BOLIVIA: APLICACIÓN SATELITAL PARA LA DETECCIÓN DE INCENDIOS

Sistemas de Información Geográfica en la gestión de incendios detectados por satélite

Gilmar Rolando Soto Quiroz
Universidad Mayor de San Andrés
Carrera de Informática
gr131085@gmail.com

RESUMEN

Cada año en Bolivia suceden más de 50000 incendios forestales de los cuales pocos son aplacados a tiempo, cantidad incendios que va creciendo año a año a causa del cambio climático. Debido a esta situación en Bolivia surge la necesidad de contar con nuevas herramientas y tecnologías que permitan sobre todo prevenir y actuar tempranamente para aplacar incendios potenciales en zonas de alto riesgo de incendio.

Sistemas de detección de incendios ya se han implementado en varios países de América Latina y el Caribe. Un ejemplo reciente y exitoso es el sistema "Queimadas" implementado en Cuba que logra generar informaciones en tiempo real de incendios forestales inicialmente con el satélite GOES-12, sistema que garantizó mayor exactitud de geo localización, frecuencia temporal elevada y cobertura espacial para todo Cuba.

En Bolivia ya es un hecho que tendrá un satélite en órbita en 1 o 2 años más, pero el saber que aplicaciones y utilidades se le puede dar a este satélite a parte de los servicios de telecomunicaciones, he aquí donde una alternativa real y posible surge para poder aplacar y atacar el problema de los incendios forestales que cada año son más y más intensos.

Título original: Aplicaciones de Sistemas de Información Geográfica en la gestión integrada de datos de incendios detectados por satélites.

Palabras clave: satélite, incendios, prevención, alerta temprana, sistemas de tiempo real, Queimadas.

1. INTRODUCCIÓN

Cada año, en el ámbito mundial, se producen incendios en varios cientos de millones de hectáreas de bosques y otros tipos de vegetación (CGMI, 2006) y cada día, en algún lugar de la Tierra, se queman miles de hectáreas de bosques, sabanas, pastizales, matorrales, tundra, desiertos, humedales y campos agrícolas, en todos los continentes excepto en la Antártica (IGMF 2004).

Al aumento de la cantidad de incendios se suman otros problemas inherentes al mismo, que hacen que los incendios sean cada vez más devastadores: el incremento de la intensidad del fuego, la cantidad de superficie afectada y las emisiones de gases tóxicos y partículas contaminantes a la atmósfera.

Esta situación puede aún empeorar. Según las previsiones del clima, las condiciones climáticas que tienden a implantarse, traerán como consecuencia que los futuros ecosistemas terrestres se vean considerablemente más expuestos al peligro de incendios forestales que los actuales y sus efectos puedan llegar a ser catastróficos.

Figura1. Incendios en Bolivia vistos desde el Espacio

Debido a la magnitud destructiva y las grandes pérdidas económicas que provoca este fenómeno, así como sus implicaciones ambientales, constituye un problema

grave, motivo de ocupación y estudio por parte de especialistas, de preocupación para directivos políticos y la comunidad científica mundial.

En medio de esa tendencia mundial al aumento de los incendios, Cuba no ha sido una excepción. Por sus características climatológicas y composición de su vegetación, es un país especialmente sensible a la ocurrencia de incendios por lo que el patrimonio forestal cubano no se encuentra ajeno a este fenómeno. Un gran número de estos siniestros ocurren cada año, no sólo en áreas de bosques, también en otros tipos de vegetación, dejando tras sí una estela de daños en su valor y utilización, así como perjuicios importantes al medio ambiente, la economía y la sociedad cubana.

Los incendios forestales constituyen la principal causa de destrucción de los bosques en territorio cubano y al igual que en el resto del mundo, los incendios en Cuba, conducen a la afectación de miles de hectáreas de bosques, ejercen influencia negativa en la deforestación, la degradación de los suelos, la pérdida de la diversidad biológica; provocan cuantiosas pérdidas económicas, convirtiéndose sin lugar a dudas en uno de los desastres que más dañan la economía y el medio ambiente del país.

De allí que los incendios rurales de grandes proporciones hayan sido tipificados como "Desastres" por la Directiva 1/2005 del Vicepresidente del Consejo de la Defensa Nacional, mediante la cual se planifica, organiza y prepara el país para el enfrentamiento a situaciones de desastres.

En el contexto actual de lucha contra los incendios, Cuba además ha implementado el uso de la percepción remota como herramienta para el pronóstico, la detección y monitoreo del fuego. Acción acometida en el marco de la "Estrategia nacional del sistema de protección contra incendios forestales" (Paveri, Lama, Linares, Chávez y Díaz; 2001), que contempló, entre sus acciones fundamentales, el rediseño del sistema de detección de incendios y la ampliación de su cobertura a todo el territorio nacional, incorporando la teledetección.

El empleo de la percepción remota satelital, vinculada a los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y al tema de los incendios, constituye una importante herramienta para el pronóstico, detección, vigilancia y estudio del comportamiento de este fenómeno. Estas nuevas tecnologías permiten generar y analizar información, considerando las componentes espaciales, temáticas y temporales del fenómeno a la vez que soportan grandes volúmenes de datos e información cartográfica que condicionan la superioridad de estas técnicas sobre los métodos llamados convencionales.

La información de detección de incendios con satélites para Cuba, se publica libremente en Internet por diferentes entidades, principalmente por el Instituto Nacional de Pesquisas Espaciales (INPE) de Brasil traves del sistema "Queimadas" disponible en la página http://www.dpi.inpe.br/proarco/bdqueimadas/. Teniendo en cuenta lo anteriormente planteado y que el sistema "Queimadas" ha generado abundante información sobre incendios para Cuba y permite su adquisición en un formato transferible al SIG MapInfo, se decidió utilizar aplicaciones de este SIG para gestionar integralmente, información de incendios detectados por el satélite GOES-12 en Cuba.

2. DESARROLLO

2.1 Antecedentes

En el año 2003 se iniciaron los trabajos para la incorporación de la tecnología de la percepción remota y los SIG al pronóstico, detección y seguimiento de los incendios en Cuba a partir del desarrollo de relaciones de cooperación científica, entre el Instituto de Meteorología (INSMET) de Cuba y el Instituto Nacional de Pesquisas espaciales (INPE) de Brasil, entidad que estaba desarrollando desde 1987 el sistema satelital internacional *"*Queimadas*"*mediante el cual se realiza tareas de pronóstico de condiciones de incendios, su detección y seguimiento a su evolución.

El objetivo de incorporar a Cuba al sistema *"*Queimadas*"*se logró y a partir del mes de marzo de 2004 comenzó a generar informaciones, en tiempo real, inicialmente con el satélite GOES-12, sensor I-M Imager al que posteriormente se adicionaron las detecciones con los satélites TERRA/AQUA, sensor MODIS (Mejías y Setzer, 2004) con los cuales se garantizó mayor exactitud de geolocalización, frecuencia temporal elevada y cobertura espacial para todo el país. (Ver anexo1)

El sistema a la vez que transmite, las informaciones de incendios, en tiempo real, hacia el Instituto de Meteorología en Cuba, los archiva permanentemente en el Banco de datos del sistema "Queimadas" (BD Queimadas) y los publica en diferentes páginas Web a través de Internet.

El BD Queimadas, brinda la posibilidad a los usuarios de exportar los datos de coordenadas con informaciones adicionales (o atributos), en diferentes formatos, incluido el formato "Shape file" (.shp) con los cuales los usuarios pueden desarrollar posteriormente sus propias aplicaciones. Según Oharriz, (1991), los datos de los incendios son muy importantes para estudios o investigaciones de causas y procesos que favorecen el desarrollo de los siniestros.

El acceso a todas las informaciones, es libre, todos los datos y productos son divulgados sin costo alguno para el usuario por medio de mapas, tablas, gráficos y datos en diferentes formato para lo que no se requiere de la instalación de programas o aditamentos adicionales en computadoras.

2.2 Sistemas de alerta temprana basados en información satelital.

Los incendios, debido a su frecuencia y distribución geográfica, constituyen un fenómeno que necesariamente debe ser monitoreado permanentemente.

Con el empleo de la información recibida desde los satélites se han desarrollado una serie de "Sistemas de avisos de incendios forestales" en el mundo. Los sistemas de detección incendios con satélites constituyen un aporte y complemento valioso al sistema de detección y vigilancia en tierra, imposibilitado o limitado en ocasiones, de valorar la magnitud del fuego y las características de su desplazamiento.

El sistema brasileño "Queimadas" efectúa en estos momentos detecciones para América del Sur y el Caribe. El sistema creado para la detección y vigilancia de incendios forestales con el empleo de la tecnología de satélite, fue desarrollado por el "Instituto Nacional de Pesquisas Espaciales" (INPE) de Brasil.

Otros países en el mundo, como Chile, México y España aplican diferentes sistemas de detección de incendios con satélites desde hace varios años.

Adicionalmente, la comunidad internacional tiene acceso a diferentes sistemas informativos internacionales para el monitoreo de incendios. El "Centro Global para el Monitoreo de los Incendios" (CGMI), se creó con el fin de satisfacer las demandas de un extenso número de usuarios de información sobre el fuego mundialmente.

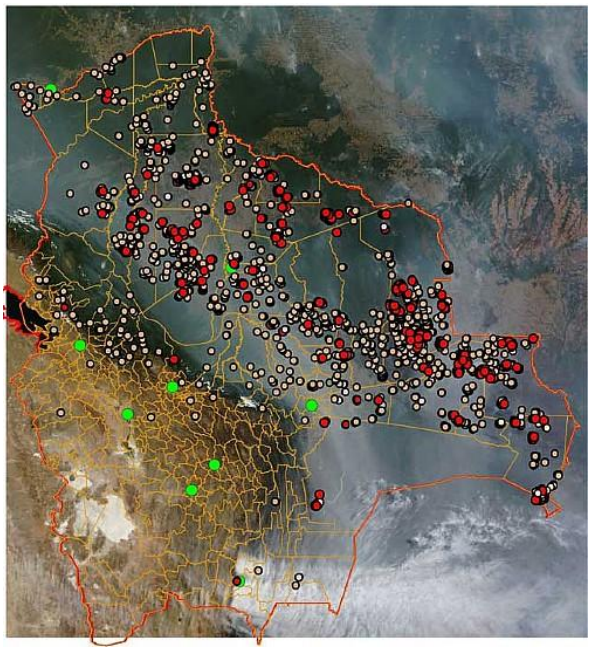

Figura 2. Una imagen de satélite de Bolivia muestra los focos de incendio provocados por los campesinos. REUTERS

Existen algunos portales que suministran libremente datos, información e imágenes sobre fuegos activos en tiempo casi real e históricos en la red, obtenidos a partir de información de satélites. Uno de ellos es el visualizador geográfico interactivo de información sobre fuegos a partir de datos de satélite del sensor MODIS denominado "*Web FireMapper*".

El *Mapper*, o visualizador de fuegos en la Web, es una herramienta que suministra mapas con las localizaciones y datos de fuegos activos en tiempo casi real e histórico para todo el mundo. Las imágenes ayudan a proporcionar una idea y comprensión del patrón global de fuegos activos.

La implementación de cualquier sistema de detección, vigilancia y pronóstico de peligro de incendios forestales con el empleo de la percepción remota satelital, aunque no impide que los incendios surjan, sí contribuye a disminuir significativamente los impactos negativos que ocasionan hoy en día los incendios a la economía, la sociedad y el medio ambiente.

La aplicación de las técnicas de la percepción remota al estudio de los incendios forestales es una de las aplicaciones medioambientales de la teledetección que

presenta un mayor interés. La tendencia actual es hacia el incremento de la utilización de los productos de la percepción remota satelital dado el avance tecnológico, el desarrollo de la computación y bajos costos de obtención imágenes.

2.3 Queimadas para Cuba.

La implementación del sistema "Queimadas" para Cuba posibilitó establecer un sistema de trabajo conciso y permanente que permite realizar la detección temprana y vigilancia de los incendios desencadenados en territorio cubano, así como, evaluar y pronosticar el riesgo de incendio de forma operativa y sistemática a partir de informaciones de los satélites GOES y TERRA/AQUA. (Mejías, *et al*, 2006).

Entre los productos implementados por "Queimadas", para Cuba, hasta el momento, se encuentran:

1) Detección de incendios en tiempo real.

La detección de incendios, la cual es realizada automatizada y permanentemente de forma operativa, empleando al unísono, imágenes de tres satélites, el satélite GOES, sensor I-M imager y los satélites TERRA y AQUA, sensor MODIS, con los cuales se garantiza una frecuencia temporal elevada y una cobertura espacial que abarca todo el país, detectando incendios desencadenados en cualquier tipo de vegetación.

2) Visualización de información de focos de calor integrada a información cartográfica.

Desde el mes de septiembre del 2005, las informaciones de focos de incendios detectados son integradas, a un "Banco de Datos Geográficos de Cuba" con información cartográfica georreferenciada, mediante el empleo de diferentes SIG, y que permiten que puedan ser visualizadas, en tiempo real a través de Internet en la página Web: http://www.dpi.inpe.br/proarco/bdqueimadas/.

Ello posibilita que el análisis de la información se realice a tono con las actuales tendencias de análisis geográfico de información y con ello evaluar los incendios en el contexto y medio donde ocurren, convirtiéndola en un valioso instrumento de trabajo para definir las posibilidades con que se cuenta en la zona para combatirlos y por tanto en una contribución importante a las acciones de combate y manejo del fuego.

2.4 Metodología para aplicar el SIG MapInfo en la gestión integrada de datos de incendios a partir de un archivo en formato "Shape file" (.shp).

Para la gestión integrada de información de incendios en la vegetación, detectados por satélites se seleccionaron de entre todas las aplicaciones y herramientas que posee el SIG MapInfo, solamente las que resultaron necesarias y más convenientes para el procesamiento y análisis de las informaciones las cuales son descritas a continuación:

Invocar la ejecución de MapInfo desde Inicio\Programas dentro del entorno de Windows y a partir de allí realizar:

1) Conversión del archivo de datos de incendios, obtenido del BD Queimadas en formato ".Shp" al formato de datos del sistema MapInfo "MapInfo TAB".

A tal efecto en la barra de herramientas principal se selecciona el comando, *Tools\Universal Translator\Universal Translator* y aparece el cuadro de diálogo requerido para realizar la conversión.

Para el proceso de conversión es necesario informar el formato y ubicación del archivo fuente, así como seleccionar la proyección cartográfica. En este caso se empleó la categoría Longitud/Latitud (*NAD 27 for Cuba*).

Una vez realizada la operación de conversión y almacenado el archivo de datos en formato MapInfo TAB en la carpeta de destino, los puntos que representan los focos de incendio pueden ser visualizados y manipulados a conveniencia del usuario, utilizando el comando "Abrir" del MapInfo.

2) Apertura de Tablas empleando el comando "Abrir" y visualización de datos de incendios y otros tipos de información cartográfica.

Para ello se utiliza en la barra de herramientas principal el comando, *File\Open* y se seleccionan los archivos, desde la posición donde se encuentra con ayuda del cuadro de diálogo "*Open*". Posteriormente el sistema despliega la información gráfica en la hoja de trabajo del sistema.

Utilizando las mismas operaciones se pueden abrir y representar cualquier archivo con información cartográfica, previstas a utilizar en el trabajo.

3) Representación múltiple de capas.

Mediante la representación múltiple de capas es posible realizar el cruzamiento de información de incendios con otros tipos de información cartográfica. Esta operación puede cumplirse siempre y cuando las capas involucradas correspondan al mismo territorio y mantengan un mismo sistema de referencia.

El cruzamiento de la información de incendio con otras capas de información abiertas se realiza utilizando el menú "*Layer control*" o controlador de capas del menú "*Main*".

El cuadro de diálogo "*Layer control*", despliega la lista de todos los campos existentes en la ventana de mapas e indica el estatus en que se encuentra. Mediante el controlador de capas, estas pueden ser activadas, editadas o eliminadas, lo que induce su aparición o no en el área de mapas.

4) Determinación de la cantidad de focos de incendios en un área seleccionada o en todas las áreas correspondientes a una capa.

Seleccionando los focos de incendios de un área o varias áreas a analizar se procede a realizar el análisis estadístico de dicha selección. La selección de información se realiza utilizando las opciones de selección en la barra de herramientas "*Main*".

Posteriormente, utilizando en la barra de herramientas principal el comando *Query\CalculateStatistic*, en el cuadro de diálogo, *CalculateColumStatistics*, se selecciona el archivo de datos de incendios y se acepta.

Al aparecer la tabla con el resultado del procesamiento estadístico se lee el valor en la palabra "*Count*", el cual se refiere a la cantidad de focos existentes en el área o polígonos seleccionados.

5) Información rápida sobre los datos y sus atributos.

Las informaciones que son mostradas espacialmente en el área de trabajo, vienen acompañadas de sus atributos, los cuales, generalmente son datos no espaciales que aportan más información y son de interés para los análisis.

Seleccionando la opción "*Info*" en la barra del menú "*Main*" y presionando sobre el objeto se pueden conocer directamente en el área de mapas, estas informaciones del objeto específicamente seleccionado.

6) Información a partir de la tabla de atributos.

Seleccionando la tecla F2, aparece una tabla con las informaciones de atributos, la cual es posible guardar, además del formato MapInfo como un DBase DBF (*.tab) y exportar posteriormente al Excel, donde se puede realizar el análisis de los atributos no espaciales a tener en cuenta para evaluar el comportamiento de los incendios.

2.5 Aplicación del SIG MapInfo en la gestión integrada de datos de incendios en la vegetación en Cuba.

Se determinó sólo emplear los datos de incendios obtenidos en el año 2010, dada la imposibilidad de procesar todo el volumen de información hasta hoy generado por el sistema para Cuba y considerando que, tomando como muestra datos de un año es posible demostrar la aplicación del SIG para su procesamiento y empleo operativo.

Se realizó satisfactoriamente la conversión de los datos de focos de incendios, recibidos en formato Shape, generado por el sistema "Queimadas" y el empleo de la capa de incendios vista al unísono con diferentes mapas de la base cartográfica de Cuba, con el objetivo de obtener las salidas cartográficas y su posterior interpretación.

La visualización de dichas informaciones en MapInfo, demostró que todas las fuentes de datos utilizados eran compatibles y se encontraban adecuadamente georreferenciadas, lo cual ofrece el nivel de confiabilidad requerido para poder iniciar el procesamiento y análisis de las informaciones, utilizando el SIG.

El posterior procesamiento de los datos de focos de calor en interacción con las capas de interés de la base cartográfica de Cuba, utilizando algunas las herramientas del sistema en la forma ya descrita en la metodología, brindó la posibilidad de determinar el comportamiento espacial que tuvieron los incendios detectados por GOES-12, en el territorio cubano, a nivel de país, provincia y municipio, durante el año 2010.

Una simple inspección a la distribución de los focos de incendios permitió determinar, en segundos, que durante el año 2010 se detectaron en Cuba gran

cantidad de incendios y que estos se distribuyeron a todo lo largo y ancho del territorio nacional.

Utilizando la opción de realizar cálculo estadístico, que ofrece el SIG, fue posible conocer la distribución de focos y cuál fue su comportamiento en cualquier zona del territorio nacional, previa selección en el SIG.

Mediante la selección de todos los focos en la capa Cuba – costas que abarca a todo el país y aplicando el cálculo estadístico se determinó que durante el año 2010, fueron registrado en el país un total de 903 focos de incendios por el satélite GOES-12.

La selección visual de los polígonos de provincias con focos, evidenció que la mayoría de las provincias del país fueron afectadas por incendios, lo cual se comprobó aplicando la opción de cálculo estadístico a la selección donde aparecen en la salida "*Count*" las 15 provincias (considerando como provincia al Municipio Especial Isla de la Juventud).

A partir del conteo de la cantidad de focos por provincias, seleccionando los focos, dentro del polígono correspondiente a cada provincia y leyendo el conteo en la tabla de salida del análisis estadístico se conoció la cantidad de focos detectados en cada provincia. Se evidenció que la mayor cantidad de incendios se registró en la provincia de Camagüey con 200 focos, seguida de Granma con 145, y las que registró menor cantidad de focos de incendios fue la provincia Guantánamo con solamente un focos. Sobre Ciudad de La Habana y el Municipio Especial Isla de la Juventud no se reportaron focos de incendios.

En el caso de los municipios, utilizando el mismo procedimiento de selección visual de los polígonos con focos y posteriormente invirtiendo la selección, se pudo observar que, aunque no todos los municipios del país fueron afectados por incendios, sí se registraron focos en la inmensa mayoría de ellos.

2.6 Evaluación del contexto en que se desarrolla un incendio.

A partir de la información de focos, con el empleo del SIG y contando con información espacial que representan motivo de interés de evaluación del lugar y el contexto en que se desarrolla el incendios, es posible, no sólo adoptar medidas más eficaces para el combate, también se puede, conocer las características comunes de las zonas donde estos habitualmente se desarrollan, evaluar dicha relación y con ello poder adoptar las medidas de prevención más correctas.

El estudio del comportamiento espacial de los incendios, en la escalas de país, provincia, municipio, a partir de información generada desde el SIG, permitió determinar que todo el territorio cubano fue severamente afectado por los incendios, solo a nivel municipal quedaron algunas áreas sin afectación.

Figura 3. Apagado manual de un incendio

En la práctica los datos de focos de incendios son obtenidos y transmitidos en tiempo casi real lo que hace posible que las informaciones se puedan obtener en igual plazo por los tomadores de decisiones para el conocimiento y planificación de las acciones destinas a enfrentamiento a los incendios. Los procedimientos desarrollados para aplicar el SIG MapInfo a la gestión integrada de datos de incendios serán de gran utilidad para el Cuerpo Nacional de Guardabosques, el Sistema Nacional de Áreas Protegidas y otras entidades de vigilancia y protección del medio ambiente.

Generalmente los organismos encargados de detectar y mitigar los incendios lo hacen en áreas definidas según sus intereses por lo que quedan sin controlar grandes áreas del país. Precisamente la ventaja de utilizar los datos disponibles en la BD Queimadas y su procesamiento con el SIG permitirán no sólo registrar incendios de corta duración, sino también aquellos incendios que se producen en áreas de difícil acceso y en las que se encuentran fuera de los límites bajo la jurisdicción de determinada institución. La relación de estos datos con otras capas temáticas como la de recursos hídricos a través del SIG permite identificar los cuerpos de aguas cercanos al foco de incendio para su utilización en la mitigación del mismo. Todo esto elevaría en gran medida la productividad del trabajo

ahorrándose tiempo y contribuyendo a una mayor eficiencia.

Los métodos utilizados en el presente trabajo, son igualmente aplicables para los investigadores del tema, los que a partir de las conclusiones de sus estudios recomendarán las acciones que se deberán tomar en los planes de prevención que se realicen a cualquier escala territorial en el país acorde con el comportamiento espacial del fenómeno, y sus conclusiones permitirán adentrarse aún más en el conocimiento de las causas del fenómeno, ya que el comportamiento espacial asociado a otras capas de información geográfica brinda ofrece información sobre el camino a seguir.

2.7 Bolivia: Incendios y más incendios

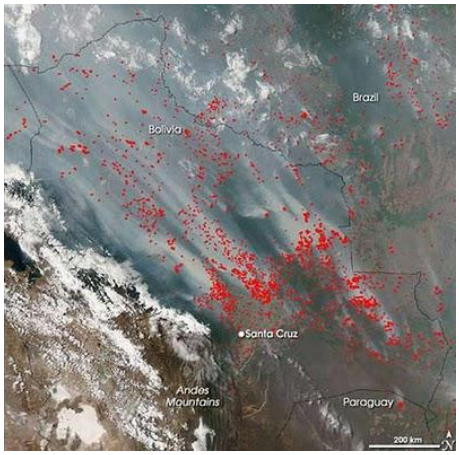

Figura4. Imagen satelital de más de 12 mil incendios sobre toda Bolivia.

EFE

LA PAZ (BOLIVIA).- El gobierno de Bolivia ha anunciado que pedirá ayuda a sus homólogos de Argentina, Perú y Venezuela para controlar los más de 12.000 incendios que están arrasando el sur y este del país. Cálculos preliminares estiman que pueden haberse quemado **2,1 millones de hectáreas**, casi tanto como toda la comunidad valenciana. El humo de los incendios ha provocado el cierre de 30 aeropuertos secundarios y amenaza reservas naturales, gasoductos y campos de gas.

Los responsables de los incendios son **indígenas y campesinos**, que los provocan para expandir las áreas de cultivo. Se trata de una técnica traicional, conocida como 'chaqueo'. Aunque hay otros procedimientos para ganar tierras, la quema del espacio es el más económico.

Hernán Tuco, viceministro de Defensa Social, dijo que centenares de miembros del Ejército boliviano se movilizaron para apagar los incendios, pero que pueden no ser suficientes. De ahí que se haya reunido con los agregados militares de las embajadas de Venezuela y de Argentina para pedirles **helicópteros** que ayuden a apagar el fuego. También tiene previsto hacerlo con el de Perú.

El fuego amenaza **varias reservas naturales**, así como gasoductos y campos de gas. Debido al humo, sólo son operativos los aeropuertos principales de La Paz, Cochabamba, Santa Cruz, Potosí y Sucre; así como los de Yacuiba, en el Sur, y Joaquín, en la Amazonía.

En la figura 4 podemos observar más de 12 mil los incendios que se están produjeron en Bolivia (en la época de sequía) y que han destruido más de 2 millones de hectáreas, al tiempo de haber ocasionado el cierre de 30 de los 37 aeropuertos que tiene el país. Y los responsables de los incendios son los propios bolivianos, principalmente los campesinos que han quemado terrenos con la finalidad de ganar áreas agrícolas, siguiendo una vieja tradición de la región. Las autoridades bolivianas han pedido ayuda a la comunidad internacional pues se ven sobrepasados por la tragedia que aún no ha llegado a ninguna ciudad importante. Desde el satélite, se han detectado otros siniestros fuera de Bolivia, incluyendo Brasil y Perú.

3. CONCLUSIONES

El trabajo demostró la factibilidad del empleo de la Percepción Remota y los SIG en el análisis del comportamiento de los incendios en la vegetación en Cuba con.

Se profundizó, en el conocimiento del fenómeno de los incendios y la percepción remota satelital vinculada a los SIG, como herramienta, para el pronóstico, detección y vigilancia de los incendios.

Se obtuvieron las salidas cartográficas necesarias para el estudio del comportamiento de los incendios a partir de datos multifuentes (INPE, GEOCUBA, CGB, CNAP) y diferentes formatos (.Tab, .Shp) y fueron analizadas con el nivel de confiabilidad requerido.

El estudio del comportamiento espacial de los incendios, en la escalas de país, provincia, municipio, a

partir de información generada desde el SIG, permitió determinar que todo el territorio cubano fue severamente afectado por los incendios, solo a nivel municipal quedaron algunas áreas sin afectación.

Se demostró que mediante la representación múltiple capas en el SIG es posible evaluar las condiciones generales en que se desarrollan los incendios y tipos de áreas de interés información de vital importancia para el manejo del fuego.

En general se concluye que es posible utilizar las aplicaciones del SIG MapInfo para gestionar integralmente, información de incendios detectados por satélites a partir de un archivo .Shp de conjunto con otras informaciones cartográficas básicas para el análisis. Aplicaciones que se pueden implementar en Bolivia como un plan estratégico en el manejo de incendios que es muy deficiente en nuestro país. Solo la prevención de estos incendios, leyes estrictas y la acción inmediata para su eliminación son medidas más económicas que tener que lidiar cada año con el creciente número de incendios.

En conclusión Bolivia tiene un uso más que le puede dar al SATELITE Tupak Katari, alternativa en la gestión de incendios el SIG Mapinfo, solo cabe saber cuándo nuestras autoridades puedan establecer planes de prevención a largo y corto plazo para evitar incendios, y no simplemente gastar recursos cuando estos ya son incontenibles.

4. REFERENCIAS

[1] Alvear G. J. (1996): Fundamentos del manejo del fuego. Curso de incendios forestales. Universidad de Chile, Escuela de Ciencias Forestales. 3ª Edición, Santiago de Chile, 312 pp. Disponible en: http://www.unileon.es. Acceso el 22 de enero del 2009.

[2] Centro Global para el Monitoreo de los Incendios (CGMI). (2006): Incendios Globales. Disponible en: http://www.unisdr.org/eng/public_aware/world_camp/2000/PDF/Articulo_1_Goldammer_spa.pdf. Acceso el 16 de enero del 2009.

[3] González, A. F. (1998): Aplicaciones de la teledetección en el estudio de los incendios forestales. Disponible en: http://www.mappinginteractivo.com/index.asp. Acceso el 16 de enero del 2009.

[4] Lira, J. (1987): La percepción remota: nuestros ojos desde el espacio. Editorial Fondo de Cultura Económica (FCE), México. 151 p. Disponible en: http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/33/htm/percep.htm. Acceso el 22 de enero del 2009.

[5] Mejías, E. y Setzer, A. W. (2004): Detección y vigilancia de incendios en la vegetación para Cuba con el empleo del satélite GOES. Instituto de Meteorología (INSMET). Disponible en: www.isprs.org/publications/related/semana_geomatica05/front/abstracts/Dimecres9/T21.doc. Acceso el 20 de marzo del 2009.

[6] Esvillel Ferrer Pozo, *Artículo publicado en Revista Vinculando: http://vinculando.org* http://vinculando.org/articulos/sociedad_america_latina/sistemas_de_informacion_geografica_administracion_incendios.html