

Castrillón, M.; Jorge, P. A.; López, I. J.; Macías, A.; Martín, D.; Nebot, R. J.; Sabbagh, I.; Sánchez, J.; Sánchez, A. J.; Suárez, J.P. y Trujillo, A.: (2008): Entorno de desarrollo de software libre para aplicaciones geográficas 3D: GEVIEMER (Gestor Virtual de Emergencias). En: Hernández, L. y Parreño, J. M. (Eds.), *Tecnologías de la Información Geográfica para el Desarrollo Territorial. Servicio de Publicaciones y Difusión Científica de la ULPGC. Las Palmas de Gran Canaria. Pp. 21-31. ISBN: 978-84-96971-53-0.*

ENTORNO DE DESARROLLO CON SOFTWARE LIBRE PARA APLICACIONES GEOGRÁFICAS 3D: GEVIEMER (GESTOR VIRTUAL DE EMERGENCIAS)

Castrillón, M.⁴; Jorge, P. A.²; López, I. J.¹; Macías, A.²; Martín, D.²; Nebot, R. J.¹; Sabbagh, I.¹; Sánchez, J.²; Sánchez, A. J.²; Suárez, J. P.³ y Trujillo, A.²

(1) Instituto Tecnológico de Canarias.

(2) Departamento de Informática y Sistemas. Universidad de las Palmas de Gran Canaria.

(3) Departamento de Cartografía y Expresión Gráfica en la Ingeniería. Universidad de las Palmas de Gran Canaria.

(4) Instituto Universitario SIANI. Universidad de las Palmas de Gran Canaria.

RESUMEN

La superficie afectada por incendios en Gran Canaria y Tenerife en Agosto de 2007 (aproximadamente 35.060 hectáreas) fue similar a la quemada en los últimos 22 años en todo el Archipiélago Canario. Sin duda, en los momentos clave de incendios, cuando la prevención se ha visto desbordada, se impone una planificación y actuación en base a simulaciones predictivas que ayuden a minimizar los daños ocasionados. Los gestores virtuales por ordenador pretenden ser herramientas de ayuda en este propósito.

Se presenta un entorno de desarrollo robusto, funcional y flexible encaminado a crear aplicaciones geográficas 3D multicapa centrado, en esta etapa de desarrollo, en la aplicación a un Gestor Virtual de Emergencias¹ (Geviemer) con la capacidad de simulación y predicción del fuego en incendios forestales. Se ofrece una herramienta de utilidad para el análisis y la toma de decisiones en incendios en Canarias, con una visualización tridimensional que permite la interacción en “tiempo real”.

El entorno, desarrollado con software libre y diseñado en base a una arquitectura por capas permite adaptarlo completamente a las necesidades del usuario, ofreciendo un marco abierto a la especialización en aplicaciones concretas. Se analizan en esta comunicación los pormenores del entorno, destacando las características del diseño del software y las particularidades de Geviemer.

Palabras Clave: gestor virtual, incendios, diseño software, navegación 3D

ABSTRACT

The area affected by forest fire in Gran Canaria and Tenerife during August 2007 (ap35.060 hectares proximately) was similar to the burned area in the last 22 years in the whole archipelago. Undoubtedly, in critical moments and when foresight has been exceeded, a planning and action effort based on prediction simulations that help to minimise damages is needed. In this purpose, computer based virtual managers intend to be helpful tools.

We present a robust, functional and flexible system, that is intended to create multilevel geographical applications in 3D. In this step of development we focus on the Emergency Virtual Manager (Geviemer). Geviemer includes capabilities to simulate and predict the behaviour of forest fires. We provide an useful tool for the analysis and decisions making in forest fire in the Canaries that includes three-dimensional visualization for “real-time” interaction.

¹ Proyecto financiado por el Instituto Tecnológico de Canarias.

The provided system has been developed with open software and designed using a level based architecture that permits a full adaptation to the user requirements. As a result, we present an open framework that is suitable to implement specific applications. In this article we analyze the details of the presented system and also remark the design features of the software together with the special characteristics of Geviemer.

Key Words: virtual manager, forest fire, software design, 3D navigation

INTRODUCCIÓN

Cada año, especialmente en época de altas temperaturas, millones de hectáreas de bosques son arrasadas por incendios forestales. Esta incidencia es especialmente abusiva en países con climas relativamente “secos”, como España y otros lugares de la vertiente mediterránea, y en zonas cálidas de Estados Unidos y Australia. En particular, en las Islas Canarias, sólo la superficie afectada por incendios en Gran Canaria y Tenerife en Agosto de 2007 (aproximadamente 35.060 hectáreas) fue similar a la quemada en los últimos 22 años en todo el Archipiélago.

La respuesta institucional está siendo contundente: prevención y alta demanda de sistemas que ayuden a conseguir una óptima planificación para la extinción. Sin duda, en los momentos clave de incendios, cuando la prevención se ha visto desbordada, se impone una planificación y actuación en base a simulaciones predictivas que minimicen los daños ocasionados. En esencia, se demanda que el plan de operaciones para extinguir un incendio forestal disponga de una base sólida de información que garantice una eficaz y rápida actuación en las zonas afectadas. Sin duda, estos planteamientos son exigibles no sólo para el problema de los incendios forestales, sino para cualquier tipo de emergencia que afecte directamente a los ciudadanos o a su entorno.

Los gestores virtuales por ordenador pretenden ser herramientas de ayuda en este propósito. Por ejemplo, aplicados al contexto de incendios forestales, en Viñedo et al. (2007) se ha presentado una aplicación para la ayuda a la planificación de extinción de incendios forestales con software libre. En de Sarriá et al. (2007) el objetivo es la descripción de un sistema integrado para la gestión y dirección de incendios forestales en Andalucía. Pazos et al. (2007) desarrollan una herramienta web para la simulación de la propagación de incendios forestales, con el estándar W3C y usando básicamente software sin coste, en la que destacan las capacidades de comunicación asíncrona y en paralelo de la herramienta. Por su parte, Thon et al (2007) diseñan un sistema centrado en las capacidades de simulación y predicción del fuego en un entorno de Realidad Virtual, para la región de sur-este de Francia. En todos estos casos hay un claro interés en ofrecer herramientas informáticas eficaces que ayuden a la toma de decisiones en caso de emergencias (como puedan ser los incendios forestales), para minimizar los efectos devastadores de los mismos.

En este artículo se presenta un entorno desarrollado conjuntamente por el Instituto Tecnológico de Canarias. y la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, usando software libre y diseñado en base a una arquitectura por capas que permite adaptarlo completamente a las necesidades del usuario, ofreciendo un marco abierto a la especialización en aplicaciones concretas. Se analizan en esta comunicación los pormenores del entorno, destacando las características del diseño del software y las particularidades del Gestor Virtual de Emergencias (Geviemer), una especialización de este.

Los usuarios a los que está destinado el entorno de desarrollo son, especialmente, grupos de desarrollo particulares que puedan generar aplicaciones concretas orientadas a un potencial cliente final, y no a usuarios generalistas.

Algunos elementos característicos de nuestro entorno lo diferencian de otras plataformas conocidas en el campo de los sistemas GIS, como gvSIG² o ArcView³. En particular se destacan, (i) una interfaz gráfica que permite la visualización de terrenos y escenas tridimensionales, (ii) dispone de capacidades para la comunicación entre distintos usuarios en tiempo real, (iii) está desarrollado con software libre, mediante un entorno de desarrollo completamente abierto. Además, la conexión a servidores remotos que utilizan los estándares del Open Geospatial Consor-

² gvSIG: <http://www.gvsig.gva.es/>

³ ArcView: <http://www.esri.com/software/arcview/>

tium⁴ (OGC) para la gestión de servicios de localización geo-espaciales. Por otro lado, las características de nuestro desarrollo no son comparables de forma general con el conocido Google Earth. Si bien el sistema de visualización 3D posee similares características, el principal valor añadido de nuestro entorno está en la posibilidad de crear aplicativos concretos y específicos que interactúen con el terreno 3D. Este es el caso del Gestor Virtual de Emergencias, creado inicialmente específicamente para el ámbito de Canarias.

La estructura de este artículo es como sigue: en la primera sección describimos los objetivos del proyecto que incluyen la creación del entorno de desarrollo. En la sección 2 se da una visión general del entorno de desarrollo y en la sección 3 se describen las particularidades del diseño. La sección 4 muestra las diversas aplicaciones del entorno de desarrollo y sus posibilidades. Como ejemplo concreto de aplicación, se describen en la sección 5 las características del módulo de predicción y simulación de incendios forestales creado como *plugin* del Gestor Virtual de Emergencias. El artículo finaliza con las conclusiones.

OBJETIVOS DE PROYECTO

El proyecto ha tenido como fin la creación de un entorno de desarrollo con software libre para aplicaciones geográficas 3D a partir del cual surgió Geviemer (Gestor Virtual de Emergencias). Para el mismo, se establecieron los objetivos concretos siguientes:

1. Desarrollo de una herramienta informática de navegación 3D sobre un terreno virtual, con posibilidad de aplicar capas espaciales, e integrar objetos y otros elementos de interés geográfico.
2. Creación de un entorno de desarrollo multipropósito con arquitectura robusta en su funcionalidad, flexible en su actualización y de software libre.
3. Exposición de un ejemplo de aplicación práctica en entornos virtuales dentro de un equipo multidisciplinar fruto de la colaboración de varias entidades canarias de I+D.
4. Generación de una comunidad con filosofía de software libre alrededor del mismo.
5. Diseño de una arquitectura multicapa, siendo la última capa la de Aplicación, sobre la cual sustentar las especificidades concretas de aplicaciones geográficas 3D (simulación de incendios, catastro etc.) según las necesidades de usuario.
6. Uso de una estructura remota de acceso a datos que actúe de forma eficiente y permita obtener resultados en tiempo real.

Asimismo, se ha focalizado el proyecto para el área de las Islas Canarias y se orienta a una audiencia especializada en el dominio de la gestión de emergencias, dotándola de capacidades de simulación y predicción del fuego en incendios forestales. El producto final es la aplicación del Gestor Virtual de Emergencias, denominado Geviemer.

Como contribuciones científicas del proyecto, se ofrecen las siguientes:

1. Un entorno de desarrollo, al que denominamos Capaware.
2. Una herramienta para la navegación 3D en el terreno y desarrollado mediante Capaware aplicado a la Gestión de Emergencias (Geviemer).

⁴ Open Geospatial Consortium: <http://www.opengeospatial.org/>

3. Un módulo software (llámese *plugin*) adaptable a Capaware, que se especialice en la simulación y predicción de incendios forestales.
4. Un Servicio Web accesible a través de Internet para la realización de simulaciones y predicciones de incendios forestales

VISIÓN GENERAL DEL ENTORNO DE DESARROLLO

Capaware nace como un proyecto GPL (General Public License). Se concibe como un sistema de representación 3D de terrenos con representación multicapa de recursos de diversa tipología y con posibilidad de desarrollo de aplicativos sobre todo ello. Se trata de un módulo fundamental y en el cual se ha prestado especial atención a su diseño, por los enormes beneficios que prestarán a los distintos tipos de aplicación posibles.

Capaware permite, en pocas palabras, desarrollar entornos 3D geográficos multicapa. La potencia de poder realizar aplicativos directamente sobre un terreno 3D abre un amplio abanico de aplicaciones a Capaware. Con su ayuda puede hacerse una composición de lugar del escenario de trabajo para poder visualizarlo en tres dimensiones y actuar en diversos campos específicos que impliquen una mejora de la gestión de nuestro entorno natural. Es posible crear capas con elementos 3D, capas de imágenes ráster y vectoriales, capas asociadas a bases de datos y tablas, etc.

El producto software obtenido permite la visualización de grandes extensiones de terrenos ya que usa en todo momento la mínima cantidad de información necesaria para mostrar la porción de territorio observada. Aquellas partes que no son visibles no se procesan, por lo que las cargas al procesador son las mínimas necesarias en todo momento. El usuario puede interaccionar con la escena e incluir fácilmente información diversa dentro del terreno.

El entorno dispone de un importante gestor de contenidos. Los usuarios pueden insertar y manipular diversos contenidos en la escena. Pueden añadir elementos tridimensionales, consultar información sobre los mismos y modificar sus propiedades. La información se organiza en forma de árbol: a partir de un nodo raíz, el usuario puede crear carpetas contenedoras o elementos de diversa índole dentro de esas carpetas.

Capaware permite la conexión a servidores remotos que utilizan los estándares del OGC para la gestión de servicios de localización geo-espaciales. Los datos leídos a través de estos estándares se incorporan en “tiempo real” dentro de la escena, sin interrumpir la ejecución de la aplicación. El usuario, a medida que se desplaza por el terreno, va observando cómo se actualiza la información de las capas conectadas a servidores OGC. Actualmente da soporte al estándar Web Map Service (WMS) para la transferencia de imágenes geo-referenciadas y, en el futuro, dará soporte a otros estándares de esta organización (WFS, KML).

Asimismo, se da soporte a bases de datos espaciales. Se pueden crear bases de datos y tablas que soporten datos geo-espaciales así como conectarse a bases de datos en servidores remotos. Actualmente se utilizan bases de datos PostgreSQL a través de su extensión a datos geo-espaciales, PostGIS.

Por su parte, el mismo integra, dentro de su filosofía GPL, componentes de software libre para su ejecución. Concretamente estos componentes son: OpenScenograph, wxWidgets y Axis2.

La Figura 1 muestra un esquema que da una visión general de Capaware. Se distingue la tipología de clientes que hace uso de los servicios de la capa, la posibilidad de soportar diferentes *plugins* de aplicación, y el acceso a datos tanto locales como externos (OGC).

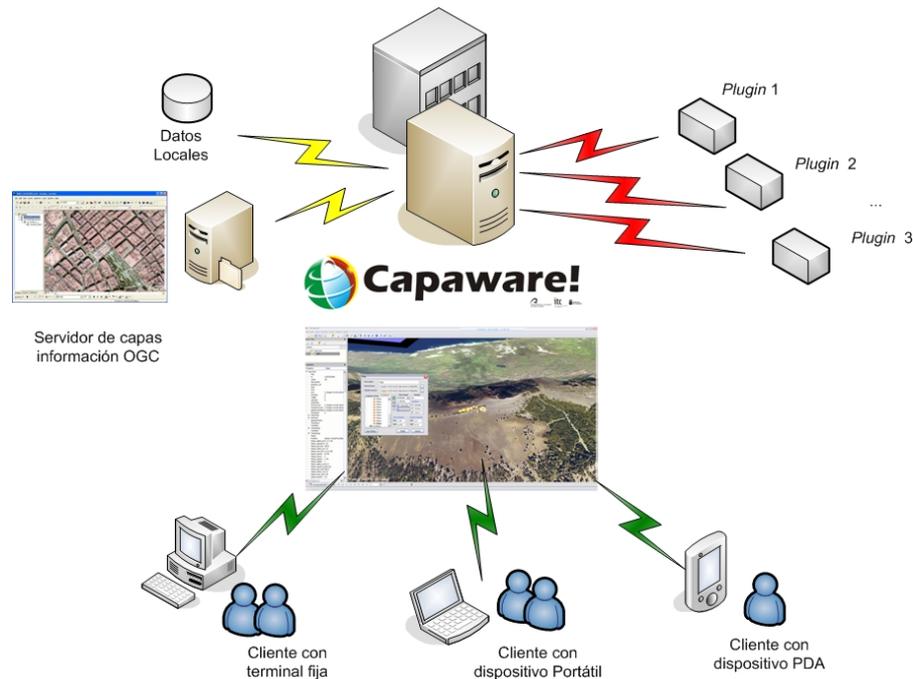


Figura 1. Visión general de Capaware

Con OpenSceneGraph como motor gráfico, Capaware permite la creación y modificación de nuevas capas de datos mediante el acceso a los servidores remotos donde se encuentran. Por otro lado, el sistema se puede ir completando con nuevas funcionalidades mediante la programación y uso de *plugins* específicos. Debido a esta escalabilidad podremos aumentar la potencia del sistema final.

La posibilidad de focalizar la herramienta sobre un territorio concreto hace posible aumentar el nivel de detalle y la cantidad de los datos y recursos usados. Asimismo, permite una orientación a la especialización en aplicaciones concretas, de forma que podemos adaptarlo a una funcionalidad singular y transformarlo totalmente para según que uso.

DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA BASADA EN CAPAS

Se ha dedicado un esfuerzo especial en el diseño software del sistema a desarrollar. En concreto se ha optado por una arquitectura en capas (ver Figura 2). En dicha arquitectura se distingue la capa más cercana al usuario final, la capa de aplicación Geviemer+*Plugins*. Esta capa constituye una aplicación para la navegación 3D sobre el terreno, con la posibilidad de utilizar capas apiladas sobre el terreno (al estilo de capas de un programa CAD) con información de interés específica según el marco de aplicación.

En la Figura 3 se muestra un ejemplo de capas apiladas. Las dos siguientes capas engloban las funcionalidades de Capaware. Se trata de un SDK de desarrollo abierto con capacidades para el diseño de aplicaciones particulares en un nivel superior, como por ejemplo de Geviemer. Recientemente se ha abierto un portal web con información disponible para Capaware⁵.

⁵ Capaware: <http://www.capaware.org>



Figura 2. Arquitectura basada en capas.



Figura 3. Capas apiladas sobre el terreno del navegador de Capaware.

ALCANCE Y APLICACIONES DE CAPAWARE

La primera de las aplicaciones planteadas para Capaware ha sido el Gestor Virtual de Emergencias. Esta aplicación es una apuesta decidida en la gestión de las emergencias en Canarias con la ayuda de herramientas informáticas. En una situación real, Geviemer, gracias a sus capacidades de comunicación remota, presta sus servicios y se comunica con diversas entidades, como con diversos servicios web remotos o locales de predicción meteorológica o de predicción de incendios forestales (ver Figura 4). Asimismo, otros clientes geográficamente distantes pueden acceder interactivamente a Geviemer, con dispositivos fijos (ordenadores, terminales, etc.) o móviles (portátiles, PDA's). Finalmente, Geviemer accede en tiempo real a otros servidores, fundamentales para su funcionamiento,

como WMS, o de bases de datos geo-espaciales como PostgreSQL. La Figura 4 muestra un esquema de Geviemer, donde se aprecia su interacción con Capaware y de los componentes auxiliares para su funcionamiento.

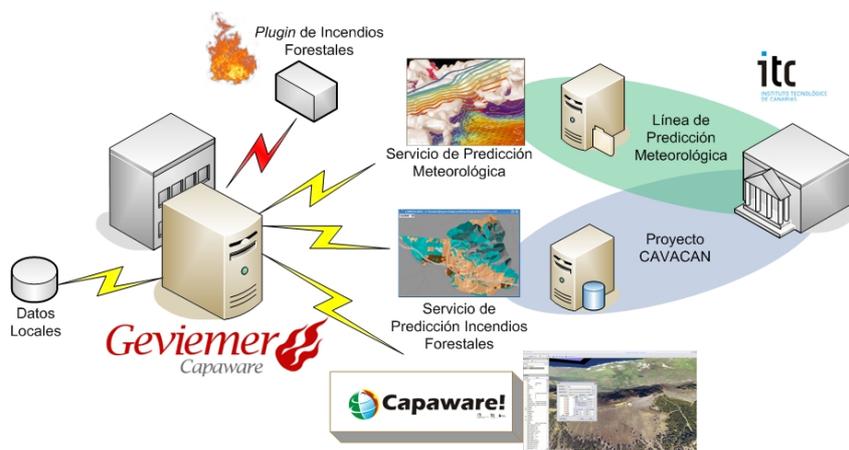


Figura 4. Esquema general del ámbito y aplicación de Geviemer

Las aplicaciones de Capaware son bastantes y muy variadas. Poder visualizar, sobre el terreno y en 3D un objeto, permite un mejor análisis, comprensión, aprendizaje, valoración y estimación de enorme valor. La Figura 5 muestra un ejemplo de responsables y técnicos ante la toma de decisiones de un evento en “tiempo real” tras una visualización del incidentes en su entorno real. Las líneas más importantes se describen a continuación:

1. **Comunicación:** Obtención de gran cantidad de datos de información precisa sobre un territorio particular, abarcando la planificación urbanística, proyectos de obra civil etc.

2. **Análisis:** Posibilidad de visualizar una representación fotográfica de un territorio en 3D con la consiguiente mejora en la evaluación final, por ejemplo en administración de terrenos, protección civil o proyectos de ingeniería civil

3. **Simulación:** Obtención de simulaciones numéricas sobre elementos del terreno, en campos de la ingeniería, medio ambiente, infraestructura viaria, fenómenos atmosféricos etc.

4. **Educación:** Inmersión virtual en las zonas geográficas analizadas para geografía e historia, ecología, geomorfología y vigilancia forestal

5. **Navegación:** Localización y control de vehículos terrestres y aéreos mediante GPS, por ejemplo para sistemas de navegación portátiles, centros de control de flotas.

6. **Gestión:** Organización y gestión de elementos sobre un territorio, registro de la propiedad, redes eléctricas, control de edificaciones entre otros.

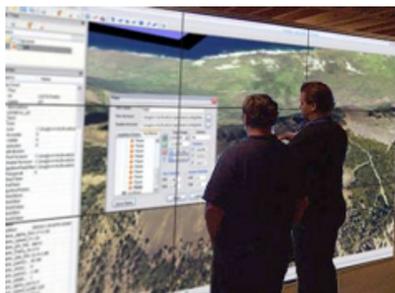


Figura 5. Responsables y técnicos ante un evento en tiempo real

Capaware no pretende ser competencia de la aplicación *Google Earth* ni de otras muchas similares. Sin embargo Capaware posee funcionalidades y características que pueden hacerlo atractivo para diferentes grupos de trabajo relacionados con actividades en áreas geográficas.

PREDICCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES EN GEVIEMER.

Gracias a la capacidad de Capaware de soportar *plugins* específicos de aplicación, se ha dispuesto módulo para la simulación de incendios forestales en general y para cualquier zona geográfica. Con los datos cartográficos de las islas Canarias se ha desarrollado éste servicio para Canarias en concreto. A continuación se describen, en tres apartados, las características de este servicio.

Simulación del fuego

Geviemer hace uso de una versión Open Source de FARSite⁶. Se trata de un software desarrollado por el Departamento de Agricultura de Estados Unidos para la predicción y análisis del comportamiento de incendios forestales. El servicio de predicción de incendios forestales desarrollado para Geviemer se inscribe y complementa a la línea de predicción energética iniciada recientemente por el Instituto Tecnológico de Canarias y Red Eléctrica de España, en la cual se trabaja en la estimación de las producciones de las plataformas fotovoltaicas en Canarias. Los recursos de esta plataforma permitirán a Geviemer realizar predicciones enmarcadas en las próximas 48 horas.

Para realizar las predicciones sobre el comportamiento de los incendios, además de las condiciones meteorológicas, el servicio trabaja con modelos de combustible vegetal (condiciones de humedad y tipología de la masa forestal), cortafuegos naturales y artificiales circundantes, y variables geográficas del entorno de la zona (pendientes y orientación del terreno). Adicionalmente, se permite realizar modificaciones de las condiciones de entorno del incendio durante la simulación, retornando numerosas variables descriptivas del fuego (velocidad y dirección de propagación, intensidad del fuego, altura de las llamas, temperaturas de contorno, etc.) en distintos instantes de tiempo.

Con el asesoramiento de la Sección de Montes de la Consejería de Medio Ambiente del Cabildo de La Palma, los ajustes iniciales del servicio se han realizado para la isla de La Palma. Con su larga experiencia en la lucha contra los incendios forestales en la isla, la Sección de Montes del dicho Cabildo posee un amplio bagaje en el análisis y control de este tipo de situaciones.

⁶ FARSite: <http://www.firemodels.org/content/view/112/143/>

Visualización del fuego

Para una mejor percepción de la situación, se ha empleado mucho tiempo en la obtención de una visualización realista del fuego. Para ello se han utilizado dos sistemas de partículas: uno para la llama, y otra para el humo, ver Figura 6. La llama se ha formado a partir de varios fotogramas, tomando como referencia imágenes de fuego real, y ajustando los parámetros de las partículas (tiempo de vida, velocidad, transparencia) hasta dar con la apariencia deseada. Para el humo se han escogido partículas mucho más grandes, alternando colores grisáceos y negros.

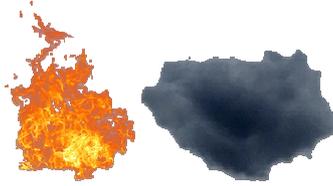


Figura 6. Representación de la llama (a) y del humo (b)

Los parámetros de cada sistema también varían ligeramente en función de la distancia a la cámara, ya que la visión que se quiere obtener es diferente. Finalmente, la dirección del humo al elevarse dependerá de la orientación y fuerza del viento en ese momento. La Figura 7 ilustra un terreno con un incendio forestal en simulación.



Figura 7. Ejemplo de terreno con la visualización de un incendio.

A medida que el fuego va avanzando, tanto si es como resultado del avance de la simulación, o por nueva información añadida por los usuarios, el perímetro del incendio va cambiando, y los sistemas de partículas van expandiéndose para coincidir con el área indicada. A su vez, el usuario tendrá en todo momento controles de tiempo para pausar, avanzar o retroceder, y así poder realizar un análisis de la evolución.

Simulación en tiempo real

El proceso de la simulación del fuego se realiza gracias a la comunicación remota en tiempo real. Capaware dispone de un módulo que permite la comunicación entre distintos usuarios en tiempo real. La comunicación se realiza en modo *Peer to Peer* (P2P) en el cual cualquier usuario se puede conectar al ordenador de otro usuario cual-

quiera. Las modificaciones que realiza un usuario en su escena se ven reflejadas, automáticamente, en todos los usuarios a los que está conectado.

Asimismo, se destaca la prestación de control de animaciones y gestión temporal. Las entidades se pueden animar en la escena. La aplicación permite controlar las entidades que se animan en la escena y variar el eje temporal para ver el estado de las mismas en un instante anterior. Esto lo convierte en una aplicación 4D (3D + tiempo). El usuario puede seleccionar los elementos que quiere visualizar en el tiempo y los puede controlar en la escena a través del control de vídeo, por ejemplo para visualizar la evolución del fuego dentro de una escala temporal deseada, y tan sencillo como desplazando una barra de control de vídeo.

En la Figura 8 se ilustra un ejemplo de la interfaz de Geviemer, que muestra el navegador tridimensional sobre el terreno mostrando un foco de incendio.

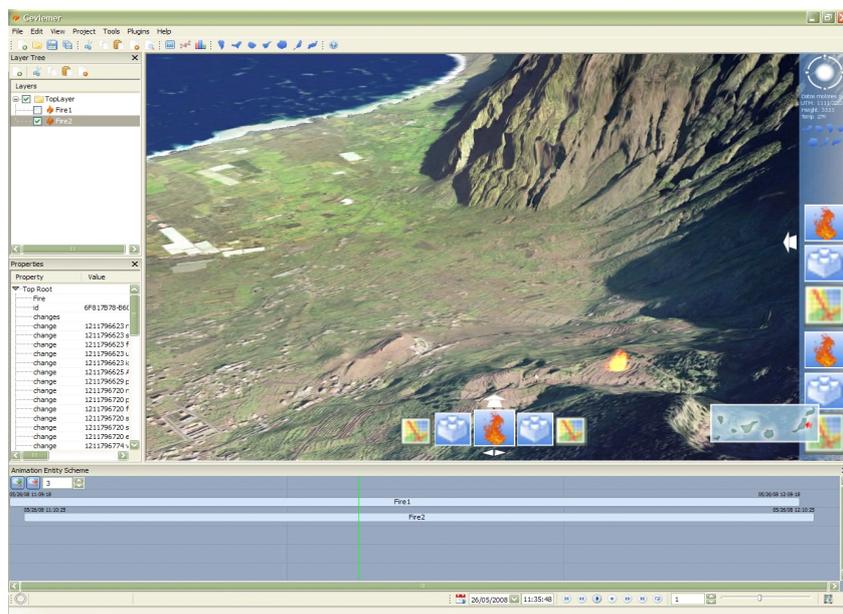


Figura 8. Interfaz de Geviemer.

CONCLUSIONES

Se ha presentado un entorno de desarrollo robusto, funcional y flexible, encaminado a crear aplicaciones geográficas multicapa, centrado en una aplicación de Gestión Virtual de Emergencias, llamada Geviemer, con la capacidad de simulación y predicción del fuego en incendios forestales. El sistema es completamente tridimensional, permite la interacción en “tiempo real”, y puede servir de mucha ayuda como herramienta de utilidad para el análisis y la toma de decisiones durante un incendio.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la labor de cooperación de las siguientes entidades: Centro Coordinador de Emergencias y Seguridad 1-1-2 de Canarias, Sección de Montes del Cabildo Insular de La Palma y Cartográfica de Canarias, S.A. GRAFCAN.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Vicedo, J., Linares J., Cuesta D. y Molina A. (2007): Aplicación para la ayuda a la planificación de extinción de incendios forestales basada en software libre. *II JORNADAS DE SIG LIBRE*, Servicio de Sistemas de Información Geográfica y Teledetección, Valencia, España. <http://www.sigte.udg.es/jornadassiglibre/>
- De Sarriá, S., Yebra, R.T. y Mendoza, P. (2007): Sistema Integrado para la Gestión y Dirección de Incendios Forestales en Andalucía (SIGDIF). *WILDFIRE, 2007*, Sevilla, España.
- Thon, S., Remy, E., Raffin, R. y Gesquière, G. (2007): Combining GIS and forest fire simulation in a virtual reality environment for environmental management *Architecture, City and Environment*, 2: 4.
- Pazos, J.A., Varela, J., Ríos, J.R. y Cotos, J.M. (2007): Diseño e Implementación de un Servicio Web para la Simulación de la Propagación de Incendios Forestales, *IV Jornadas de la IDE de España. JIDEE2007*, Santiago de Compostela, España.
- Esteve, M. (2007): Multimedia System for Emergency Management, *Jornadas de Seguimiento de Proyectos en Tecnologías Informáticas*, Madrid, España.