



9CFE-1775

Actas del Noveno Congreso Forestal Español
Edita: **Sociedad Española de Ciencias Forestales. 2025.**
ISBN: 978-84-941695-7-1

Organiza





Propuesta metodológica para la identificación y gestión participativa de Zonas Estratégicas de Gestión. Aplicación a Almonaster la Real (Huelva)

MOLINA, J.R. (1), ESPIGARES, C. (2), ALFARO, H. (2), SENRA, F. (2)

1. Departamento de Ingeniería Forestal. Laboratorio de Incendios Forestales. Universidad de Córdoba.
2. Agencia de Medio Ambiente y Agua. Junta de Andalucía

Resumen

Los Puntos Estratégicos de Gestión (PEG) son “localizaciones del territorio en las cuales el análisis de los incendios tipo anticipa un aumento de la severidad y donde la modificación del combustible y/o la preparación de infraestructuras facilitan al servicio de extinción ejecutar maniobras de ataque seguras para limitar la potencialidad de un Gran Incendio Forestal”. La responsabilidad de la determinación de estos PEG recae sobre las Comunidades Autónomas (Real Decreto-ley 15/2022), si bien no existe una metodología estándar para su identificación. Se presenta una propuesta metodológica fundamentada en la simulación de incendios tipo (registro histórico de incendios), la dificultad de extinción, el análisis experto y la seguridad en las operaciones de extinción. En primer lugar, la simulación ha permitido la identificación de los puntos críticos o nodos de propagación, que en gran medida se corresponden con áreas de gran dificultad de extinción (fondos de barranco, zonas muy abruptas, ...). Una vez identificados, se trabaja en gabinete con el índice de dificultad de extinción para anticiparse a la llegada del fuego a estos puntos críticos. Posteriormente, se visita cada uno de los PEGs con los técnicos locales recabando toda la información y posibilidades y discutiendo técnicamente sobre su idoneidad, anclaje y seguridad. Finalmente, se hace partícipe a todos los actores de cada PEG en su mantenimiento, mediante ayudas de diferente tipología.

Palabras clave

Incendios forestales, prevención de incendios forestales, Real Decreto-ley 15/2022, nodos de propagación, dificultad de extinción

1. Introducción

El cambio global y el aumento de la recurrencia de las olas de calor (CARDIL ET AL., 2014) está promoviendo un cambio en el régimen de incendios forestales, traducido principalmente en un cambio en la frecuencia y severidad de los grandes incendios forestales y, en muchos casos, en una matorralización del paisaje mediterráneo (ORTEGA ET AL., 2025). Este incremento de la virulencia de los incendios forestales, junto a la simultaneidad de eventos de fuego y a la emergencia derivada de protección civil, por la mayor presencia de interfaz urbano-forestal, ha incrementado la dificultad de extinción (RODRÍGUEZ Y SILVA ET AL., 2020) y la generación de un mayor número de incendios fuera de capacidad de extinción. Dado que esta problemática es cada vez más notable, los gestores del territorio demandan herramientas de priorización o de apoyo a la toma de decisiones, tanto de tipo técnico como de tipo normativo, para la gestión de este nuevo régimen de incendios forestales.

El Real Decreto-ley 15/2022 por el que se adoptan medidas urgentes en materia de incendios forestales, modifica la Ley 43/2003 en su artículo correspondiente a la



Planificación para la prevención y defensa ante el riesgo de incendios forestales (Artículo 48), indicando que los *planes anuales de prevención, vigilancia y extinción de incendios forestales se aplicarán de manera continua durante todo el año e incluirán la determinación de los puntos estratégicos de gestión, así como de las áreas de actuación singularizada*. Los Puntos Estratégicos de Gestión (PEG) se definen como “localizaciones del territorio en las cuales la modificación del combustible y/o la preparación de infraestructuras permiten al servicio de extinción ejecutar maniobras de ataque seguras para limitar la potencialidad de un gran incendio forestal” (COSTA ET AL., 2011). Posteriormente, MADRIGAL ET AL. (2019) amplía la definición de PEG: “áreas del territorio definidas y priorizadas de acuerdo a una metodología concreta que, teniendo en cuenta el riesgo de incendio, el comportamiento del fuego en la zona de estudio y la vulnerabilidad de sus valores naturales, rurales o urbanos a proteger, permita establecer y optimizar una planificación espacio-temporal de combustibles e infraestructuras que limite la potencialidad del incendio, detectando oportunidades de extinción y anticipando una estrategia de defensa eficaz y segura para grandes incendios forestales tipo para los que se ha diseñado”.

El concepto de “Puntos Estratégicos de Gestión” (PEG) surge de la necesidad de una optimización de los recursos de extinción de incendios forestales mediante una priorización estratégica y proactiva de las zonas de oportunidad para el combate seguro y efectivo de las llamas (LÓPEZ ET AL., 2022). Por tanto, se entiende que, aunque la normativa nacional indique el término “punto estratégico”, se trata de “zonas estratégicas o de actuación singularizada”. Las Zonas Estratégicas de Gestión (ZEG) son áreas potenciales de cambio en el comportamiento del fuego, debido a condiciones topográficas, de combustibilidad y/o accesibilidad, ofreciendo una oportunidad para ejecutar maniobras de extinción seguras. La identificación de estas ZEG en un territorio permitirá evaluar las necesidades de prevención, minimizar los impactos del fuego y desarrollar estrategias y planes de acción proactivos para la movilización segura y eficiente de recursos.

El Laboratorio de Incendios Forestales de la Universidad de Córdoba (LABIF-UCO) y la Junta de Andalucía (Agencia de Medio Ambiente y Agua) llevan desde la entrada en vigor del Real Decreto-ley 15/2022 trabajando en una propuesta metodológica para la identificación, diseño y gestión de las ZEG en Andalucía. Mientras el proyecto Firepoctep permitió poner a punto la metodología referente a su identificación en el territorio, el proyecto Firepoctep+ ha permitido diseñar y ejecutar las acciones pertinentes en una ZEG piloto de la provincia de Huelva. La gestión de una ZEG no debe constituir un aspecto específico de los servicios de incendios forestales, sino que es un reto integral para el paisaje y el paisanaje, que requiere de una gestión participativa y periódica en el territorio. El anclaje de estas y su mantenimiento periódico y proactivo, es decir los trabajos de prevención de incendios, resultan esenciales para la extinción segura y eficiente de las llamas.

2. Objetivos

El objetivo general de este trabajo es el diseño de una propuesta para la incorporación de las Zonas Estratégicas de Gestión (ZEG) en los planes anuales de prevención, vigilancia y extinción de incendios forestales, de acuerdo con el cumplimiento del Real Decreto-ley 15/2022.

El cumplimiento de este objetivo requiere de la consecución de los siguientes

objetivos específicos:

- Identificación de las Zonas Estratégicas de Gestión (ZEG)
- Diseño de las ZEG de acuerdo con las condiciones de dificultad de extinción y la seguridad operacional
- Gestión participativa en las ZEG

3. Metodología

La propuesta metodológica para la incorporación de las ZEGs en los planes anuales de prevención, vigilancia y extinción de incendios forestales requiere de las siguientes fases (Figura 1):

1. Identificación de puntos críticos
2. Análisis de los incendios históricos desde una perspectiva de oportunidad operacional
3. Diseño y/o replanteo de las ZEGs en base a las localizaciones potenciales de control y bajo la premisa de la seguridad del personal operativo
4. Gestión participativa y uso multifuncional de las ZEGs

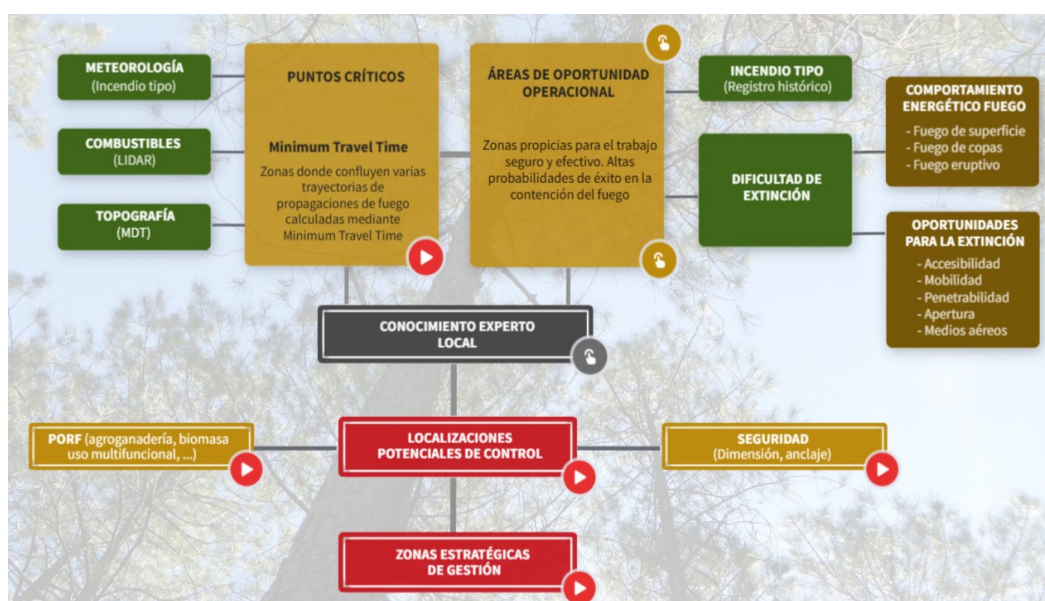


Figura 1. Marco metodológico para la incorporación de las ZEGs
(<https://view.genial.ly/63a499e412e4fc0018b61fa8>)

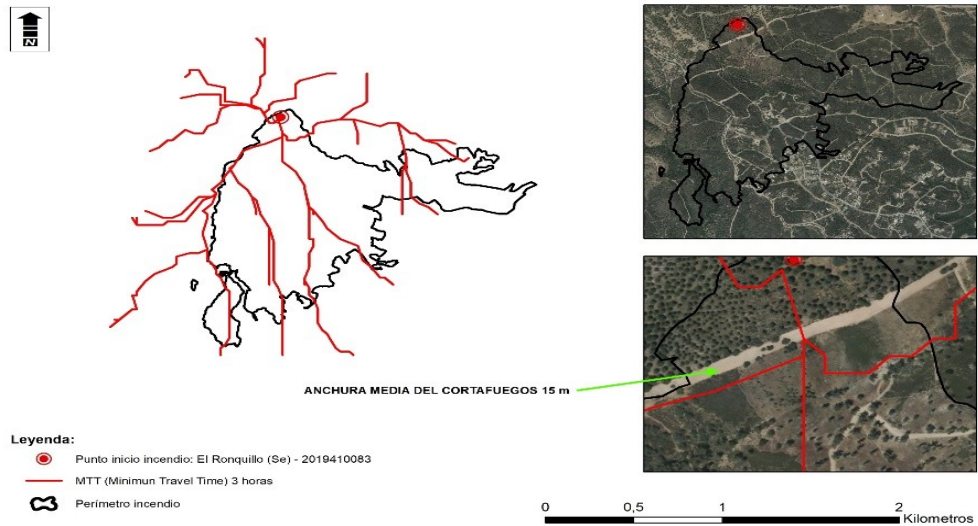
1. Identificación de puntos críticos

La búsqueda de puntos críticos se realiza con el software FlamMap®, utilizando para ello la herramienta Minimum Travel Time (FINNEY, 2002), es decir, identificando las trayectorias potenciales más rápidas del fuego (Figura 2). Una vez identificados los “caminos del fuego” se hace énfasis en la densidad de nodos de propagación o “puntos del territorio donde se acumulan las trayectorias del fuego sobre el territorio con objeto de confinar el desarrollo de los grandes incendios, bajo los parámetros de comportamiento del fuego, y que provean de áreas de

seguridad a las unidades intervinientes en su control” (QUÍLEZ ET AL., 2020) (Figura 2).

FlamMap, como cualquier simulador de incendios forestales, requiere de las siguientes variables de entrada para su empleo:

- Modelos de combustible: se ha usado la cobertura de modelos UCO40, creada en el marco del proyecto CILIFO mediante el LIDAR del PNOA y trabajos destructivos de campo (ARELLANO ET AL., 2023).
- Topografía: se ha empleado el modelo digital del terreno del Instituto Geográfico Nacional.
- Meteorología: se ha realizado un estudio sinóptico por comarcas meteorológicas identificando el escenario o escenarios más propicios para la generación de grandes incendios forestales (> 500 ha) en la Sierra de Huelva. El escenario incluye temperatura media de las máximas, humedad relativa media de las mínimas, velocidad del viento media de las máximas y dirección modal del viento.



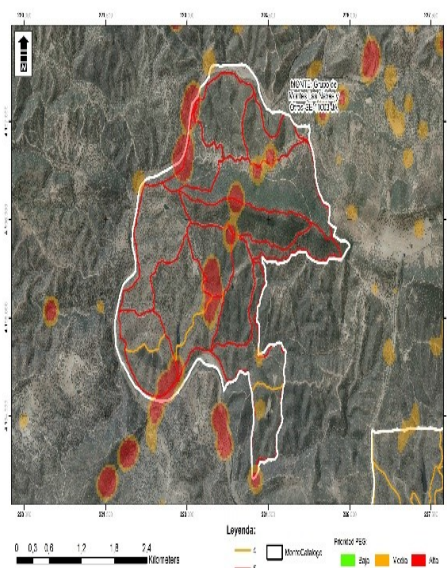


Figura 2. Identificación de los puntos críticos a partir de la densidad de trayectorias de fuego

2. Análisis de los incendios históricos desde una perspectiva de oportunidad operacional

Una vez localizados los puntos críticos, se procede al análisis de áreas de oportunidad operacional, es decir, zonas propicias para el trabajo seguro y efectivo de los medios de extinción, bajo un escenario de fuego. La identificación de las zonas de oportunidad se basa en el concepto de “*Potential Wildfire Operational Delineations (POD)*” (<https://research.fs.usda.gov/rmrs/projects/pods>), traducido como Perímetros Operacionales del Fuego. Los PODs son superficies donde se puede confinar un incendio de dimensiones considerables, pero dentro de capacidad de extinción. En incendios topográficos, estos PODs se pueden asemejar al término “cuencas de fuego”, debido a que su determinación se asemeja al proceso de definición de una cuenca hidrográfica (con la particularidad de que el fuego toma un sentido ascendente por las laderas y el agua toma un sentido descendente). En incendios de viento, estos PODs pueden identificarse en las crestas o líneas divisorias, cambios en modelos de combustible, cursos de agua, caminos etc, ...

Cada una de las áreas de oportunidad operacional se caracterizaron mediante el empleo de un índice dinámico, el índice de dificultad de la extinción (RODRÍGUEZ Y SILVA ET AL., 2020). Este indicador relaciona el comportamiento energético del fuego, bajo el escenario de diseño del incendio tipo y, las oportunidades que brinda el terreno. Mientras el componente energético es dinámico, el componente de las oportunidades de extinción es estático, pues considera los parámetros relacionados con las oportunidades que el propio terreno brinda para los trabajos, como la presencia de caminos, trabajos preventivos, la facilidad de apertura de líneas de defensa o la frecuencia de descarga de los medios aéreos. La tipificación del territorio, atendiendo al comportamiento del fuego y las oportunidades del territorio, permite obtener una primera aproximación de la dificultad de extinción en cada punto crítico y/o zona de oportunidad. La probabilidad de contención de un incendio se asocia con valores bajos-medios del índice de la dificultad de extinción, para lo cual se propone un trabajo preventivo proactivo en las zonas de

oportunidad.

3. Diseño y/o replanteo de las ZEGs en base a las localizaciones potenciales de control

A partir del análisis de los Perímetros Operacionales (PODs), se pueden definir estrategias para el confinamiento del fuego en dichos perímetros, salvaguardando a los PODs vecinos. Cabe destacar, que la determinación de estos PODs se establece tanto desde el punto de vista de la prevención como de la extinción (O'CONNOR ET AL., 2016). En base al escenario de fuego, estos PODs son dinámicos, puesto que un POD puede ser eficaz y seguro para unas condiciones de fuego, pero no para otras. Es similar a la consideración de cuencas o subcuencas en el aspecto hidrológico. Es en este punto donde adquiere gran interés el valor dinámico a tiempo real del índice de dificultad de extinción, que puede identificar el umbral para la utilización de los PODs a nivel de subcuenca o de cuenca.

El concepto de “*Potential Control Locations (PCL)*” en Estados Unidos (O'CONNOR ET AL., 2022) es similar al concepto de Zonas Estratégicas de Gestión en España, son entendidas como áreas de oportunidad operacional debido a la disminución de la dificultad de extinción por un cambio en el comportamiento del fuego, la falta de alineación de los vectores del fuego y/o el cambio en los parámetros de combustibilidad. Estas ZEGs deben diseñarse en los perímetros de los PODs. A su vez, es importante destacar que no en todos los PODs deben existir ZEGs, pues pueden encontrarse fuera de capacidad de extinción o en situaciones inseguras bajo el escenario de fuego considerado. Es muy importante que toda ZEG se encuentre anclada a infraestructura existente y, a ser posible con dos entradas y salidas. No solo es necesario estudiar la localización de la ZEG, sino también su dimensión transversal, considerando que puede existir un equipo de intervención que requiera utilizarla como zona de seguridad.

Finalmente, es importante señalar que el diseño de las ZEGs es un proceso iterativo que requiere de la capitalización de la experiencia de las operaciones de extinción de incendios históricos en ese territorio (THOMPSON ET AL., 2016). En este sentido, el personal técnico ha visitado uno a uno todos los PODs y ZEGs identificando las mejores opciones de trabajo y anclaje de estas. Para esta tarea, la universidad ha contado con la colaboración de técnicos analistas de incendios forestales, directores técnicos de extinción, técnicos de operaciones y agentes de medio ambiente.

4. Gestión participativa y uso multifuncional de las ZEGs

Una vez seleccionadas y creadas las áreas de trabajo o ZEGs se debe trabajar en otro aspecto, que no menos importante para su gestión, su mantenimiento periódico. El mantenimiento de las ZEG se debe fundamentar en las oportunidades que ofrece el territorio, es decir, el uso multifuncional del monte: agricultura, ganadería, aprovechamiento corchero, aprovechamientos madereros o incluso uso del fuego técnico como herramienta de gestión y entrenamiento de los dispositivos de extinción. Se requiere un automantenimiento o la disminución de los costes periódicos, por lo que el uso del fuego técnico puede adquirir gran importancia, más cuando en Andalucía es una Propuesta No de Ley (2017).

La gestión participativa de la ZEGs se fundamenta en la contribución del paisanaje, que posee un vínculo directo con el territorio de la ZEG, ya sea desde la

vivencia directa como desde la gestión de las diferentes administraciones involucradas. Esta propuesta metodológica pretende fomentar la participación de paisanos, propietarios, administraciones y usuarios de la ZEG como estrategia una eficaz de gestión-conservación.

4. Resultados

1. Identificación de puntos críticos

La capitalización de la experiencia de los grandes incendios forestales en el área piloto de la Sierra de Huelva (256.000 ha) identificó cuatro incendios tipo: incendio de viento en zona ondulada con eje principal de propagación SE, incendio topográfico de valle principal con eje de propagación W, incendio topográfico de valle principal y baja térmica con eje de propagación E y situaciones del sur. Bajo estos escenarios meteorológicos, se identificaron 103 puntos críticos, en base a la densidad de nodos de propagación de las trayectorias de propagación. En muchos casos estos puntos críticos se correspondían con fondos de barrancos o zonas con gran probabilidad de propagación por las copas de los eucaliptos.

2. Análisis de los perímetros operacionales en base a la oportunidad operacional

Una vez identificados los puntos críticos en gabinete, se realizó un inventario de campo de todos ellos, con objeto de adelantarse a un cambio virulento en la progresión dinámica y energética del fuego. Con ayuda de un Sistema de Información Geográfica se delimitaron todas las oportunidades para la extinción: divisorias de cuencas, castañares en producción, zonas de dehesa, zonas agrícolas y roquedos, así como todos los viales de acceso.

Se identificaron 716 Perímetros Operacionales (PODs) en el área de estudio. Los PODs fluctuaron entre 11 ha y 3.195 ha, con un tamaño medio de 373 ha. Los PODs fueron clasificados por categorías en base a su dificultad operacional: Baja ($\text{Idex} < 0,6$), Moderada ($0,6 < \text{Idex} < 1$), Alta ($1 < \text{Idex} < 1,5$) y Muy Alta ($\text{Idex} > 1,5$).

3. Diseño de las ZEGs en base a las localizaciones potenciales de control

La propuesta de diseño de ZEGs aglutinó un total de 3.360 ha en la Sierra de Huelva, lo que supone un 1,3 % del territorio de estudio (Figura 3). Se trata de treinta y cinco ZEGs, de gran heterogeneidad, oscilando su tamaño entre 9,4 ha y 389,6 ha, con una superficie media de 96 ha.

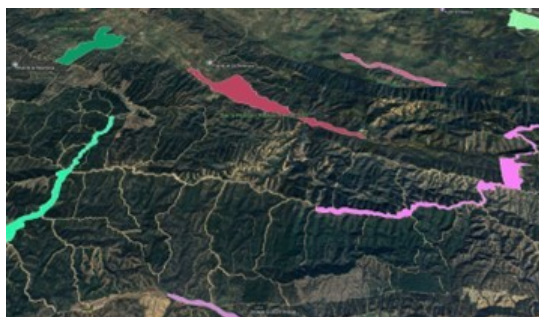


Figura 3. Diseño de las ZEGs en al área piloto de la Sierra de Huelva



Las dimensiones transversales de las ZEGs fueron calculadas por tramos, bajo criterios de seguridad, utilizando la aplicación AppSLPD (<https://labif.es/software/>). Aunque más del 70% de la superficie de las ZEGs presentaron valores de dificultad de extinción inferiores a 1 (dificultad de extinción Baja o Moderada), el resto presentó valores entre 1 y 1,5, lo que requiere un trabajo de prevención y/o acondicionamiento previo para su incorporación en el Plan Anual. La superficie catalogada como de dificultad de extinción Muy Alta o Extrema (valores mayores a 1,5) fue eliminada del análisis, dado las grandes dimensiones transversales por seguridad y presupuesto requeridos.

4. Gestión participativa y uso multifuncional de las ZEGs

La incorporación de las ZEGs en la planificación territorial requiere de un análisis a corto y medio plazo, considerando no sólo su diseño sino también su mantenimiento periódico. La propuesta de integración a escala territorial se ha desarrollado de forma piloto en Almonaster la Real, integrando a la Junta de Andalucía, AMAYA, el Ayuntamiento de Almonaster la Real, pastores, la asociación cinegética local, resineros, propietarios privados de alcornoques y la Universidad de Córdoba.

En el área piloto se han integrado las siguientes acciones y/o actores (Figura 4):

- Mantenimiento de la infraestructura preventiva de las carreteras y del entorno del área recreativa. Estos tratamientos se han incorporado en el Plan Quinquenal de los Montes Públicos, realizados por la Junta de Andalucía, lo que asegura su mantenimiento de forma periódica.
- Realización de desbroce mecanizado junto a la balsa de agua y siembra de pastizales para los cérvidos en época estival. La realización del desbroce ha sido realizada por AMAYA y la siembra por la Universidad de Córdoba en los próximos meses, siendo el mantenimiento tarea de las asociaciones cinegéticas. Además, la limpieza alrededor de la balsa favorece la entrada de medios para la carga de agua en operaciones de combate contra incendios forestales.
- Realización de desbroce mecanizado, junto a un cortafuegos, y siembra de una pequeña zona desbrozada. La realización del desbroce ha sido realizada por AMAYA y la siembra por la Universidad de Córdoba, siendo el mantenimiento responsabilidad del ganadero, al cual se le sembrará junto a la infraestructura, con objeto de obtener un beneficio por el pastoreo en la zona. Se pretende que el paso del ganado ralentice la aparición de nuevo matorral.
- Realización de quemas prescritas para incrementar la producción de resina. Se ha realizado una quema y, se espera en el futuro alguna más, con objeto de incrementar la rentabilidad del resinero con el que se ha contactado, debido a su localización dentro del cortafuegos productivo. La quema ha sido realizada por la Junta de Andalucía y AMAYA y el monitoreo de la misma por la Universidad de Córdoba. En los años 2025 y 2026 se dispondrá de los primeros resultados de producción en la zona.
- Realización de los aprovechamientos forestales recogidos en el proyecto de ordenación del monte. La licitación y posterior realización de estos le corresponde al Ayuntamiento de Almonaster la Real, con la ayuda del cuerpo de Agentes de Medio Ambiente.



Figura 4. Integración de acciones y actores para la gestión participativa en la ZEG piloto de la Sierra de Huelva

5. Discusión

Los simuladores de comportamiento del fuego, como FlamMap (FINNEY, 2002), presentan un alto potencial para la identificación de los puntos críticos del fuego en un territorio. No obstante, se requiere de un trabajo previo en gabinete para el análisis de los incendios tipo y los escenarios meteorológicos de simulación. La densidad de trayectorias o caminos del fuego y los nodos de propagación (QUÍLEZ ET AL., 2020), calculados con los simuladores, juegan un papel clave en la determinación de los puntos críticos, pero no deben confundirse con las Zonas Estratégicas de Gestión (ZEGs). Los puntos críticos en la zona de estudio coincidieron en gran medida con fondos de barranco, con problemas de accesibilidad y estancamiento de humo, junto al potencial de fenómenos eruptivos y atrapamientos, como ya fue identificado en otros análisis de puntos críticos (LÓPEZ ET AL., 2022).

Los puntos débiles del fuego, en base al vector principal de propagación, los incendios tipo (COSTA ET AL., 2011) y el índice de dificultad de extinción (RODRÍGUEZ Y SILVA ET AL., 2020) han permitido definir áreas de oportunidad operacional proactiva, a modo de Perímetros Operacionales (PODs), previa a la llegada a los puntos críticos. La dificultad de extinción disminuyó en estos PODs, con valores de dificultad de extinción por debajo de 1 (excepto en los terrenos de bosques de eucalipto, con gran cantidad de combustible fino muerto, probabilidad de fuego de copas y grandes costes de mantenimiento por el rebrote), por el cambio de alineación de la pendiente y el viento y la presencia de viales e infraestructura preventiva. En los PODs situados en los tercios inferiores de las laderas se presentaron algunas oportunidades por la presencia de discontinuidades de los combustibles, principalmente debido a la presencia de zonas ganaderas o adehesadas. No obstante, muchas de ellas se encuentran semiabandonadas, por la disminución de la cabaña ganadera, o abandonadas, por lo que es necesario un programa o ayudas para su recuperación. Las zonas

adehesadas con alcornocal pueden ser prioritarias, puesto que reciben un beneficio económico periódico adicional al ganado.

El análisis de los Perímetros Operacionales (PODs) requiere de la identificación previa de las áreas de oportunidad operacional, integrando el binomio trabajo técnico-criterio experto (THOMPSON ET AL., 2016). La selección de los PODs a transformar en ZEGs o localizaciones potenciales de control (THOMPSON ET AL., 2022) se debe realizar proactivamente mediante la capitalización de la experiencia de los incendios vividos y el inventario de campo. Además, la salvaguarda de un POD adyacente con alta vulnerabilidad ecológica y/o económica y la presencia de población debe ser incluida en el análisis. En este sentido, la ZEG piloto de la Sierra de Huelva permitiría la protección de diferentes zonas ganaderas, un área recreativa y las poblaciones de Almonaster la Real y La Escalada.

Todas las ZEGs se diseñaron con dos vías de entrada y salida (rutas de escape según el protocolo OACEL), disponiendo de al menos una faja auxiliar, para asegurar la salida de medios, e incluso los trabajos de extinción. Su dimensión transversal responde a las premisas de seguridad en base a un incendio tipo. La aplicación AppSLPD permitió ajustar las áreas seleccionadas por tramos, en base a las condiciones topográficas y la combustibilidad de cada una de ellas. No obstante, siempre se podría utilizar maquinaria pesada y/o fuego técnico para ampliar sus dimensiones, en caso de necesidad dado el valor dinámico de la dificultad de extinción, disponible a tiempo real (<https://visor.labif.es/>). Cada ZEG dispone de unos usos o aprovechamientos (agricultura, ganadería, caza, corcho, madera, resina,...), por lo que cada una dispondrá de un plan propio de mantenimiento, si bien se recomienda el uso del fuego técnico, como herramienta económica y de formación del dispositivo, para el mantenimiento de una baja combustibilidad y dificultad de extinción. Surge la necesidad de la creación y el seguimiento de un programa de gestión participativa, con las necesidades e instrumentos requeridos para cada caso.

La propuesta metodológica utilizada para la zona piloto de la Sierra de Huelva responde a todas las premisas recogidas en la definición de Punto Estratégico de Gestión: “áreas del territorio definidas y priorizadas de acuerdo a una metodología concreta que, teniendo en cuenta el riesgo de incendio, el comportamiento del fuego en la zona de estudio y la vulnerabilidad de sus valores naturales, rurales o urbanos a proteger, permita establecer y optimizar una planificación espacio-temporal de combustibles e infraestructuras que limite la potencialidad del incendio, detectando oportunidades de extinción y anticipando una estrategia de defensa eficaz y segura para grandes incendios forestales tipo para los que se ha diseñado” (MADRIGAL ET AL., 2019). En este sentido, nuestra propuesta incorpora aspectos relativos al riesgo de incendio (escenarios meteorológicos e incendios tipo), comportamiento del fuego (puntos críticos), vulnerabilidad de los valores del territorio (presencia de personas, espacios protegidos y aprovechamientos), oportunidades para la extinción (dificultad de extinción y perímetros operacionales), eficacia (eliminación de ZEG inviables por su alto coste de diseño y/o mantenimiento), mejora de los rendimientos operacionales (ORTEGA ET AL., 2023) y seguridad (dimensionamiento transversal, diseño de rutas de escape con fajas auxiliares). Por tanto, el diseño de ZEGs para la Sierra de Huelva permitirá minimizar los impactos del fuego sobre la población y los recursos naturales, económicos y desarrollar estrategias y planes de acción proactivos para la movilización segura y eficiente de recursos.



La propuesta metodológica ha sido ejecutada en esta ZEG piloto de la Sierra de Huelva, pero también se encuentra en ejecución en un área de la Sierra de Segura (Jaén), por lo que puede ser extrapolada a cualquier territorio. No obstante, se requiere de un estudio previo de los escenarios de fuego, una capitalización de la experiencia de los incendios históricos y un inventario de campo.

6. Conclusiones

Este trabajo presenta una propuesta metodológica para la incorporación de las Zonas Estratégicas de Gestión en los planes anuales de prevención, vigilancia y extinción (Real Decreto-ley 15/2022). La propuesta dispone de cuatro fases: la identificación de puntos críticos, el análisis de los perímetros operacionales en base a la oportunidad operacional, el diseño de las ZEGs en base a las localizaciones potenciales de control y la gestión participativa y uso multifuncional de las ZEGs. En este sentido, este año se ha ejecutado la propuesta metodológica en la Sierra de Huelva. La capitalización de la experiencia de incendios históricos, el diseño de estrategias participativas con las administraciones, la población local y propietarios de terrenos resultaron claves para el diseño definitivo y, presumiblemente, resultaran fundamentales para su conservación.

7. Agradecimientos

Los autores de este trabajo quieren agradecer la financiación europea de los proyectos Firepocstep (POCTEP_0756_FIREPOCTEP_6_E) y Firepocstep+ (PO2022-0139_FIREPOCTEP_MAS_6_E), que han permitido avanzar en la configuración de una propuesta metodológica para la implementación de la normativa nacional, así como en la ejecución de los trabajos para la ejecución de una ZEG piloto en la Sierra de Huelva.

8. Bibliografía

- ARELLANO, S., TOMÉ, J.L., MARTÍN, S., MOLINA, J.R., ROMERO, D., ROMERO, A., SENRA, F., CASTELLÓ F.J.; 2023. Proyecto CILIFO: modelización de combustibles forestales y cartografías de alta resolución. *Revista Incendios y Riesgos Naturales* 10, 47-49.
- CARDIL, A., MOLINA, D., KOBZIAR, L.N.; 2014. Extreme temperature days and their potential impacts on southern Europe. *Nat. Hazard Earth Sci.* 14, 3005–3014.
- COSTA, P., CASTELLNOU, M., MIRALLES, M., KRAUS, D.; 2011. La prevención de los Grandes Incendios Forestales adaptada a los Incendios Tipo. FireParadox, EFI, GRAF – Bombers de la Generalitat de Catalunya, 89 pp.
- FINNEY M.A.; 2002. Fire growth using minimum travel time methods. *Can. J. For. Res.* 32, 1420-1424.
- LÓPEZ, A., ALCALA, C. JIMÉNEZ, J.A., MOLINA, J.R.; 2022. Propuesta para la identificación de las zonas estratégicas de gestión en base a los puntos críticos, la dificultad de extinción y los perímetros operacionales. En: Molina, J.R. (Coord.). Diagnóstico del riesgo y recomendaciones para convivir con los incendios forestales. Laboratorio de Incendios Forestales. Universidad de Córdoba. Córdoba, 119-131.
- MADRIGAL, J. ROMERO-VIVO, M. RODRÍGUEZ Y SILVA, F.; 2019. Definición y recomendaciones técnicas en el diseño de puntos estratégicos de gestión. "Decálogo



de Valencia" para la defensa integrada frente a los incendios en la gestión del mosaico agroforestal. Sociedad Española de Ciencias Forestales (SECF), Generalitat Valenciana. ISBN: 978-84-941695-4-0

O'CONNOR, C.D., THOMPSON, M., RODRÍGUEZ Y SILVA, F.; 2016. Getting Ahead of the Wildfire Problem: Quantifying and Mapping Management Challenges and Opportunities. *Geosciences* 6, 35.

O'CONNOR, C.D., HAAS, J.R., GANNON, B.M., DUNN, C.J., THOMPSON, M.P., CALKIN, D.E.; 2022. Modelling Potential Control Locations: Development and Adoption of Data-Driven Analytics to Support Strategic and Tactical Wildfire Containment Decisions. *Environ. Sci. Proc.*, 17, 73.

ORTEGA, M., RODRIGUEZ Y SILVA, F., MOLINA, J.R.; 2023. Fireline production rate of handcrews in wildfires of the Spanish Mediterranean region. *Int. J. Wildland Fire* 32(11), 1503-1514

ORTEGA, M., LORA, A., YOCOM, L., ZUMAQUERO, R., MOLINA, J.R.; 2025. Effects of fire recurrence and severity on Mediterranean vegetation dynamics: Implications for structure and composition in southern Spain. *Sci. Total. Environ.* 961, 178392

QUÍLEZ, R., VALBUENA, L., VENDRELL, J., UYTEWAAL, K., RAMÍREZ, J.; 2020. Establishing Propagation Nodes as a Basis for Preventing Large Wildfires: The Proposed Methodology. *Front. For. Glob. Change* 3, <https://doi.org/10.3389/ffgc.2020.548799>.

RODRIGUEZ Y SILVA, F., O'CONNOR, C.D., THOMPSON, M., MOLINA, J.R., CALKIN, D., 2020. Modelling suppression difficulty: Current and future applications. *Int. J. Wildland Fire* 29(8) 739-751.

THOMPSON, M.P., BOWDEN, P., BROUGH, A, SCOTT, J.H., GILBERTSON-DAY, J., TAYLOR, A., ANDERSON, J., HAAS, J.R; 2016. Application of Wildfire Risk Assessment Results to Wildfire Response Planning in the Southern Sierra Nevada, California, USA. *Forests* 7(3), 64.