

ESTUDIO DE LOS PUESTOS FIJOS DE VIGILANCIA CONTRA INCENDIOS FORESTALES EN LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE ARAGÓN. APLICACIÓN A LA ZONA DE SOBREPUESTO (HUESCA).

Ana María Romero Esteban¹

Mónica Bardají Mir²

Miguel Ángel Clavero Forcén³

Resumen

El objetivo principal de este estudio fue la optimización de la red de puestos de vigilancia contra incendios forestales dispuesto por el Gobierno de Aragón en la provincia de Huesca, mediante la obtención de localidades potenciales ubicadas a partir de criterios técnicos apoyados en métodos analíticos automáticos. Se consideró únicamente el riesgo estructural derivado de la topografía, la vegetación y las poblaciones e infraestructuras, entendiéndose que el riesgo de que se origine un incendio forestal y el peligro de éste es mayor tanto en cuanto el territorio presente mayores pendientes, valles estrechos, vegetación forestal, zonas deshabitadas y escasa accesibilidad. Mediante un Sistema de Información Geográfica (Spatial Analyst - ArcGIS 8.3) se analizó, con datos del Modelo Digital de Elevaciones del SIG Oleícola (MAPA 1998), la visibilidad de cada uno de los puestos de vigilancia existentes. Obtenidas las zonas visibles y no visibles se contrastó su coincidencia con las áreas de elevado riesgo de incendio definidas previamente. La ubicación de los nuevos puestos pretendió cubrir la máxima superficie de área deficitaria, teniendo en cuenta en su localización final otros factores técnicos, ecológicos y socioeconómicos. Como ejemplo se explica el proceso seguido en el Sobrepuesto (Huesca), zona de montaña con relieve accidentado, bastante deshabitada, escasas infraestructuras, poco transitada y en la que existe un abandono de los aprovechamientos tradicionales y del pastoreo. Ésta pretendía ser cubierta con el puesto de Santa Orosia, pero al realizar el análisis se observó que las zonas visibles se correspondían con zonas muy transitadas y habitadas, quedando el Sobrepuesto en sombra. Se consideraron seis alternativas y, tras calcular la superficie visible forestal, se observó que era interesante estudiar también la combinación de algunas de ellas para cubrir de manera adecuada la zona en cuestión. Los resultados posibilitaron la identificación de una combinación óptima de ubicaciones de dos puestos que sustitúan al de Santa Orosia y permitan visualizar el Sobrepuesto, además se demostró que la metodología seguida era válida para el estudio y definición de la ubicación de los puestos de vigilancia frente a incendios forestales.

¹ SODEMASA. Asistencia técnica. Servicio de Coordinación y Planificación Forestal. Dirección General del Medio Natural. Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón

² Jefa de la Sección de la Sección de Defensa contra Incendios Forestales del Servicio de Coordinación y Planificación Forestal. Dirección General del Medio Natural. Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón

³ Jefe del Servicio de Coordinación y Planificación Forestal. Dirección General del Medio Natural. Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón

Introducción

Este estudio se realizó en desarrollo de la asistencia técnica “Estudio de Ubicación de los Puestos Fijos de Vigilancia contra Incendios Forestales en Aragón” promovida por el Servicio de Coordinación y Planificación Forestal de la Dirección General del Medio Natural del Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón.

Entre los objetivos de la Dirección General del Medio Natural se encuentra el de “minimizar las consecuencias ecológicas y socioeconómicas producidas por los incendios forestales, garantizando en todo caso la seguridad de las personas que intervienen en las labores de su lucha”. Dentro de las líneas de trabajo que se establecen para su consecución están las labores de detección, siendo lo más importante la detección inmediata cuando se produce un foco de ignición. Esto no sólo conlleva un rápido conocimiento de la existencia del incendio, sino también su correcta localización y eficaz comunicación a los medios de lucha, que permita un ágil acceso y primer ataque.

El Gobierno de Aragón tiene implantada una Red de Puestos Fijos de Vigilancia contra Incendios Forestales en su territorio constituida por torres, casetas y refugios. Esta red estaba integrada por un total de 75 puestos fijos que se activaban progresivamente en las distintas fases definidas según el riesgo.

Con este estudio se pretendía evaluar la capacidad de detección de incendios desde esta red. Por ello, se llevó a cabo, como primera fase, un trabajo previo en el que se analizaron las ubicaciones de los puestos de vigilancia mediante el análisis de su cuenca visual a través de herramientas informáticas de información geográfica (ArcGIS 8.3). La cuenca obtenida se validó posteriormente con visitas in situ comprobando que las herramientas utilizadas eran adecuadas para llevar a cabo un estudio de estas características con absoluta fiabilidad.

A la vista de los resultados del estudio previo, se estimó conveniente continuar con el trabajo realizado en una segunda fase, comenzando por los puestos fijos de vigilancia de Huesca ya que era la provincia que mayor problemática presentaba.

El relieve aragonés, estructurado en dos grandes sistemas montañosos, pirenaico e ibérico, y complementado por otros sistemas menores, presenta más del 30 por ciento del territorio por encima de los 1.000 metros de altitud (el equivalente español es sobre el 19 por ciento). Esto hace que 293 municipios aragoneses (44 por ciento, 20.850 km²) se consideren zonas de montaña. Bajo estas circunstancias, un extenso territorio con un relieve accidentado, zonas de sombra y difíciles accesos, es evidente la importancia de configurar una Red de Puestos de Vigilancia contra Incendios Forestales óptima.

La evidencia de impulsar la realización de este estudio se concretó en los siguientes aspectos:

1. La importancia de establecer una Red de Puestos Fijos de Vigilancia contra Incendios Forestales eficaz responde al fin de garantizar la seguridad de las personas y los recursos naturales.
2. La localización de los Puestos de Vigilancia Contra Incendios Forestales debe responder a criterios técnicos apoyados por métodos analíticos automáticos y no a apreciaciones empíricas no contrastables.

4—Estudio de los puestos fijos de vigilancia contra incendios forestales en la Comunidad Autónoma de Aragón—Romero Esteban, Bardají Mir, Clavero Forcén

3. Tener un control de la capacidad real del área visible desde cada puesto en contraste con los avistamientos producidos u omitidos según la estadística de incendios.
4. Abundar en la necesidad de ajustar los esfuerzos en la extinción de los incendios forestales y la obligación de las Administraciones Públicas en racionalizar el gasto.

Objetivos

El objetivo principal fue la optimización de la Red de Puestos Fijos de Vigilancia contra Incendios Forestales en Aragón. Para ello se buscaron posibles ubicaciones a partir de criterios técnicos apoyados en métodos analíticos automáticos. Se pretendía obtener una red de puestos que permitiese controlar el mayor porcentaje posible de superficie forestal de Aragón y especialmente de las zonas de mayor riesgo de incendios.

Para los objetivos de este trabajo se consideró únicamente el riesgo estructural derivado de la topografía, la vegetación y las poblaciones e infraestructuras. Se entendía que el riesgo de incendio es mayor en tanto en cuanto el territorio presente mayores pendientes, valles estrechos, vegetación forestal, zonas deshabitadas y escasa accesibilidad.

Como objetivos específicos se establecieron los siguientes:

- Comprobar la localización de los puestos de vigilancia (GPS u otros medios)
- Validar la exactitud del Modelo Digital de Elevaciones de Aragón
- Contrastar la idoneidad de la ubicación de los puestos de vigilancia
- Localizar emplazamientos de nuevos puestos de vigilancia para cubrir zonas deficitarias o como alternativas a puestos existentes poco eficaces.

Material y Métodos

Metodología

La metodología planteada para optimizar la Red de Puestos Fijos de Aragón partió del análisis automático de cada puesto mediante herramientas de SIG (Sistema de Información Geográfica ArcGIS 8.3 y Spatial Analyst de ESRI) junto con un Modelo Digital de Elevaciones (MDE). Además de obtener las zonas visibles y las no visibles de cada puesto de vigilancia mediante este análisis se calcularon las siguientes variables para determinar su eficacia:

S_{vis} : total de hectáreas visibles calculadas en proyección horizontal.

S_{vis}/S_{15} (**porcentaje**): tanto por ciento de S_{vis} sobre la superficie de un círculo 15 kilómetros de radio. Esta variable permitió detectar si el puesto de vigilancia considerado era o no eficaz. El radio que se consideró en el análisis de visibilidad fue de 15 kilómetros ya que también se comprobó que, a mayor distancia, un vigilante con capacidad visual convencional no podía identificar con precisión la posición de un foco de ignición.

S_{vis} **forestal**: total de hectáreas visibles de superficie forestal calculadas en proyección horizontal.

Se consideró que un puesto era ineficaz cuando el valor de S_{vis}/S_{15} (**porcentaje**) era inferior al 15 por ciento. En estos casos, fue conveniente buscar alternativas que

mejorasen este porcentaje, bien sustituyendo el puesto o bien complementándolo desde otras áreas si las características de la zona no permitían establecer una mejor ubicación. También se estudiaron alternativas para aquellos puestos que, siendo eficaces, no estaban ubicados adecuadamente. Esto se debió a que desde ellos no era posible visualizar algunas zonas de riesgo de incendio importante que, sin embargo, quedaban dentro del radio considerado en el análisis de visibilidad. En unos casos esto sucedía por la existencia de antenas de telefonía en las proximidades que dificultaban la visibilidad y en otros porque, en su día, la infraestructura no se constituyó en el punto óptimo por falta de pistas de acceso o por el uso de un procedimiento no fundamentado en datos y análisis precisos. Las circunstancias anteriores provocaban que el vigilante tuviese que desplazarse para controlar zonas que quedaban ocultas y que en ese intervalo de tiempo las zonas restantes quedasen sin control.

Asimismo, fue posible detectar las áreas defectivas, es decir, áreas forestales de elevado riesgo en relación con la detectabilidad de incendios forestales que o bien quedaban fuera del radio de visibilidad de los puestos fijos de vigilancia operativos o bien estaban dentro pero no eran visibles.

Para validar la exactitud del MDE disponible y los resultados obtenidos a partir del análisis SIG se seleccionó un puesto de vigilancia y se obtuvieron las zonas visibles y las no visibles desde él. La cuenca visual obtenida mediante las herramientas informáticas se comprobó in situ resultando coincidir plenamente con la cuenca real. Por tanto, se concluyó que tanto el MDE como el SIG empleados eran totalmente válidos, siendo imprescindible disponer de datos exactos de localización y altura del punto de observación. Es por ello que, como premisa del trabajo, era necesario comprobar las localizaciones de los puestos de vigilancia de Aragón mediante visitas in situ u otros medios. En la *figura 1* se puede observar el esquema metodológico seguido en el estudio.

Fuentes de datos e información

Las fuentes de datos y de información empleadas fueron las siguientes:

1. Modelo Digital del Terreno (Elevaciones) del SIG Oleícola Español (1998). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. El GRID tiene un paso de malla de 20 metros.

2. Ortofotomapas del SIG Oleícola Español (1997-1998). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

3. Mapa Forestal de Aragón (1998). Dirección General del Medio Natural. DGA.

4. Red de Puestos Fijos de Vigilancia contra Incendios Forestales de Aragón. Dichos puestos se consideraron como elementos puntuales. En la mayoría de los puestos de vigilancia existen infraestructuras desde las cuales se desarrollan las labores de vigilancia. Éstas pueden ser de tres tipos:

-Torre metálica: como su nombre indica consiste en una estructura metálica que dispone en el punto más alto de un habitáculo donde se sitúa el vigilante. La altura es variable, siendo los valores de 8, 12 y 20 los más comunes.

-Caseta: Infraestructura, en muchos casos prefabricada, que generalmente no eleva la altura del vigilante sobre el nivel del suelo. En estos casos, el vigilante no

4—Estudio de los puestos fijos de vigilancia contra incendios forestales en la Comunidad Autónoma de Aragón—Romero Esteban, Bardají Mir, Clavero Forcén

realiza las labores de vigilancia desde ella sino que se sitúa en el exterior teniendo que moverse continuamente a su alrededor.

-Refugio: Similar al tipo anterior pero más robusto ya que está pensado para los puestos de vigilancia situados más al norte de Aragón, zonas en las que se tienen frecuentemente condiciones meteorológicas adversas.

A continuación se relacionan los puestos de vigilancia operativos en cada una de las provincias de Aragón durante la campaña previa al estudio. (tablas 1, 2 y 3)

Huesca

Nombre	Tipo	Coord. UTM X	Coord. UTM Y	Municipio
<i>Sierra Sevil</i>	Torre (10 m)	746.469	4.679.885	Adahuesca
<i>Sierra Mayor</i>	Torre (8 m)	677.473	4.688.189	Agüero
<i>San Quílez</i>	Torre (7 m)	787.816	4.655.080	Sangarrén
<i>Fartué</i>	Torre (10 m)	744.196	4.699.561	Boltaña
<i>Cervín</i>	Refugio	780.198	4.704.627	Campo
<i>Lagarres</i>	Torre (10 m)	787.011	4.674.609	Capella
<i>Mas del Hombre</i>	Torre (12 m)	758.753	4.587.253	Fraga
<i>Puxilibro</i>	Refugio	696.485	4.690.682	Loarre
<i>Loporzano</i>	Torre (10 m)	720.246	4.667.766	Tierz
<i>Pico del Águila</i>	Refugio	714.250	4.686.538	Nueno
<i>Tozal de Palo</i>	Torre (10 m)	766.385	4.690.461	Palo
<i>San Juan del Flumen</i>	Torre (20 m)	730.428	4.627.074	Sariñena
<i>Santa Orosia</i>	---	723.499	4.711.433	Sabiñánigo
<i>Sierra Dos Ríos</i>	Refugio	682.279	4.732.037	Valle de Hecho
<i>Sierra Salinas</i>	Torre (5 m)	680.460	4.696.926	Biel-Fuencalderas

Tabla 1. Puestos de vigilancia de la provincia de Huesca. Las coordenadas UTM se expresan en metros y en el huso 30T N.

Teruel

Nombre	Tipo	Coord. UTM X	Coord. UTM Y	Municipio
<i>Alto de la Cruz</i>	Torre (19 m)	637.875	4.533.118	Calamocha
<i>Puerto Minguez</i>	Caseta	665.468	4.522.560	Pancrudo
<i>Bramadera</i>	Torre (19 m)	711.452	4.475.111	Mosqueruela
<i>Cabezo Alto</i>	Torre (19 m)	677.373	4.469.881	Formiche Alto
<i>Cabezo de la Aliaga</i>	Caseta	683.578	4.527.743	Montalbán
<i>Cabezo de San Antón</i>	Caseta	663.980	4.544.126	Loscós
<i>Caña de Sierra</i>	Caseta	669.339	4.434.508	Arcos de las Salinas
<i>Capellanía</i>	Caseta	709.923	4.491.831	Fortanete
<i>Cerro Antona</i>	Torre (19 m)	705.280	4.463.504	Nogueruelas
<i>Cerro Marinero</i>	Torre (14 m)	612.459	4.492.211	Orihuela del Tremedal
<i>Cerro Pelado</i>	Caseta	683.815	4.430.435	Manzanera
<i>Cruz Santa Bárbara</i>	Torre (19 m)	608.367	4.475.746	Griegos
<i>El Cuerno</i>	Torre (19 m)	617.756	4.464.229	Frías de Albarracín
<i>El Morrón</i>	Caseta	724.804	4.510.465	Bordón
<i>El Portillo</i>	Torre (19 m)	607.464	4.469.459	Albarracín

4—Estudio de los puestos fijos de vigilancia contra incendios forestales en la Comunidad Autónoma de Aragón—Romero Esteban, Bardají Mir, Clavero Forcén

<i>El Val</i>	Torre (14 m)	669.423	4.447.110	La Puebla de Valverde
<i>Javalón</i>	Torre (14 m)	634.656	4.454.661	Jabaloyas
<i>La Sarriosa</i>	Torre (19 m)	622.518	4.461.482	Moscardón
<i>Las Ventas de Valdealgorfa</i>	Torre (19 m)	750.448	4.540.428	Valdealgorfa
<i>Majalinos</i>	Torre (19 m)	701.579	4.514.893	Ejulve
<i>Alto de la Sierra</i>	Caseta	749.650	4.519.998	Monroyo
<i>Muela Mujer</i>	Torre (19 m)	712.409	4.502.020	Villarluengo
<i>Peña Arcil</i>	Torre (14 m)	694.384	4.464.575	Mora de Rubielos
<i>Peña Blanca</i>	Torre (19 m)	613.006	4.480.220	Noguera de Albarracín
<i>Peña del Gato</i>	Torre (19 m)	710.003	4.543.999	Andorra
<i>Peña la Cruz</i>	Caseta	640.105	4.462.605	Bezas
<i>Perigañol</i>	Caseta	765.508	4.525.447	Beceite
<i>Alto Fonfria</i>	Torre	658.852	4.539.985	Calamocha
<i>Puerto Pinar</i>	Torre (19 m)	693.917	4.553.207	Muniesa
<i>Puntal del Tamborero</i>	Torre (14 m)	722.382	4.481.365	Cantavieja
<i>San Cristóbal</i>	Caseta	768.024	4.544.856	Calaceite
<i>San Just</i>	Caseta	687.602	4.515.434	Palomar de Arroyos
<i>Santa Isabel</i>	Caseta	701.948	4.451.122	Fuentes de Rubielos
<i>Sierra Alta</i>	Caseta	619.661	4.482.590	Albarracín
<i>Sierra Carbonera</i>	Torre (14 m)	640.100	4.469.559	Albarracín

Tabla 2. Puestos de vigilancia de la provincia de Teruel. Las coordenadas UTM se expresan en metros y en el huso 30T N.

Zaragoza

Nombre	Tipo	Coord. UTM X	Coord. UTM Y	Municipio
<i>Yugo</i>	Caseta	764.475	4.570.953	Nonaspe
<i>Cruz de San Vicente</i>	Caseta	746.550	4.580.983	Caspe
<i>Puchinebro</i>	Torre (9 m)	707.947	4.624.606	Alcubierre
<i>Puy Esteban</i>	Caseta	720.350	4.612.514	Monegrillo
<i>Virgen de la Sierra</i>	Caseta	604.885	4.599.423	Villarroya de la Sierra
<i>Pico del Rayo</i>	Caseta	627.145	4.580.140	Sediles
<i>El Viso</i>	Caseta	594.246	4.579.407	Ateca
<i>Alto de la Liebre</i>	Caseta	578.948	4.569.317	Ariza
<i>Alto del Campillo</i>	Caseta	596.128	4.558.811	Jaraba
<i>Santa Cruz</i>	Caseta	620.535	4.552.607	Cubel
<i>Virgen de Herrera</i>	---	658.991	4.559.331	Herrera de los Navarros
<i>Virgen del Águila</i>	Caseta	648.590	4.568.040	Paniza
<i>Carnicero</i>	Caseta	677.600	4.587.324	Puebla de Albortón
<i>La Nevera</i>	Caseta	637.498	4.578.733	Tobed
<i>Santuario</i>	Caseta	616.831	4.633.989	Borja
<i>San José</i>	Caseta	603.557	4.636.041	Tarazona
<i>San Cristóbal</i>	---	607.846	4.610.721	Cálcena
<i>Puig Moné</i>	Caseta	665.658	4.697.599	Luesia
<i>Puy Sevilla</i>	Torre (9 m)	668.858	4.675.402	Luna
<i>Magdalena</i>	Torre (9 m)	657.249	4.710.090	Urriés

4—Estudio de los puestos fijos de vigilancia contra incendios forestales en la Comunidad Autónoma de Aragón—Romero Esteban, Bardají Mir, Clavero Forcén

Vidiella	Caseta	659.664	4.717.468	Los Pintanos
Palomera	Caseta	674.388	4.643.255	Zuera

Tabla 3. Puestos de vigilancia de la provincia de Zaragoza. Las coordenadas UTM se expresan en metros y en el huso 30T N.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Debido a la extensión de los resultados obtenidos, a continuación se describe como ejemplo el proceso seguido para el puesto de vigilancia de Santa Orosia (Huesca).

Eficacia del puesto de vigilancia de Santa Orosia

Este puesto se situaba al este de la localidad de Sabiñánigo (Huesca), en la Punta del Mallo en el Monte Oturia. No existía ninguna infraestructura en la que desarrollar las labores de vigilancia pero sí otras en sus proximidades que obligaban al vigilante a moverse para vigilar lo que se ocultaba detrás de ellas. Las zonas que se pretendía controlar con este puesto eran las situadas en un radio de unos 15 kilómetros: Val Ancha, Sobrepuerto, Valle de Basa, Sierra de Portiello, Sierra de Canciás, ... , etc.

Además de existir infraestructuras próximas que dificultaban la visibilidad, tras realizar el análisis de visibilidad se observó que las zonas visibles se correspondían con zonas muy transitadas y habitadas, en general accesibles y de menor riesgo. En cambio, la zona conocida como Sobrepuerto quedaba totalmente oculta, a pesar de que su riesgo de incendio era bastante elevado. Esto se debía principalmente a los siguientes aspectos:

- La altitud de la zona es mayor a 1.000 metros, por lo que nos encontramos en una zona de montaña, con relieve accidentado.

- Se trata de una zona bastante deshabitada (4,8 hab/km²) (*Fuente: IAEST. Datos procedentes de la Revisión del Padrón Municipal a 1 de enero de 2006. INE y del Instituto Geográfico Nacional*)

- Existen pocas infraestructuras (1,62 km vías/km²) (*Se han considerado como vías las carreteras nacionales, otras carreteras y caminos. Datos proporcionados por la Dirección General del Medio Natural del Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón*)

- Se trata de una zona poco transitada.

- Los aprovechamientos tradicionales y el pastoreo están prácticamente abandonados.

Estos aspectos ponían en evidencia la gran importancia de una buena ubicación de los puestos que vigilasen esta zona, ya que la posibilidad de que una persona distinta del vigilante detectase un foco de ignición era muy baja. Fue por ello que esta ubicación se desestimó teniendo que buscar y analizar alternativas que permitiesen controlar estas zonas de sombra y de elevado riesgo de incendio.

Alternativas estudiadas al puesto de vigilancia de Santa Orosia

En la selección de alternativas se combinaron las herramientas informáticas con la experiencia y conocimiento de la zona de los Agentes de Protección de la Naturaleza y de los técnicos encargados de ella. De esta forma y mediante el MDE (Modelo Digital de Elevaciones) se buscaron los puntos de mayores cotas que

ofrecían buena visibilidad. Se seleccionaron seis puntos para los cuales, además de los valores de S_{vis} y $S_{vis}^{forestal}$, se calculó la superficie visible de la zona de Sobrepuerto ($S_{vis}^{Sobrepuerto}$). No se determinó el número de hectáreas forestales visibles ya que se trataba de una zona eminentemente forestal y prácticamente ambos valores coincidían.

Discusión de los resultados obtenidos

Los resultados obtenidos para las alternativas estudiadas a *Santa Orosia* se resumen a continuación (tabla 4):

Punto	Ubicación	Svis (ha)	Svis/S15 (porcentaje)	Svisforestal (ha)	SvisSobrepuerto (ha)
<i>Berroy</i>	Monte Berroy (Fiscal)	10.099,6	14,3	9.328,1	3.574,6
<i>Canciás</i>	Sierra Canciás (Sabiñánigo)	16.599,9	23,5	15.653,2	2.484,4
<i>Güé</i>	Pico Güé (Sabiñánigo)	21.993,0	31,1	16.540,3	2.801,5
<i>Oturia</i>	Monte Oturia (Yebra de Basa - Biescas)	18.429,0	26,1	14.660,9	3.543,1
<i>Yebra 1</i>	Monte Oturia (Yebra de Basa)	4.787,8	6,8	4.750,4	2.194,3
<i>Yebra 2</i>	Monte Oturia (Yebra de Basa)	7.198,9	10,2	5.078,3	3,1

Tabla 4. Alternativas estudiadas para el puesto de vigilancia de *Santa Orosia*.

Según estos resultados, se descartaron los puntos *Yebra 1* y *Yebra 2* por considerarlos ineficaces. Para determinar cuál de las cuatro alternativas eficaces era la más idónea, además de considerar los valores de las variables S_{vis} , porcentaje de S_{vis}/S_{15} y $S_{vis}^{forestal}$, se analizaron los mapas de visibilidad teniendo en cuenta particularmente las zonas de riesgo ($S_{vis}^{Sobrepuerto}$). Ante esto se hicieron las siguientes observaciones:

- Los puntos *Berroy* y *Canciás* proporcionaban cuencas visuales muy similares. Por estar situados al este y sureste respectivamente de *Santa Orosia*, aportaban nuevas zonas visibles al oeste de *Santa Orosia* y de la parte sureste de la zona de Sobrepuerto. (figura 2 y figura 3)

- Por su ubicación, el punto *Güé* proporcionaba nuevas zonas visibles al noroeste del puesto de *Santa Orosia* y de la zona noroeste de la zona de Sobrepuerto. (figura 4)

- El punto *Oturia* proporcionaba la cuenca visual que más se asemejaba a la proporcionada por el puesto de *Santa Orosia*, aportando zonas visibles en la zona de Sobrepuerto.

Por todo ello se optó por estudiar también algunas combinaciones de alternativas, valorando la opción de establecer dos puestos en lugar de uno y adoptando *Oturia* como referencia (tabla 5):

- Opción 1: ***Berroy - Güé***. Estos dos puntos se complementaban muy bien, ya que las zonas visibles desde *Santa Orosia* se ampliaban tanto en dirección noroeste como en dirección oeste, controlando casi toda la zona de Sobrepuerto.

- Opción 2: ***Canciás - Güé***. Esta combinación se aproximaba mucho a la anterior, por lo que fue necesario comparar los resultados obtenidos al combinar *Berroy* o *Canciás* con *Güé*.

- Opción 3: ***Oturia***. Se pretendía comparar la cuenca visual de este punto con las de las dos opciones anteriores y ver cuál de las tres aportaba mayor superficie visible de la zona de Sobrepuerto.

4—Estudio de los puestos fijos de vigilancia contra incendios forestales en la Comunidad Autónoma de Aragón—Romero Esteban, Bardají Mir, Clavero Forcén

Opción	S_{vis} (ha)	S_{vis}/S_{15} (porcentaje)	$S_{visforestal}$ (ha)	$S_{visSobrepuerto}$ (ha)
1. Berroy-Güé	31.886,5	24,4	25.727,1	6.183,8
2. Canciás-Güé	38.382,4	28,9	32.117,9	5.149,8
3. Oturia	18.429,0	26,1	14.660,9	3.543,1

Tabla 5. Resultados obtenidos tras el análisis de visibilidad de las combinaciones de los puntos *Berroy-Güé* y *Canciás-Güé* y comparación de éstos con los datos obtenidos para Oturia.

De acuerdo con los datos anteriores, la combinación *Canciás – Güé* es la que proporcionaba el valor más alto tanto de S_{vis} como de $S_{visforestal}$. Sin embargo, al considerar la superficie visible en la zona de Sobrepuerto, era la combinación *Berroy-Güé* la que ofrecía el mayor número de hectáreas. (figura 5)

Además de los resultados también era importante valorar la existencia de accesos a los puntos estudiados y, en definitiva, la visibilidad de la construcción de la infraestructura fija, su posterior utilización y mantenimiento. El único punto que presentaba problemas importantes de acceso era *Canciás* ya que no existía ninguna pista que permitiese llegar a él mediante vehículo teniendo que construir un nuevo tramo y mejorar otra pista existente.

CONCLUSIONES

A pesar de que se obtenían valores más altos de S_{vis} y $S_{visforestal}$ para la combinación de los puntos *Canciás* y *Güé*, por motivos de número de hectáreas visibles en la zona de Sobrepuerto y de acceso, se optó por seleccionar los puntos *Berroy* y *Güé* para la ubicación de dos nuevos puestos de vigilancia como alternativa al puesto de vigilancia de *Santa Orosia*. De esta forma, se incrementaba el número de hectáreas visibles forestales en **13.817,2 ha**, siendo el incremento de superficie visible en la zona de Sobrepuerto de **13.383,1 ha**.

Por otro lado, se concluyó también que el análisis de cuencas visuales mediante herramientas de información geográfica demostró ser un método apropiado para el estudio y definición de la ubicación de los puestos de vigilancia frente a incendios forestales.

Referencias bibliográficas

Libro o monográfico

McCOY, J.; JOHNSTON, K.; 2001. **Performing analysis. Using ArcGIS Spatial Analyst**.119-188. ESRI. Redlands (USA)

VÉLEZ, R. y otros. 2000. **El comportamiento del fuego en los ecosistemas forestales**, Planificación de la defensa contra incendios forestales, La prevención y La extinción.6.3-17-97.

FIGURAS

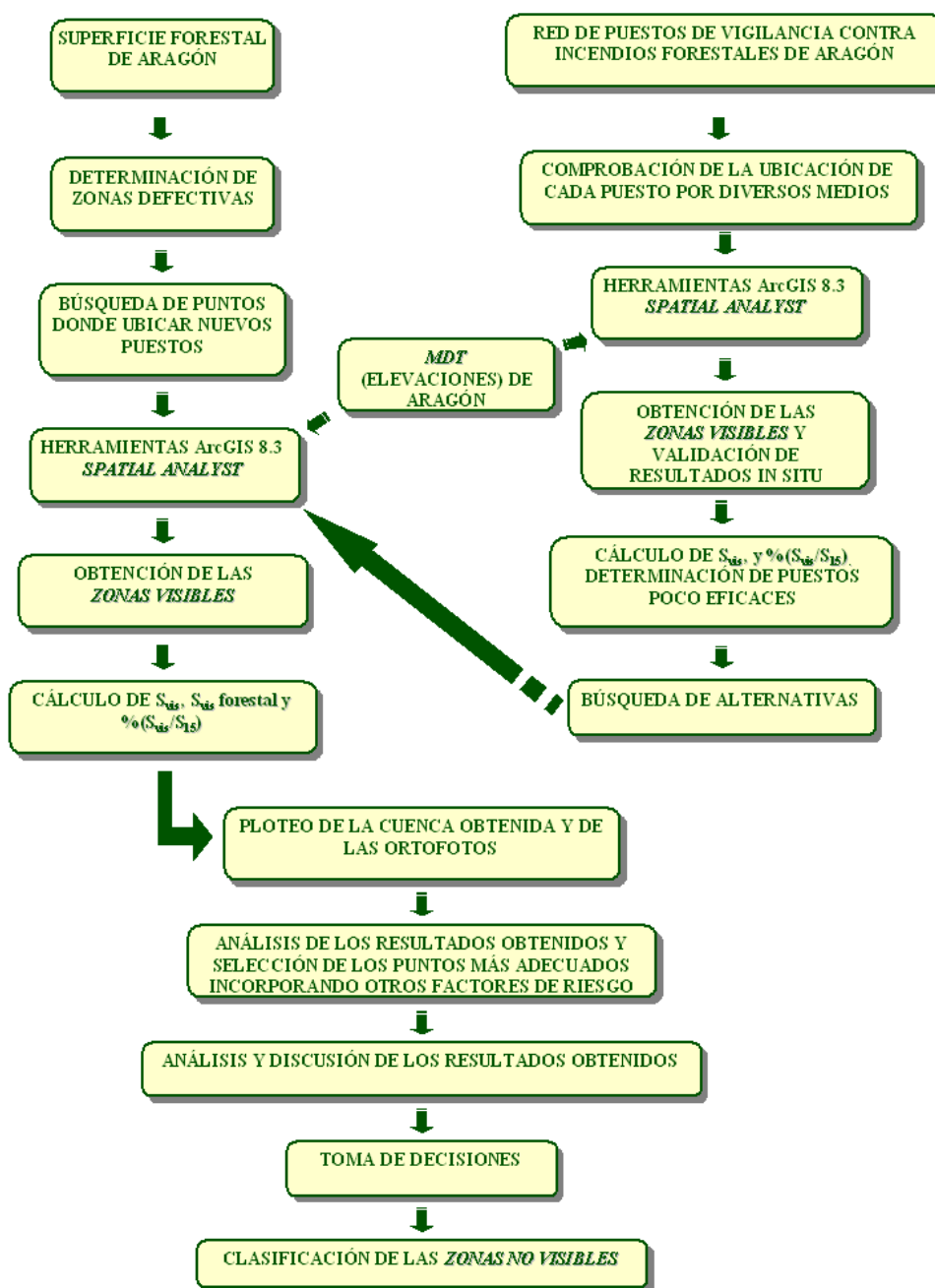


Figura 1. Esquema metodológico seguido en el estudio.

4—Estudio de los puestos fijos de vigilancia contra incendios forestales en la Comunidad Autónoma de Aragón—Romero Esteban, Bardají Mir, Clavero Forcén

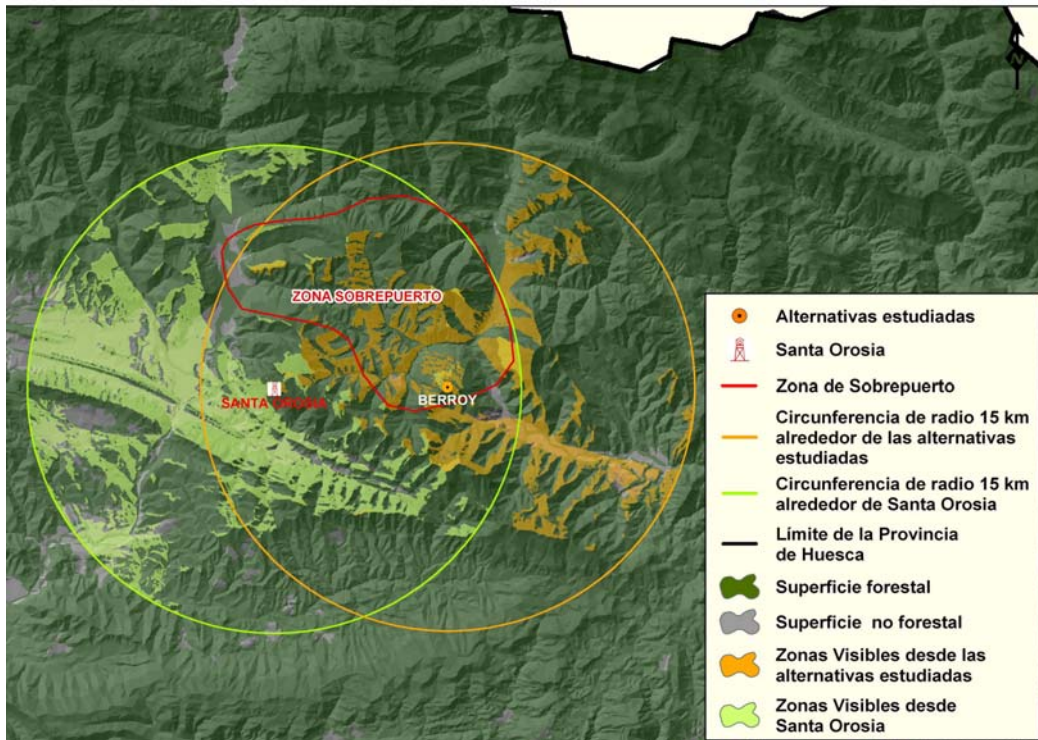


Figura 2. Zonas visibles desde *Santa Orosia* y *Berroy* en un radio de 15 km

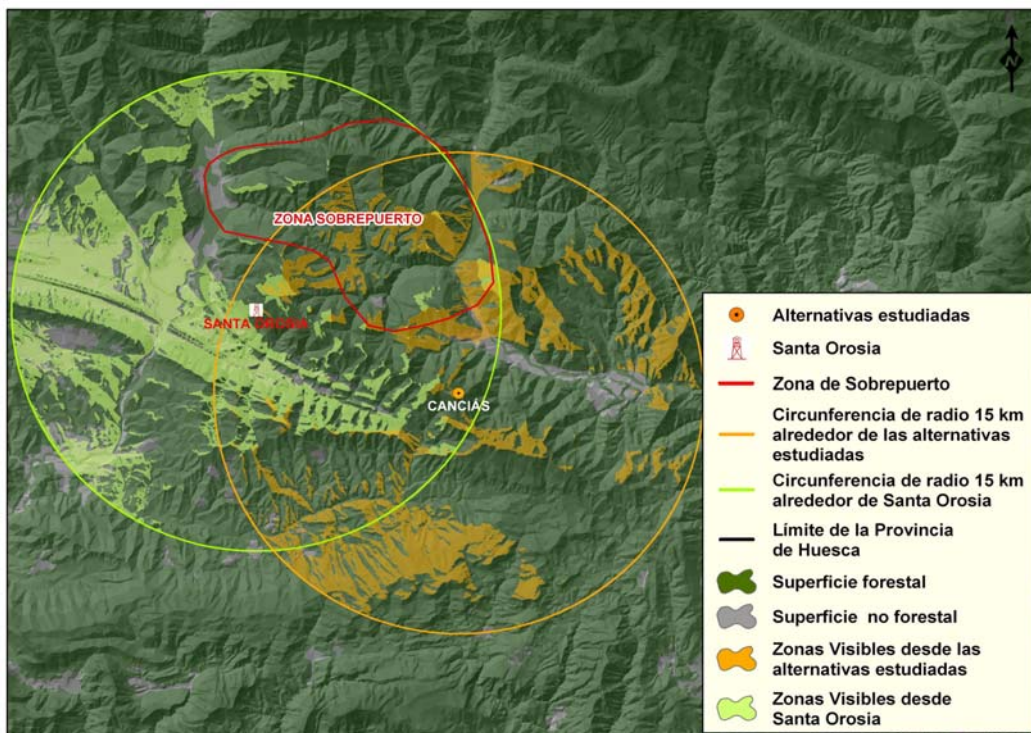


Figura 3. Zonas visibles desde *Santa Orosia* y *Canciás* en un radio de 15 km.

4—Estudio de los puestos fijos de vigilancia contra incendios forestales en la Comunidad Autónoma de Aragón—Romero Esteban, Bardají Mir, Clavero Forcén

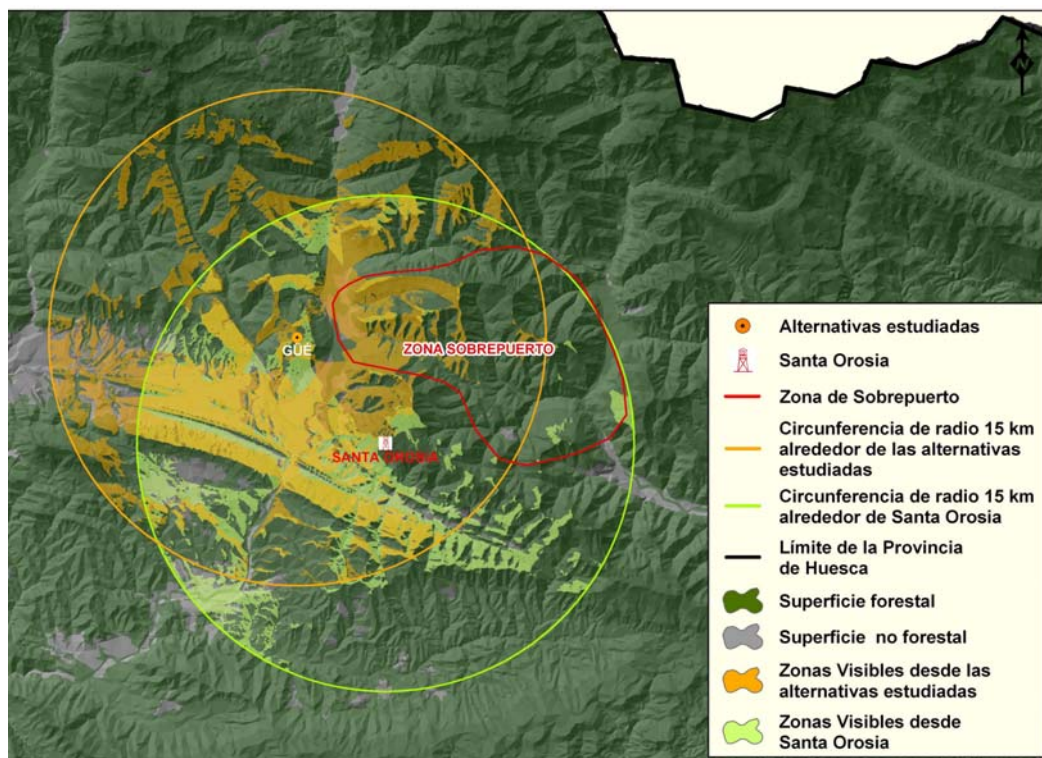


Figura 4. Zonas visibles desde *Santa Orosia* y *Güé* en un radio de 15 km.

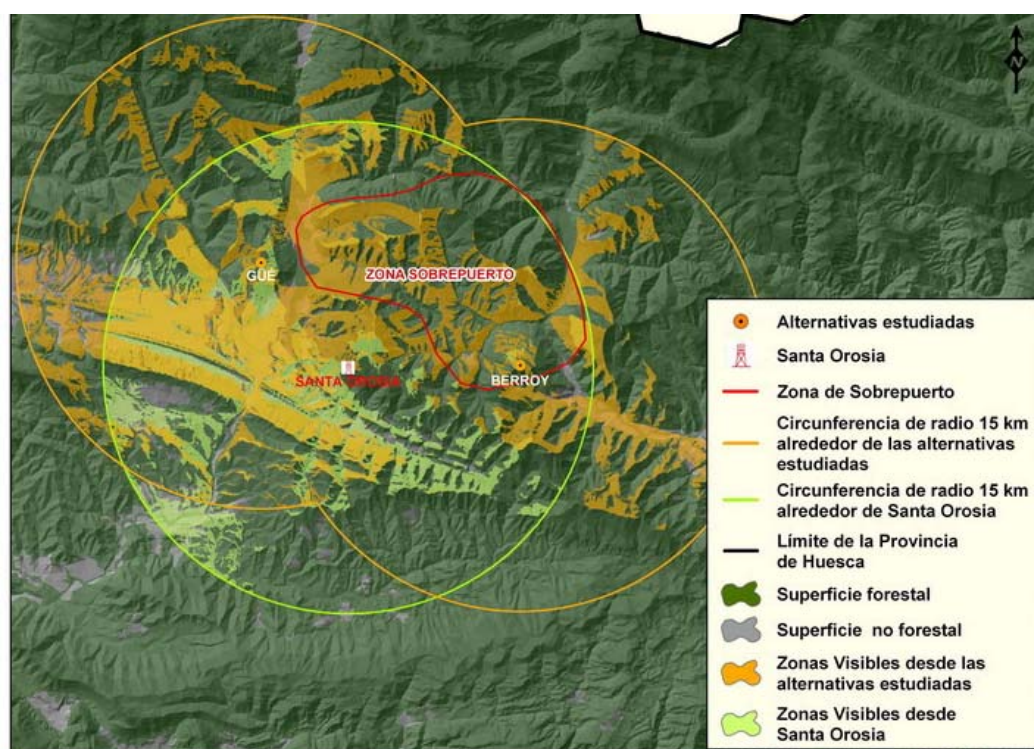


Figura 5. Zonas visibles desde *Santa Orosia* y desde la combinación de las alternativas *Berroy* y *Güé*.