

TELEDETECCIÓN Y SIG EN LA GESTIÓN DE LOS INCENDIOS FORESTALES EN GALICIA

X. Dorrego (*) y G. Álvarez (**).

(*) *Sistema de Información Territorial de Galicia (SITGA). Estrada de Noia km3-A Barcia.*

15896 Santiago de Compostela. manuel.jorge.dorrego.tain@xunta.es

(**) *Consellería do Medio Rural. San Lázaro, s/n 15703 Santiago de Compostela.*

RESUMEN

En Galicia los incendios forestales son uno de los principales problemas ambientales, tanto por su elevada frecuencia como por su intensidad. Mejorar los sistemas de prevención y extinción, la cartografía de áreas afectadas por los fuegos y el estudio de la posterior evolución de las zonas quemadas, son objetivos primordiales en la gestión para reducir sus efectos. Inicialmente, los métodos empleados se basaban principalmente en la información obtenida en los trabajos de campo, evolucionando hacia la aplicación de nuevas tecnologías permitiendo una evaluación estadística y cartográfica más precisa. En este contexto, en el Sistema de Información Territorial de Galicia (SITGA) se están aplicando diferentes metodologías para la obtención de la cartografía de superficies quemadas y su posterior integración en SIG, utilizando los datos procedentes de diferentes satélites. Este trabajo se realiza sistemáticamente y junto a los datos aportados por la *Subdirección Xeral de Defensa contra os Incendios Forestais*, se obtiene una importante información gestionada mediante la utilización de diversas aplicaciones informáticas.

ABSTRACT

In Galicia fires are one of the main environmental problems, as much by their high frequency as by their intensity. To improve the systems of prevention and extinction, the cartography of areas affected by fires and the study of the later evolution of the burned zones, they are fundamental objectives in the management to reduce his effects. Initially, the used methods mainly were based on the data obtained in the works of field, evolving towards the application of new technologies allowing more precise statistical and cartographic evaluation. In the Territorial Information System of Galicia (SITGA) the obtaining from the cartography of burned surfaces and its later integration in SIG are being applied to different methodologies for, using the data coming from different satellites. This work is realised systematically and next to the data contributed by the *Subdirección Xeral de Defensa contra os Incendios Forestais*, an important information managed by means of the use of specific computer science applications is obtained.

Palabras clave: teledetección, incendios, Landsat, Spot, pladiga, XeoCode, queimas.

INTRODUCCIÓN

En la Comunidad Autónoma de Galicia la *Dirección Xeral de Montes e Industrias Forestais* ejerce las competencias y funciones atribuidas a la *Consellería do Medio Rural* en materia de ordenación, fomento y mejora de la producción forestal, de industrialización y comercialización de productos de primera transformación de la madera. En lo tocante a las medidas contra los incendios, es la *Subdirección Xeral de Defensa Contra os Incendios Forestais* la encargada de las actuaciones encaminadas a la defensa contra los incendios, ejerciendo las funciones de programación, prevención, ejecución, evaluación y seguimiento de las medidas y acciones contra los incendios forestales, ocupándose también de la elaboración de estudios y análisis de causalidad, y de la coordinación de medios en la lucha contra los incendios forestales. Toda la información

relacionada con los incendios se sintetiza en la base de datos "lumes". Sin embargo esta base de datos carecía de la componente gráfica de localización y delimitación de las zonas quemadas. Es entonces cuando surge la necesidad de enriquecer esta herramienta y para esto en el SITGA utilizando diferentes sensores espaciales se comienza a trabajar en la realización de la cartografía de zonas quemadas. El proyecto se comienza en el año 1997 (Díaz et al, 1999) y se desarrolla de forma anual hasta la actualidad. Paralelamente está en desarrollo un nuevo proyecto que consiste en obtener una cartografía histórica con los datos procedentes del satélite Landsat TM y que nos permitirá cubrir el período desde 1985 hasta el año 1997.

Principalmente el análisis se realiza con imágenes procedentes del satélite Landsat, aunque también se ha utilizado puntualmente el satélite Modis y desde el año 2005 se complementa el

trabajo con imágenes Spot de alta resolución. La información obtenida se integra en un sistema de información geográfica que complementa la base alfanumérica generada por los servicios de defensa contra los incendios y que nos permite todo tipo de análisis espacial y topológico.

En este sentido, se trabaja con diferentes herramientas informáticas y en especial con la aplicación XeoCode, que permite georreferenciar los incendios y conocer sobre la ortofoto y mapa topográfico la superficie y recursos amenazados en cada incendio, así como la localización de los medios y personal de defensa contra los incendios.

ZONA DE ESTUDIO

La Comunidad Autónoma de Galicia se encuentra dividida en 19 distritos forestales, que funcionan como unidades de gestión en cada una de las 4 provincias. La unidad de trabajo se centra en cada uno de los distritos y en consecuencia en la totalidad de la superficie del territorio gallego (29.434 Km²). Es importante destacar la delimitación de zonas de alto riesgo de incendio (ZAR) que se definen en el “*Plan de Prevención e Defensa contra os Incendios Forestais de Galiza*” (PLADIGA. 2008) y sobre las que se hace mayor incidencia. (figura 1).

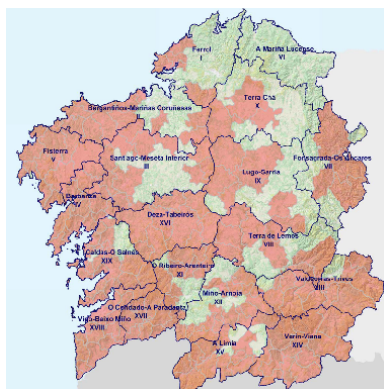


Figura 1.- Delimitación de los Distritos forestales y localización de las zonas de alto riesgo (ZAR).

OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

El objetivo de este trabajo es la delimitación de zonas quemadas mediante el empleo de técnicas de teledetección y su posterior integración en SIG. La razón fundamental es disponer de una base de datos gráfica georreferenciada que sirva de complemento a los

datos alfanuméricos existentes en la Comunidad Autónoma de Galicia.

Dada la particularidad y la casuística de los incendios en Galicia, no se pretende delimitar la totalidad de la superficie quemada, debido a que un porcentaje elevado son de pequeño tamaño y además contamos con la limitación de resolución espacial de los datos de satélite empleados. En este sentido, desde el año 2005 se dispone de coberturas Spot 5 con 2,5 metros de resolución espacial. Esto nos ha permitido en estos últimos años, no sólo mejorar la precisión en la delimitación del área quemada, sino también en la identificación de superficies más pequeñas. Aun así, como la base principal de datos utilizados en el proyecto son los facilitados por el satélite Landsat, se estableció como referencia la delimitación de aquellos incendios que presentan una superficie mayor de 5 ha en la base de datos “LUMES”. Otro de los inconvenientes que aparecieron durante la realización del trabajo fue la disponibilidad de coberturas idóneas y libres de nubes, teniendo siempre presente la distribución de los fuegos. Aunque se constatan dos épocas de mayor incidencia a lo largo del año, estas varían y a veces resulta complicado obtener datos espaciales adecuados. A pesar de todo, se pudo contar con un buen número de imágenes, y prácticamente para todos los años pudimos analizar dos coberturas. Cabe destacar que para cubrir la totalidad de Galicia es necesario disponer de tres escenas Landsat, 204/30, 204/31 y 205/30, y 17 escenas Spot. En total se han utilizado 45 escenas Landsat y 55 Spot para cubrir el período 1997 – 2007.

Se diferencian principalmente tres fases: recogida de datos en campo, tratamiento digital de los datos de satélite e integración en un sistema de información geográfica.

1.- Toda la información relativa a los incendios en lo que se refiere a incidencias, nº de efectivos, equipos de extinción, fecha y hora de inicio, superficies afectadas tomada en campo, número de incendio, etc. nos lo facilita la base de datos “lumes” generada por el personal de la *Subdirección Xeral de Defensa Contra os Incendios Forestais*. En cuanto a la localización del incendio, se indica el distrito, municipio y parroquia en la que se produce el incendio. Esta información en muchas ocasiones no es suficiente, y es donde surge la necesidad de localizar y delimitar de la manera más precisa el incendio.

2.- En lo que se refiere a los datos de satélite, se han aplicado diferentes técnicas de

teledetección. En primer lugar todas las imágenes se corrigen atmosférica y geométricamente. Se utiliza la proyección UTM con el datum ED50 y en el huso 29, aunque en los últimos años se ha adoptado el datum ETRS89 para adaptar la información al “*Real Decreto 1071/2007 de 27 de julio, por el que se regula el sistema geodésico de referencia oficial en España*”

Para analizar los datos se han generado composiciones RGB, con diferentes combinaciones (742, 543) para tener una primera aproximación de la incidencia anual del fuego. Se realiza trabajo de fotointerpretación y delimitación de los perímetros de los incendios. Se generan índices de vegetación, el *Normalized Difference Vegetation Index*, **NDVI** (Rouse et al. 1973) y el *Normalized Burnt Ratio*, **NBR** (Key and Benson, 2004) (figura 2). Buenos resultados se obtienen calculando los índices de vegetación antes y después del fuego y realizando la **diferencia** entre ellos, generando nuevas imágenes que muestran los incrementos o decrementos sufridos por los índices. También se ha comprobado que mejoran los resultados utilizando en el análisis los valores de reflectividad.

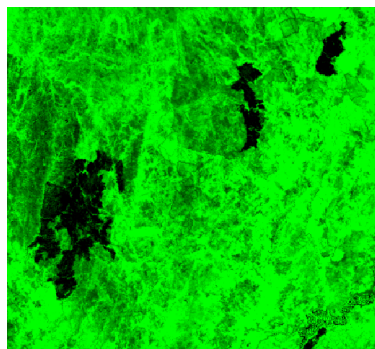


Figura 2.- Localización de zonas quemadas empleando valores del NBR. (2005).

Teniendo en cuenta la cantidad de imágenes disponibles, también se han aplicado análisis basados en la detección de cambios entre dos imágenes. Se eligió el método de detección de zonas quemadas basado en la diferencia simple de imágenes, y realizando posteriormente una clasificación de máxima probabilidad sobre la imagen diferencia (Recondo *et al.*, 2001b). La mejor visualización de las zonas quemadas se obtiene con una composición de las imágenes diferencia RGB=457, donde destacan las zonas quemadas por su color naranja intenso. Sobre estas zonas se introducen las áreas de entrenamiento.

Realizada la clasificación aplicamos una máscara y sólo nos quedamos con la clase de área quemada, para tener su cartografía (figura 3).

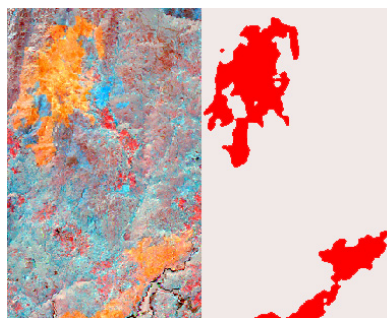


Figura 3.- Falso color 457 de la imagen diferencia y resultado de la clasificación supervisada.

Desde el año 2005 también se utilizan imágenes de alta resolución procedentes del satélite Spot5, facilitadas en el ámbito del Plan Nacional de Teledetección (PNT). Su resolución de 2.5 metros permite realizar una cartografía más precisa de las zonas quemadas. Sin embargo, sólo se puede disponer de una cobertura anual y en algunos casos no se corresponde plenamente con la época de incendios. Aun así, en el año 2006 si fue de gran ayuda para mejorar la delimitación de las áreas quemadas que se produjeron principalmente en los meses de agosto y septiembre.

3.- La última fase consiste en la integración de los datos obtenidos en un sistema de información geográfica. Para ello, en primer lugar se procede a la identificación de los incendios, con objeto de poder relacionar los datos obtenidos del satélite con la información disponible en la base “Lumes”. Esta labor resulta en muchas ocasiones bastante complicada, porque no siempre es fácil poder relacionar ambas bases de datos. También tenemos que destacar un dato común a todos los años y es que más del 75% de los incendios registrados tienen menos de 1 ha y no son analizados. En cualquier caso la relación ambas bases de datos nos permite hacer diferentes consultas, así como la interacción con otras bases de datos existentes en el sistema.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Como resultado de todos estos procesos obtenemos una amplia cartografía de las zonas quemadas durante los últimos 10 años (figura 4)

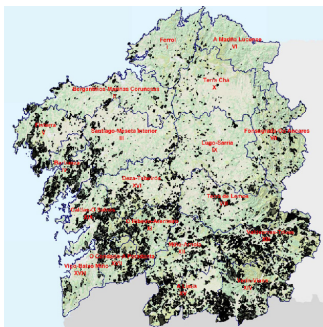


Figura 4.- Cartografía de zonas quemadas para el período 1997-2007.

Estos datos se trasladan a las diferentes aplicaciones informáticas recogidas en el PLADIGA, destacando principalmente **XeoCode**. Se trata de una aplicación cliente/servidor basada en un SIG, que permite la gestión de alarmas y fuegos en tiempo real a nivel de Distrito, con la interacción de los servicios Provinciales y Centrales. Gestiona todos los recursos disponibles, con su localización en tiempo real (figura 5), incorporando capas raster (fotos aéreas SIGPAC, PNOA, imágenes de satélite, mapas topográficos) y capas vectoriales (unidades administrativas, núcleos de población, vías de comunicación, red hidrográfica, puntos de agua, puntos de vigilancia, puntos de encuentro, bases de medios aéreos, espacios de especial protección, etc), medición de distancias y áreas, radios de acción, así como envío de SMS al responsable de la unidad afectada y al teléfono de contacto para emergencias del ayuntamiento implicado.

Otras aplicaciones de interés son Queimas, Queco, Infraestructuras, XLumes Codificador, XLumes Informes, Medios aéreos, etc.

Para concluir, destacar que el trabajo de todos estos años nos facilita una información muy valiosa tanto para la prevención como para la planificación y protección del territorio y en este sentido se sigue trabajando, tanto en la consecución de la cartografía histórica de zonas quemadas como en el seguimiento anual, aprovechando en este sentido toda la información facilitada dentro del ámbito del Plan Nacional de Teledetección (PNT).

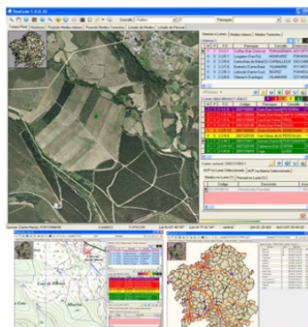


Figura 5.- Aplicación informática XeoCode.

BIBLIOGRAFÍA

Rouse, JW, Haas, RH, Schell, JA and Deering, DW, 1973. Monitoring vegetation systems in the Great plains with Third ERTS. *ERTS Symposium, NASA* No. SP- 351, pp. 309-317.

Díaz, M., Dorrego, X., Fernández, A. 1999. Georreferenciación y cuantificación de incendios forestales en Galicia. *VIII Congreso Nacional de Teledetección*. Albacete.

Recondo, C. et al. 2001. Mejores métodos de detección de zonas quemadas en Asturias a partir del análisis multitemporal de imágenes Landsat TM. *Mapping*. 71:6-16.

Key CH, Benson NC 2004b Landscape Assessment: Remote sensing of Severity, the Normalized Burn Ratio. In: FIREMON: Fire Effects Monitoring and Inventory System. (D.C. Lutes; R.E. Keane; J.F. Caratti; C.H. Key; N.C. Benson; L.J. Gangi). *General Tech Report RMRS-GTR-XXX*, Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, in press.

Pladiga. 2008. Consellería do Medio Rural. Dirección Xeral de Montes e Industrias Forestais. J. M. Sánchez, et al. 2008. Estimación del riesgo de incendio en Galicia a partir de imágenes EVI del Sensor Terra-MODIS. *Revista de Teledetección*. ISSN 1988-8740. 30: 71-84.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido posible gracias a un convenio de colaboración con la Consellería de Medio Rural, Dirección Xeral de Montes e Industrias Forestais.