

EL PAPEL DE INTERNET EN LA CADENA DE TOMA DE DECISIONES PARA LA GESTIÓN DE INCENDIOS FORESTALES. EL SERVICIO E-FIS

David Caballero⁽¹⁾, Gavriil Xanthopoulos⁽²⁾, Domingos X. Viegas⁽³⁾, Giovanni Bovio⁽⁴⁾, Pierre Macé⁽⁵⁾

(1) TECNOMA S.A, España
Tf. 00 34 91 722 7333, davidcaballero@tecnoma.es
(2) NAGREF, Grecia
(3) ADAI-CIF, Portugal
(4) AGROSELVITER, Italia
(5) ARDFCI, Francia

INTRODUCCIÓN

A lo largo de los dos últimos años se ha observado un notable incremento de la implantación de servicios basados en Internet a escala operacional. Un buen número de portales de Internet basados en el estándar HTML (Hypertext Markup Language), genéricamente conocidos como “Web sites”¹, han sido dedicados a los incendios forestales, tocando temas tales como monitorización global, índices de peligro, interfaz urbano-forestal, operaciones de lucha contra incendios, seguridad e investigación y desarrollo entre otros. En cierto modo este fenómeno ha ocurrido en parte gracias a la aparición de entornos de desarrollo dedicados que permiten la obtención de aplicaciones “on-line” incluyendo potentes funcionalidades sin que esto suponga un gasto importante en términos de tiempo y coste de desarrollo. Paralelamente las conexiones de los ordenadores a la Red han sido mejoradas, en lo referente al ancho de banda disponible y en cuanto a la oferta de disponibilidad y coste de los servicios de acceso a Internet que ofrecen los ISP actuales. De esta manera Internet ha llegado a usuarios de todo el mundo, proporcionando además una eficaz plataforma para redes de distribución de aplicaciones basadas en Internet.

SERVICIOS INTERNET

En el ámbito de los servicios de defensa contra incendios forestales la información en el proceso de toma de decisiones demanda la utilización de canales específicos de comunicación, así como una alta disponibilidad y fiabilidad. En el caso de grandes regiones, además, es necesaria la implantación de una estructura jerárquica que articule la cadena de información, recogiendo así la información de manera precisa desde los centros territoriales a los servicios centrales de la región y, paralelamente, distribuyendo información de uso general (como los índices de peligro) desde los servicios centrales a los centros territoriales y bases locales de operaciones. Internet es un entorno ideal y

¹ En inglés “web” significa “tela de araña” y se refiere aquí al subconjunto de terminales en Internet que están conectadas y utilizan el estándar HTML que facilita la navegación. No se equipare, por tanto, Web a Internet aunque, en el contexto de la presente comunicación, se haga a veces la equivalencia ya que en este caso solo se tratan portales pertenecientes a la Web.

muy barato para establecer redes de comunicación sin más que contar con un número de ordenadores que hacen de terminal y conexiones telefónicas de cierta calidad. A esta estructura se incorporan procedimientos y funcionalidades de captura de datos, proceso de información y presentación de resultados. Como se puede comprobar, los servicios de ayuda a la toma de decisiones y gestión de la información basados en Internet tienen dos características: son ubicuos y fáciles de usar y son muy baratos de implantar.

CADENA DE INFORMACIÓN

A pesar de que existen esquemas muy dispares en la gestión de recursos en los servicios de defensa contra incendios forestales a lo largo del mundo, es relativamente sencillo encontrar un conjunto de puntos comunes a todos ellos y disponerlos en una lista de puntos clave. En este proceso se han identificado 5 etapas que reúnen la totalidad de las situaciones en una secuencia típica de gestión de incendios en su fase inicial, cada cual demandando un tipo de información para la toma de decisiones. Estas son:

1.- Acciones preventivas y entrenamiento, planificación a largo plazo

- Operaciones sobre el combustible forestal
- Operaciones sobre las infraestructuras
- Educación y sensibilización de los ciudadanos
- Entrenamiento del personal de extinción

2.- Acciones previas a la emergencia, planificación a corto plazo y diaria

- Predicción y observación de datos meteorológicos, análisis del tiempo y del viento
- Estimación de la humedad del combustible forestal y de la probabilidad de ignición
- Identificación de causas potenciales de fuego
- Estimación del peligro y riesgo de incendio forestal
- Prealerta y consecuente distribución territorial de medios de extinción

3.- Acciones propias de la emergencia, ataque inicial

- Vigilancia, detección e identificación
- Estimación de la posición de nuevos focos y rutas de acceso
- Estimación de la severidad del fuego incipiente
- Análisis de la vulnerabilidad de los valores en peligro inmediato
- Despacho de recursos de extinción
- Transporte de recursos, navegación aérea y terrestre
- Despliegue de medios y ataque inicial
- Soporte de medios aéreos (transporte y combate)
- Movilización y coordinación de operaciones de maquinaria pesada
- Seguimiento y gestión de medios de extinción
- Soporte de información para la toma de decisiones in-situ

4.- Acciones en caso de gran incendio, ataque ampliado

- Planificación ampliada de la emergencia, disposición de puestos de coordinación
- Soporte continuo de información sobre el incendio y condiciones meteorológicas
- Movilización y gestión de fuerzas ampliadas de extinción
- Movilización y gestión de unidades complementarias de extinción
- Movilización y gestión de fuerzas de Protección Civil
- Servicios de comunicación con los medios
- Logística
- Servicios médicos
- Etc.

5.- Acciones post-emergencia

- Control del perímetro apagado del fuego y limpieza final
- Medida del perímetro final, forma y tamaño
- Estimación de los costes y pérdidas incurridas
- Investigación de las causas
- Acciones de protección, hidrología de superficie y reforestación

ALGUNOS VÍNCULOS DE INTERÉS

De los *Web sites* más conocidos y utilizados hay algunos que ofrecen información valiosa y actualizada y que, en la experiencia del autor, son utilizados sistemáticamente en la cadena de toma de decisiones mostrada más arriba. Entiéndase que, frecuentemente, la información ofrecida tiene un amplio espectro de usuarios, incluyendo en este a gestores del territorio, responsables de la planificación y gestión de la defensa contra incendios, Protección Civil, ciudadanos, políticos, medios de comunicación etc. y solo en casos particulares los *Web sites* ofrecerán información y funcionalidades muy específicas.

Meteorología

La predicción y observación meteorológica, y muy especialmente el régimen de vientos, es uno de los servicios más populares y demandados en Internet ya que es partícipe de un numeroso conjunto de actividades humanas y responsable de importantes fenómenos de la naturaleza. La visualización de los frentes de aire, movimiento de nubes, precipitación, tormentas, rayos, evolución de la temperatura y de la humedad relativa del aire y, especialmente, la dirección e intensidad del viento son algunas de las principales piezas de información que se utilizan en la planificación semanal y diaria para la defensa contra incendios forestales. Las predicciones se demandan en un horizonte temporal de 3 a 7 días. Algunos de los portales más conocidos son:

AccuWeather

(<http://www.accuweather.com>)

European Centre for Medium-Range Weather Forecasts

(<http://www.ecmwf.int/>)

Educación sobre meteorología e incendios forestales

(<http://earthlab.meteor.wisc.edu/firewx/>)

Instituto Nacional de Meteorología
(<http://www.inm.es>)
NTUA Weather / Intellicast
(<http://www.ntua.gr/weather/>)
University of Athens. Atmospheric Modelling & Weather Forecasting Group
(<http://forecast.uoa.gr/>)
Weather Underground – observación meteorológica a lo largo del mundo
(<http://english.wunderground.com/global/GR.html>)
Wetterzentrale
(<http://www.wetter-zentrale.de/>)

Indices de peligro

Wildland Fire Assessment System
(<http://www.fs.fed.us/land/wfas/>)
The Fire-EMS Information Network
(<http://www.fire-ems.net/>)

Monitorización global y regional

Global forest watch
(<http://www.globalforestwatch.org/english/index.htm>)
NASA Earth Observatory
(<http://earthobservatory.nasa.gov/Library/GlobalFire/>)
NOAA fire monitoring
(<http://www.ngdc.noaa.gov/dmsp/fires/globalfires.html>)
FUEGO monitoring system
(<http://www.insa.es/fuego/homepage.htm>)
Fire Globe
(<http://www2.ruf.uni-freiburg.de/fireglobe/welcome.html>)c

Modelos de combustible forestal y simulación de incendios

A Numerical Model of an Explosive Forest Fire
(<http://www.scd.ucar.edu/vets/vg/FIRE/ClarkFire.html>)
A Simulation of Forest Fire Propagation
(<http://www.npac.syr.edu/REU/reu94/mveach/burn.html>)
CSIRO
(<http://www.ffp.csiro.au/nfm/fbm/>)
CSIRO. Project VESTA
(<http://www.bbm.csiro.au/vesta/>)
Forest Fire Simulation. Washington University in St Louis
(http://ascc.artsci.wustl.edu/~bblank/Assignment_2_Fall_1998.html)
Fuel Models NE California (CDF) (http://frap.cdf.ca.gov/data/fire_data/fuels/fuelsfr.html)
GEO-F/X. Forest Fire simulation
(http://www.geofx.com/html/geo-f_x_master_border_forest_fire.html)
Computational Mechanics Group and Mathematical Modelling of Engineering
(<http://www.gre.ac.uk/research/cms/fphy.html>)
Simulating Fire Patterns in Heterogeneous Landscapes.
(<http://research.esd.ornl.gov/EMBYR/embyr.html>)

STORMS Fuel Models
(<http://storms.cnig.pt/fuelmodels.html>)

Humo, salud, efectos por incendio forestal

Fire-Related Trans-boundary Haze and Air Pollution in Southeast Asia
(<http://www.icsea.or.id/sea-span/SCIPOL2/STUDY423.htm>)
Fire Effects Information System (FEIS)
(<http://www.fs.fed.us/database/feis/>)
Forest Fires and Forests Health (NCSE)
(<http://cnie.org/NLE/CRSreports/Forests/for-5.cfm>)
PLUMP: A one-dimensional plume predictor (<http://www.fs.fed.us/database/plump.htm>)
Prescribed Fire and Fire Ecology Research (USDA-FS/PSW-Riverside Fire Lab)
(<http://www.rfl.psw.fs.fed.us/prefire/index.html>)
Smoke Management
(<http://www.pfmt.org/standman/smokeman.htm>)

Interfaz urbano-Forestal

FIREWISE
(<http://www.firewise.org/>)
FIRESTAR project
(<http://www.eufirestar.org>)
ICFME Interface (NWT)
(<http://fire.feric.ca/36112001/36112001.asp>)
WARM project
(<http://www.euwarm.org>)

Investigación y desarrollo

CEIF Centre of Forest Fire Studies in Portugal
(<http://www.adai.pt/ceif/index.html>)
CEREN
(<http://www.ceren.org/>)
EFAISTOS
(<http://www.tno.nl/instit/fel/efaistos/eric-efa.htm>)
NRIFD. National Research Institute of Fire & Natural Disaster (**Error! Marcador no definido.**)
Research and results in Europe. European Commission
(<http://europa.eu.int/comm/research/success/en/env/0272e.html>)
The National Research Institute of Fire and Natural Disaster
(<http://www.fri.go.jp/yorane/reduction.html>)

Otros sitios de interés

DELFI Knowledge base and vocabulary
(<http://www.cinar.gr/delfi/>)
ENVISYS
(http://www.nr.no/envisys/emergency_management/forest_fires.htm)
California Department of Forestry and Fire Protection (CDF)
(<http://www.fire.ca.gov/>)

Fire and Resource Assessment Program – CDF
(<http://frap.cdf.ca.gov/>)
National Fire Protection Association (NFPA)
(<http://www.nfpa.org/Home/index.asp>)
Wildland Fire-fighter magazine
(<http://www.wildlandfirefighter.com/>)
IAFSS. The International Association for Fire Safety Science
(<http://www.iafss.org/index.htm>)
GEOFOGO
(http://geofogo.cnig.pt/soft_form.html)
Media Port
(http://www.mediaport.net/CyberScience/BDD/fich_034.en.html)
Forest view cabins
(<http://www.cybermarker.com/forest/photos/firetower.htm>)
EUROSTAT
(<http://europa.eu.int/comm/eurostat/>)
NEDIES. Natural and Environmental Disaster Information Exchange System
(<http://nedies.jrc.it/>)

EL PROYECTO E-FIS

Antecedentes

FOMFIS² es un sistema basado en una plataforma SIG que integra un conjunto de herramientas para la ayuda a la toma de decisiones en la planificación preventiva de incendios forestales. Se desarrolló bajo los auspicios del IV Programa Marco de I+DT de la Comisión Europea (Caballero, 1998; Caballero et al. 1999). Este sistema hace uso de un número de modelos sofisticados y soluciones tecnológicas integradas en un Sistema de Información Geográfica, ofreciendo funcionalidades potentes para el análisis de los componentes de planificación preventiva, tales como la distribución y tipología de los combustibles forestales, la evolución de las condiciones de ignición y propagación de incendios, la respuesta de la socioeconomía y su implicación en la aparición de fuegos, la propagación del incendio forestal, el análisis de costes y pérdidas de cada emergencia por incendio etc.

Con el fin de acometer las funcionalidades mencionadas, el mantenimiento y operación del sistema demanda, por otro lado, equipos, soporte lógico y expertos que son caros y a los que no todos los usuarios finales pueden acceder. Estos puntos han hecho difícil la implantación de FOMFIS en los sistemas actuales de los usuarios finales, a pesar de que los servicios de defensa contra incendios forestales mostraron un claro interés por el sistema.

Por otro lado, y a lo durante los dos años tras la finalización del proyecto FOMFIS en 1998, han surgido un número de tecnologías de la información y comunicaciones que se han consolidado en el mercado, tales como la teledetección, los servidores de cartografía digital basada en Internet o los sistemas de posicionamiento global y navegación GPS, ofreciendo soluciones asequibles en el ámbito de gestión de emergencias por incendio forestal. La programación en XML/XSL de aplicaciones on-line que conectan a bases de datos remotas es cada vez más frecuente y se presenta en ámbitos relacionados con el medio ambiente y la Protección Civil. Estos avances tecnológicos, ya disponibles de forma asequible, junto con el interés creciente de los usuarios finales implicados en la

² **F**Orest **F**ire **M**anagement and **F**ire Prevention **S**ystem. ENV4-CT96-0335, Environment and Climate Programme, 4th Framework Programme of R+TD, EC, Area 2.3 Topic 4, Forest Fires

defensa contra incendios forestales, han empujado con fuerza la demanda de sistemas integrados de información muy similares a los que se encuentran en el sistema FOMFIS:

El Proyecto

Como respuesta a esta demanda surgió la propuesta E-FIS³ (C26789) que ha sido desarrollado durante los años 2001 y 2002 bajo el programa TEN Telecom⁴ y en el que han participado cinco países, a saber, Portugal, España, Francia, Italia y Grecia, los más afectados por los incendios forestales de Europa. De acuerdo con la filosofía y objetivos del programa TEN-Telecom, el proyecto se propuso realizar un estudio de mercado y elaborar un plan de negocio para la implantación de un servicio de asesoría simplificado (comparado con el sistema FOMFIS) basado en Internet y orientado a los incendios forestales. Paralelamente, como objetivo complementario, E-FIS establecía un nuevo enfoque referente a la gestión compartida de las emergencias por incendio forestal en Europa mediante la utilización de redes transnacionales.

Desde el punto de vista operacional, E-FIS se propuso alcanzar, primero, la centralización de los datos, mantenimiento, potencia de cálculo y soporte de conocimiento experto, y segundo ofertar servicios de información a través de una plataforma fácil de utilizar, barata, ubicua y que no demandara una gran inversión por parte del usuario final. El objetivo, por tanto, era liberar a los usuarios de la carga no justificada que supone el mantenimiento y costes anejos de un sistema de información facilitando así la concentración en la tarea propia de los gestores que es la toma de decisiones. Para alcanzar estos objetivos el consorcio se propuso adaptar parte de los módulos desarrollados en FOMFIS a este nuevo sistema integrándolos en una plataforma de información geográfica que estuviese albergada en un servidor *Web*.

La aplicación E-FIS resultante ofrece un número de servicios de información que satisfacen la mayor parte de los puntos identificados en la cadena de toma de decisiones relativo a la organización y gestión de la defensa contra incendios forestales en Europa, a saber:

- Acceso y consulta a cartografía digital genérica
- Planificación a corto plazo (semanal)
- Planificación diaria
- Asesoramiento y ayuda a la toma de decisiones en el evento de fuego forestal
- Acceso y mantenimiento de bases de datos históricos
- Entrenamiento y formación
- Servicios complementarios
- Vínculos y plataforma para otros servicios de terceros

De acuerdo a estas premisas, se ha desarrollado un *Web site* referente al desarrollo E-FIS que incluye tres grandes apartados, por un lado información genérica sobre el proyecto, de otro lado un área de acceso restringido que incorpora la información y comunicación referente al proyecto y, finalmente, un área en la que se dispone la aplicación.

³ Aunque E-FIS significa "Electronic Fire Information System", el título completo del proyecto es "Electronic On-line Decision Support System for Forest Fires"

⁴ Trans-European Telecommunications Networks, Dirección General de la Sociedad de la Información, Comisión de la Comunidad Europea

Estructura del *Web site* E-FIS

Desde el punto de vista operativo, E-FIS puede entenderse como una plataforma basada en Internet que da cabida a aplicaciones, sistemas de información, vínculos y otros productos de terceras partes necesario y suficiente para la ayuda a toma de decisiones en la gestión de las emergencias por incendio forestal. Todo el *Web site* ha sido diseñado con el objetivo de establecer un punto focal único desde el que acceder a toda la información necesaria para la toma de decisiones. Esta idea, en particular, trata de evitar que los gestores tengan que consumir mucho tiempo buscando la información necesaria que, en caso de emergencia, parece esconderse en situaciones reales.

De acuerdo a la filosofía presentada, el *Web site* E-FIS se divide en las siguientes secciones:

- Area Pública, que incluye información general del proyecto, documentos y vínculos a otros *Web sites* relacionados de interés
- Area de acceso restringido, para el uso de los componentes del consorcio E-FIS y que sirve de banco de datos y centro de comunicación entre los socios para el desarrollo del proyecto
- Servicios complementarios y vínculos a otros *Web sites*
- Acceso a la aplicación E-FIS, que incluye los servicios básicos de información que se han expuesto

La aplicación E-FIS

Con el fin de demostrar la utilidad y práctica de la plataforma E-FIS, se ha adaptado una aplicación para la gestión de emergencias de incendio forestal e integrado en el *Web site* con un número de servicios básicos que han sido clasificados como esenciales en el día a día de la operación de los servicios de lucha contra incendios forestales.

La aplicación E-FIS ha sido diseñada con el fin de opera de la misma manera que si se tratase de un ordenador en un puesto de trabajo, con un alto grado de utilidad. Con el fin de conseguir este objetivo, una gran parte del esfuerzo ha sido dedicado al desarrollo de un interfaz de usuario (GUI o Graphical User Interface) que se asemejase a los documentos que normalmente se manejan en los servicios de incendios. Ya que es necesario que la aplicación tenga un alto grado de interactividad y agilidad, se han aplicado técnicas específicas de programación, tal como el desarrollo de un servidor propietario de cartografía digital basada en Internet que convierte información geográfica en imágenes JPG. Estos documentos comprimidos viajan a gran velocidad por la Red a la vez que ofrecen la información gráfica necesaria para la toma de decisiones.

La aplicación E-FIS utiliza un conjunto de mapas digitales básicos que se mantienen en el servidor central para cada una de las regiones que participan en la red E-FIS. Como resulta natural, es necesaria una etapa de puesta en marcha antes de contar con los servicios para cada región. Así es necesaria la elaboración de un modelo digital del terreno, un mapa de combustibles forestales y una red de carreteras, como mapas esenciales para el funcionamiento de la aplicación. Todo el software de apoyo, tal como el servidor de mapas digitales, el sistema de gestión de bases de datos y todos los algoritmos y modelos necesarios están albergados en el servidor central. Este servidor es

un computador de alta capacidad de cálculo, de almacenamiento (cada región tiene reservado su espacio de almacenamiento de forma estanca) y dispuesto en un sistema de alta disponibilidad, asegurando un servicio continuo de información.

La aplicación E-FIS se accede a través de la dirección de Internet:

<http://www.rtd.softwareag.es/efis/as>

en la cual es necesario introducir una clave de autenticación. Dada la obvia sensibilidad de los datos almacenados en el servidor, se aplica un control constante sobre los usuarios que acceden al sistema, el cual cuenta además con un conjunto de salvaguardas para proteger la información (por ejemplo, ni tan siquiera los administradores del sistema pueden acceder directamente a la información, ya que esta está encriptada para cada región).

La ventana de la aplicación está dividida en dos grandes regiones, la de la derecha que se reserva para la presentación gráfica del servidor de mapas y donde el usuario "navega" a lo largo del territorio y obtiene información del mismo; y la parte izquierda que comprende un menú y un número de cuadros de diálogo dedicados para permitir la interacción alfanumérica entre el usuario y la aplicación. Toda la aplicación se maneja a partir de una barra de opciones de menú que se despliega en la parte superior de la pantalla.

La navegación geográfica de la aplicación E-FIS cuenta con funcionalidades básicas tal como selección de área, selección de mapa temático, zoom y obtención de información puntual de los puntos seleccionados, tal y como se dispone en gran parte de las aplicaciones SIG comerciales existentes en el mercado. Con el fin de lograr este alto nivel de interactividad, E-FIS trabaja con bloques de 20x20 km. que corresponden a áreas geográficas cuya información se almacena localmente a petición del usuario.

El usuario cuenta con un número de mapas que es representativo para la región seleccionada y que resultan útiles para la toma de decisiones en la gestión de incendios forestales. El directorio de mapas se dispone en cuatro secciones:

1. Mapas temáticos ráster, que incluye el mapa de combustibles forestales, topografía, pendiente y orientación, cobertura vegetal y cualquier otro mapa básico que el usuario entienda que es necesario para la toma de decisiones. El sistema utiliza uno de estos mapas como fondo de la aplicación.
2. Mapas temáticos vectoriales, tales como carreteras y caminos, ferrocarril, límites administrativos, zonas urbanas, embalses de agua, ríos y otros temas puntuales como puestos fijos de vigilancia, puntos de abastecimiento de agua, antenas de comunicaciones, puntos de encuentro de cuadrillas helitransportadas, estaciones meteorológicas etc. El sistema permite dibujar un número ilimitado de ellos sobre el fondo seleccionado.
3. Observaciones meteorológicas y mapas derivados de ellas. Son el resultado de la interpolación de los datos meteorológicos de las estaciones en la región seleccionada y son utilizados de manera automática para el cálculo de la humedad del combustible, la probabilidad de ignición y un conjunto de otros índices de peligro y de riesgo que completan la colección.
4. Predicciones meteorológicas y mapas derivados. De la misma manera que el punto anterior, pero correspondientes a las predicciones de las variables meteorológicas que participan en el cálculo de los índices mencionados.

El número y tipo de mapas que E-FIS ofrece al usuario depende exclusivamente de las necesidades de cada usuario. Así mismo se puede disponer de otros índices de peligro y riesgo de incendio que resulten de la aplicación de modelos de terceras partes (además de los que ofrece E-FIS), de acuerdo a la demanda local que se ha identificado en muchas regiones de la Europa Mediterránea.

El menú que conduce la aplicación E-FIS se divide en dos grandes grupos, en un lado la sección de “Administración”, en la cual se introducen todos los datos que comprenden a la totalidad de la región, tales como recursos terrestres o aéreos disponibles y otros datos que son necesarios para la correcta utilización del programa. Estos datos son introducidos por los administradores del sistema en las oficinas del usuario (servicios centrales de una región) y son, típicamente, actualizados cada semana. Por otro lado la sección de “Servicios” cuenta con opciones de menú que responden a las necesidades de las escalas temporales identificadas, a saber, la planificación a corto plazo, la planificación diaria y la gestión de emergencias por incendio forestal. Esta sección, típicamente es utilizada por los servicios locales de una región (comarcas, *dasarheio* o departamentos).

En la sección “Administración” los usuarios controlan el flujo de la información relativa a cuatro bases de datos que son el eje central del sistema, a saber:

- Datos de predicción meteorológica
- Datos de observación meteorológica
- Datos sobre causas potenciales previstas de incendio
- Datos sobre recursos de extinción

SERVICIOS E-FIS

Planificación semanal

Los usuarios acceden a los mapas derivados de la predicción meteorológica y del cálculo de los índices de peligro y de riesgo, así como mapas de las componentes intrínsecas del fuego (intensidad lineal y velocidad de propagación) y de la humedad de los combustibles para cada uno de los 7 días de la semana a planificar. Los usuarios acceden además a los datos sobre causas potenciales conocidas de incendio que se darán en la zona (quemadas controladas, festejos, barbacoas, vertederos, causas permanentes etc.). El propósito de este servicios es identificar la situación general de la zona para los próximos días desde el punto de vista de peligro y demanda de fuerzas de extinción, con el fin de distribuir los medios en el territorio y establecer un nivel de prealerta.

Planificación diaria

En la planificación diaria los usuarios tienen acceso a la generación de mapas de peligro y riesgo de incendio esperados para la jornada actual en función de las observaciones meteorológicas obtenidas por la mañana y al mediodía. Además el sistema despliega la lista de causas potenciales de fuego conocidas, la posición y estado de los medios de extinción en el territorio y la situación y estado de los incendios forestales que aún están activos (que provienen de días anteriores).

El módulo de planificación diaria tiene como propósito poner al día rápidamente al gestor que se incorpora al servicio y que no cuenta con otra fuente de información. También es útil para informar a otros cargos que están implicados allá donde estén acerca de la evolución de la situación de los incendios en la zona.

Gestión on-line de emergencias por incendio forestal

El sistema E-FIS mantiene un dossier por cada nuevo fuego que es dado de alta. Este módulo tiene un conjunto de herramientas on-line para ayudar a los gestores a la toma de decisiones sobre incendios concretos a escala local, y también le permite gestionar la información de varios fuegos que ocurren de manera simultánea en una región. Paralelamente el usuario maneja información acerca del desarrollo de los incendios, meteorología y utilización de los recursos, información que puede ser obtenida, al menos en parte, en el mismo lugar del incendio.

e-fis HISTORICAL DATA

Fire

Name: Miraflores
Init Date: 2002/04/15
Init Hour: 14:35
State: Extincted

Init Point

X: 435280.0
Y: 4515938.0

Municipality: MIRAFLORES DE LA SIERRA
Tº (°C): 32.0
Fuel (Model nº): 2.0
W. Sp. (Km/h): 35.0
W. Dir. (°): SE
Humidity (%): 28.0
Slope (°): 4.525762
Aspect (°): 69.662544

Localize In Map

Vegetation coverage (%)

Area Selection Map Selection Show Legend

X: 431064 Y: 4517305 D: 0

43000 431000 432000 433000 434000 435000 436000 437000 438000 439000

4510000 4511000 4512000 4513000 4514000 4515000 4516000 4517000 4518000 4519000

1:100000

Navigation Information Relief Description

Fire Data

Hour	State	Surface	Observations
14:35	Activo	?	Fuego detectado, se moviliza retén de Miraflores
14:40	Activo	2	Llegan motobombas bomberos / helicóptero
15:20	Activo	5	Fuego mas virulento salta carretera peligro c...

E-FIS ofrece una plataforma de comunicación eficaz entre los diferentes actores que participan en el evento de fuego. De hecho esta comunicación se da en dos sentidos, pero la información obtenida y generada se almacena en una base de datos común que queda al servicio de cualquier usuario registrado que accede al sistema. Por ejemplo, E-FIS contiene una simple herramienta para la ayuda a la localización de fuegos incipientes mediante la intersección de visuales. Una vez que se identifica este punto inicial, el sistema lanza una simulación de la propagación del fuego en su etapa inicial cuyas condiciones de viento y de meteorología son especificadas por el usuario. Esta información es generada y utilizada, usualmente, en la central de operaciones y puesta en la Red a disposición de los centros territoriales que acceden a esta información inicial muy valiosa para proceder al despacho de medios de extinción.

Una vez que las fuerzas de primer despacho y los gestores del incendio llegan al lugar del siniestro, cuentan con una posición más ventajosa para estimar las condiciones en las que el evento se está desarrollando, factores como el tipo de vegetación, topografía, viento, propiedades que están amenazadas, tipo de fuego que se desarrolla, localización del frente etc. E-FIS ofrece la posibilidad de capturar y almacenar toda esta información sobre el terreno y ponerla a disposición en la Red, a través del servidor central, en el dossier del fuego correspondiente. Esta filosofía es extensible a las observaciones en la emisora, las acciones de combate, la gestión de medios y sus operaciones y cualquier

anotación que pueda ser de valor y que refleje el devenir del incendio. La utilización es inmediata, en el propio incendio para conocer cuál ha sido su evolución, como a posteriori para hacer una evaluación del siniestro y de las operaciones de extinción que en él han ocurrido.

El servicio "On-line" de E-FIS permite, en primer lugar, dar de alta un nuevo incendio para el cual un número de datos básicos son introducidos, tales como nombre, código, fecha y hora de comienzo, localización, condiciones meteorológicas locales y viento. La posición del punto inicial puede ser introducida directamente a partir de las coordenadas UTM, mediante la digitalización en pantalla o mediante el cálculo de la posición a partir de intersección de visuales desde puestos fijos de vigilancia.

El sistema lanza una simulación de doce horas y presenta los resultados en forma gráfica y numérica. Una tabla, resultado de esta simulación, contiene la predicción de la evolución del fuego separando las diferentes clases de intensidad que se encuentran en el frente de llama a intervalos de una hora. Esta distribución en clases de intensidad da una idea de los recursos necesarios para extinguir el frente de llama en cada una de las etapas del fuego.

La clase 1 representa longitudes de llama pequeñas (hasta 1.5 m.) que pueden ser atacadas directamente con herramientas de mano; la clase 3 con longitudes de llama hasta 2.4 m. corresponde a fuegos e las cuales las motobombas y otros medios mecánicos pueden actuar con efectividad, y en muchos casos el apoyo de ataque aéreo es necesario. En la clase 3, con longitudes de llama hasta 3.2 m., el ataque directo a las llamas no solo es ineficaz sino además peligroso y en los que se sugiere la utilización de construcción de líneas de defensa y utilización de contrafuegos para el ataque indirecto. En la clase 4, con longitudes de llama superiores a los 3.2 m., el comportamiento del fuego es extremo y no se prevén operaciones eficaces de ataque directo. Mediante la consulta de la tabla que se presenta, los gestores del fuego pueden, rápidamente, comprender cuál es la evolución que se espera del fuego hora por hora.

Adicionalmente, E-FIS presenta el resultado de las simulaciones en forma de mapas, a saber, tiempo de acceso del fuego a cada punto del territorio (mapa de propagación), intensidad lineal, longitud de llama y velocidad de propagación entre otros.

La aplicación permite la simulación adicional de puntos y porciones del frente actual de llama y obtener proyecciones realistas de la misma a medida que el incendio progresa. Una de las características más útiles de E-FIS es que permite el registro de anotaciones y de imágenes in-situ sobre el incendio, las posiciones reales del frente de llama, las condiciones meteorológicas y las operaciones de extinción que tienen lugar a medida que el siniestro progresa. Toda esta información, capturada en el mismo lugar y momento del incendio, sirve como condiciones de borde reales para simulaciones posteriores y con el fin de alimentar decisiones sobre el despliegue de nuevas fuerzas de extinción. Una especial atención se ha dado a la posibilidad de registrar la posición real de las fuerzas de extinción relativo al frente de fuego, facilitando así las gestión de las operaciones de una manera segura.

Durante las actividades de validación del sistema en las áreas de estudio de E-FIS se ha observado que las simulaciones realizadas para largos periodos de tiempo (6 horas o más) no reflejan la realidad adecuadamente a partir de las 3 primeras horas; pero una vez se han introducido la posición y forma de los frentes reales de llama correspondientes a las 3 horas de incendio y se ha realizado la proyección de una o dos horas más, los resultados se acercan mucho más a la realidad.

El sistema E-FIS permite la gestión de los medios que participan en la extinción del incendio, controlando la identidad, posición, operaciones, horas de trabajo, dependencia y otros aspectos básicos. Todos los movimientos se reflejan en el dossier del incendio. E-FIS permite, además, la incorporación de imágenes, vídeos o cualquier otro fichero digital al dossier de un incendio, información que puede ser consultada desde cualquier otro ordenador en la Red en tiempo real. Esta característica se ha mostrado especialmente útil respecto a las imágenes del incendio que son tomadas a pie del fuego, introducidas en el sistema mediante una conexión GPRS móvil y consultadas en la central de operaciones. Las imágenes quedan, además, como registro histórico del incendio.

Acceso a datos históricos

Una vez que el incendio se ha declarado como extinguido, todo el dossier de cada incendio pasa a formar parte de una base de datos histórica donde se almacena la información junto con los incendios pasados de otros años y de otros lugares de Europa. Los datos de cada incendio pueden ser consultados a posteriori en cualquier momento sin más que acceder a la base de datos histórica y buscar, mediante un motor de filtrado de la información, aquellos incendios que ocurrieron bajo condiciones similares o que fueron gestionados de forma parecida. La gestión de la base de datos histórica permite además contar con estadísticas de incendios a medida que estos se suceden, sin más que acumular los datos de diferentes regiones de una porción de territorio mayor, o a escala nacional.

La base de datos incorpora, además de la información sobre los incendios forestales, datos sobre la meteorología, las causas previstas de origen de incendio y los recursos que tomaron parte junto con sus movimientos y operaciones de extinción. Como puede comprobarse, el usuario solo accede a la información, y el mantenimiento del sistema y la integridad de la base de datos corre a cuenta del administrador del sistema.

CASOS DE ESTUDIO

El sistema E-FIS ha sido implantado y probado en cinco áreas de estudio en Europa, las cuales han sido afectadas por los incendios forestales según los registros históricos. Estas son:

- 1.- Coimbra, en el centro de Portugal, área que cuenta con masas forestales densamente pobladas y en la cual se suceden incendios de gran magnitud y capacidad destructiva, lo cual presenta un verdadero reto para los servicios forestales.
- 2.- Madrid, en el centro de España, una provincia dominada por una zona metropolitana y contando con una región montañosa forestal en las cercanías. Esta recibe una importante presión por parte de los ciudadanos los cuales la visitan cada fin de semana, y que cuenta con un espectacular desarrollo urbanístico y por tanto un marcado interfaz urbano-forestal.
- 3.- Turín, provincia al pie de los Alpes que cuenta con una estación seca en invierno y está así mismo dominada por una zona metropolitana en las cercanías con un interfaz urbano-forestal denso, sufre históricamente de incendios devastadores cuya causa más frecuente son las quemaduras en las áreas agrícolas en la base de las laderas.
- 4.- Aquitania, en el sudoeste de Francia, es una gran extensión dedicada a la explotación forestal que en su mayor parte tiene gestión privada y que cuenta en muchos lugares

con vegetación en el sotobosque muy inflamable, es un caso muy representativo en la cual factores locales (como el nivel de agua freática en primavera) condiciona las operaciones de extinción de incendios forestales.

- 5.- Pírgos – Olimpia, en Grecia, es un buen ejemplo de área forestal entremezclada en mosaico con uso agrícola del terreno, con un alto valor por sus yacimientos arqueológicos y como polo de atracción del turismo, tiene un alto interés desde el punto de vista de gestión de los incendios forestales bajo condiciones que, en general, son adversas, con largos periodos de marcada sequía e importantes episodios de fuertes vientos.

REQUISITOS PARA LA OPERACIÓN de E_FIS

La aplicación E-FIS ha sido diseñada de tal manera que demandara muy poco del lado de los usuarios finales en términos del equipo necesario, programas de apoyo y datos para su funcionamiento, a saber:

Hardware y software

- Internet Explorer 5.5 o superior (gratis)
- Virtual Java Machine (gratis)
- Resolución horizontal de pantalla de 1024 píxeles
- Una conexión a Internet más o menos buena
- Un ordenador personal, no necesariamente potente

Mapas

- Modelo digital del terreno
- Modelos de combustible de superficie
- Red de carreteras
- Presión histórica de incendios (número de incendios por 100 km² por municipio)

Cualquier otro mapa que el usuario quiera incluir con el fin de facilitar la toma de decisiones puede ser incorporado, pero los que se mencionan aquí son los mínimos necesarios para poder utilizar los modelos y algoritmos de análisis que incluye E-FIS.

Bases de datos

- Bases de medios terrestres
- Bases de medios aéreos (aeropuertos, helibases)
- Helicópteros
- Aviones
- Puntos de agua
- Puestos fijos de vigilancia
- Estaciones meteorológicas

Las bases de datos mencionadas han de incluir las coordenadas expresadas en el sistema que se utiliza localmente (ya sea UTM, geográficas, Hecsa o cualquier otro sistema local), siempre que estas coordenadas vengan expresadas en metros para poder realizar adecuadamente los cálculos de análisis espacial.

CONCLUSIONES

E-FIS acaba de terminar su etapa de verificación y validación. A lo largo de estas actividades, una serie de conclusiones se han perfilado:

- E-FIS supone un paso adelante en la implementación de servicios de consultoría de medio ambiente en Internet. Presentada como una aplicación on-line conteniendo un número de aplicaciones básicas, e-FIS se ha perfilado como una plataforma que puede albergar otras aplicaciones y servicios de terceras partes, sirviendo así como punto focal de información para la toma de decisiones en la gestión de incendios forestales, pero extensivo a la gestión de otras emergencias en el medio natural.
- E-FIS asume que existe una organización territorial siguiendo un esquema jerárquico, en el cual un servicio central recoge la información detallada de centros territoriales, procesándola y emitiendo información sintética y estrategias generales de planificación desde un punto de vista territorial. De este modo se establece un canal de información de doble sentido.
- E-FIS es un claro y patente ejemplo de cómo se puede transferir el resultado de una actividad de I+DT, que es un prototipo en fase precompetitiva, al mercado en forma de servicios que son suficientemente rentables como para organizar a partir de ellos una actividad comercial.
- Como sea que E-FIS se apoya en una red transnacional, este proyecto ha contribuido a consolidar la idea de una gestión de emergencias por incendio forestal de alcance Europeo.
- E-FIS ha sido concebido como una herramienta orientada a los gestores de recursos humanos y de equipos en la defensa contra incendios forestales; no obstante E-FIS cuenta con un cierto valor como herramienta educativa y de entrenamiento, incluso en el ámbito académico, exigiendo una mínima inversión y requisitos al usuario.

REFERENCIAS

- CABALLERO, D. (1998). *FOMFIS: A Computer-Based System for Forest Fire Prevention Planning*. pp. 2643-2652. En proc. del 3rd Int. Conf. on Forest Fire Research. November 16-20, Luso-Coimbra, Portugal. Domingos Xavier Viegas, editor. Publicado por ADAI, Coimbra, Portugal. 2718 p.
- CABALLERO, D., G. Xanthopoulos, D. Kallidromitou, G. Lyrintzis, M. Bonazountas, P. Papachristou, and O. Pacios. (1999). *FOMFIS: Forest fire management and fire prevention system*. pp. 93-98. En proc. del "International Symposium on Forest Fires: Needs and Innovations". November 18-19, 1999, Athens, Greece. Publicado por CINAR S.A., Athens, Greece, European Commission DG XII. 419 p.
- CABALLERO, D. (2001). *Algorithms for Semi-Automated Dispatching in FOMFIS System*. December. En Proc. del "International Workshop on Improving dispatching for forest Fire Control", Mediterranean Agronomic Institute of Chania, Crete, Greece, Diciembre 2001.
- CABALLERO, D. Viegas, D.X., Xanthopoulos G., (2001). *Electronic On-line Decision Support Systems for Forest Fires: The E-FIS Service*. En Proc. del "International Workshop on Improving dispatching for forest Fire Control", Mediterranean Agronomic Institute of Chania, Crete, Greece, Diciembre 2001.