



2022
Lleida

27 · 1
junio · juny
juliol · juliol

Cataluña
Catalunya

8º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

La **Ciencia forestal** y su contribución a
los **Objetivos de Desarrollo Sostenible**

8CFE

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales

Cataluña | Catalunya · 27 junio | juny - 1 julio | juliol 2022

ISBN 978-84-941695-6-4

© Sociedad Española de Ciencias Forestales



Organiza

La gestión del riesgo de los nuevos incendios forestales extremos en Europa: el proyecto H2020 FIRE-RES y su despliegue en el territorio español

DUANE, A.¹, GÓRRIZ, E. ¹, PIQUÉ, M. ¹, PLANA, E. ¹, GONZÁLEZ-OLABARRIA, J.R. ¹, CASAFONT, L. ¹, TRASOBARES, A. ¹

¹ Centro de Ciencia y Tecnología Forestal de Cataluña.

Resumen

El Pacto Verde Europeo aspira a convertir la Unión Europea en un territorio neutro de emisiones para 2050, así como proteger el capital natural de Europa para las personas y la salud. En este contexto, surge la necesidad de prevenir y prepararse para afrontar eventos de incendios extremos que están por venir en el territorio europeo.

El proyecto FIRE-RES, financiado bajo la convocatoria del *Green Deal* LC-GD-1-1-2020 durante el periodo 2021-2025, tiene como objetivo general proveer a la Unión Europea de las herramientas necesarias para no colapsar frente a los incendios forestales extremos previstos ante un clima más adverso. El proyecto desplegará un conjunto de acciones innovadoras en los ámbitos de la gestión del paisaje, la bioeconomía, la tecnología y la gobernanza proactiva, que facilitarán la implantación de un cambio de paradigma en la gestión integrada del fuego.

En España, se dinamizarán tres *living labs* con particularidades propias en la gestión del fuego: Cataluña (gradiente mediterráneo-pirenaico con alta densidad de población), Galicia (compleja matriz forestal-rural-urbana en clima atlántico) e Islas Canarias (territorio remotos y con gran activo turístico), y. En este trabajo presentamos los principales retos que afrontamos en el proyecto, así como las acciones previstas para las regiones españolas.

Palabras clave

Incendio forestal extremo, paisajes resilientes, innovación, bioeconomía, gestión del riesgo, proyecto H2020.

1. Introducción

Los incendios forestales extremos (EWE de sus siglas en inglés *Extreme Wildfire Events*) se están convirtiendo en una gran amenaza en muchos lugares del mundo (DUANE ET AL., 2021). En Europa, estos incendios no sólo están sobrepasando la capacidad de control en países acostumbrados a los incendios como son los del arco mediterráneo, sino también están comenzando a ser una amenaza real en áreas tales como el centro y norte de Europa (CAMIA ET AL., 2008). Las técnicas de gestión del fuego, basadas en una visión simplista de la extinción total, están demostrando ser de poca utilidad para hacer frente a incendios de una intensidad y velocidad no vistos hasta la fecha (Portugal 2017, Grecia 2018). Hasta los cuerpos de extinción más modernos y equipados están limitados en estos eventos (CASTELLNOU ET AL., 2019).

Recientemente, se está reclamando un cambio en la gestión del fuego que permita afrontar el reto de los EWE con nuevas metodologías y aproximaciones más adaptados a los nuevos incendios que están por venir en un escenario de cambio climático (EUROPEAN COMMISSION, 2018). La situación requiere nuevas políticas, acciones, y guías que permitan aunar el manejo del fuego en la llamada "Gestión integrada del fuego", en que las medidas de prevención, preparación, detección, respuesta, restauración y adaptación suman, se complementan y se integran en una única visión en la que el fuego pasa a formar parte del sistema y de las herramientas de gestión (EUROPEAN COMMISSION, 2018; MOREIRA ET AL., 2020).

La Comisión Europea (CE) ha desplegado en los últimos años el Pacto Verde Europeo, que aspira a convertir la Unión Europea en un territorio neutro de emisiones para 2050, así como proteger el capital natural de Europa para las personas y la salud. Uno de los retos que la CE quiere afrontar en el contexto de este programa es el de los EWE, no solo en base a lo que se ha vivido en el continente en los últimos años, sino también en lo que territorios como Chile, Australia o California están experimentando en la actualidad. Europa necesita nuevas herramientas que le permitan prevenir y prepararse para los incendios que están por venir en el contexto de cambio climático. Una de las principales líneas de actuación está siendo financiar investigación de primer orden que ponga las bases de la nueva manera de afrontar este reto en Europa.

El proyecto FIRE-RES, financiado bajo la convocatoria del *Green Deal* LC-GD-1-1-2020 durante el periodo 2021-2025, tiene como objetivo general proveer a la Unión Europea de las herramientas necesarias para no colapsar frente a los incendios forestales extremos previstos ante un clima más adverso. El proyecto está coordinado por la entidad española Centro de Ciencia y Tecnología Forestal de Cataluña, y cuenta con la participación de 35 socios de 13 países diferentes y de perfiles diversos como la investigación, desarrollo tecnológico, industria maderera, aseguradoras de riesgos, asociaciones internacionales, periodistas, propietarios forestales, cuerpos de extinción y administraciones regionales.

El proyecto desplegará un conjunto de 34 acciones innovadoras en los ámbitos de la gestión del paisaje, la gestión de las emergencias, la bioeconomía, la tecnología y la gobernanza proactiva, que facilitarán la implantación de un cambio de paradigma en la gestión integrada del fuego. Algunos ejemplos incluyen el monitoreo de la exposición a humos de los bomberos, la puesta en marcha de drones en altura para el seguimiento de emergencias, el desarrollo de marcas de máquetin que incentiven económicamente la gestión forestal, o el despliegue de nuevas metodologías de planificación del paisaje forestales para actuaciones de prevención de incendios.

Estas acciones se implementarán en once *living labs* situados en Europa y Chile. Los *living labs* son ecosistemas de innovación abiertos que operan en un territorio en concreto (local, regional, nacional o internacional) que integran la investigación y los procesos de innovación en una asociación público-privada. Estos pasan en un contexto “real”, e integran diferentes actores, diferentes áreas temáticas y considerando diferentes fases de la gestión del fuego (prevención, respuesta, restauración...).

En España, se dinamizarán tres *living labs* con particularidades propias en la gestión del fuego: Cataluña (gradiente mediterráneo-pirenaico con alta densidad de población), Galicia (compleja matriz forestal-rural-urbana en clima atlántico) y las Islas Canarias (territorio remotos y con gran activo turístico). En este trabajo presentamos los principales retos que afrontamos en el proyecto, así como las acciones previstas para las regiones españolas.

2. Objetivos

El objetivo del presente trabajo es analizar los retos que presentan tres de las regiones españolas que se van a estudiar dentro del proyecto europeo FIRE-RES en cuanto a la gestión integrada del fuego. Estas regiones son Cataluña, Galicia y las Islas Canarias. Asimismo, se presentan algunas de las acciones innovadoras más importantes que se van a llevar a cabo en estas regiones.

3. Metodología

En el presente trabajo se hace una revisión cualitativa del régimen de incendios en los tres *livings labs* del proyecto FIRE-RES situados en España. Asimismo, se identifican los principales retos a los que se enfrentan cada una de las regiones de estudio en cuanto a la gestión integrada de manejo del fuego. Finalmente, se describen las acciones innovadoras más importantes que se van a realizar en estas regiones dentro del proyecto FIRE-RES con el fin de conseguir paisajes resilientes a los grandes incendios forestales.

4. Resultados

Las tres regiones de estudio del proyecto FIRE-RES tienen características muy diferentes en cuanto a su socioeconomía, paisaje y consecuentemente a su régimen de incendios, pero también tienen rasgos comunes. A continuación, se detallan las características de cada región y sus retos para la gestión integrada del fuego, así como las principales acciones innovadoras que el proyecto va a realizar en cada una de las regiones.

Cataluña

Cataluña es y ha sido una región altamente afectada por incendios forestales (RODRIGUES ET AL., 2019), siendo una de las que cuenta con los incendios más grandes en España (EGIF 1968-2015). El periodo de retorno de incendio para áreas de unas 40,000 ha es de entre 60 y 400 años (PIQUE ET AL., 2011). El área quemada anual es muy variable, con un pico de 82,000 ha en el año 1994 (el peor vivido en el levante mediterráneo español). Los incendios mayormente ocurren en verano (excepto en la zona de Pirineos, donde prevalecen en la época hibernal), y acostumbran a ser de copas, quemando toda la vegetación.

La estrategia empleada para la gestión del fuego es la extinción total de todos los incendios, y la inversión en las estrategias de extinción de han multiplicado por seis desde inicios de los 80 (OTERO y NIELSEN, 2017). La extinción la lidera el cuerpo de Bombers de la Generalitat de Catalunya que depende del Departament d'Interior. La prevención y monitoreo de los incendios forestales se hace desde el Departament d'Acció Climàtica mediante la subdirección general de Bosques y el Servei de Prevenció d'Incendis Forestals, ligado al servicio de montes. Esta prevención supone aproximadamente el 10% de toda la inversión en incendios (DUANE, 2018).

Los incendios forestales en Cataluña han disminuido en las dos últimas décadas, sobre todo ligado a un éxito de las políticas de prevención y extinción (BROTONS ET AL., 2013; TURCO ET AL., 2016). No obstante, los grandes incendios forestales, sobre todo los ligados a episodios de vientos fuertes no han sufrido un cambio significativo (DUANE Y BROTONS, 2018) y, según los expertos, las velocidades de propagación de los incendios recientes no tienen precedentes. Cataluña es una región con más de un 60% de superficie forestal, un relieve heterogéneo y una climatología muy compleja. Además, en Cataluña viven más de 7.5 millones de personas y tiene una de las densidades de población más altas de la Europa mediterránea (DUANE, 2018). Mucha de esta población vive dispersa en el territorio, y las zonas de interfase urbano forestal y urbano rural son abundantes.

Todos estos elementos ponen serios retos a la gestión del fuego. Los bomberos pueden apagar la mayor parte de los incendios declarados en menos de 24 horas con impactos muy pequeños para las comunidades y el paisaje. No obstante, el 2% de los incendios (que representan más del 2% de la superficie forestal afectada) se escapan de la capacidad de control, y suponen una seria amenaza para la gente del lugar, los bienes allí ubicados y la resiliencia del patrimonio natural. Asimismo, los bomberos afrontan peligros para su salud como la exposición a humos, quemaduras y

hasta su propia supervivencia. Los EWE acontecidos tienen una capacidad de propagación muy alta debido a procesos atmosféricos complejos que dificultan la capacidad de predecir su dirección y propagación. Los servicios de emergencia necesitan de nuevo conocimiento y nuevas herramientas para reducir la incertidumbre ligada a estos procesos. Se conoce que la simultaneidad de incendios fuera de control es uno de los puntos débiles del actual sistema de extinción. Por otro lado, el limitado presupuesto público dedicado a las actividades de prevención de incendios necesita de herramientas que permitan maximizar su eficiencia y efectividad, así como para ayudar a las acciones de restauración post incendio (GONZALEZ-OLABARRIA et al., 2019). Asimismo, son necesarios nuevos instrumentos financieros que permitan que la gestión sea sostenible económicamente por sí sola. También es necesaria una integración efectiva de la gestión del riesgo de incendios en el conjunto de políticas sectoriales como la planificación del territorio, urbanismo, etc. La población en Cataluña y las actividades económicas del territorio necesita ser consciente del riesgo al que se está expuesto, y son necesarias nuevas herramientas que permitan una gobernanza más holística y vinculante.

Galicia

Galicia es la zona de España con mayor número de incendios forestales y área quemada (URBIETA et al., 2019). No obstante, los grandes incendios forestales (más de 500 hectáreas) no suponen una fracción del área total tan grande como en otras zonas como Valencia o Cataluña, aunque siguen significando un 55% del área quemada (SÁNCHEZ-MOLINA, 2018). La simultaneidad de incendios es un hecho, ya que en caso de condiciones atmosféricas favorables son muchos los incendios que se acontecen. Si estos son numerosos, los medios de extinción colapsan, se dispara la propagación y retroalimenta la falta de control. Tanto el número total como el área quemada ha disminuido en las últimas décadas en esta región debido en parte a un aumento de las medidas de extinción y prevención (SÁNCHEZ-MOLINA, 2018; URBIETA et al., 2019). La mayor parte de la superficie quemada es arbolada. Las competencias de prevención están otorgadas al gobierno regional, concretamente a la Dirección General de Patrimonio Natural de la Consellería de Medio Ambiente, Territorio y Vivienda. La extinción está liderada por la Consellería de Medio Rural con el apoyo de municipios.

Galicia tiene una de las tasas de precipitación más altas de la Península ibérica, pero esto no supone un freno a los incendios sino al contrario: la capacidad productiva de los montes hace que, en caso de condiciones meteorológicas adversas para los incendios, estos sean ocurran con altas cantidades de combustible y propaguen con intensidad. Además, las zonas quemadas, recuperan las cargas de combustible propensas a generar nuevos incendios de alta intensidad en un corto plazo de tiempo. Y el clima gallego tiene también un importante componente Mediterráneo sobre todo en verano. Es en la segunda mitad del verano y a finales de invierno cuando se produce el pico de incendios en esta región.

En Galicia hay una alta dispersión de la población, y esta tiene un carácter profundamente rural. La interfaz urbano-forestal y/o urbano-rural pone serias dificultades a la situación: por un lado, la población sigue poniendo en práctica el uso del fuego como herramienta de gestión, sin ser consciente que el cambio en los usos del suelo y en las condiciones de cambio climático puede hacer que una quema agrícola se convierta en un gran incendio forestal. Por otro lado, la gran fragmentación de la propiedad ha provocado una falta de voluntad y/o capacidad a la hora de gestionar los bosques e implantar medidas de prevención. Por último, la población rural dispersa constituye un problema en casos de emergencia donde los servicios de extinción fallan a la hora de suprimir las llamas en pro de la defensa de la población. Más controvertido es el papel que juega el eucalipto en esta trama de paisaje: mientras que algunas voces tienden a apuntar a esta especie como la causante de la actividad de incendios en la zona, pocas evidencias hay que apunten en esta dirección (FERNANDES et al., 2019). No obstante, sí que se reconoce que los modelos de

combustible que caracterizan las plantaciones pueden suponer un aumento de la capacidad de propagación de los incendios (MCWETHY et al., 2018).

Los retos a los que se enfrenta la población gallega en cuanto a la gestión integrada del fuego son numerosos. Por un lado, los retos de gobernanza son primordiales: no se puede olvidar el tipo de población que vive en los montes gallegos cuando se plantee cualquier política relacionada con la gestión de fuego: una población envejecida y tradicional a la que le va a costar adaptarse a una situación de cambio global. Por otro lado, la evolución del paisaje gallego, ligada a un progresivo abandono rural, y una homogeneización del paisaje hacia bosques y plantaciones con altos niveles de combustible, pueden propiciar la aparición de nuevos incendios forestales más virulentos que los vividos hasta hoy (similar a los vecinos de Portugal). Se requieren herramientas que permitan reducir el peligro de grandes incendios y reducir la exposición de las zonas de interfase al impacto de estos incendios. Asimismo, los cuerpos de extinción necesitan de nuevo conocimiento y herramientas que les permita afrontar a los EWE con más seguridad. La sociedad necesita entender y tomar consciencia de la necesidad de aprender a convivir con el fuego.

Islas Canarias

Las Islas Canarias corresponden a una de las regiones más exteriores de la Unión Europea, y se caracterizan por su particularidad geográfica, geológica, climática y ecológica. En Canarias, los incendios no parecen constituir un problema de la misma envergadura que en otras regiones españolas. Si utilizamos el índice de riesgo de incendios, que relaciona el número de incendios por cada 10.000 ha de superficie forestal, Canarias se sitúa por debajo del riesgo medio del resto del país (CARRACEDO MARTÍN, 2015). Una de las principales características de su régimen de incendios es el alto porcentaje de superficie quemada por grandes incendios forestales (más de 500 hectáreas) en sus estadísticas: de 1968 a 2015 se produjeron 34 grandes incendios forestales, que supusieron aproximadamente el 94% de la superficie regional quemada, una de las ratios más elevadas de España (RASILLA et al., 2017). La mayor parte del área quemada sucede en verano y está ligada a entradas de aire seco y cálido sahariano. En 2007 se quemó el máximo histórico, unas 35.000 hectáreas.

El comportamiento de los incendios en el archipiélago es complejo debido a la interacción con una topografía volcánica con grandes pendientes, y una constante interacción con las cambiantes brisas marinas. La actividad de los incendios está muy ligada a las variaciones meteorológicas. Mientras que la competencia en prevención de incendios está liderada por la Dirección General de Protección de la Naturaleza de la Consejería de Medio ambiente y Ordenación Territorial, las competencias en materia de extinción corresponden a la Dirección de Seguridad y Emergencias de la Consejería de Justicia y Seguridad Pública. No obstante, el cabildo de cada isla tiene un papel muy predominante en la gestión del fuego. Hay que destacar la alta temporalidad y la baja profesionalización del trabajador de la campaña de incendios (3 meses): mientras que el 70% repite tras un año, el resto son nuevos sin experiencia.

La biodiversidad de las islas tiene diferentes adaptaciones frente a los incendios. Cabe destacar la particularidad de una de las especies de la isla: el pino canario, una de las pocas coníferas capaz de resistir al fuego y rebrotar. Estos rasgos han sido relacionados con la actividad volcánica de la zona. No obstante, mucha de la otra vegetación se ha descrito como sensible a los incendios, y teniendo en cuenta que muchas son endemismos, pone en relieve la necesidad de tener correctas medidas de gestión del riesgo de incendios. La gestión de las zonas quemadas puede tener un papel muy relevante en el aumento de la resiliencia del sistema a los incendios, sobre todo porque en ciertas zonas animales salvajes como el ganado guanil están dificultando la repoblación de las áreas quemadas. Además, en ciertos casos se ha visto que la vegetación establecida tras los incendios puede llegar a ser más inflamable que la anterior al fuego.

En Canarias el 90% de las igniciones son antrópicas, y la propiedad del suelo está extremadamente fragmentada. Las urbanizaciones son abundantes en las islas con una alta superficie de la interfaz urbano-forestal. Las relaciones entre diferentes administraciones y actores locales son complejas (UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA, 2017). La percepción del riesgo de incendio es baja en general, lo que dificulta de la aplicación de medidas de prevención, tanto des del ámbito público como las iniciativas particulares. Cabe destacar que el turismo en Canarias tiene una alta importancia económica representando el 35% del PIB. Los incendios forestales suponen una amenaza a este sector que no quiere ver cómo las zonas naturales de destinación turística pueden quedar quemadas tras los incendios. Asimismo, la presencia de turistas en el territorio pone un punto añadido a la dificultad de gestión durante las emergencias (idioma, falta de vías de comunicación, falta y conocimiento del territorio...).

Se está viendo que, aunque el número de grandes incendios forestales ha sido menor en el período 2000-2015, estos son más grandes que en el periodo 1970-2000 (RASILLA et al., 2017). Este hecho apunta a una mayor dificultad de control por parte de los cuerpos de extinción, seguramente por una mayor intensidad relacionada con el cambio climático y un aumento del combustible, tal como pasa en otras regiones del sur de Europa. De hecho, se apunta a que la pérdida de la actividad ganadera y agrícola en las islas está conduciendo el aumento de vegetación que agrava la probabilidad de EWEs en la zona. Los sistemas de extinción canarios se enfrentan a un periodo incierto en que las condiciones para la formación de EWEs son cada vez más propensas a ellos. Las zonas forestales de Canarias necesitan de medidas claras que ayuden a la planificación para la reducción del riesgo de incendio en una zona poco acostumbrada a ello. La gestión de las zonas quemadas puede tener un papel muy relevante en el aumento de la resiliencia del sistema a los incendios, ya que estamos hablando de una zona con vegetación muy vulnerable a los incendios que puede necesitar de técnicas de gestión innovadoras para garantizar su permanencia. Asimismo, hace falta un modelo de gobernanza avanzado y un enfoque de gestión del fuego integral que integre la vertiente sociológica de la idiosincrasia de la población canaria.

Retos comunes

También existen retos comunes para la gestión integrada del fuego entre todas las regiones. Los EWE acontecidos tienen una capacidad de propagación muy alta debido a procesos atmosféricos complejos que dificultan la capacidad de predecir su dirección y propagación. Los servicios de emergencia necesitan de nuevo conocimiento y nuevas herramientas para reducir la incertidumbre ligada a estos procesos. La sociedad española sigue dando la espalda a la gestión integrada del fuego en que el propio fuego forme parte de la caja de herramientas de gestión: se ve el fuego como un elemento alieno al sistema que tiene que ser erradicado. Los mensajes en los medios de comunicación no ayudan a fomentar un cambio de mentalidad entre la población. La prevención es escasa, y es tan dependiente en las ayudas públicas que se ve fuertemente menguada en momentos de recesión económica. En consecuencia, se ha puesto tanta esperanza en los cuerpos de extinción que las grandes decisiones sobre los paisajes del futuro recaen en los hombros de los bomberos: falta una visión holística que permita trabajar hacia paisajes resilientes capaces de convivir con el fuego.

Acciones innovadoras en FIRE-RES

El proyecto FIRE-RES prevé realizar un conjunto de acciones innovadores en las tres regiones descritas anteriormente. Estas acciones tienen como objetivo desarrollar herramientas, procesos y metodologías innovadoras que hagan evolucionar el actual estado de gestión del riesgo hacia la gestión integrada del fuego deseada. Cada una de las acciones puede tener diferentes niveles de madurez al principio de la acción: algunas estarán más pensadas o prototipadas, mientras que otras

pueden comenzar de cero. La idea es que todas ellas alcancen un nivel de madurez óptimo para poder ser aplicadas por los diferentes actores en las regiones que se requiera.

Las acciones que se llevarán a cabo en las tres zonas españolas están definidas en la Tabla 1. Por un lado, hay una serie de acciones que se llevarán a cabo de manera transversal en los diferentes *livings labs*. Se pretende aumentar el conocimiento en los procesos atmosféricos complejos acontecidos en los EWE a partir del conocimiento de los especialistas de incendios de las diferentes regiones del mundo. El papel de los analistas de Cataluña, Galicia y Canarias es primordial para entender los mecanismos detrás de estos incendios. Un conjunto de acciones se encargará de poner a punto las más modernas y avanzadas tecnologías para la toma de decisiones durante las emergencias. Por un lado, la empresa Spire testará y pondrá a disposición de los analistas la información proveniente de su red de más de 100 nanosatélites sobre perfiles verticales de la atmosfera. El Instituto Cartográfico y Geológico de Cataluña va a implementar la Inteligencia Artificial para elaborar nuevos productos de caracterización del combustible a partir de datos de teledetección. La empresa Airbus pretende prototipar un nuevo dispositivo, a caballo entre un dron y un satélite, que monitorizará el avance del incendio de manera continuada a muy alta resolución. Asimismo, la empresa Tecnosylva, va a desarrollar nuevas herramientas de simulación que permitan tanto dar apoyo durante las emergencias como ayudar a gestionar el riesgo de incendio a corto plazo. Por último, mediante el liderazgo de los Bombers de la Generalitat de Catalunya, se van a establecer nuevos protocolos de colaboración internacional entre cuerpos de emergencias para los incendios que ocurran en territorios transfronterizos, así como para los episodios nacionales que requieran de refuerzo internacional.

Es en el *living lab* Cataluña donde se prevén realizar más acciones innovadoras. En cuanto al momento de la emergencia, los Bombers de la Generalitat de Catalunya pretenden perfeccionar su método de cálculo de potenciales de incendios que ayuda a la toma de decisiones durante la extinción. Además, la institución *The International Emergency Management Society* va a establecer nuevos protocolos de comunicación con los ciudadanos durante los incendios. En cuanto a la prevención, el Centro de Ciencia y Tecnología Forestal de Cataluña va a liderar el desarrollo de nuevas herramientas de toma de decisiones que ayuden a optimizar la localización y temporalización de las acciones forestales de prevención de incendios y de la planificación urbana y ayuden a diseñar paisajes más resilientes. La institución también prevé liderar el paraguas conceptual mediante el cual se sentarán las bases de la gestión integrada del fuego, en qué la herramienta “fuego” va a tener un papel clave en la gestión de los ecosistemas. Mediante el uso de datos de teledetección y de seguimiento de humedades de combustible, juntamente con datos meteorológicos, el *Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement* va a desarrollar una nueva plataforma en que se monitorizará el riesgo de incendio a corto plazo para el despliegue de recursos de extinción en zonas de riesgo máximo. El proyecto también pretende dar respuesta a los retos de gobernanza a través de análisis de políticas públicas en diferentes regiones de Europa, y el *European Forest Institute* liderará esta acción. Los bomberos de la Generalitat también contribuirán a la preparación ante los EWEs mediante la elaboración de nuevos certificados formativos que garanticen la formación necesaria para hacer frente a los EWE.

Uno de los pilares del proyecto FIRE-RES es cómo hacer que las medidas de reducción del riesgo de incendio sean sostenibles económicamente y se mantengan sin necesidades de subvenciones públicas (a menudo escasas). En este sentido el CTFC pretende estudiar nuevos incentivos económicos (pago por servicios ambientales, tasas turísticas, al carbono, etc.) que permitan a las administraciones hacer la gestión necesaria para reducir el riesgo. Otra acción que se va a estudiar es cómo fomentar una marca de vino que atraiga al consumidor y que incluya el pago de una gestión responsable para la prevención de incendios. La empresa Mitiga Solutions también va a hacer un completo estudio de parametrización que permita incluir el riesgo de incendio en las pólizas de las aseguradoras de manera óptima y que implique a los propietarios en su

autoprotección. Asimismo, se va a analizar la capacidad de mejorar las técnicas y prácticas forestales para aumentar su eficiencia.

En Galicia se plantean dos acciones innovadoras para abordar la idiosincrasia de esta región. Por un lado, el despliegue del programa “Villas Seguras” por parte de la Xunta, mediante el cual los municipios lideran un cambio de paradigma en la relación con el fuego, e integran diferentes actores locales. Por otro lado, el Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua del CSIC pretende implementar un nuevo equipamiento para cuerpos de extinción (a testar en Galicia y Cataluña) en que se medirá la exposición de los bomberos a humos contaminantes para mejorar sus condiciones de trabajo.

En Canarias y en Cataluña, el Gobierno de Canarias juntamente con el CTFC desarrollarán nuevos modelos de toma de decisiones para la restauración post incendio, que permitirán tanto priorizar las áreas a restaurar, como planificar la recuperación de la vegetación con el fin de adaptar los futuros paisajes a las nuevas situaciones que están por venir. Por otro lado, el *Centre National de la Recherche Scientifique* va a mejorar la seguridad en la zona de la interfase urbano-forestal canaria mediante la aplicación de nuevas medidas basadas en la simulación de incendios en alta resolución.

Tabla 1. Listado de las principales acciones innovadoras a realizar en los tres living labs españoles de FIRE-RES. (Acrónimos: ICGC: Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya; INRAE: Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement; CTFC: Centro Tecnológico Forestal de Cataluña; CNR: National Council for Research; EFI: European Forest Institute; TIEMS: The International Emergency Management Society; CSIC: Consejo Nacional de Investigaciones Científicas; CNRS: Centre National de la Recherche Scientifique).

Acción Innovadora	Socio líder	Cataluña	Galicia	Islas Canarias
Análisis de datos atmosféricos usando experiencias en EWE	Bombers Generalitat	x	x	x
Nuevas herramientas de simulación de incendios para gestión del riesgo y de las emergencias	Tecnosylva	x	x	x
Caracterización combustible con teledetección e Inteligencia Artificial	ICGC	x	x	x
Uso de nanosatélites para el monitoreo vertical atmosfera	Spire	x	x	x
Prototipo de drones en altura para el seguimiento emergencias	Airbus	x	x	x
Colaboración internacional durante emergencias	Bombers Generalitat	x	x	x
Nuevas metodologías para medir el potencial incendio	Bombers Generalitat	x		
Indicadores tempranos de EWE a gran escala basados en humedad combustible y meteorología	INRAE	x		
Demostraciones de actividades de gestión integrada del fuego	CTFC	x		
Implementación de nuevas prácticas mecánicas de gestión forestal	CNR	x		
Diseño de paisaje para la prevención de EWE	CTFC	x		
Incentivos financieros para medidas de prevención	CTFC	x		

Firewine - marca para promocionar la gestión forestal en bosques cercanos a bodegas	CTFC	x		
Desarrollo de una plataforma de información para la integración del riesgo de incendios en la planificación urbanística i territorial	CTFC	x		
Soluciones para aseguradoras	Mitiga Solutions	x		
Análisis de políticas de gobernanza	EFI	x		
Comunicación con ciudadanos durante emergencias	TIEMS	x		
Nuevos certificados de formación para EWE	Bombers Generalitat	x		
Cuantificación de la exposición de bomberos a humos contaminantes	CSIC	x	x	
Villas seguras: iniciativas municipales para reducción del impacto del fuego	Xunta		x	
Estrategias innovadoras de gestión post-incendio	Gobierno de Canarias	x		x
Nuevas recomendaciones para mejorar la seguridad en la interfase urbano-forestal	CNRS			x

5. Discusión

Ante el reto inminente de probabilidad de EWE al que se está afrontando la sociedad europea hacen falta soluciones nuevas y eficaces que permitan cambiar el *status quo*. Los proyectos europeos son la punta de lanza de la investigación y la innovación, y tienen que permitir avanzar hacia sociedades más resilientes que puedan proteger su patrimonio natural y garantizar su propia seguridad.

El proyecto FIRE-RES pretende dotar a Europa de nuevos mecanismos y soluciones para conseguir transformar el modelo actual de gestión hacia un modelo integrado de gestión del fuego que reduzca al máximo los impactos negativos de los incendios y permita convivir con el fuego. El despliegue del conjunto de acciones aquí presentadas va a permitir reducir la probabilidad de colapso ante EWEs y va a fomentar los paisajes resilientes a esta perturbación.

Estas acciones innovadoras propuestas son parte de la solución que los proyectos europeos pueden proporcionar. No obstante, seguimos necesitando que la sociedad y los gobiernos tomen las medidas necesarias para mejorar la coexistencia con el fuego.

6. Conclusiones

Las sociedades europeas se enfrentan a serios y difíciles retos en la relación con los incendios forestales extremos que están por venir en un contexto de cambio climático. La política de la extinción total de incendios no está siendo suficiente para abordar el reto que estos plantean: se necesita de un cambio de paradigma que permita integrar el fuego en el sistema y reduzca los impactos negativos de los incendios en la sociedad y los ecosistemas.

El proyecto Europeo FIRE-RES pretende demostrar un conjunto de acciones innovadoras que permitirán hacer el cambio deseado hacia paisajes resilientes a los EWEs. Estas acciones dan respuesta a los retos planteados en las diferentes regiones europeas. La innovación desarrollada

durante el proyecto servirá como punta de lanza para que las sociedades y gobiernos adopten las medidas necesarias para una gestión integrada del fuego.

7. Agradecimientos

Este trabajo es parte del fruto de todos los socios que forman parte de la propuesta de FIRE-RES. Queremos agradecer al inmenso esfuerzo que se hizo en el momento de preparación de la propuesta a todos nuestros colegas de FIRE-RES.

8. Bibliografía

BROTONS, L.; AQUILUÉ, N.; DE CÁCERES, M.; FORTIN, M.-J.; FALL, A.; 2013. How fire history, fire suppression practices and climate change affect wildfire regimes in Mediterranean landscapes. *PLoS One* 8.

CAMIA, A.; AMATULLI, G.; SAN-MIGUEL-AYANZ, J.; 2008. Past and future trends of forest fire danger in Europe. JRC Report. Luxembourg.

CARRACEDO MARTÍN, V.; 2015. Incendios forestales y gestión del fuego en Cantabria. Tesis Doctoral

CASTELLNOU, M.; PRAT-GUITART, N.; ARILLA, E.; LARRAÑAGA, A.; NEBOT, E.; CASTELLARNAU, X.; VENDRELL, J.; PALLÀS, J.; HERRERA, J.; MONTURIOL, M.; CESPEDES, J.; PAGÈS, J.; GALLARDO, C.; MIRALLES, M.; 2019. Empowering strategic decision-making for wildfire management: avoiding the fear trap and creating a resilient landscape. *Fire Ecol.* 15.

DUANE, A.; 2018. Assessing global change impacts on fire regimes in Mediterranean ecosystems. Tesis Doctoral

DUANE, A.; BROTONS, L.; 2018. Synoptic weather conditions and changing fire regimes in a Mediterranean environment. *Agric. For. Meteorol.* 253–254, 190–202.

DUANE, A.; CASTELLNOU, M.; BROTONS, L.; 2021. Towards a comprehensive look at global drivers of novel extreme wildfire events. *Clim. Change* 165, 1–21.

EGIF 1968-2018: Estadística General de Incendios Forestales. Gobierno de España, Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA), Dirección General de Desarrollo Rural y Política Forestal, Área de Defensa contra Incendios Forestales.

EUROPEAN COMMISSION, 2018. FOREST FIRES - Sparking firesmart policies in the EU. Luxembourg.

FERNANDES, P.M.; GUIOMAR, N.; ROSSA, C.G.; 2019. Analysing eucalypt expansion in Portugal as a fire-regime modifier. *Sci. Total Environ.* 666, 79–88.

GONZALEZ-OLABARRIA, J.R.; REYNOLDS, K.M.; LARRAÑAGA, A.; GARCIA-GONZALO, J.; BUSQUETS, E.; PIQUE, M.; 2019. Strategic and tactical planning to improve suppression

efforts against large forest fires in the Catalonia region of Spain. *For. Ecol. Manage.* 432, 612–622.

MCWETHY, D.B.; A, P.; GARCIA, R.; HOLZ A, GONZÁLEZ ME, VEBLEN TT, et al. (2018), 2018. Landscape drivers of recent fire activity (2001- 2017). *PLoS One* 1–24.

MOREIRA, F.; ASCOLI, D.; SAFFORD, H.; ADAMS, M.A.; MORENO, J.M.; PEREIRA, J.M.C.; CATRY, F.X.; ARMESTO, J.; BOND, W.; GONZÁLEZ, M.E.; CURT, T.; KOUTSIAS, N.; MCCAW, L.; PRICE, O.; PAUSAS, J.G.; RIGOLOT, E.; STEPHENS, S.; TAVSANOGLU, C.; VALLEJO, V.R.; VAN WILGEN, B.W.; XANTHOPOULOS, G.; FERNANDES, P.M.; 2020. Wildfire management in Mediterranean-type regions: Paradigm change needed. *Environ. Res. Lett.* 15.

OTERO, I.; NIELSEN, J.Ø.; 2017. Coexisting with wildfire? Achievements and challenges for a radical social-ecological transformation in Catalonia (Spain). *Geoforum* 85, 234–246.

PIQUE, M.; CASTELLNOU, M.; VALOR, T.; PAGÉS, J.; LARRAÑAGA, A.; MIRALLES, M.; CERVERA, T.; 2011. Integració del risc de grans incendis forestals (GIF) en la gestió forestal Incendis tipus i vulnerabilitat de les estructures forestals al foc de capçades. Technical Report. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural de la Generalitat de Catalunya, Barcelona, Spain.

RASILLA, D.F.; CARRACEDO, V.; CUERO, Á.; 2017. TIEMPO, CLIMA Y GRANDES INCENDIOS FORESTALES EN LAS ISLAS CANARIAS. pp. 849–859.

RODRIGUES, M.; TRIGO, R.; VEGA-GARCÍA, C.; CARDIL, A.; 2019. Identifying large fire weather typologies in the Iberian Peninsula. *Agric. For. Meteorol.* 107789.

SÁNCHEZ-MOLINA, G.; 2018. Caracterización, Evolución e Incidencia de los Grandes Incendios Forestales en el Noroeste de España. Tesis Máster

TURCO, M.; BEDIA, J.; DI LIBERTO, F.; FIORUCCI, P.; VON HARDENBERG, J.; KOUTSIAS, N.; LLASAT, M.-C.; XYSTRAKIS, F.; PROVENZALE, A.; 2016. Decreasing Fires in Mediterranean Europe. *PLoS One* 11, e0150663.

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA, 2017. Plan De Prevención Social De Los Incendios Forestales En la Isla de la Gomera. Report. La Laguna, Islas Canarias.

URBIETA, I.R.; FRANQUESA, M.; VIEDMA, O.; MORENO, J.M.; 2019. Fire activity and burned forest lands decreased during the last three decades in Spain. *Ann. For. Sci.* 76, 1–13.