

FOMFIS: UN SISTEMA DE PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE INCENDIOS FORESTALES

R. Sevilla Zorzo

D. Caballero Valero

(IBERINSA)

RESUMEN

En la actualidad los incendios forestales en la cuenca mediterránea pueden ser considerados como uno de los factores de mayor peso en la degradación de la calidad medioambiental de nuestros ecosistemas. La coyuntura socioeconómica es un factor de riesgo muy importante en la región mediterránea.

FOMFIS (Forest Fire Management and Fire Prevention System) nace como respuesta a las necesidades de planificación y gestión de incendios forestales y se sitúa en el ámbito del IV Programa Marco de Investigación y Desarrollo de la DGXII de la Comisión de la Comunidad Europea. El desarrollo del proyecto comprende a 9 socios, siendo Galicia la principal región de implementación del prototipo por sus especiales connotaciones.

FOMFIS es un sistema que se apoya en un SIG y está constituido por cuatro módulos. El sistema genera casos posibles en función de las condiciones climáticas, riesgo socioeconómico y mapa de combustibles, este último obtenido de manera automática. De las sucesivas simulaciones de incendios el sistema analiza y evalúa la mejor opción de distribución de medios e infraestructura de lucha contra incendios. Una breve descripción de los objetivos, alcance y metodología se presenta a continuación.

PALABRAS CLAVE :

INCENDIOS FORESTALES, PREVENCIÓN, RIESGOS SOCIOECONÓMICOS, CARTOGRAFÍA COMBUSTIBLES, SIMULACIÓN, PLANIFICACIÓN, GESTIÓN, TELEDETECCIÓN, COMBATE

INTRODUCCIÓN

En la actualidad los incendios forestales en la cuenca mediterránea pueden ser considerados como uno de los factores de mayor peso en la degradación de la calidad medioambiental de nuestros ecosistemas. En este sentido numerosos e importantes esfuerzos económicos, humanos y de investigación han sido realizados a lo largo de los últimos años con el fin de atajar su ocurrencia generalizada. Nuevos métodos de gestión del territorio unidos a unas características climáticas adversas en un ámbito socioeconómico que propicia el abandono de tierras o su transformación a usos más rentables económicamente hacen muy difícil la caracterización y resolución de los problemas relacionados con el fuego forestal.

Hoy en día no es atrevido afirmar que, en ciertas regiones de nuestra geografía, la relación entre la coyuntura socioeconómica y la ocurrencia de incendios forestales, es un hecho indiscutible. De esta manera parece adecuado abordar el estudio de la planificación y gestión teniendo en cuenta este importante componente de riesgo de aparición de fuego forestal.

Actualmente las políticas de gestión y ocupación del territorio provocan cambios que se suceden rápidamente en el tiempo. Así, por ejemplo, la disposición de las coberturas vegetales y su composición varía en periodos relativamente cortos de manera que resulta complicado obtener y mantener una cartografía actualizada que refleje dichos cambios. Si a esta consideración se añade la necesidad de conocer la disposición de los diferentes combustibles forestales, su estado y su posible ordenación para los planes de prevención de incendios, se concluye que la rápida y precisa actualización de la cartografía de los mismos es compleja pero necesaria.

La disposición de infraestructuras y medios de prevención y extinción de incendios es un factor clave en los planes de lucha contra incendios de las regiones mediterráneas. Esta planificación y posterior gestión de los recursos debe llevarse a cabo de acuerdo a criterios técnicos, económicos y medioambientales de forma integral y, a poder ser, de manera optimizada.

FOMFIS (Forest Fire Management and Fire Prevention System) nace como respuesta a todas estas necesidades en el ámbito del IV Marco de Investigación y Desarrollo de la DGXII de la Comisión de la Comunidad Europea. Este proyecto internacional de I+D, liderado por IBERINSA, ha establecido como usuarios finales a la Xunta de Galicia representada en el proyecto por la Consellería de Agricultura, ganadería e Montes en España, NAGREF en Grecia y CPFA en el sur de Francia. El soporte técnico descansa sobre seis empresas internacionales, v.g. IBERINSA, IBERSAT, SEMA GROUP y SESFOR en España, SOFTWARE AG en Italia y EPSILON en Grecia, cada una de ellas especializada en las áreas tecnológicas específicas del proyecto.

OBJETIVOS GENERALES

El objetivo general del sistema FOMFIS es la obtención de un entorno operativo de planificación y gestión de la prevención y lucha contra incendios forestales, a escala regional, mediante la integración de metodologías y tecnologías relativas a cartografía automática de combustibles forestales, análisis de riesgos climáticos y socioeconómicos, y simulación de la propagación de incendios.

A pesar de que las tecnologías relacionadas permiten ser integradas en un entorno de trabajo “en tiempo real”, FOMFIS establece su dominio de operación en el estudio “a priori” de los planes de prevención, vigilancia extinción de incendios. No obstante FOMFIS permitirá así mismo, y gracias a su estructura modular, añadir funcionalidades para la operación “on-line”, es decir en el mismo momento en que ocurren los incendios.

Las especificaciones del sistema FOMFIS están encaminadas a obtener, en particular, los siguientes productos de planificación y gestión:

- Una cartografía actualizada de los combustibles forestales basada en técnicas de análisis digital de imágenes obtenidas por teledetección
- Un mapa actualizado de riesgo de ocurrencia de incendios en función de la caracterización climática y socioeconómica
- Un análisis de las posibles situaciones de fuego basadas en el conocimiento experto previo y en la simulación de la propagación de los incendios forestales.
- Un análisis del grado de adecuación del plan actual de prevención y extinción de incendios forestales frente al riesgo de ocurrencia y caracterización de los fuegos calculados.
- Una disposición óptima de recursos e infraestructura en función del análisis de riesgos y caracterización de los posibles fuegos forestales calculados

FOMFIS está dirigido a usuarios potenciales que necesitan planificar y gestionar planes de prevención y extinción de incendios forestales a escala regional, realizar un seguimiento de la implementación y

desarrollo de los mismos e integrar actuaciones correspondientes a otros ámbitos de la planificación y gestión medioambiental.

ALCANCE GEOGRÁFICO

FOMFIS circunscribe su estudio a regiones representativas de la cuenca mediterránea, donde las condiciones climáticas adversas, los tipos de vegetación y las condiciones socioeconómicas dotan de un carácter particular a la problemática de incendios. Han sido consideradas tres regiones por su representatividad que corresponden a tres de los cuatro países implicados en FOMFIS.

El noroeste de la península ibérica, en concreto la Xunta de Galicia, representa la casuística particularísima de una región mediterránea con fuerte componente atlántica y con unas condiciones socioeconómicas que la hacen especialmente interesante desde el punto de vista de planificación y gestión de incendios. La distribución de los núcleos urbanos dispersos por toda la geografía, la disposición, tamaño y régimen de propiedad del territorio, la distribución y tipo de combustible forestal y las condiciones de explotación de los diferentes usos del terreno contribuyen a la aparición de un número espectacularmente grande de incendios forestales a lo largo de toda su geografía.

El despliegue de medios terrestres y aéreos, las redes de vigilancia y comunicaciones, la gestión de los recursos de extinción e infraestructuras requieren de una cuidadosa planificación campaña tras campaña con el fin de evitar carencias en los periodos de máxima emergencia. Todo ello hace que sea una región idónea para la implantación de un sistema y una metodología de trabajo que debe tener en cuenta tal complejidad.

Grecia complementa el ámbito geográfico del proyecto FOMFIS en términos de caracterización de los incendios forestales en la cuenca mediterránea. Su climatología y cobertura vegetal típicamente mediterránea junto con la diferente aproximación en métodos de planificación y gestión contribuyen a que el diseño, desarrollo y validación de FOMFIS esté de acuerdo con las necesidades de un gran porcentaje de potenciales usuarios en el sur de Europa. En consecuencia

En el sur de Francia, región de Aquitania, el escenario es diferente. Aquí las áreas de explotación forestal, sistematizadas y antropizadas, siguen una sistemática de vigilancia, prevención y extinción de incendios completamente automatizada. Su experiencia en el campo de la gestión de grandes masas mediante la utilización de técnicas digitales tiene especial relevancia en el desarrollo del proyecto, en términos de diseño y validación. Paralelamente FOMFIS queda así validado para el caso de explotaciones uniformes mono-específicas con un dispositivo de vigilancia y extinción sistemático, cual es el caso de otras regiones de Europa.

Como se puede observar la selección de las regiones que comprende FOMFIS es complementaria y trata de cubrir la mayoría de los casos presentes en la cuenca mediterránea mediante la adaptación “a medida” del sistema a los usuarios finales que componen el Consorcio.

ALCANCE TECNOLÓGICO

Las tecnologías puestas en juego para la consecución de los objetivos hacen de FOMFIS un proyecto netamente multidisciplinar.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) constituyen la base de referencia de los datos referidos al territorio, tanto la información gráfica, la información alfanumérica como las relaciones topológicas entre los diversos elementos. Además los SIG establecen el núcleo de una gestión integrada, en el cual se almacenan todos y cada uno de los cambios y actualizaciones y que quedan, por tanto, a disposición de la totalidad de usuarios. Por último los SIG establecen una base robusta para el desarrollo de aplicaciones específicas relativas a la planificación y gestión del territorio, en su más amplio sentido.

Las técnicas de teledetección y de cartografía automática permiten un acceso a la información del territorio con una gran resolución temporal, esto es, las actualizaciones se suceden con rapidez y precisión. Del análisis de las imágenes de sensores remotos (satélites de observación de la tierra) se desprende, a partir del estudio radiométrico, la disposición de los usos principales del terreno y, consecuentemente, los mapas de distribución del combustible forestal.

Los modelos probabilísticos de cálculo de riesgo de ocurrencia de incendios forestales han sido ampliamente estudiados y están basados, fundamentalmente, en métodos estadísticos. Con una componente principalmente climática, en función de los datos históricos de las condiciones de humedad del combustible, de la disposición de los vientos en superficie y de los datos de la topografía relativos a pendientes y orientaciones, se han construido modelos matemáticos que calculan índices de riesgo de aparición de incendios. En la actualidad algunos proyectos de alcance internacional han realizado algunas aproximaciones al riesgo de ocurrencia relativo a las condiciones socioeconómicas de una región.

El proyecto FOMFIS presta especial atención a la componente socioeconómica de los riesgos, debido a la particular relevancia que este factor adquiere en nuestras latitudes. Para ello se despliega toda una metodología de captura y caracterización de la realidad socioeconómica de las regiones de estudio y la modelización de su relación con la probabilidad de aparición en el tiempo y en el espacio de nuevos incendios forestales.

Los modelos de propagación de incendios forestales explican el comportamiento del fuego forestal basados en las condiciones de combustibilidad, topografía y situación meteorológica caracterizada por el régimen de vientos y las humedades de la vegetación. Existen en la actualidad numerosos desarrollos basados en el estudio matemático de la propagación, algunos de ellos muy complejos que tienen en cuenta el comportamiento local del viento y de las humedades. FOMFIS adopta un sistema de simulación de propagación de incendios forestales que es alimentado desde la cartografía automática de los modelos de combustible y que rinde como resultado la posición y tamaño esperados del desarrollo de un fuego a partir de un punto. Como es de esperar, FOMFIS analiza miles de situaciones posibles de incendio, desarrolla su expansión y rinde como resultado un conjunto de parámetros y mapas que caracterizan al fuego (altura de llama, intensidad lineal, velocidad máxima de expansión etc.).

Los datos necesarios para la simulación son obtenidos a partir del sistema de información geográfica, datos relativos a la pendiente, orientación y combustibles forestales, y desde la red de estaciones meteorológicas que existe en cada un de las zonas de estudio. La caracterización meteorológica es llevada a cabo mediante el establecimiento de situaciones típicas que resultan de un análisis estadístico de los datos históricos.

Los sistemas basados en el conocimiento dotan a FOMFIS de la herramienta básica para los módulos de planificación y gestión .

METODOLOGÍA

La arquitectura de FOMFIS está concebida de manera modular la cual se sigue del carácter multidisciplinar del proyecto. De esta manera el sistema puede estructurarse en los siguientes módulos:

- Módulo de Riesgo Socioeconómico, que contendrá el soporte de conocimiento para el análisis probabilístico de la aparición de incendios forestales debido a factores socioeconómicos.
- Módulo de Cartografía de combustibles, que integra un conjunto de herramientas de análisis y clasificación de imágenes por satélite para la obtención de la cartografía de los combustibles forestales, los cuales son contrastados con la cartografía digital existente para su validación.
- Módulo de Simulación de la Propagación, que utiliza los mapas de combustibles, pendientes y orientaciones para calcular la expansión más probable del fuego en unas condiciones de viento y humedad determinadas.
- Módulo de Planificación y Gestión, que constituye el corazón del sistema y que permite contrastar los planes y criterios actuales de gestión y obtener la solución óptima de distribución de recursos contra incendios de manera automática.

La línea metodológica, expuesta de una manera general, es como sigue.

A partir del análisis automático de imágenes de satélite, y tras un contraste en la base de datos cartográfica existente, se obtiene un actualización de los modelos de combustible en el terreno. Esta actualización se lleva a cabo según la escala temporal adecuada a la demanda de cada campaña, aunque es aconsejable que al menos exista una actualización anual por campaña. Las actualizaciones más significativas, intensas o

numerosas tienen que ver, como es de esperar, con la expansión urbanística, los cambios de uso de lo terreno y la aparición de nuevas zonas quemadas.

El mapa de combustibles es revertido a la base de datos, donde queda georreferenciado y almacenado junto con otros datos geográficos. Una de las coberturas digitales necesarias, además del mapa de combustibles, corresponde al modelo Digital del Terreno (MDT) que representa la topografía actual de la región a estudiar. Esta cobertura, sin embargo, no necesita ser actualizada con tanta frecuencia como el mapa de combustibles, ya que los cambios significativos se suceden muy de vez en cuando. Otros datos no relativos al territorio, como los datos climáticos, son también obtenidos y almacenados dentro del mismo entorno de trabajo. En particular es necesario obtener las condiciones posibles de humedad de la vegetación a partir del estudio histórico de variables meteorológicas. Caso aparte lo constituyen los vientos. En particular FOMFIS espera un vector viento de superficie que puede corresponder a una componente de vientos generales (parámetro que se introduce directamente en el sistema) o que proviene del estudio de efectos locales del viento. El criterio de una alternativa u otra depende, exclusivamente, de la disponibilidad de datos en la región de estudio.

Un módulo específico de análisis de riesgos socioeconómico determina los riesgos de ocurrencia de incendios forestales, respondiendo a las preguntas “cuándo” y “dónde” puede existir mayor probabilidad de ignición. Para ello se lleva a cabo el estudio de ciertas variables indicadoras del estado socioeconómico y su relación con los incendios forestales. La introducción de variaciones que tienen lugar a cabo en la realidad o, por el contrario, la previsión de riesgos en función de lo que pudiera acontecer según futuros cambios en el panorama socioeconómico puede ser planteado en la fase preventiva de planificación.

Como resultado del análisis, el módulo de riesgos devuelve mapas de probabilidad de ocurrencia que se insertan en la base de datos cartográfica del sistema, de acuerdo con la georreferenciación establecida. Los distintos mapas de riesgos corresponden a ciertas situaciones reales o ficticias que condicionarán notablemente la disposición final de los recursos contra incendios.

Todos estos mapas y datos se combinan con datos acerca de situaciones climáticas en un generador de casos. La generación de casos obtiene, mediante combinatoria, los escenarios posibles más probables de incendios forestales en la región y, si es necesario, los escenarios de emergencia crítica más probables en los cuales todos los dispositivos de lucha contra incendios han de ponerse en juego. Estos escenarios, que además proponen lugares de aparición de fuegos en función del mapa de riesgos, alimentan al módulo de simulación de la propagación.

El módulo de propagación de incendios somete al escenario a expansiones simultáneas de tantos fuegos como puedan ocurrir en la región, determinando su posición y tamaño más probable y caracterizando las variables más significativas de incendio tales como altura de llama, velocidad de propagación, intensidad lineal de frente etc. Los resultados de las simulaciones y sus caracterizaciones quedan almacenados en la base de datos del sistema para su posterior utilización. De la simulación y caracterización se desprende además un análisis de los efectos y una valoración de las consecuencias.

El sistema FOMFIS enfrenta los criterios actuales de planificación y gestión de recursos contra incendios así como los medios que existen, teniendo en cuenta su situación, movilidad y rendimientos, con todos los escenarios y situaciones de incendio simuladas. El sistema estudia entonces la adecuación de la disposición y actuación de los recursos basado en las consecuencias finales respecto a los posibles incendios simulados e informa al gestor de las conclusiones obtenidas.

Como paso final, el gestor puede pedir al sistema que éste disponga los recursos que, a criterio del sistema, sean necesarios y suficientes para acometer las situaciones de riesgo planteadas de antemano. De esta forma, y siguiendo criterios técnicos, económicos y medioambientales se llega a una solución óptima en la disposición de medios contra incendios en la región.

CONCLUSIONES

FOMFIS representa una nueva línea de trabajo, a escala regional, en el ámbito de planificación y gestión de incendios forestales con fines preventivos. Aquí se reúnen las últimas tecnologías dirigidas a la toma de decisiones en la planificación de recursos de lucha contra incendios en regiones de la cuenca mediterránea en las que existe una clara vinculación entre la ocurrencia de incendios y los factores socioeconómicos de riesgo, cual es el caso de Galicia en España.

FOMFIS pretende ser no solo un sistema automatizado de planificación y gestión sino todo un método de trabajo, articulado en un sistema global de información que va a requerir una sistemática de actualización de la información, de consulta y generación de informes, de toma de decisiones asistida y de muchas otras actividades derivadas.

La adecuación de FOMFIS a un caso de probada complejidad, como se ha expresado en el caso de Galicia, así como su complementación con la casuística de las regiones forestales de Grecia, permite garantizar la casi inmediata implementación del sistema en otras regiones de la cuenca mediterránea.

REFERENCIAS

Publicaciones

- Catalogue of Contracts, VOL.1 'Climatology and Natural Hazards', Environmental Research Programme, 1991-1994. European
- , Directorate General XII, Science Research and Development.
- Environment RTD Programme. Proceedings of the 'Wildfires Coordinators Meeting', Rethymnon, Greece, 23-25 October 1995.
- Proceedings of the 'Workshop on Wildfire Management systems, Models and Techniques', Athens, 3-4 June 1996.
- 'PROMETHEUS Project', technical brochure. Algosystems S.A.
- "FIREMEN Project", technical brochure edited by CINAR
- 'FIRES: Forest Image Processing Supported by Expert System', final report, 1996. DG-XII/D2, CEC, Environment Research Programme, Climatology and natural Hazards
- 'MEFISTO, Mediterranean Forest Fire Fighting Integrated Strategic Tool', progress report. DG-XII/D2, CEC, Environment Research Programme, Climatology and natural Hazards
- 'PROMETHEUS, management techniques for Optimization of Suppression and Minimization of Wildfire Effects', progress report 1995. DG-XII/D2, CEC, Environment Research Programme, Climatology and natural Hazards
- 'EPOCH Project #40, Design and Demonstration of a System for decision Support in Forest Fires Detection and Prevention', final report 1993, DG-XII/D2, CEC, Environment Research Programme, Climatology and natural Hazards

Direcciones Internet de interés

- http://www.cordis.lu/esprit/src/results/res_area/st/st3.htm
- <http://www.rtd.algo.com/promet/index.htm>
- <http://www.tel-irrs.mi.cnr.it/anton/firemen.html>
- <http://www.geometre.iplus.fr/mission/infograp/anglais.html>
- <http://www.cti.gr/RD3/gis/eirini.html>
- <http://www.physik.fu-berlin.de/~ag-peschel/honecker/ri/socffm.html>
- <http://www.remsoft.com/behavby.htm>
- http://kronos.cti.gr/tr/info-sys/y_1992/index
- <http://www.interlog.com/~boychuck/flapx.html>