

Detección de incendios forestales con cámaras termográficas en Soria



*Elena Soría Abad
Ingeniera Técnico Forestal*

*Este artículo es resumen del trabajo fin de carrera "Proyecto de detección de incendios forestales con cámaras termográficas en las comarcas de Almazán, Bayubas de Abajo y Burgo de Osma (Soria)". E.U.I.A. Soria
Tutor: Gonzalo Gonzalo Pérez
Este trabajo recibió un accesit en el Premio Ramón de Zubiaur de 2009*

En este trabajo se estudia la posibilidad de instalar en el monte sistemas de alta tecnología basados en la detección temprana de focos de incendios forestales mediante cámaras térmográficas como medio complementario a la red de vigilancia convencional existente en la provincia de Soria. En concreto, el estudio se refiere a las comarcas de Almazán, Bayubas de Abajo y Burgo de Osma.

INTRODUCCIÓN

La provincia de Soria es una de las zonas de España con menor índice de incendios forestales. Esto se debe en gran parte a la concienciación de sus habitantes, ya que su mayoría viven en el medio rural y tienen un gran interés por "sus montes", como ellos proclaman. Nada extraño si se tiene en cuenta que los aprovechamientos madereros son el principal sustento de la economía local.

El total de la superficie de la provincia asciende a 1.028.700 ha, de las cuales la superficie forestal es 597.402 ha, lo que representa más del 58% de aquélla.

El abandono de unos pueblos o la mengua de la población de otros suponen un problema para esos municipios, puesto que en muchos casos se producen una serie de situaciones que repercuten en el entorno. El principal es el abandono de los montes, en los que dejan de aprovecharse las leñas. Si



a esto le añadimos la utilización de materias primas procedentes del petróleo, la situación se agrava.

Otro aspecto a tener en cuenta es el abandono de la ganadería. En el pasado, las cabras limpiaban el monte y ayudaban a la regeneración de ciertas especies; en

la actualidad, pocos son los montes que siguen manteniendo estos usos. Por todo lo expuesto, se produce una gran acumulación de combustibles que elevan el riesgo de incendios.

La detección de los incendios forestales es fundamental a la hora de su extinción. En la provincia de Soria, la detección de los incendios se venía realizando mediante una red fija de vigilancia que consta de 33 torretas o puestos de vigilancia fijos, desde donde se vigilan las áreas forestales más importantes de la provincia. El sistema de comunicaciones permite que cualquier humo pueda ser comunicado al Centro Provincial de forma instantánea.

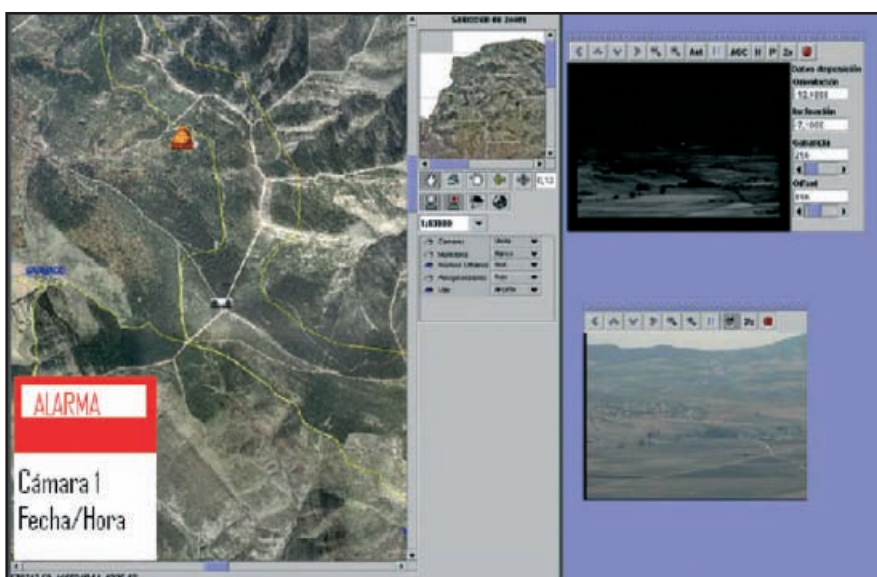
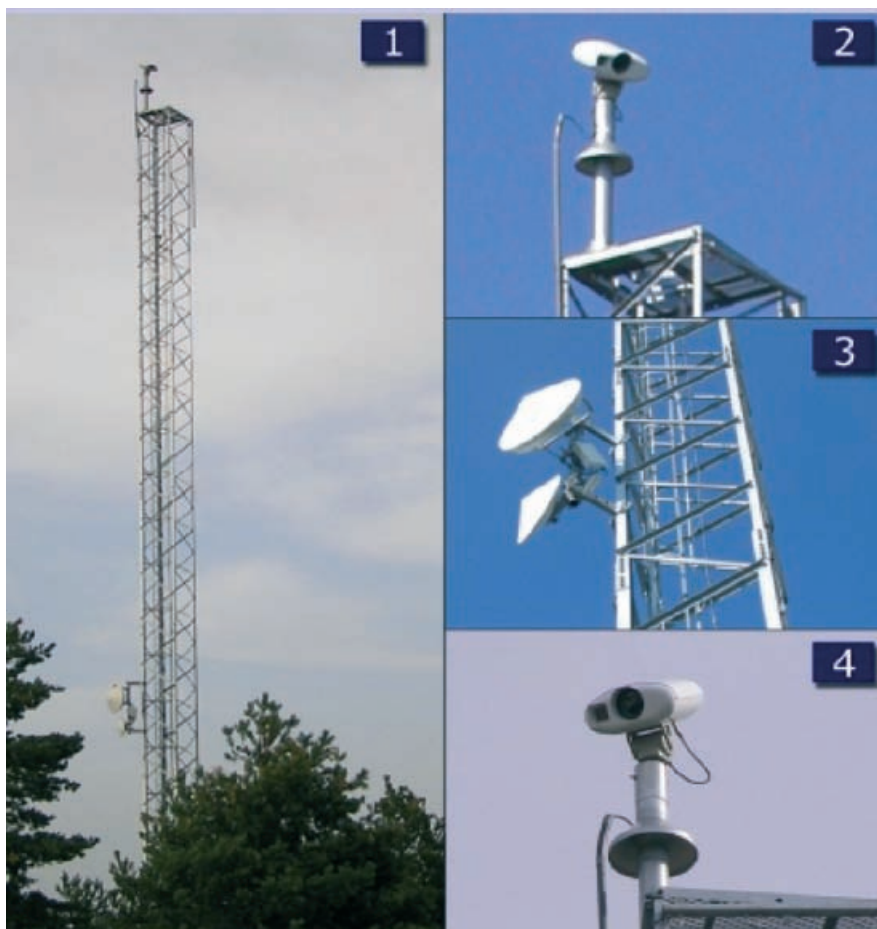
Con estos antecedentes, tenemos que desarrollar nuevas técnicas, complementarias a las ya existentes, en la lucha contra los incendios forestales. En este trabajo se ha estudiado la viabilidad de la aplicación de sistemas de detección de incendios forestales de alto nivel compuestos por cámaras termográficas y cámaras de CCTV (circuito cerrado de televisión) de altas prestaciones, sistema de georreferenciación, equipos de comunicaciones y equipos de control informático, para que con el desarrollo de un programa informático específico se consiga una detección temprana de los focos de incendios y pueda efectuarse su seguimiento, valiosa herramienta a la hora de la extinción.

La provincia de Soria está dividida forestalmente en cuatro secciones territoriales, y cada una de ellas a su vez está compuesta por diversas comarcas forestales, doce en total. La sección que se ha estudiado ha sido la II, compuesta por tres comarcas forestales: Almazán, Bayubas de Abajo y Burgo de Osma, lo que supone la zona más meridional de la provincia, y comprende una superficie de 511.866,72 ha.

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

• INTRODUCCIÓN

Hasta hace poco habría sido impensable suponer que se podrían instalar cámaras en el bosque. Más aún si a eso se le añade que se trata de un sistema de cámaras de infrarrojos que son capaces de detectar los incendios forestales de forma automática, proporcionando el lugar exacto mediante las coordenadas UTM y mostrando las condiciones atmosféricas en el lugar del incendio tan solo en pocos minutos.



Lo que se pretende es instalar un sistema de detección de incendios forestales mediante cámaras térmicas y cámaras CCTV. Las cámaras (2 y 3) se encuentran instaladas en una torre metálica (1), sobre una plataforma (2), mediante una pieza que soporta a ambas (4).

Acompañando a este sistema de vigilancia tendríamos también un sistema de georreferenciación y los equipos necesarios para la transmisión de la

información por control informático.

Para ello es necesaria la instalación de un programa específico con la función de detectar de forma temprana de incendio y su posterior seguimiento.

Estas torres están dotadas de una cámara dual (visión térmica y visión normal), la cual se encuentra en estado de observación de forma continua y en labores de rastreo perimetral de 360°.

El sistema permite la rápida detección de incendios en entornos remotos que difícilmente pueden ser localizados en tiempos razonables mediante la simple visualización. Y puede hacerlo incluso cuando las condiciones meteorológicas son adversas. Así, en situaciones de niebla densa, humo u oscuridad, el sistema continúa operativo, ya que las cámaras infrarrojas no ven mermadas su capacidad de trabajo en tales situaciones.

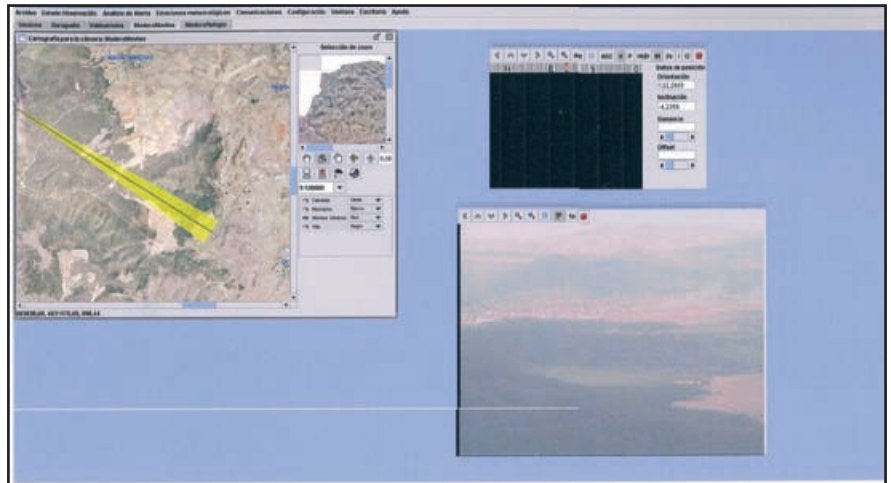
Otro aspecto a destacar es que exporta sobre la base cartográfica los datos meteorológicos que toma en cada momento su estación meteorológica. Se actualizan cada 30 segundos y se pueden transmitir al Centro de Proceso de Datos (CPD) con la frecuencia que se desee.

Se trata de un sistema innovador, que funciona de manera automática vigilando el bosque y captando imágenes del mismo. Cuando el sistema detecta alguna anomalía, que vendrá dada en forma de un aumento de la temperatura, la cámara que la ha generado capta desde ese instante imágenes concretas de la alarma, las transmite y las almacena de forma automática, por si posteriormente han de ser consultadas.

Es entonces cuando el responsable del sistema puede tomar el mando del mismo por control remoto, localizar la imagen, fijarla y ver el posible incendio forestal en tiempo real.

Es posible conectarse también con las cámaras CCTV y térmica para controlarlas. Esto permite observar la ubicación de una alerta, comprobar el área de visibilidad de la cámara y los parámetros que mejoren la visión de la cámara térmica en un incendio, así como distinguir el foco de inicio y la evolución del mismo.

Además, el sistema facilita las labores de extinción gracias al seguimiento térmico y en directo de las diferentes áreas del incendio, de los puntos calientes que deja atrás (tocones), así como su georreferenciación cartográfica. También permite efectuar un seguimiento de las cuadrillas y otros medios que se encuentran en labores de extinción, de manera que se puede orientar el desarrollo de los trabajos a la vez que se convierte en un apoyo de gran valor a la hora de velar por la seguridad de las personas que en ese momento se encuentran en el siniestro.



• FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA Y COMPONENTES

▪ Puntos de observación estáticos:

A. Torres de vigilancia. Se encuentran las 24 horas del día en observación continua. Las imágenes captadas por las cámaras son enviadas vía radio-enlace desde la propia torre.

La ubicación de las cámaras se basa principalmente en los parámetros siguientes:

- Altura de la torre de vigilancia, donde se encuentran instaladas las cámaras: 35 m.
- Distancia desde la que las cámaras son capaces de detectar un foco de incendio de al menos 1m² de superficie: 10 km.

Cuando las distancias sean inferiores a estos 10 km, las cámaras son capaces de reconocer un foco de incendio de menor superficie. En algunos casos, las cámaras son capaces de visualizar distancias mayores, pero con la consiguiente mengua en la eficacia de situar el foco.

B. Centro de transformación.

▪ **Centro de observación.** Se ubica en el lugar donde se encuentran las torres de vigilancia. Las cámaras instaladas son incluso capaces de trabajar en condiciones atmosféricas totalmente adversas (oscuridad, niebla, humo, etc.) gracias a su óptica, dotada de capacidad de visión térmica y convencional de forma simultánea. Estas torres están dotadas de un cámara dual (visión térmica y visión normal), la

cual se encuentra en estado de observación de forma continua y en labores de rastreo perimetral de 360°. En el momento en que las cámaras térmicas detectan una alarma (foco de incendio), con su sistema de comunicaciones vía terrestre o -en su defecto- vía satélite se produce el envío de la alarma al Centro de Proceso de Datos (CPD). Con el envío de la alerta, se transmiten las imágenes que han generado la alarma para su posterior evaluación. De la misma forma, se transmiten datos atmosféricos: temperatura, humedad, presión, dirección y velocidad del viento, precipitación, etc.

No existe físicamente un centro de comunicaciones. Las instalaciones disponen de un sistema de comunicaciones dotado de antenas para llegar hasta el CPD. La comunicación se realiza por radio-enlace, lo que permite disponer de un sistema de comunicaciones propio, más seguro en cuanto a la confidencialidad de la información.

La transmisión de la información de cada cámara se realiza mediante una red de que facilita la comunicación de forma ordenada de cada cámara con el CPD, localizado en la ciudad de Soria.

La información fluye desde las cámaras que más alejadas hasta una cámara central, que es la que actuar como enlace transmisor con el CPD.

Como el flujo mayoritario de información será desde los nodos de toma de datos hacia el CPD, el ancho de banda requerido será, en su mayor parte, de "bajada".

Se va a crear una red de banda ancha entre los equipos ubicados en cada

nodo y el centro de proceso de datos. El tráfico será en sentido nodo → centro de proceso de datos para descarga de información, envío de alertas y vídeo en directo. Y en sentido centro de proceso de datos → nodo para telecontrol y diagnóstico.

Todos los equipos se gestionarán de tal forma que permita ver el estado de todos los equipos en tiempo real, proporcionando además acceso a la gestión y el diagnóstico de forma remota, para así analizar el tráfico de la red en momentos puntuales.

Para que la comunicación sea posible se hace necesario que exista contacto visual entre cada nodo, para lo que se precisa que la electrónica de red y las antenas se encuentren a cierta distancia del punto de recogida de datos. Para ello se emplea una tecnología WiFi sencilla.

En un principio se escogieron las que se consideraron las mejores ubicaciones, con un total de diez cámaras. Pero tras el estudio de diversas variables que más adelante se detallan se decidió que el proyecto constara de ocho cámaras de vigilancia y un CPD principal en Soria.

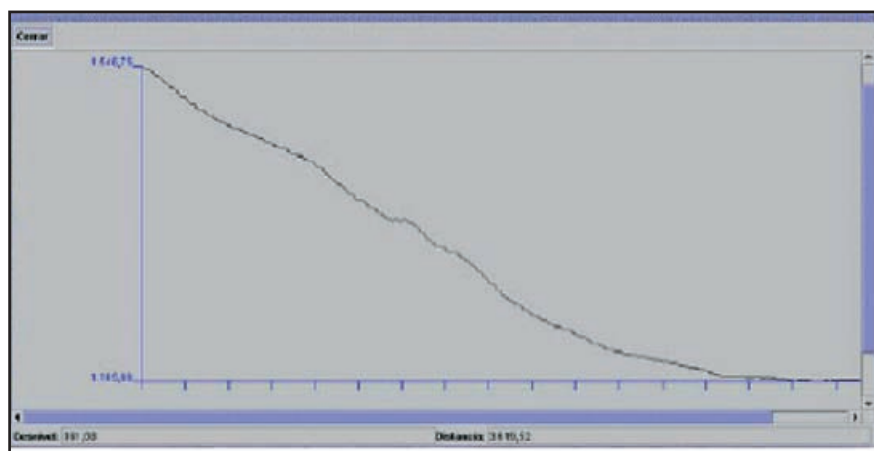
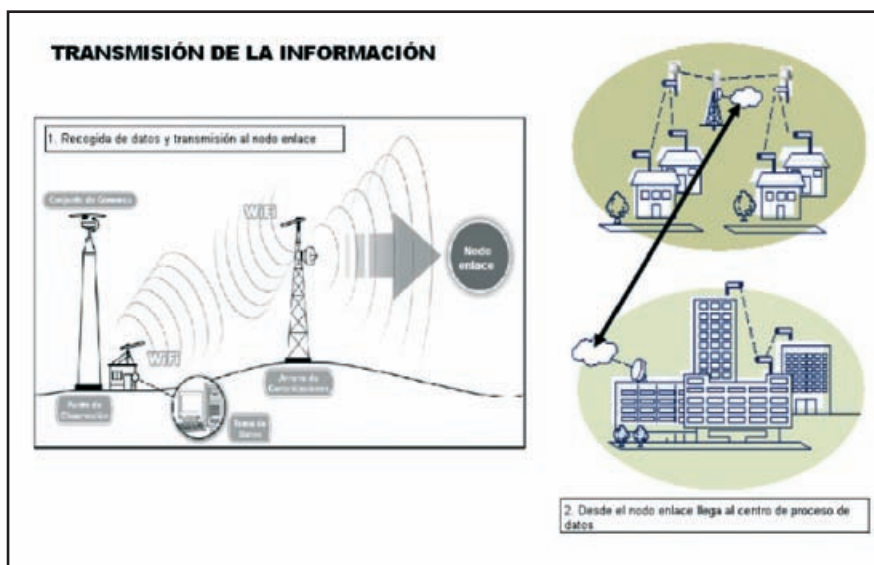
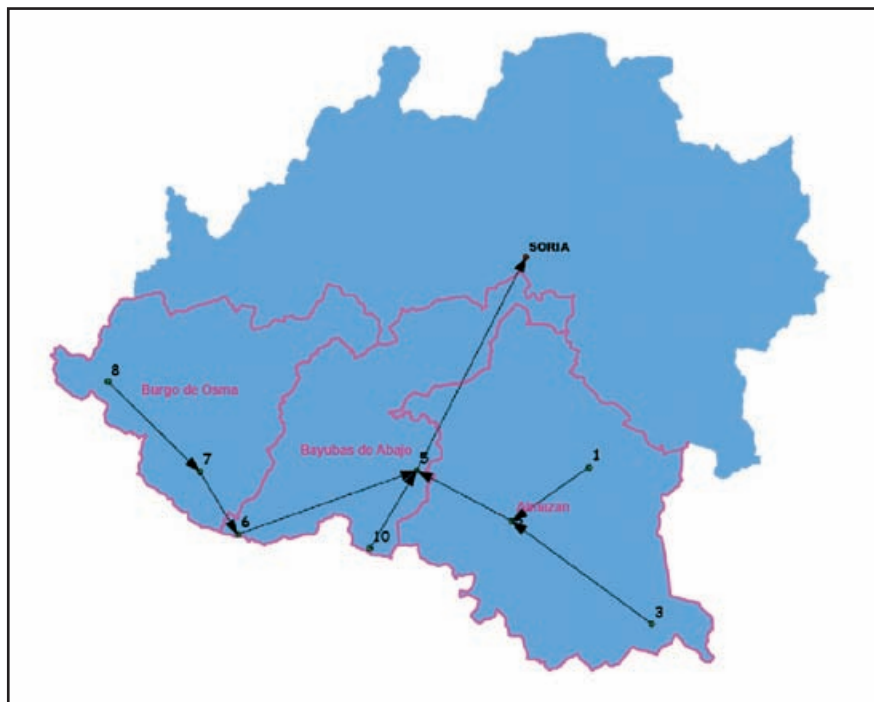
- **Centro de Proceso de Datos** o Centro de Control (CPD). Es donde se reciben las imágenes captadas por las torres de observación. Es el punto neurálgico del sistema, donde confluye toda la información procedente de las torres de vigilancia y donde se tiene el control de todos los elementos del mismo.

El Centro de Proceso Datos (CPD) estará ubicado en el Centro Provincial de Mando (CPM) de Soria, es decir, en la Delegación de Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León.

En el CPM se reciben las alarmas generadas por los distintos centros de observación, y allí se dispondrá de las herramientas de gestión, de información geográfica (GIS), de diagnósticos y de telecontrol para poder analizarlas.

Desde el CPD se pueden gestionar los centros de observación para georreferenciarlos y controlar los parámetros técnicos relacionados con el sistema de comunicaciones.

Una vez seleccionado el punto de observación, es decir, una cámara, es posible ver su librería de imágenes tomada en condiciones de visibilidad



óptimas para reconocer el terreno. También se puede seleccionar la cartografía compuesta por ortofotos. Es posible a su vez insertar capas GIS como vías

(carreteras), núcleos urbanos, términos municipales, cámaras... De esta manera se facilita el trabajo de la localización del incendio, ayudando a disponer de la

información necesaria para la extinción del incendio y a conocer a dónde deben acudir los medios de extinción.

Dispone de una opción “cartografía”, en la que mediante la utilización de una serie de herramientas se pueden realizar medidas de distancias y encontrar perfiles topográficos. Se trata de una opción muy útil a la hora de facilitar el acceso de los medios de extinción al incendio.

En cualquier momento se puede entrar en el histórico de alertas para supervisar una alerta activa o una pasada.

Una vez seleccionada la alerta, cabe la posibilidad de acceder a las imágenes generadas por ésta, además de ampliar la información tan solo pulsando sobre la imagen. En ese momento existe la opción de conocer las condiciones meteorológicas que se produjeron durante la captura de la alarma.

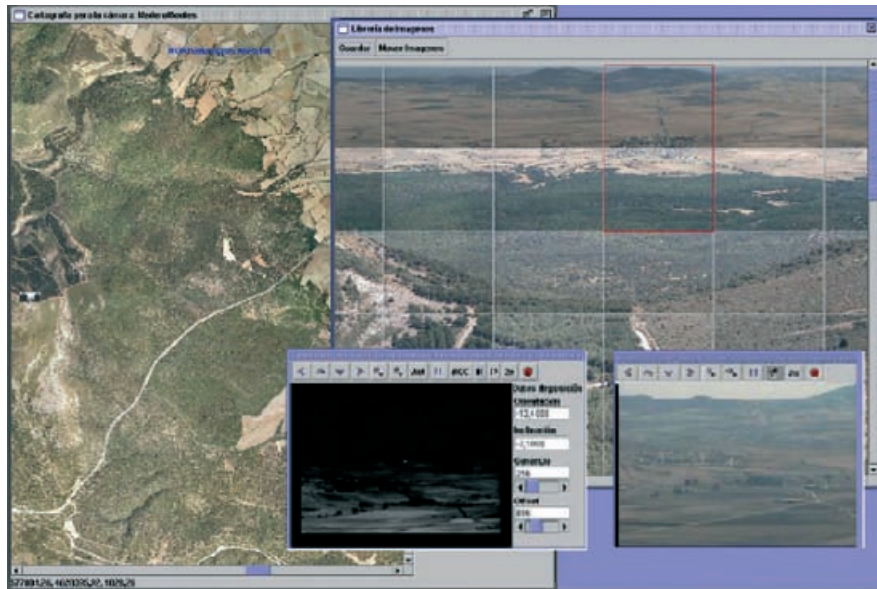
Usando la barra de superposición se puede observar la imagen térmica sobre la visible para ayudar a localizar un punto dudoso. Con los botones que el sistema ofrece en la parte superior se podrá ampliar o reducir el zoom, así como localizar el incendio en la librería de imágenes.

DESARROLLO DEL TRABAJO

Antes de decidir la viabilidad de este nuevo sistema de detección fue necesario realizar un estudio del medio para posteriormente poder tener unos parámetros en los que basarse y poder decidir la mejor ubicación de cada cámara. Para ello se siguieron una serie de pasos:

- Partiendo de las hojas del terreno del 1:50.000, se digitalizó todo el terreno que forma parte de la zona de estudio con un programa de información geográfica.
- Después se calcularon los modelos de combustibles más abundantes en la zona. Esta capa se obtiene en formato vectorial (tipo de formato que se utiliza para guardar la localización geométrica y la información sobre atributos de los elementos geográficos).

Para poder trabajar con esta capa y realizar las distintas operaciones que queremos debemos tenerla en formato “Grid”, formato exclusivo de este tipo de programas de información



geográfica que recoge datos de trama que se utilizan para almacenar información acerca de elementos gráficos que varían en forma continua sobre una superficie, como sería en este caso los modelos de combustibles de la zona. Los datos de trama registran información espacial en una cuadrícula regular o matriz. Cada celda dentro de esta cuadrícula contiene un número que representa el modelo de combustible. El tamaño de las celdas en la cuadrícula es fijo; en este caso, de 10 x 10 m.

Para ello se procedió a fabricar una capa nueva con la vegetación existente en la zona de tal manera que se pudieran conocer los modelos de combustibles correspondientes a cada serie de vegetación. Se calculó mediante una serie de operaciones con el programa Excel, obteniendo la superficie correspondiente a cada modelo de combustible. La finalidad de este paso era poder posteriormente asignar a cada tipo de vegetación un modelo de combustible que se ajustase lo máximo a la realidad.

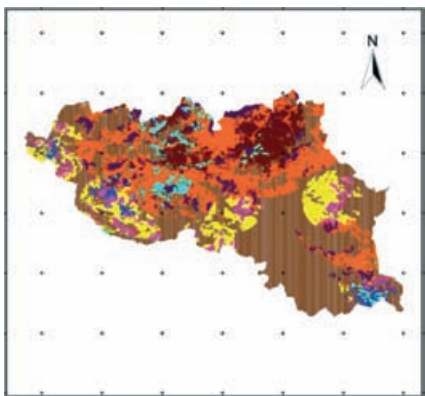
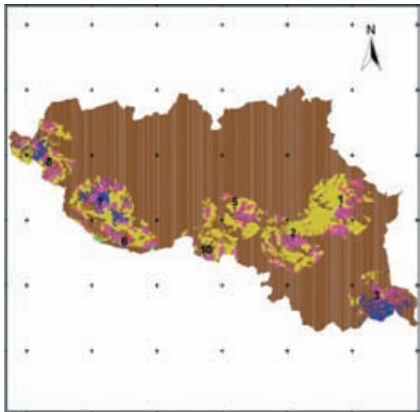
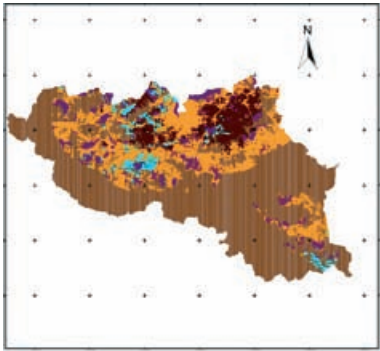
MODELOS DE COMBUSTIBLE	VALORES
1	1
2	2
4	8
6	4
9	10

Posteriormente se asignaron unos valores a los modelos de combustibles obtenidos en la zona. Para ello se efec-

tuó una ponderación de lo que parecías más conveniente que fuera vigilado por las cámaras. En este apartado se otorgaron valores más altos a modelos de combustible que correspondían a las masas forestales de más importancia en la zona. Después se valoró la peligrosidad de los modelos de combustible en caso de incendios forestales, dando menor valor a los modelos de combustible de pastizales y matorrales:

- Se otorga un valor de 10 a los modelos de combustibles 9, correspondientes con las masas adultas de pinar (*Pinus pinaster*) de la zona.
- El valor 8 corresponde a las zonas donde el modelo de combustible 4, un modelo muy peligroso en caso de verse afectado por incendios forestales, monte de de *Quercus faginea*, *Quercus ilex*, *Quercus pyrenaica* y *Pinus nigra*.
- El valor 4 le corresponde al modelo 6, caracterizado por zonas de matorral alto y denso; en nuestra zona se le ha asignado el modelo 6 a las masas de *Juniperus thurifera*.
- El valor 2 le corresponde al modelo de combustible 2, las masas de *Juniperus communis* existentes en la zona.
- Por último, con la valoración de 1 estaría el modelo de combustible 1, que se corresponde con zonas de pastizal-matorral y con las repoblaciones de *Pinus halepensis* que se localizan en la zona.

El siguiente paso consistió en el estudio de las visuales existentes con



las torres de vigilancia de incendios convencionales, para lo cual es necesario tener en cuenta la valoración de cada modelo de combustible existente.

Para utilizar un método fiable y con una base concreta se creó una relación entre la capa de la valoración de los modelos de combustibles y la cuenca visual que actualmente tienen las torres de vigilancia convencional. El resultado de este producto ascendía a 16.359.538 celdas. En la tabla siguiente se observan las cifras que corresponden a cada valor del modelo de combustible de la visual de las torres de vigilancia.

A partir de esta cantidad, hay que procurar aumentar dicha cifra mediante el estudio de las posibilidades de cada cámara de vigilancia.

Después de conocer la superficie que quedaba vigilada con el sistema

	CANTIDAD DE LOS VALORES DE CADA VISUAL					
	1	2	4	8	10	TOTAL
CÁMARA 1	1.401.126			261.758		1.662.884
CÁMARA 2	1.052.107			242.848		1.294.955
CÁMARA 3	124.384	4.091	246.097	93.583		468.155
CÁMARA 4	47.867	8.823	225.528	20.950		303.168
CÁMARA 5	721.748			172.835		894.583
CÁMARA 6	408.180	7.034	35.682	208.073	17.155	676.124
CÁMARA 7	775.655	14.877	200.386	349.384	10.070	1.350.372
CÁMARA 8	602.396	815	115.381	198.314		916.906
CÁMARA 9	116.175		6.558	73.492		196.225
CÁMARA 10	385.290			81.334		466.624
Total visual de las cámaras						8.229.996
Visual de las torres de vigilancia convencional	9.357.584	13.969	1.136.057	2465427	3.386.501	16.359.538

de detección convencional, hay que ampliar la superficie vigilada, lo que se logra instalando las cámaras termográficas de vigilancia. En este apartado cabe tener muy presente la valoración previa de los diferentes modelos de combustible.

El siguiente paso consiste en estudiar los puntos con vigilancia más precaria de la zona para ver el punto de localización de cada cámara, intentando maximizar la zona de visibilidad de las mismas.

Las cámaras se localizaron en lugares con cierta altitud, donde se estaba estudiando la posible instalación de parques eólicos o en los ya existentes.

Tras conocer la ubicación de las cámaras instaladas se efectuó una valoración de la superficie de la sección que ahora se encontraba vigilada tanto por las cámaras termográficas como por las torres de vigilancia convencionales. Pudo comprobarse que la superficie había aumentado considerablemente.

Analizando las visuales de todas las cámaras -individualmente y en conjunto- se llegó a la conclusión de que la alternativa más viable era aquella que estaría formada por un total de ocho cámaras. Sería la visual formada por las cuencas de las cámaras 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8 y 10. La visual de estas ocho cámaras aumenta hasta las 7.730.603 celdas. Y el conjunto de la visual de las cámaras junto con el de las torres de vigilancia asciende a las 24.090.141 celdas.

CONCLUSIONES

Con estas ocho cámaras se pasa de cubrir 16.359.538 de celdas con las torres de vigilancia convencionales a 24.090.141 celdas. Como el ancho de cada celda se corresponde con 0,01 ha, se puede afirmar que la superficie ahora vigilada asciende a 240.901,4 ha.

Se ha conseguido aumentar la visual de zonas en las cuales con el sistema convencional era muy difícil la vigilancia debido a la poca accesibilidad.

La nueva superficie vigilada corresponde al terreno que se puede visualizar desde cada cámara para detectar focos de incendio y supone el 47% del total de la zona de estudio vigilada. Con la red convencional de torres de vigilancia la cifra era del 31%, por lo que se ha incrementado notablemente la superficie vigilada.

Puede parecer que este 47% resulta insuficiente, pero hay que considerar que existe una gran superficie en la que la detección del humo de un incendio es rápida, con diferencia de escasos segundos con respecto a la rapidez del 47% indicado. Así, podremos decir que la zona de estudio quedaría prácticamente vigilada al completo.

Existe la posibilidad de observar zonas de las provincias limítrofes de Segovia y Guadalajara, ya que dos de las cámaras instaladas tienen a terrenos de ambas provincias en su cuenca visual. **F**