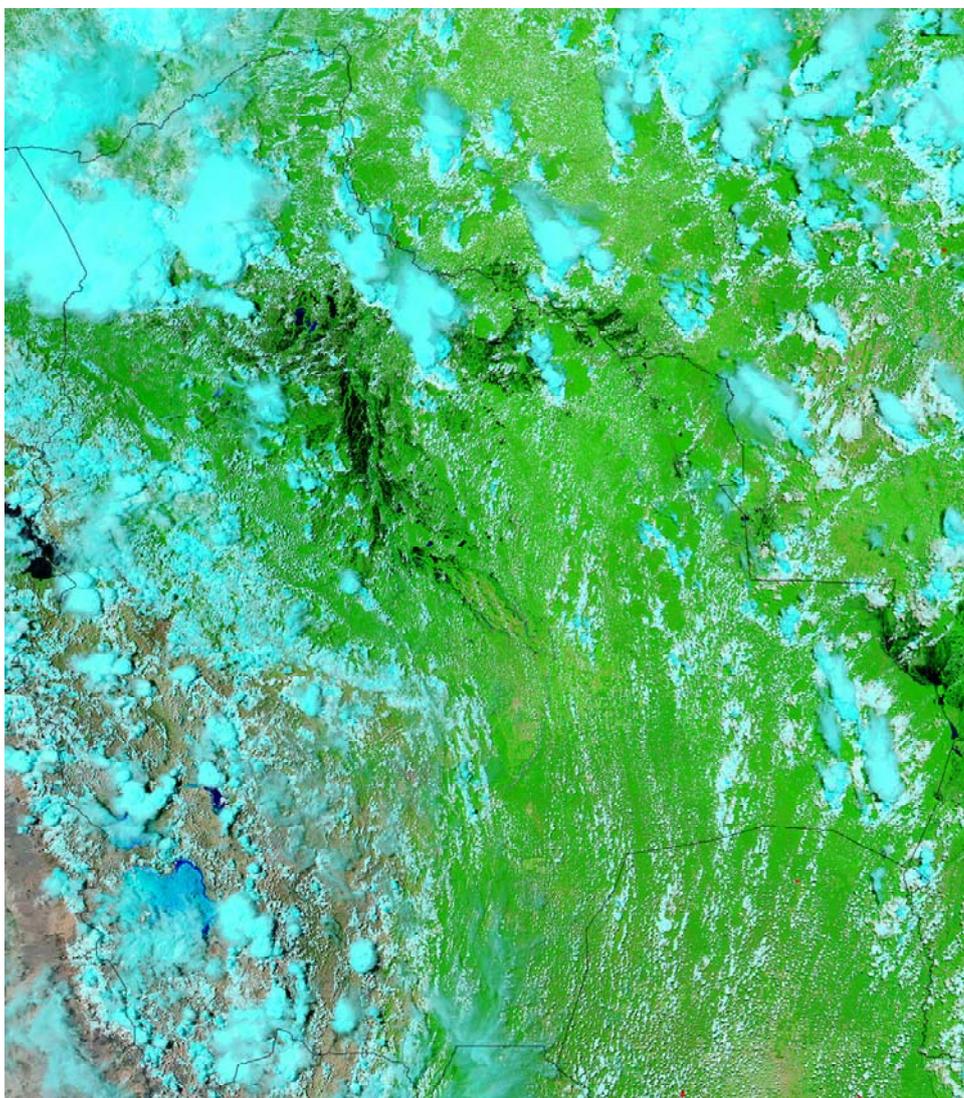
La imagen del 10 de febrero la zona se encuentre completamente nublado y no se puede ver el desarrollo de la inundación, pero muestra con claridad la intensidad de las lluvias en casi todas las cuencas hidrográficas del amazonas, lo que incrementó notablemente el caudal de las aguas y la escorrentía en las partes altas de las cuencas.

Figura 25. Imagen del 22 de febrero del año 2007



En la imagen del 26 de febrero de 2007, se observa que la inundación alcanza niveles alarmantes debido al crecimiento de las áreas de color negro intenso, lo que se interpreta como aguas sin vegetación o agua con más de un metro de profundidad. Las áreas con aguas crecen constantemente y cubren casi toda el área del municipio de Trinidad, el área con agua se desplaza hacia el norte y se aproxima peligrosamente a Santa Ana de Yacuma.

Figura 26. Imagen del 6 de marzo del año 2007



**IMAGEN MODIS-NASA 6 DE MARZO 2007,
RESOLUCION 1KM/500m**

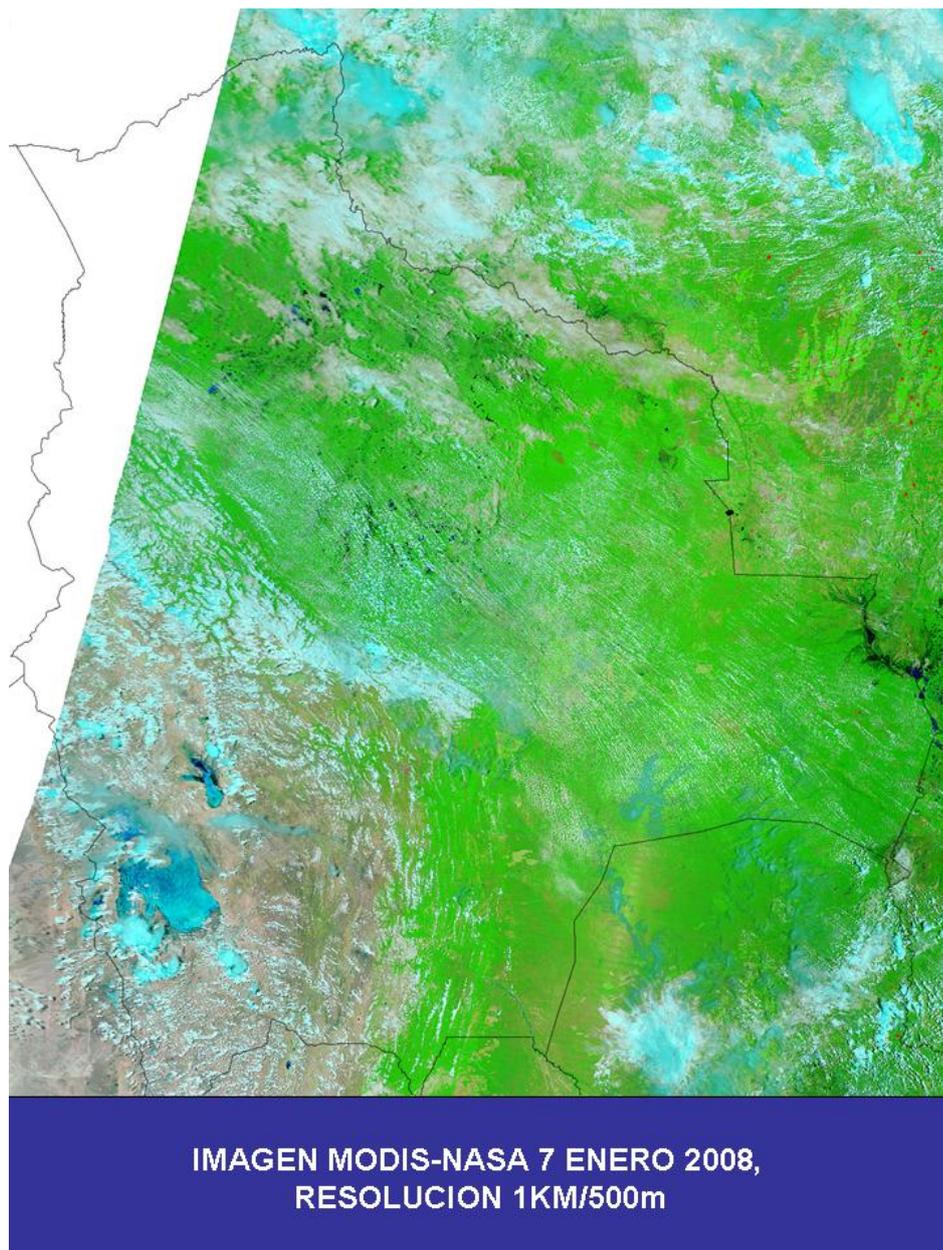
En la imagen del 6 de marzo del 2007, se observa claramente que el agua ya ha llegado a la zona de Santa Ana de Yacuma, asimismo el color de las aguas en la imagen satelital se ha tornado más oscura, lo que significa que el nivel de las aguas ha subido significativamente. La presencia de nubes y la resolución geométrica de la imagen no permite distinguir mayores áreas de inundación.

Con el análisis multitemporal realizado con las imágenes satelitales de distintas fechas, las mismas que fueron superpuestas e identificándose cuerpos de agua permanentes para no

incurrir en confusiones, se ha logrado determinar en ésta fecha en forma aproximada la siguiente área afectada por la inundación en la cuenca del río Mamoré y sus afluentes (departamentos de Beni, Santa Cruz y parte de Cochabamba), en una superficie aproximada de 4.896.656 ha., con un error Probable de $\pm 20\%$.

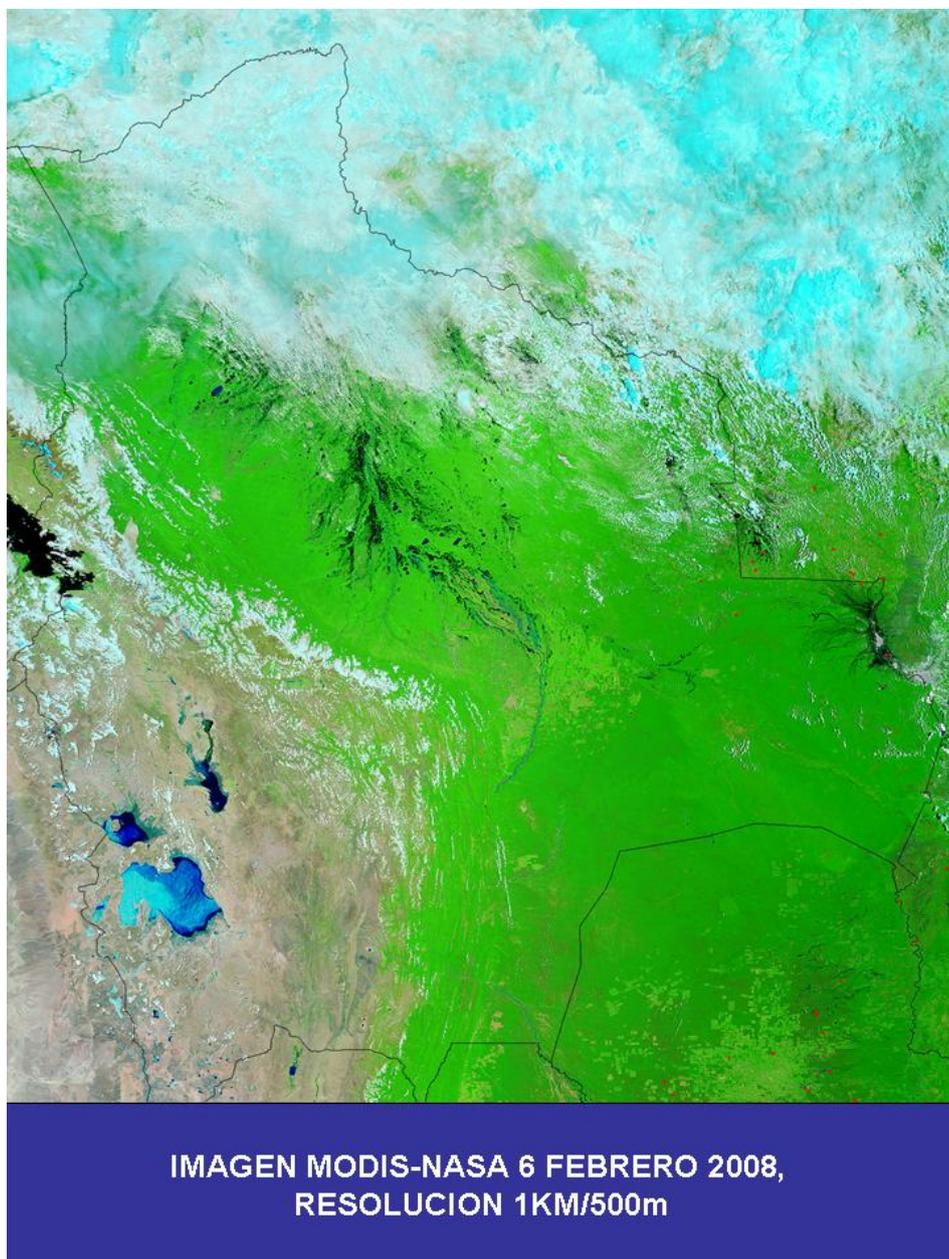
10.3 Análisis de las imágenes “La Niña 2008”

Figura 27. Imagen del 7 de enero del año 2008



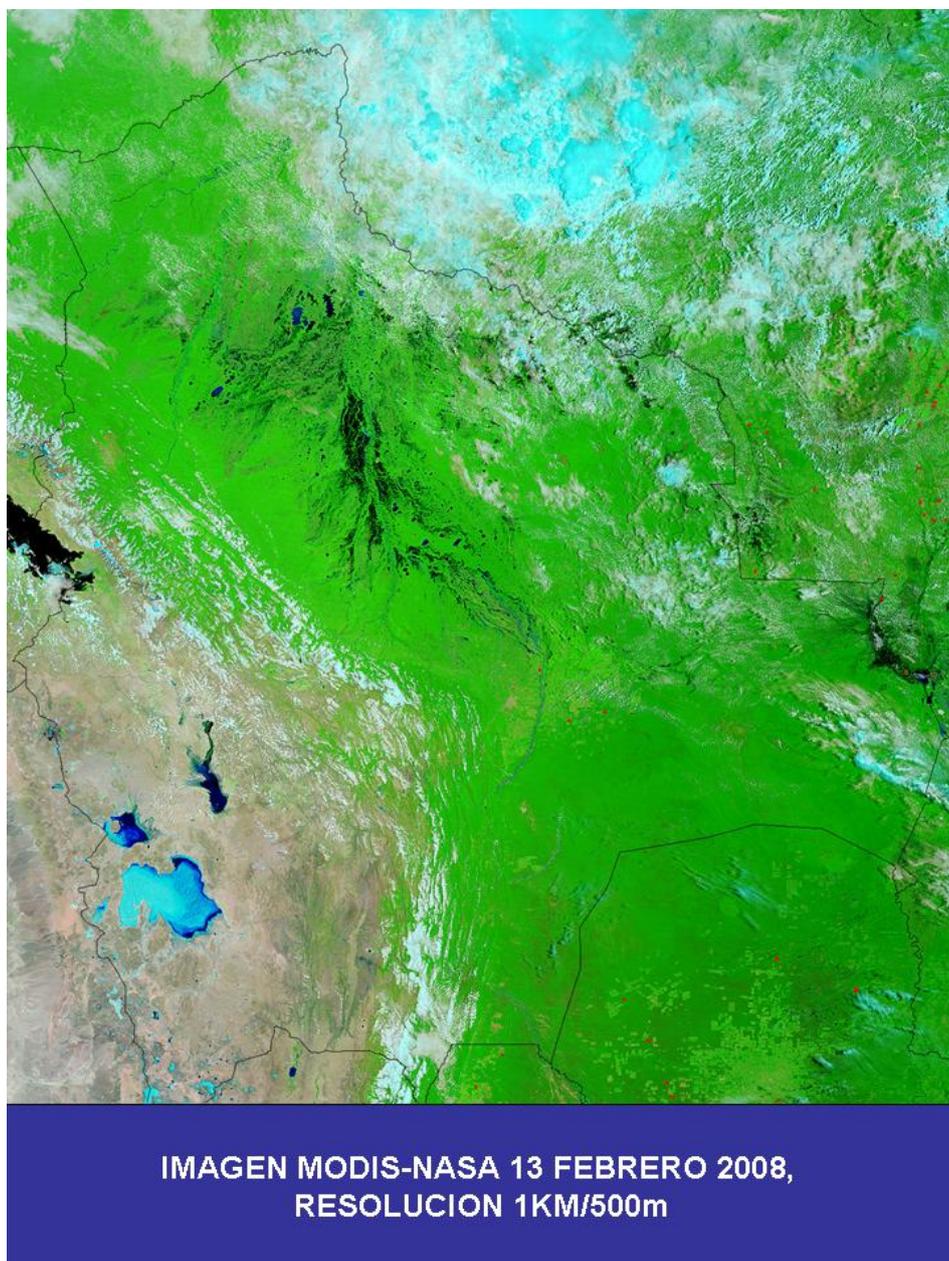
En ésta imagen aún no se nota una gran incidencia de acumulación de agua en la cuenca del río Mamoré, y solamente se observan las típicas áreas de humedales, como manchas de color gris oscuro a negro.

Figura 28. Imagen del 6 de febrero del año 2008



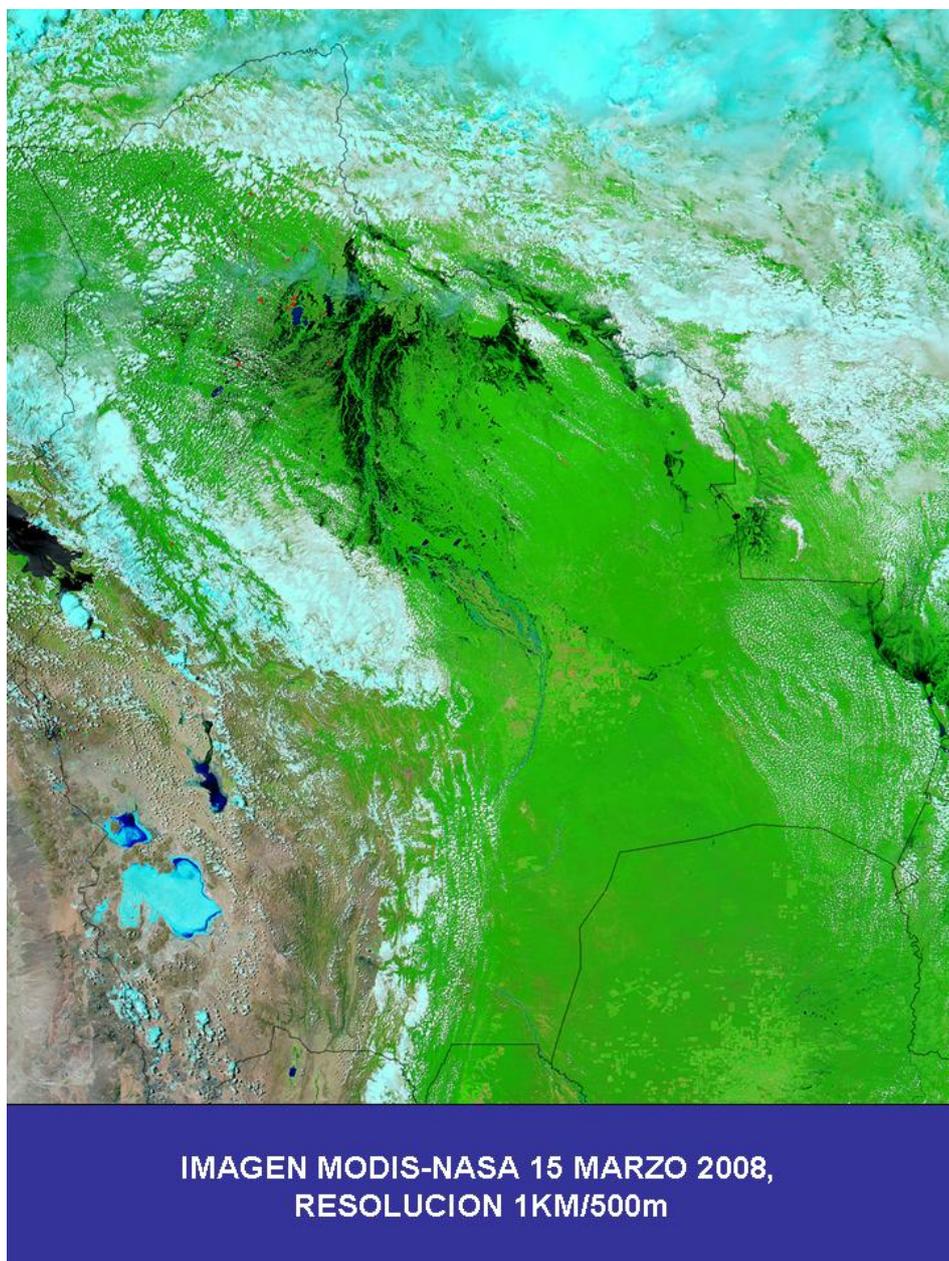
En ésta imagen se comienza a observar la acumulación de agua en exceso en la parte central de Bolivia (norte del departamento de Santa Cruz) y con tendencia hacia el norte de la cuenca del río Mamoré, en el departamento del Beni.

Figura 29. Imagen del 13 de febrero del año 2008



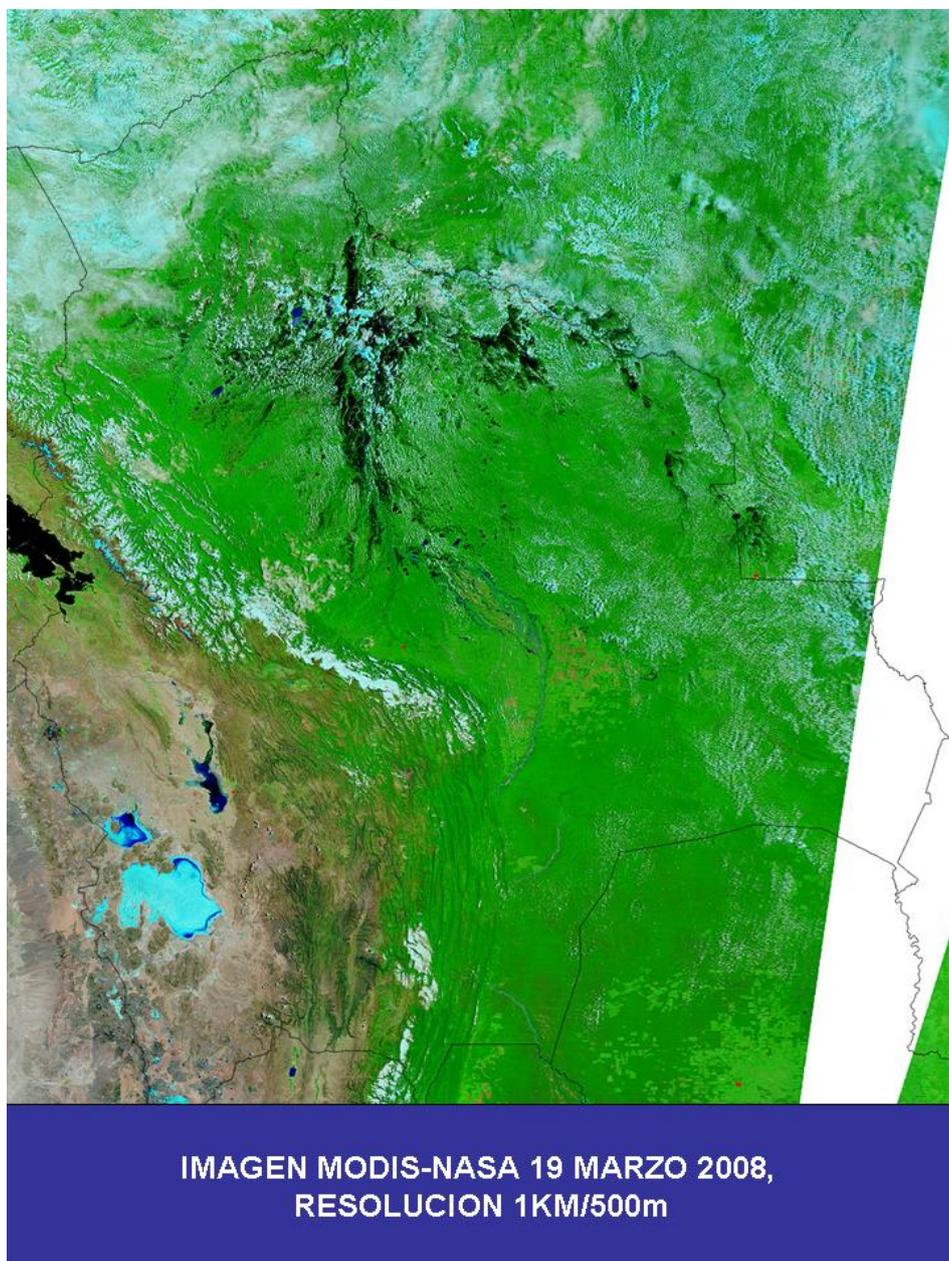
La mancha de color negro, correspondiente a una acumulación de agua profunda, se observa mucho mayor, demostrando que ha habido un desborde de las aguas de los ríos; además se observan las áreas de inundación en su alrededor.

Figura 30. Imagen del 15 de marzo del año 2008



Para el 15 de marzo de 2008, se puede apreciar en la imagen MODIS, que la mancha de agua se ha incrementado considerablemente, además de avanzar hacia la parte media de la cuenca y se nota un avance aguas abajo, hacia la cuenca del río Iténez.

Figura 31. Imagen del 19 de marzo del año 2008



La imagen MODIS, de fecha 19 de marzo de 2008, muestra que las aguas prácticamente han llegado a la parte baja de la cuenca llegando a la desembocadura del río Itenez.

12. Productos elaborados por instituciones extranjeras.

Como se menciona anteriormente, a nivel internacional se activó la Carta Internacional del Espacio y Desastres Mayores, siendo algunas instituciones que trabajan en el ámbito de los sensores remotos, como el CONAE de la Argentina, con espaciomapas elaborados por el

INA (Instituto Nacional del Agua), así como UNOSAT (*United Nations Operational Satellite Applications*), las encargadas de colocar en Internet información sobre algunas áreas afectadas, ejemplos que, se adjuntan a continuación, en las figuras 21 a la 36.

Productos incorporados en la Web, sobre inundaciones “La Niña 2008” en Bolivia

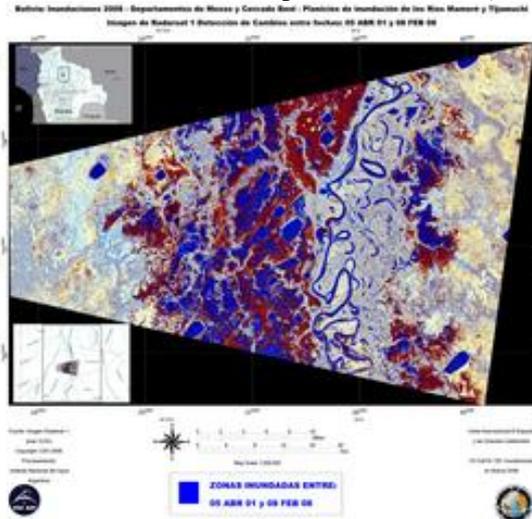


Fig. 32. Detección de cambios, imagen radar Fuente: Radarsat-1, resolución 12,5m/píxel. Datos de: 08/02/2008; 05/04/2001. Análisis de cambios, planicies de inundación de los ríos Mamoré y Tijamuchi. Copyright CSA 2008. Tratamiento de imágenes, mapa creado 12/02/2008 por INA.

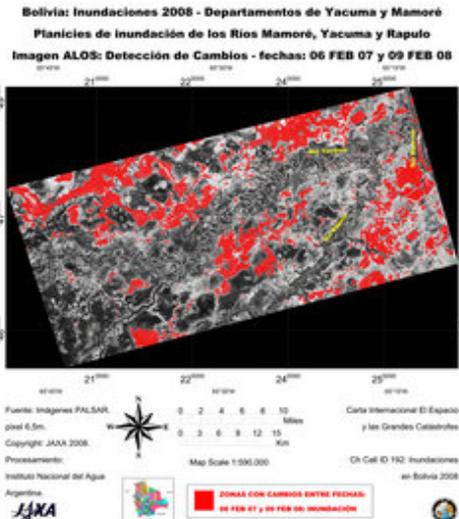


Fig. 33. Detección de cambios, planicies de inundación de los ríos Mamoré, Yacuma y Rapulo, de dos imágenes ALOS Palsar de 06/02/2007 y 09/02/2008. Copyright JAXA 2008. Tratamiento de imágenes, mapa creado 14/02/2008 por INA.

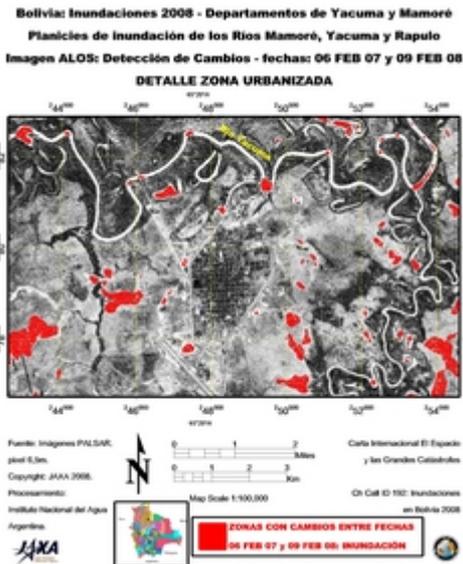


Fig. 34. Detección de cambios, planicies de inundación de los ríos Mamoré, Yacuma y Rapulo, detalle de zonas urbanizadas, de dos imágenes ALOS Palsar de 06/02/2007 y 09/02/2008. Copyright JAXA 2008. Tratamiento de imágenes, mapa creado 14/02/2008 por INA.

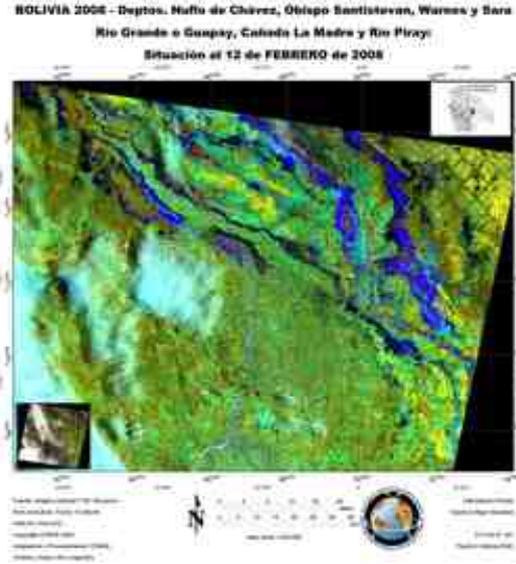


Fig. 35. Composición de Imagen, R:b4,V:b5;B:b3, path 231, row 072, Landsat TM de zonas inundadas en los departamentos de Ñuflo de Chávez, Obispo Santisteban, Warnes y Sara; ríos Grande o Guapay, Cañada la Madre y Piraí. Credit USGS, Copyright CONAE 2008. Tratamiento de imágenes, mapa creado 26/02/2008 por INA.

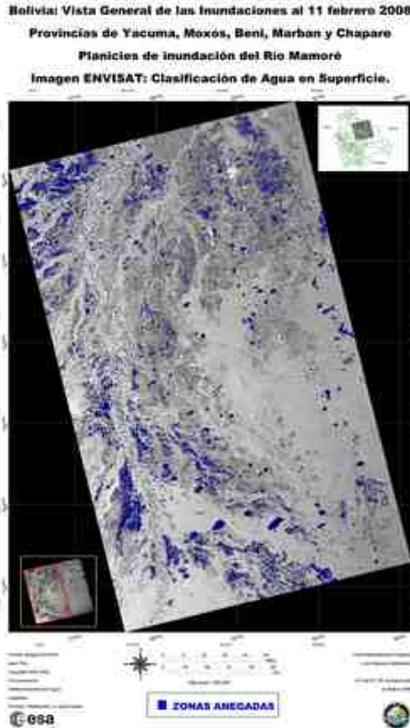


Fig. 36. Vista general de inundaciones al 11 febrero 2008, Provincias de Yacuma, Moxos, Beni, Marbán y Chapare, planicies de inundación del Rio Mamoré; imagen Envisat: clasificación de agua en superficie. Copyright ESA 2008. Creado 18/02/2008 por INA.

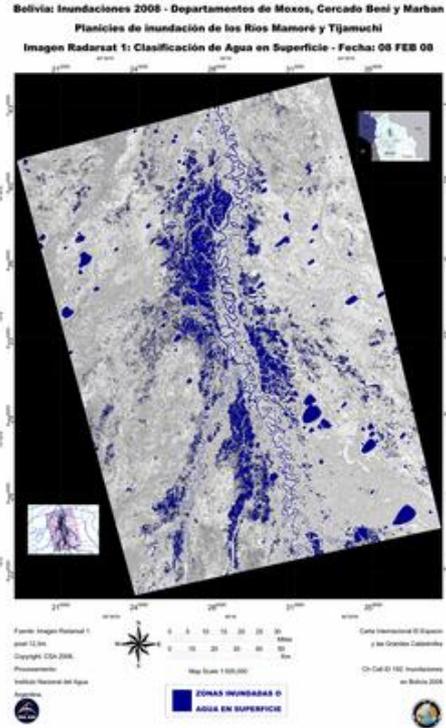


Fig. 37. Clasificación de agua en superficie, planicies de inundación de los ríos Mamoré y Tijamuchi. Copyright CSA 2008. Tratamiento de imágenes, creado 12/02/2008 por INA.

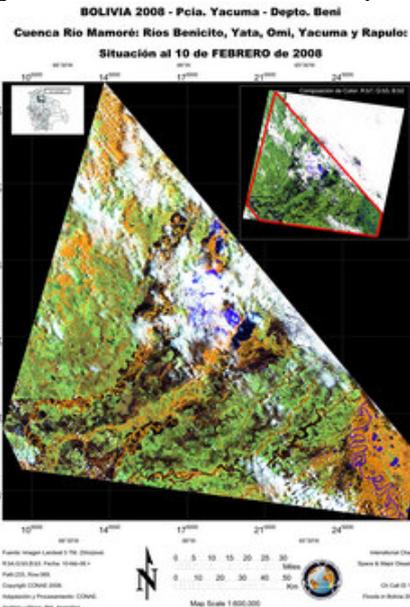


Fig. 38. Landsat-5 TM, resolución 25m/pixel Datos de: 10/02/2008. Composición de Imagen, R:b4,V:b5;B:b3 Path:233, Row:069, zonas inundadas en la cuenca del Rio Mamoré, Provincia Yacuma, Beni, Ríos Benicito, Yata, Omi, Yacuma y Rapulo. Copyright CONAE 2008. Creado 26/02/08 por INA.

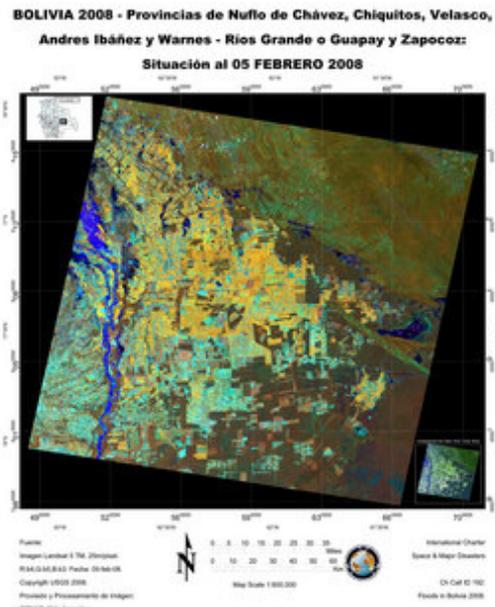


Fig. 39. Composición de Imagen, R:b4,V:b5;B:b3, Landsat TM de zonas inundadas en las provincias de ñuflo de Chávez, Chiquitos, Velasco, Andrés Ibáñez y Warnes; ríos Grande o Guapay y Zapoco. Credit USGS, Copyright CONAE 2008. Mapa creado 26/02/2008 por INA.

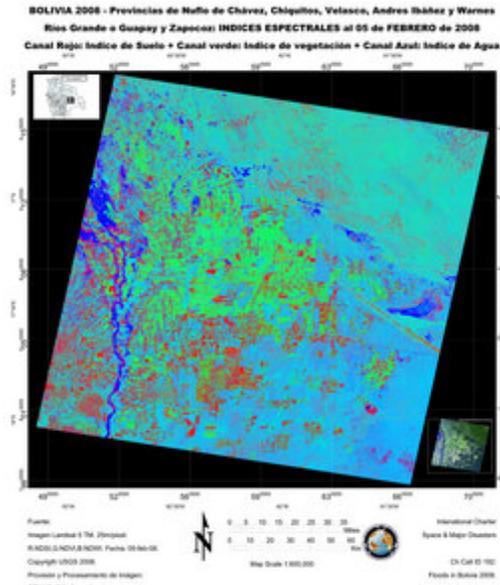


Fig. 40. Landsat-5 TM, índices espectrales Datos de: 05/02/2008, zonas inundadas, provincias de Ñuflo de Chávez, Chiquitos, Velasco, Andrés IBáñez y Warnes; Ríos Grande o Guapay y Zapoco rivers. Red: soil; green: vegetation; blue: water. Credit USGS, Copyright CONAE 2008 . Tratamiento de imágenes, mapa creado 26/02/2008 por INA.

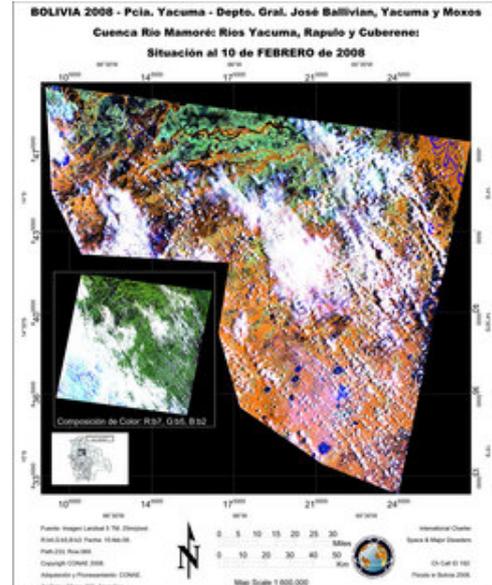


Fig. 41. Composición de Imagen, R:b4,V:b5;B:b3, path 231, row 072, Landsat TM de zonas inundadas en la provincia de Yacuma, departamento de Gral. José Ballivián, Yacuma y Moxos; cuenca del Río Mamoré, ríos Yacuma, Rapulo y Cuberene. Credit USGS, Copyright CONAE 2008. Tratamiento de imágenes, mapa creado 26/02/2008 por INA.



Fig. 42. Imagen Envisat ASAR mostrando las zonas inundadas en las provincias de Yacuma, Mamoré, Moxos, Cercado Beni, Marbán. Copyright ESA 2008 Tratamiento de imágenes, mapa creado 03/02/2008 por INA.

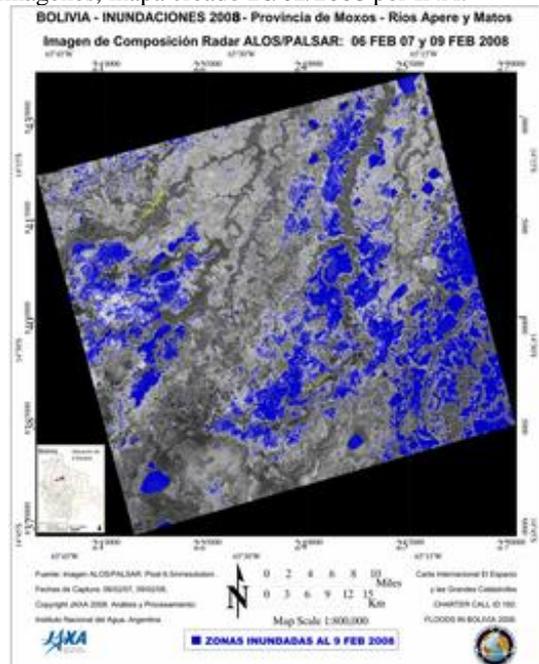


Fig. 43. Detección de cambios, planicies de inundaciones de los ríos Mamoré, Yacuma y Rapulo, de dos imágenes radar ALOS Palsar de 06/02/2007 y 09/02/2008. Copyright JAXA 2008. Tratamiento de imágenes, mapa creado 14/02/2008 por INA

Fuente: http://www.disasterscharter.org/disasters/CALLID_192_s.html

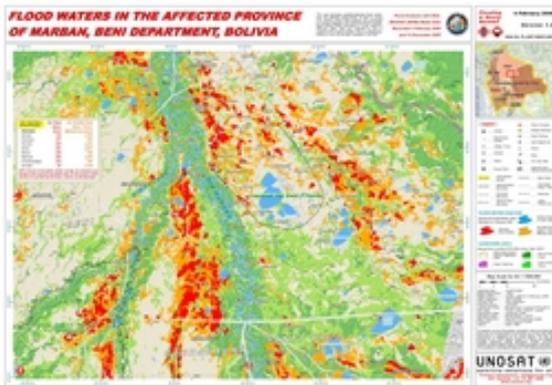


Fig. 44. Inundaciones detectadas por satélite en el Departamentos del Beni. Análisis por detección de cambios con escenas radar (150m) del ENVISAT-ASAR (WSM) del 12 de Dic. 2005 y 3 de Feb. 2008. Datos recolectados por ESA en apoyo a la Carta Internacional Espacio y Desastres Mayores. Análisis preliminar aun no validado en el terreno. UNOSAT.



Fig. 45. Zona urbana de Trinidad, capital departamental del Beni. Análisis de inundaciones realizado mediante una sola escena TerraSAR-X captada el 14 febrero 2008. Escenas RADARSAT captadas el 8 de febrero 2008 y 5 de abril 2001 también utilizadas. Análisis preliminar aun no validado en el terreno. UNOSAT.

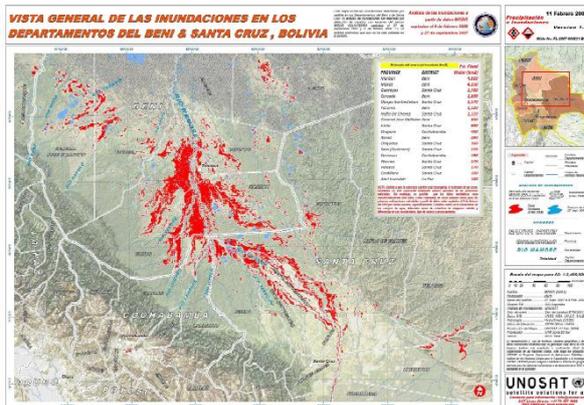


Fig. 46. El análisis de inundaciones fue realizado por detección de cambios con escenas del sensor MODIS AQUA/TERRA captadas el 27 de septiembre 2007 y 6 de febrero 2008. Es un análisis preliminar que aun no ha sido validado en el terreno. UNOSAT.

NOTA: Debido a que la cobertura satélite está incompleta, el estimado de las áreas inundadas en km2 representa solamente valores parciales de las provincias enlistadas. Sin embargo, es posible que los datos verdaderos sean considerablemente más altos.

Fuente: http://unosat.web.cern.ch/unosat/asp/prod_free.asp?id=79

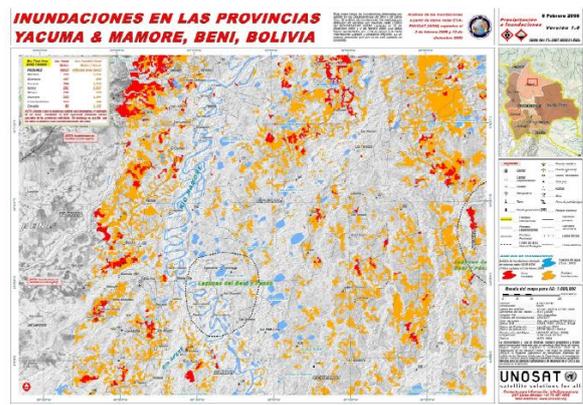


Fig. 47. Este mapa ilustra las inundaciones detectadas por satélite en los Departamentos del Beni. El análisis de inundaciones fue realizado por detección de cambios con escenas radar (150m) del ENVISAT-ASAR (WSM) captadas el 12 de Diciembre 2005 y 3 de febrero 2008. Los datos fueron recolectados por ESA en apoyo a la Carta Internacional Espacio y Desastres Mayores. Es un análisis preliminar que aun no ha sido validado en el terreno. UNOSAT.

El juego de imágenes descargado en la Web, relacionado a las áreas de inundación, fue de igual manera utilizado para fines de comparación con las áreas inundadas en nuestro país, verificando previamente su veracidad espacial y su correspondiente georeferenciación, que al no contar con la base cartográfica y los estándares cartográficos para el entorno nacional, no siempre contaban con la georeferenciación adecuada, aspecto que fue subsanado previamente.

Uno de los inconvenientes en relación a la información descargada, (por las características propias de los satélites y sensores utilizados), estuvo ligado a que el juego de imágenes no cubría totalmente el área afectada desplegando porciones de áreas afectadas, que si bien sirvió de mucha ayuda, se tuvo que recurrir además otro tipo de herramientas y técnicas para el análisis del resto de las áreas para tener una visión global del fenómeno y el área afectada.

13. Resultados de las Inundaciones “La Niña 2007 – 2008”

Las siguientes fotografías tomadas durante el mes de marzo 2008, muestran en forma clara las zonas afectadas por las inundaciones, tanto en predios de carácter agrícola como ganadero en los departamentos de Santa Cruz y Beni.

Figura 48. Predios agrícolas cubiertos por la inundación, departamento de Santa Cruz



Figura 49. Predios agrícolas afectados por desborde de río, departamento de Santa Cruz



Figura 49. Predios ganaderos totalmente afectados por la inundación, depto. del Beni



Figura 50. Áreas afectadas por desborde de río, departamento del Beni



Fuente: SUNIT /VT.

De igual manera se pueden apreciar fotografías de lugares no afectados por la inundación, ubicados en tierras más elevadas, donde se aprecian potreros y ganado.

Figura 51. Potreros y predios sin afectación, en lugares elevados, departamento del Beni



Figura 52. Predio no afectado de vocación ganadera, departamento del Beni



Fuente: SUNIT /VT.

14. GENERACIÓN DE INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

14.1 Información espacial de predios, ríos y lagunas

La información predial del estado de saneamiento de la propiedad agraria correspondiente a las zonas afectadas por las inundaciones en los departamentos de Santa Cruz y Beni, fue solicitada y entregada por los personeros del INRA.

Por otra parte, para la cuantificación del área afectada por las inundaciones, no se consideraron los cuerpos de agua permanentes que se encuentran dentro o parcialmente en el área afectada, por su característica de permanencia.

Asimismo, el SUNIT para el logro de los objetivos planteados, utilizó las imágenes satelitales Landsat TM 5 del año 2006 para la generación de los Espaciomapas de las inundaciones a escala 1:250.000.

14.2 Superficies afectadas por inundaciones a nivel municipal

Las superficies afectadas por la inundación fueron calculadas sobre la base de información de límites político-administrativos, la información geográfica generada del perímetro de las zonas afectadas por inundaciones y digitalización de cuerpos de agua en el interior del área afectada por las inundaciones, descontando las superficies de ríos y lagos que se encuentran en el interior del área afectada o parcialmente ubicadas en el área de inundación. El mapa resultante, instrumento fundamental y resultado esperado del presente proyecto, se puede visualizar a continuación. (Ver mapa 7).

Las áreas afectadas por las inundaciones para el periodo temporal cubierto por el fenómeno “La Niña 2007 -2008”, llegan a abarcar una superficie de 8.942186,26 ha., ocupando los departamentos de Beni, Santa Cruz, Cochabamba y La Paz. El detalle de municipios con sus superficies afectadas se puede apreciar en el Cuadro 7.

Cuadro 7.
Superficies afectadas por inundaciones durante el fenómeno
“La Niña 2007-2008” a nivel Municipal.

Departamento	Municipio	Superficie Total (Has)	Superficie afectada (Ha)	Porcentaje afectado
Beni	San Javier	817.338,08	525.512,46	64,30
Beni	Trinidad	253.853,85	196.547,12	77,43
Beni	Reyes	1.264.175,47	22.407,60	1,77
Beni	San Borja	1.348.866,25	48.436,22	3,59
Beni	Santa Rosa	1.210.575,37	284.134,39	23,47
Beni	Huacaraje	446.425,76	107.867,81	24,16
Beni	Magdalena	1.363.458,71	48.970,26	3,59
Beni	Puerto Siles	207.115,90	191.106,13	92,27
Beni	San Joaquín	869.249,18	565.320,73	65,04
Beni	San Ramón	1.007.862,90	872.173,27	86,54
Beni	Loreto	536.421,38	423.073,18	78,87
Beni	San Andrés	935.484,61	654.472,00	69,96
Beni	San Ignacio	2.001.146,77	739.666,20	36,96
Beni	Guayaramerín	650.223,41	47.262,79	7,27
Beni	Exaltación	2.497.334,21	947.599,59	37,94
Beni	Santa Ana de Yacuma	2.009.292,33	1.196.450,14	59,55
Subtotal	16	21.356.400,00	6.870.999,88	32,17
Cochabamba	Chimoré	273.977,34	23.273,72	8,49
Cochabamba	Villa Tunari	1.456.105,69	170.736,27	11,73
Subtotal	2	5.563.100,00	194.009,99	3,49
La Paz	Ixiamas	3.745.314,43	19.486,54	0,52
La Paz	San Buenaventura	283.900,65	13.921,30	4,90
Subtotal	2	13.398.500,00	33.407,84	0,25
Santa Cruz	Cotoca	61.950,62	2.822,18	4,56
Santa Cruz	El Torno	95.951,46	2.560,54	2,67
Santa Cruz	La Guardia	95.321,75	1.625,34	1,71
Santa Cruz	Porongo (Ayacucho)	94.351,19	3.192,99	3,38
Santa Cruz	Santa Cruz de la Sierra	126.949,37	8.396,37	6,61
Santa Cruz	Pailón	1.372.620,83	206.986,22	15,08
Santa Cruz	San José de Chiquitos	1.912.073,08	5.115,33	0,27
Santa Cruz	Cabezas	505.819,48	21.990,90	4,35
Santa Cruz	Charagua	112.544,66	25.281,00	22,46
Santa Cruz	Gutiérrez	287.068,78	1.174,85	0,41
Santa Cruz	Ascensión de Guarayos	867.390,73	123.370,30	14,22
Santa Cruz	El Puente	674.488,95	223.882,69	33,19
Santa Cruz	Urubichá	1.047.007,04	44.892,04	4,29
Santa Cruz	San Carlos	121.225,85	4.637,34	3,83

Unidad Técnica Nacional de Información de la Tierra – Viceministerio de Tierras

Santa Cruz	San Juan	157.798,80	60.251,81	38,18
Santa Cruz	Yapacaní	951.418,49	117.983,37	12,40
Santa Cruz	Concepción	2.834,29	2.834,55	100,01
Santa Cruz	Cuatro Cañadas	448.618,28	55.899,06	12,46
Santa Cruz	San Antonio de Lomerio	250.270,23	9.525,41	3,81
Santa Cruz	San Julián	572.585,38	297.624,54	51,98
Santa Cruz	San Ramón	49.230,12	913,99	1,86
Santa Cruz	Fernández Alonso	76.014,50	68.807,73	90,52
Santa Cruz	General Saavedra	52.935,92	7.322,78	13,83
Santa Cruz	Mineros	42.007,72	7.436,71	17,70
Santa Cruz	Montero	31.502,13	1.956,04	6,21
Santa Cruz	San Pedro	308.119,43	302.278,33	98,10
Santa Cruz	Colpa Bélgica	29.152,83	2.088,37	7,16
Santa Cruz	Portachuelo	107.624,61	5.035,22	4,68
Santa Cruz	Santa Rosa del Sara	411.375,49	160.825,25	39,09
Santa Cruz	San Miguel de Velasco	954.422,57	16.845,25	1,76
Santa Cruz	Okinawa Uno	104.233,47	44.276,43	42,48
Santa Cruz	Warnes	131.531,46	5.935,64	4,51
Subtotal	32	37.062.100,00	1.843.768,56	4,97
TOTAL	52	109.858.100,00	8.942.186,26	8,14

El mapa resultante de áreas afectadas por inundaciones a causa del fenómeno “La Niña 2007-2008”, elaborado para fines del mes de Marzo del año 2008, arroja una superficie de 8.942.186,26 Has; que, a nivel nacional, significa un 8,14% del total del territorio nacional afectado, habiéndose afectado por el fenómeno de la inundación un total de 52 municipios (Ver cuadro 8).

Cuadro 8.
Resumen de superficies afectadas por el fenómeno “La Niña 2007-2008”
a nivel departamental.

Departamento	Municipio	Superficie Total (Has)	Superficie afectada (Ha)	Porcentaje afectado
Beni	16	21.356.400,00	6.870.999,88	32,17
Cochabamba	2	5.563.100,00	194.009,99	3,49
La Paz	2	13.398.500,00	33.407,84	0,25
Santa Cruz	32	37.062.100,00	1.843.768,56	4,97
Nacional	52	109.858.100,00	8.942.186,26	8,14

Cuatro son los departamentos que son los principales afectados por dicho fenómeno meteorológico, siendo el más afectado el departamento de Beni, con una superficie total de 6.870.999,88 has, que cubre el 32,17% del total de su territorio, afectando un total de 16 municipios.

Otro de los departamentos igualmente afectados es el de Santa Cruz, con una superficie total afectada de 1.843.768,56 has, lo que significa un 4,97% de su superficie total, afectando un total de 32 municipios. Si bien la superficie afectada es menor que la del Beni,

se afecta mayor cantidad de municipios en Santa Cruz, pues el tamaño de sus municipios es mucho menor en comparación a los del departamento del Beni.

Adicionalmente a éstos departamentos, aunque en menor proporción, se han afectado a los departamentos de Cochabamba, con una superficie de 194.009,99 has (3,5% de su superficie), afectando a dos municipios; de igual manera, dos son los municipios afectados en el departamento de La Paz, con una superficie de 33.407,84 has, que en términos relativos cubre solo el 0,25% de su territorio.

15. PREDIOS AFECTADOS

La identificación y cuantificación de áreas y predios afectados por las inundaciones en la cuenca del río Mamoré y sus afluentes (Departamentos de Beni, Santa Cruz y Cochabamba), resulta de la sobre posición del área inundada establecida por método de clasificación de imágenes satelitales y verificación del perímetro con sobrevuelos con video filmaciones y fotografías digitales con la información predial del estado de saneamiento de la propiedad agraria existente en el INRA.

15.1 Predios afectados en toda su superficie

Las superficie de predios afectados en su totalidad durante el fenómeno climatológico “La Niña 2007-2008”, asciende a un total de 2.389.449,8114 Has, lo que equivale a 4.344 predios, de los cuales 1.825.818,60 Has corresponden al departamento del Beni, siendo afectados 712 predios; por su parte 559.346,45 Has de predios agrarios han sido afectadas en Santa Cruz, que corresponden a 3630 propiedades.

Nótese una relación inversa entre la superficie mucho mayor afectada en el departamento del Beni, sin embargo los predios solo son 712, mientras que el número de predios afectados en Santa Cruz prácticamente se quintuplica, pero la superficie afectada se reduce en comparación con el Beni casi hasta la cuarta parte.

Cochabamba y Santa Cruz, también se han visto afectados; 4.127,21 Has en el caso del primer departamentos, y en el caso de La Paz, 157,54 Has.

El cuadro 9 muestra en resumen; la cantidad de predios afectados y las superficies afectadas totalmente a nivel nacional, según departamentos.

Cuadro 9.
Resumen de Predios afectados en su totalidad
según departamentos

Departamento	Pedio	Superficie INRA
Beni	712	1.825.818,6055
Cochabamba	1	4.127,2116
La Paz	1	157,5428
Santa Cruz	3630	559.346,4515
Bolivia	4344	2.389.449,8114

16. PRODUCTOS EMERGENTES DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

De la ejecución del proyecto Espaciomapa de las zonas afectadas por inundaciones en la cuenca del río Mamoré y sus afluentes, se tiene como productos cartográficos impreso y en formato digital los siguientes mapas:

- Un mapa de zonas afectadas por inundaciones durante el fenómeno “La Niña 2007 - 2008”, a escala 1:1.000.000.
- Un mapa índice de distribución de hojas escala 1:250.000.
- Veinte espaciomapas de áreas y predios afectados por la inundación provocada por el fenómeno “La Niña 2007 -2008” a escala 1:250.000.