

**Geotecnologías en el Pantanal de Bolivia:  
sistemas de monitoreo ambiental,  
proyectos en desarrollo y perspectivas futuras**

Zulma Villegas<sup>1</sup>  
José Antonio Martínez<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto Boliviano de Investigación Forestal  
zvillegas@ibifbolivia.org.bo

<sup>2</sup> Superintendencia Forestal Republica de Bolivia, SF  
jomartinez@scbbs.net

**Resumen.** Este artículo resume brevemente la situación actual del desarrollo de geotecnologías aplicadas en el Pantanal Boliviano. Parte del hecho de que en Bolivia se considera al bosque seco Chiquitano, el Pantanal y el Chaco un ecosistema integrado. Describe los esfuerzos realizados en la generación de información geográfica en la zona con diversos fines. Se consideran la influencia de los mega proyectos en la generación de datos geográficos y en el enfoque de los mismos. Se enfatiza en avances como el uso de herramientas de análisis tales como la construcción de escenarios temporo-espaciales y el uso multipropósito de información. Se describe desde el punto de vista de la geografía humana: las aplicaciones tendientes a especializar a los usuarios de la tierra, se resume los temas mayormente abordados con sistemas de información geográfica y sensores remotos y finalmente, muestra, en pocas palabras, las perspectivas a futuro.

**Palabras Clave:** Uso de geotecnologías, conservación, evaluación ambiental, usuarios de la tierra, Pantanal Boliviano.

**Abstract.** The present paper briefly summarizes current applications of geotechnologies in Bolivian's Pantanal. It starts explaining that Bolivian's Pantanal is considered as a part of a larger ecosystem integrated by Dry Chiquitano forest, Pantanal and Chaco savannas. It describes institutional and project's efforts made to build geographic information with diverse aims. It also considers the influence of mega projects in geographic data generation highlighting the focus of them and use of analysis' tools such us temporal and spatial scenarios and multipurpose geographic data. It also describes some uses from human geography point of view such us land users and it recapitulates some of the issues broadly studied using Geographic information systems and remote sensing. Finally, in a few words, it shows future perspectives of geotechnologies applications in Bolivian's Pantanal.

**Key words** Geotechnologies' use, Conservation, environmental assessment, Land users, Bolivian's Pantanal

## **1. Introducción**

El acceso a información de calidad y de manera oportuna apoya fuertemente procesos de empoderamiento de la sociedad civil. La transparencia ayuda a que gobernantes y sobre todo pobladores locales tomen decisiones informadas, sobre su realidad y su futuro. Las geotecnologías y geoinformación asociados a los procesos sociales y ambientales, son excelentes medios para hacer accesible la comprensión de diversos problemas locales y globales, organizar proceso de manera preactiva, generando oportunidades económicas e incidiendo en el manejo sustentable de los recursos y el cuidado del hábitat. Es en ese sentido que este artículo presenta un balance de lo que se ha hecho en los últimos años en el Pantanal Boliviano usando geotecnologías, muestra en general que proyectos impulsaron y generaron información geográfica, bajo que perspectivas, los temas que fueron desarrollados en mayor detalle, los abordajes desde la geografía humana sobre los usuarios de la tierra en la región y las instituciones involucradas en el área.

## **2. Objetivo**

Brindar el panorama global del desarrollo de las tecnologías de geoinformación en el área del Pantanal Boliviano, aplicadas en sistemas de monitoreo ambiental, mega proyectos y perspectivas futuras.

## **3. Material y métodos**

Se ha compilado información publicada por las instituciones que trabajan con tecnologías SIG y sensoramiento remoto y cuya área de acción comprende el Pantanal Boliviano; las entidades consideradas son estatales, organizaciones sociales, entidades de apoyo, ONGs, y empresas; las áreas temáticas consideradas son: monitoreo y gestión ambiental, procesos de planificación y uso de recursos, mega proyectos. El enfoque del uso de geotecnologías es biofísico y sociodemográfico.

El sistema chaco – pantanal en la región, para el caso boliviano comprende el complejo Bosque Seco Chiquitano, Pantanal y Chaco. Se ha definido este sistema en virtud de que el área de inundación del Pantanal Boliviano pertenece a la cuenca del Río Paraguay que abarca las eco-regiones anteriormente mencionadas.

## **4. Resultados y Discusión**

Para mostrar cual es el estado del arte en cuanto al avance de las tecnologías de información se han agrupado los resultados en los siguientes acápite: sistemas de monitoreo y gestión ambiental, mega proyectos, usuarios de la tierra, temas mayormente abordados por las instituciones involucradas.

Respecto a las perspectivas futuras, se presenta una síntesis de diversas iniciativas estatales y de las propias instituciones a fin de contar con mayores niveles de coordinación interinstitucional para generar estándares, compatibilizar datos, compartir esfuerzos y recursos para el monitoreo de cambios de uso de la tierra.

#### **4.1. Sistemas de monitoreo y gestión ambiental**

En el área del Pantanal no existe un sistema específico de monitoreo y gestión ambiental; sin embargo, entidades estatales como el Servicio Nacional de Áreas Protegidas (SERNAP), La Superintendencia Forestal (SIF), la Superintendencia Agraria (SIA), La Superintendencia de Minas (SIM), cuentan con sistemas de información geográfica para las áreas de su competencia, como ser: Área Natural de Manejo Integrado (ANMI), Área protegida Otuquis (SERNAP), concesiones forestales y planes de aprovechamiento forestal (SIF), planes de ordenamiento predial (SIA), concesiones mineras (SIM).

Las entidades privadas y académicas como ser WWF, FCBC, MHNNKM-UAGRM, cuentan con sus propios sistemas de información geográfica para el desarrollo de sus propias actividades, en los dos primeros casos la conservación de recursos de biodiversidad y en el caso de la universidad principalmente aspectos de investigación académica y servicios a diferentes usuarios.

Las organizaciones sociales y de seguimiento a grandes proyectos tienen a su vez, sus propios sistemas, como son los casos de los pueblos indígenas, mediante el Centro de Planificación Territorial Indígena (CPTI-CIDOB), las ONGs de apoyo a organizaciones indígenas y de pobladores locales que trabajan en procesos de control social del manejo de recursos en sus territorios, tales como PROBIOMA, CEJIS contribuyen con información para el monitoreo y gestión ambiental en la zona del Pantanal.

En este campo cabe mencionar el estudio puntual de incendios forestales en el área del Pantanal y Pérdida de Biodiversidad (2000), propiciado por el Programa de Investigaciones Estratégicas de Bolivia (PIEB), este estudio tiene la característica de un enfoque social de los aspectos biofísicos de los incendios forestales, fue realizada con el apoyo de personal local de las comunidades chiquitanas, quienes efectuaron el monitoreo de incendios a partir de la detección de focos de calor en imágenes de distinto tipo. Durante el trabajo de campo se contó con información oportuna de incendios en San Matías a través del Sistema de Alerta Temprana de Incendios Forestales (SATIF). Se dispuso de una imagen satelital (1997) como base del área de estudio para la ubicación de las áreas incendiadas. En el periodo de post-incendios se contó con imágenes NOAA (National Oceanographic and Atmospheric Administration) y GOES (Geostationary Operational Environmental Satellites) de distintos periodos para efectos de comprobación de los focos de calor en campo y la evaluación áreas afectadas mediante imágenes lanzadas de los periodos de pre y post incendios.

#### **4.2 Grandes proyectos**

Durante los últimos años, cuatro mega proyectos han marcado la generación de información geográfica en la zona. Estos grandes proyectos son: La construcción del gaseoducto principal Santa Cruz – Puerto Suárez – Corumbá, el gasoducto lateral Río San Miguel – San Matías - Cuiaba, la construcción de la carretera Santa Cruz Puerto Suárez y la ya prevista explotación de hierro en el Cerro Mutún en la misma área del pantanal.

La construcción de los gaseoductos Santa Cruz-Brasil que afecto uno de los manchones mas grandes de bosque seco y humedales en el mundo en buen estado de conservación hizo que varias instituciones no gubernamentales y de la sociedad civil generaran y compilaran un gran cúmulo de información geográfica. Organizaciones ambientalistas usaron este tipo de información para señalar que este manchón de bosque prístino no debía ser fragmentado por

la construcción del gasoducto que además se perfilaba como una vía de acceso para nuevos asentamientos humanos con el consiguiente incremento de la deforestación en la zona. Organizaciones de la población indígena en el área usaron esa información para reclamar su derecho a ser considerados en las decisiones sobre áreas ocupadas por ellos ancestralmente.

La información cartográfica usada en ese momento variaba en escalas entre 1:1000.000 y 1:2.000.000 la información generada y compilada se centraba en la cuenca alta del Río Paraguay haciendo énfasis en el Bosque seco Chiquitano. Un primer mapa de vegetación del área basado en imágenes Landsat TM fue preparado por el Museo Noel Kempff Mercado, siendo una de las bases de la negociación que culminó con la creación de la Fundación para la Conservación del Bosque Chiquitano (FCBC).

La FCBC posteriormente realizó conjuntamente con sus socios una serie de estudios que culminaron con la presentación del Plan de Conservación del Bosque Seco Chiquitano. Se usaron para ello herramientas de SIG, fundamentalmente análisis espacial que permitió zonificar el área determinando cuáles eran zonas de alto valor de conservación y de acuerdo a ello definir políticas de protección del Bosque y las zonas circundantes. Con este proyecto se generó información de mejor escala y se actualizó y mejoró el mapa de vegetación para la zona como insumos principales para la zonificación.

El otro gran proyecto en el área es la construcción de la carretera Santa Cruz Puerto Suarez. El consorcio Prime, MHNNKM, y Potlatch realizaron un estudio de gran envergadura que se llamó estudio ambiental estratégico de la carretera Santa Cruz-Puerto Suarez. El área de acción de este proyecto es mucho mayor que el anterior. Este proyecto trabaja con criterios ambientales y sociales en tres niveles de impacto, i) los impactos en el derecho de vía, 100 metros en ambos lados de la vía, ii) los impactos directos, 10 km a cada lado de la vía, iii) los impactos indirectos de gran escala.

La información geográfica generada también tuvo tres escalas, al nivel de impactos del derecho de vía se trabajó con videografía aérea cuya resolución fue de 5 metros, el nivel directo se trabajó con cartografía a escala 1:100.000 y el nivel indirecto con escalas 1:250.000 e imágenes Landsat ETM. Uno de los avances en términos de geotecnologías es que se trabajó de manera embrionaria en la construcción de escenarios espacio temporales basados fundamentalmente en la opinión de expertos. Estos escenarios mostraban la deforestación probable del área con y sin carretera, con y sin plan de acción.

Finalmente el más reciente gran proyecto en la zona es el actual proceso de implementación de la extracción de hierro en el cerro Mutún. La empresa Jindall viene realizando estudios de impacto social y ambiental del proyecto. Se encuentran en este momento trabajando a dos niveles de resolución en términos de información geográfica la primera con imágenes Landsat para el nivel macro y la segunda con imágenes Quick bird para el nivel micro. Este proyecto está siendo a su vez observado por ONG's y el estado, que a su vez están estudiando y generando posibles escenarios de cambios de la cobertura en la región.

### **4.3. Usuarios de la tierra**

Siguiendo las opiniones de las organizaciones indígenas no es correcto tomar decisiones concernientes a áreas sobre las que existen derechos constituidos sin preguntar a los que tienen estos derechos. Los usuarios de la tierra en la zona son: empresas agroindustriales, ganaderos, forestales, agricultores, carboneros, industriales e indígenas. Esta última categoría parece no coincidir con la división que se presenta, sin embargo es preciso incluirla ya que el uso que ellos realizan es muy particular en el sentido de que es una combinación de múltiples actividades de baja intensidad, hasta ahora.

Existen estudios que abarcan las tierras bajas de Bolivia, los criterios para determinar usuarios de la tierra no son uniformes, los estudios frecuentemente utilizan actores sociales como sinónimo de usuarios de la tierra, éstos son localizados en el espacio a través de señales identificadas en imágenes de satélite landsat (MHNNKM), así áreas boscosas las señala como forestales y áreas desmontadas como agricultores y las sabanas naturales o no como ganaderos. Otro estudio multidisciplinario (SNV) cuyo objetivo fundamental fue evaluar la aplicación del saneamiento en el departamento de Santa Cruz, identificó las áreas ocupadas por los diferentes usuarios de la tierra a través de la combinación de información geográfica generada por las instituciones del estado sobre derechos de la tierra (derechos de propiedad y de uso). Este último estudio recurre también a imágenes de satélite Landsat con fines comparativos.

Este estudio muestra que existe un gran cúmulo de información diseminada en las instituciones gubernamentales de precisión submétrica en muchos casos, pero incompatibles las unas con las otras. Demuestra también que mayor cantidad de datos espaciales se encuentran fuera de las instituciones del estado y que no están accesibles aunque son de vital importancia para la planificación y toma de decisiones estratégicas.

Estrechamente ligados a derechos de propiedad agraria y de uso de recursos naturales, las instituciones del estado han generado información cartográfica de escala macro con fines de control y planificación. La SIA mapa de cobertura y uso de la tierra a escala 1:250.000 elaborado el año 2001, la SIF mapas de desmontes legales e ilegales basadas en imágenes MODIS de los años 2004 y 2005, la prefectura del departamento el Plan de uso de suelo a escala 1:250.000 elaborada el año 1996 y los planes de ordenamiento municipal desde el año 2002 hasta ahora en escala 1:100.000. Mapas de áreas protegidas (SERNAP) y tierras comunitarias de origen (CPTI – CIDOB, CEJIS, APCOB)

#### **4.4. Temas geográficos mayormente desarrollados**

Resumiendo lo anteriormente señalado, se ve que los temas mas desarrollados han sido los temas de conservación, planificación, cambio de cobertura de la tierra, biodiversidad, uso de la tierra y sus impactos ambientales, y derechos sobre de la tierra. Todos ellos imbricados y enlazados estrechamente.

En los proyectos y en los estudios con diferentes énfasis se han trabajado los temas señalados, con diferentes estándares, escalas y métodos. Los productos son por tanto diversos. Algunos de ellos que tienen relevancia para el pantanal boliviano son: cartografía base digital en escala 1:100.000 con curvas de nivel cada 10 metros. Una base de datos espacial de especies, tanto de flora como de fauna, existentes en el área basada en información bibliográfica y de colectas. Mapas de deforestación desde 1975 basados en imágenes de satélite Landsat, la escala temporal ha ido variando a medida que los procesos se han acelerado. Mapas de ordenamiento territorial municipal, cuyo fin es mejorar la escala del Plan de uso de suelo departamental. Mapa de situación al año 2004 de los derechos sobre la tierra. La cartografía oficial producida a nivel país por el IGM, al igual que los datos del censo nacional de población y vivienda del INE son informaciones que siempre deben tenerse presente.

Los datos existentes en las instituciones que están generando y usando información geográfica sobre el Pantanal en Bolivia son también muchas, unas mejor que otras. Entre las instituciones estatales están, Prefectura de Santa Cruz, Municipios de Robore, San Matías, Puerto Suárez, Puerto Guijarro, Carmen Rivero Torres

#### **4.5. Perspectivas futuras**

En el gobierno del Presidente Evo Morales, las instituciones estatales tales como SIF, SIA, INRA, SERNAP, y el Viceministerio de Tierras, a partir de definiciones tomadas por el Ministerio de Desarrollo Rural Agropecuaria y de Medio Ambiente (MDRAMA), están propiciando la creación de una base de datos oficial, de alta calidad, integrando los sistemas de información geográfica existentes, a la vez de establecer estándares y facilitar avances en el campo de geotecnologías. El objetivo fundamental es colocar al servicio de la población y los gobiernos locales y nacionales información transparente que sirva para la toma de decisiones estratégicas gubernamentales, la planificación, el ordenamiento territorial, políticas de asentamiento y distribución de tierras, y sistemas de gestión y monitoreo medioambiental.

Finalmente el establecimiento y ejecución del proyecto de explotación de hierro y manganeso en el Mutún por la empresa Jindall, tendrá fuerte impacto en la región, motivara sin duda varios emprendimientos y mayores presiones a los recursos suelo, agua y bosques del Pantanal.

No obstante, los impactos negativos que puedan acontecer a partir de este mega proyecto, existe un mayor nivel de conciencia en la población para evitar los mismos y será valiosa la geoinformación disponible del la región chaco-pantanal para que la población y los gobiernos locales tomen decisiones informadas para evitar severos trastornos en uno de los ecosistemas mas importantes en el mundo.

#### **5. Conclusiones**

Algunas puntualizaciones necesarias del estado de situación de las tecnologías de geoinformación de la chiquitanía, chaco y pantanal boliviano son las siguientes:

Las instituciones tanto estatales como no gubernamentales y la sociedad civil han centrado sus esfuerzos en la generación de información geográfica. Existe por tanto, geoinformación dispersa tanto de aspectos bio-físicos como sociales, del área del Pantanal, los mismos han sido creados con propósitos específicos pero podrían ser de utilidad para diversos propósitos.

A partir de mega proyectos como la construcción de los gasoductos principal y lateral hacia el Brasil y la construcción de la carretera Santa Cruz Puerto Suárez, se adquirió mayores niveles de conciencia sobre los pro y los contra de estos proyectos, en consecuencia tanto las poblaciones locales, como las autoridades están sensibilizadas acerca de la importancia de la gestión ambiental y el manejo de información georeferenciada para la toma de decisiones.

El mega proyecto del Mutún, dados los procesos de aprendizaje y la información disponible permitirá mejorar la información existente en el sistema chaco-pantanal como la introducción de nuevas tecnologías para el monitoreo y gestión ambiental en uno de los sitios Ramsar importantes del mundo.

Finalmente tanto entidades estatales, entidades de investigación, proyectos y poblaciones locales, conocen la importancia de la geoinformación y será valiosa la colaboración entre las entidades del área fronteriza del sistema chaco – pantanal entre los hermanos países de Brasil, Paraguay, Argentina y Bolivia.

#### **Referencias**

CORDECRUZ – Consorcio IP / CES / KWC. 1996. Plan de Uso del Suelo, Memoria Explicativa de la Propuesta Técnica y Anexos II y III. Cooperación Financiera del Gobierno Alemán (KFW) y Prefectura del Dpto. de Santa Cruz, pp 220, anexos y Mapas. Santa Cruz – Bolivia.

FAN, MHNNKM, MBG, WCS y WWF. 1999. The San Miguel - Cuiaba Pipeline Project, Independent supplemental environmental assessment. Informe presentado a ENRON.

FCBC. 2001. Plan de Conservación y desarrollo sostenible del Bosque Seco Chiquitano, Cerrado y Pantanal, versión completa. Elaborado conjuntamente con FAN y MHNNKM

Martínez J. 1999 Atlas de Territorios Comunitarios de Origen. CIDOB Santa Cruz Bolivia

Ministerio de Desarrollo Sostenible, MHNNKM. 2006 Evaluación estratégica de las Tierras Bajas de Bolivia.

Prime Engenharia, Museo Noel Kempff Mercado, Asociación Potlatch, 2000. Evaluación ambiental estratégica del corredor Santa Cruz-Puerto Suárez. Informe presentado al BID. Disponible en <http://www.museonoelkempff.org/> visitado el 2-Oct-2006

Super Intendencia Forestal 2003 Atlas de Derechos forestales. SIFORBOL. Santa Cruz – Bolivia.

Villegas Z. 2006. Cobertura, Usos y usuarios de la tierra en el departamento de Santa Cruz. En prensa.

Watchholtz R., Camargo R. y Yucra D. 2006 Avance de la deforestación en Bolivia. Tasa anual de deforestación 2004-2005 Super Intendencia Forestal Santa Cruz Bolivia.