



GRUPO OPERATIVO PROMINIFUN

Análisis del riesgo de incendio forestal en territorios vulnerables y el uso de tecnologías innovadoras para su identificación



Unión Europea
Fondo Europeo Agrícola
de Desarrollo Rural

Europa invierte en las zonas rurales



**GOBIERNO
DE ESPAÑA**

**MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN**



PNDR

Programa Nacional
de Desarrollo Rural
2014-2020

Los **incendios forestales** son en la actualidad los eventos “naturales” que generan **mayor cantidad de daños sobre superficie forestales**.

- En España se registran una de media anual **14.476 siniestros**, los cuales quemaron **108.282 ha** en el último decenio (2005 -2014).
- En el contexto de **cambio climático** se espera que la severidad de los incendios sea aún mayor.
- El aumento previsible de las condiciones de **estrés hídrico** al que se enfrentan las masas forestales, junto con **otros factores estructurales**, incrementa su vulnerabilidad ante el riesgo de incendio.
- **56 GIFs (<0.01%)** en el año 2017 quemaron el **55%** de la superficie total afectada por el fuego, además de muertos en España y Portugal.
- **GIFs fuera de la época estival:**
 - 20-feb-2021:): >1.600 ha Bera (Navarra), Lesaka (Guipúzcoa) y Francia.
 - 15 octubre 2017: Tineo (Asturias) dos GIF quemaron >1.330 ha.
 - Las Palmas de Gran Canaria: >900 ha.

OBJETIVO 1.

Poner a disposición de propietarios forestales información sobre el riesgo de incendio en sus parcelas.

- a) **RIESGO LEGAL Derechos y obligaciones** legales con respecto a la defensa frente a incendios forestales, especialmente aquellas que puedan afectar a tratamientos selvícolas, aprovechamientos y/o restauración post-incendio, así como a la financiación a través de **subvenciones o ayudas** en relación con dicho riesgo.
- a) **RIESGO INTRÍNSECO:** Conocer la **vulnerabilidad** frente a los incendios forestales.

OBJETIVO 2 .

Dotar de información cartográfica de consulta a nivel de parcela catastral.

OBJETIVO 3 .

Facilitar la toma de decisiones en cuanto a la adopción de medidas preventivas

¿QUÉ ES EL RIESGO?

La expectativa de pérdida o beneficio de un bien o servicio que es afectado por el fuego (Finney, 2005)

Riesgo legal = Zonas de alto riesgo (ZAR)

Revisión
normativa en
cada CCAA

Zonificación
oficial del riesgo
de incendios de
cada zona

Estudio de
obligaciones y
derechos que
conlleva

Riesgo intrínseco

Metodología
común a todas
las zonas

Simulación de
incendios

Resultados

Cartografía de
riesgos para
cada parcela

Recomendaciones
de silvicultura
preventiva

RETO 1. >900.000 ha de análisis en 6 CC.AA

- **EXTREMADURA: Comarca de Ambroz y Las Hurdes (Cáceres):** 114.322 ha.
- **GALICIA: Comarcas de Verín y Viana (Ourense):** 175.564 ha.
- **CASTILLA Y LEÓN: Comarca de la Guareña, Tierra del Vino y Alfoz de Toro (Zamora):** 116.417 ha.
- **ASTURIAS: Concejo Valdés (Asturias):** 35.431 ha.
- **CASTILLA Y LEÓN: Comarca del Bierzo (León):** 282.578 ha.
- **CASTILLA Y LEÓN: Cuenca Alta de Órbigo, cuenca del Bernesga y Cuenca del Sil (León):** 46.362 ha.
- **CANTABRIA: Bajo Pas (Cantabria):** 12.625 ha.
- **ARAGÓN: Comarca de Daroca (Zaragoza):** 124.690 ha.

RIESGO INTRÍNSECO (VULNERABILIDAD)

RETO 2. Uso de una metodología común en todas las comarcas y replicable a otros territorios

RETO 3. Información a escala de parcela.

RIESGO LEGAL

RETO 4. Interpretar zonificaciones y niveles de riesgo

ALGUNAS LIMITACIONES:

1. Dificultad para conocer las fuentes de información.
2. Información poco unificada y desigual.
3. Falta de cartografía de modelos de combustible:
 - Modelos propios (Aragón)
 - Modelos desarrollados por Agresta en otros trabajos (Extremadura)
 - MFE de máxima actualidad
4. Zonificación y riesgo legal a nivel municipal. No hay análisis del territorio a nivel de paisaje.
5. Dificultad para acceder a los registros meteorológicos históricos.

DECLARACIÓN DE ZONAS DE ALTO RIESGO DE INCENDIOS: ZAR

- Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes, modificada por Ley 10/2006, de 28 de abril y por Ley 21/2015, de 20 de julio, define con carácter básico en su artículo 48 las Zonas de Alto Riesgo de incendio, atribuyendo la competencia para su declaración y para la aprobación de los planes de defensa frente a incendios en estas zonas a las comunidades autónomas.

¿QUÉ ES UNA ZONA ZAR?



Zonas que por sus características muestran una mayor incidencia y peligro en el inicio y propagación de los incendios o que por la importancia de los valores amenazados precisen de medidas especiales de protección.

Castilla y León: Se clasifican como ZAR aquellas áreas que tengan la consideración de monte

	Legislación	Obligaciones	Derechos	Ayudas
ARAGÓN	Ley de montes de Aragón	Planes comarcales de prevención de incendios forestales Planes locales de prevención de incendios Servidumbre de uso para su utilización por los servicios de prevención y extinción de incendios	Se fomentarán las agrupaciones y asociaciones de propietarios forestales	Prioridad los montes en zona ZAR
ASTURIAS	RESOLUCIÓN de 12 abril de 2007 Ley del Principado de Asturias 3/2004, de 23 de noviembre Plan INFOPA prevé la redacción de los planes de actuación municipales	Plan de defensa Planes de actuación municipales Regulación de los usos Propietario: Tratamientos selvícolas , áreas cortafuegos, vías de acceso y puntos de agua	Establecimiento y disponibilidad de los medios de vigilancia y extinción necesarios Se fomentarán las agrupaciones y asociaciones de propietarios forestales	Prioridad los montes en zona ZAR
CASTILLA Y LEÓN	ORDEN MAM/851/2010 Ley 3/2009, de 6 de abril, de Montes de Castilla y León	Plan de defensa		Prioridad los montes en zona ZAR Financiación de actuaciones preventivas
CANTABRIA	Ley de montes PEPLIF INFOCANT	Servidumbre de uso para su utilización por los servicios de prevención y extinción de incendios Plan de defensa Plan de Autoprotección	Programas formativos en la realización de quemas controladas y prescritas	Prioridad los montes en zona ZAR Prevención y reparación de los daños causados a los bosques por incendios, desastres naturales y catástrofes
EXREMADURA	Ley 5/2004, de 24 de junio, de Prevención y Lucha contra los Incendios Forestales DECRETO 207/2005, de 30 de agosto Plan PREIFEX	Planes de Defensa Planes de prevención en montes o fincas serán obligatorios para todos los montes o terrenos forestales que superen las 400 hectáreas o 200 ha en zonas ZAR Servidumbre de uso para su utilización por los servicios de prevención y extinción de incendios	Los propietarios o titulares de las fincas podrán unirse en Agrupaciones de Prevención y Extinción	Prevención de los daños causados a los bosques por incendios forestales, los desastres naturales y las catástrofes
GALICIA	ORDEN de 18 de abril de 2007 PLADIGA	Plan específico de defensa, que se integrará en el plan de prevención y defensa contra los incendios forestales de distrito Servidumbre de uso para su utilización por los servicios de prevención y extinción de incendios Mantener los montes en condiciones que contribuyan a prevenir o evitar los incendios forestales, respetando especialmente las relativas a la gestión de la biomasa vegetal	Se promoverá la reorganización de la propiedad forestal y la puesta en marcha de agrupaciones de propietarios forestales	Prioridad los montes en zona ZAR Ayudas para realizar tratamientos silvícolas (prácticas preventivas, de carácter local y a pequeña escala, que permitan crear discontinuidades verticales y horizontales de la cubierta vegetal y el control selectivo de combustible, como son desbroces, clareos, claras y podas) Ayudas para realizar tratamientos silvícolas (claras, clareos, podas, talas de formación, desbroces, etc.) y plantaciones puntuales de determinados árboles, Subvenciones para el control selectivo de combustible Subvenciones para la construcción de puntos de agua

¿QUÉ ES EL RIESGO?

La probabilidad de que se queme algo y produzca daños
PROBABILIDAD DE QUE OCURRA UN INCENDIO + CONSECUENCIAS

Consecuencias: susceptibilidad del bien o servicio afectado por el fuego a una determinada intensidad.

Fuego de alta intensidad: Fuego con longitudes de llama $> 2,5$ m

- Niveles muy altos de daño sobre las masas forestales (Alcassena et al, 2019)
- Fuera de capacidad de extinción (Costa et al, 2011).

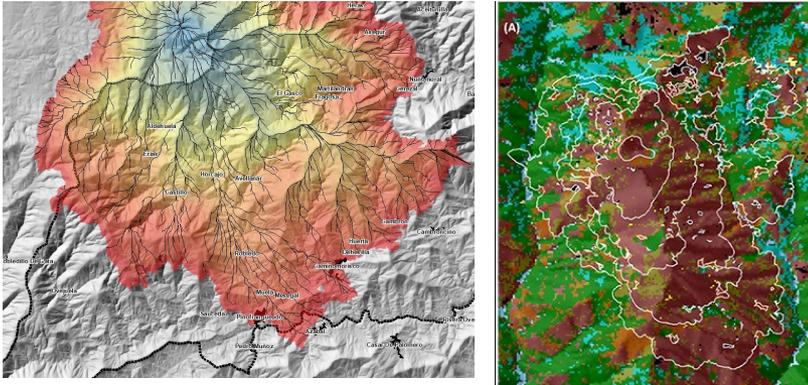
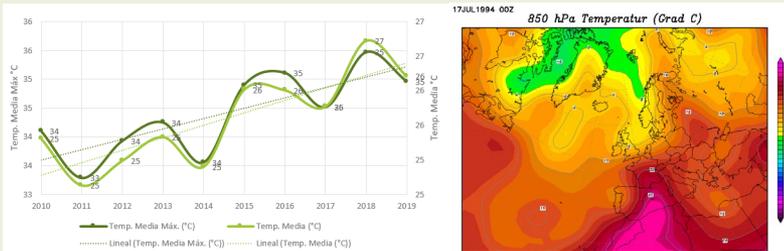
HIPÓTESIS DE PARTIDA

A) Todo el territorio es igual en cuanto a probabilidad de ocurrencia de incendios: aplicación de malla regular de igniciones (en este caso cada 500 metros)

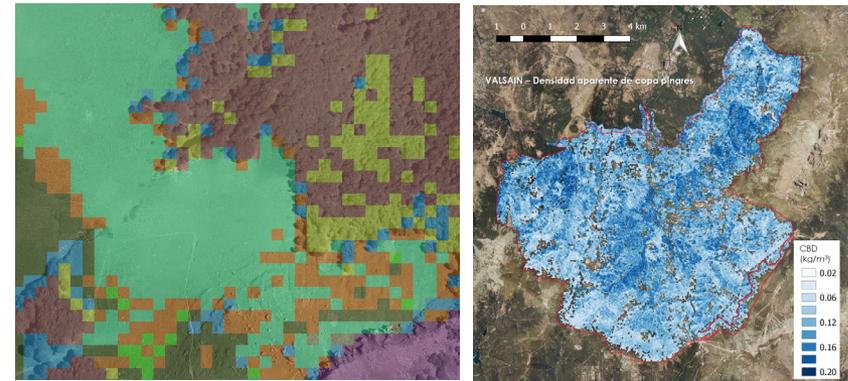
- División del territorio en base a la ocurrencia histórica de incendios: malla dirigida con mas puntos de ignición en las zonas de mayor ocurrencia
- División del territorio en base a cercanía a infraestructuras (carretera, poblaciones, vías del tren, etc): malla dirigida con mas puntos de ignición en las zonas más cercanas a infraestructuras

B) Incendios de alta intensidad: GIFS = Problemas

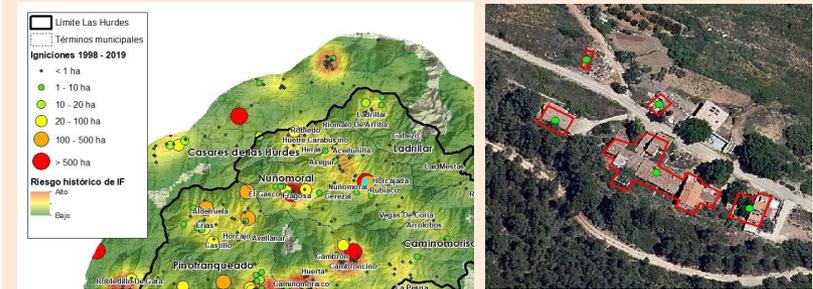
SIMULADORES DE INCENDIOS

ACCESO A REGISTROS METEOROLÓGICOS
ESTUDIOS SOBRE LA TIPOLOGÍA DE INCENDIOS
Y SITUACIONES SINÓPTICAS

HERRAMIENTAS SIG



ACCESO A CARTOGRAFÍA BASE

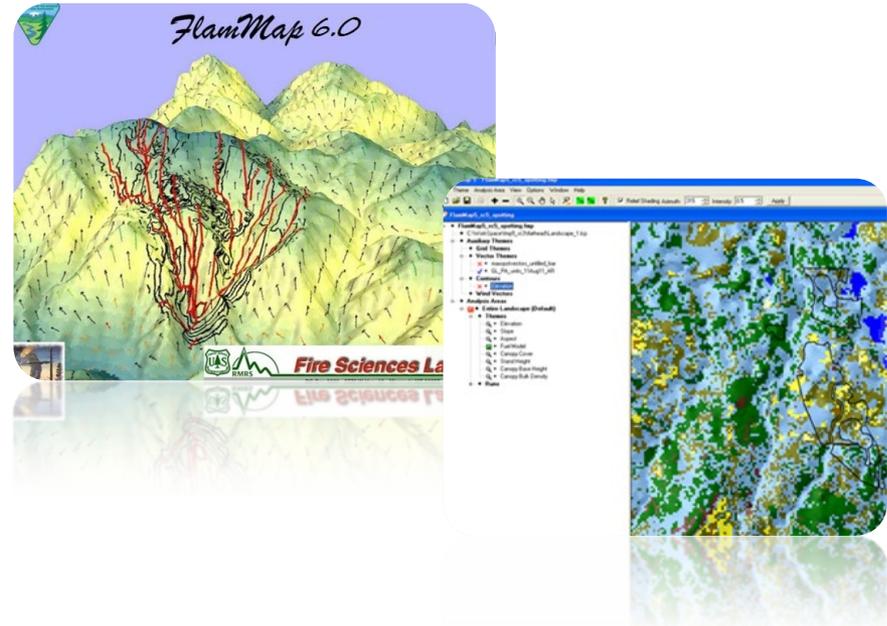


Identificar zonas de **mayor interés** a la hora de realizar diferentes **actuaciones preventivas** en el territorio y que estas sean **eficientes y eficaces** para el **objetivo previamente definido**.

FLAMMAP 6.0

Este **software libre** es capaz de simular las características de **comportamiento de un incendio potencial** (velocidad de propagación, longitud de la llama, etc.), el **crecimiento y la propagación** del fuego y las **probabilidades de quema** bajo **condiciones ambientales constantes** (viento y humedad de los combustibles)

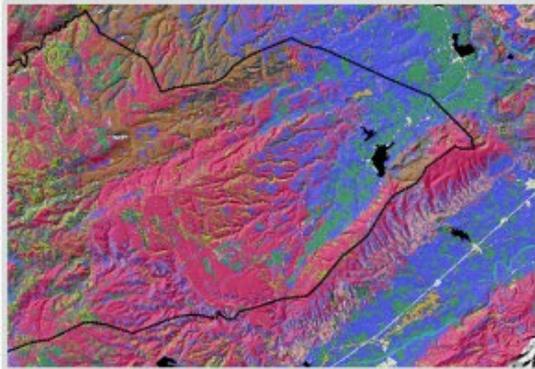
PLANIFICACIÓN PREVENTIVA



El uso de simuladores implica necesariamente alto conocimiento en el **análisis del comportamiento del fuego**, pues para obtener un **buen resultado** de dichas simulaciones y **posterior análisis**.

DATOS DE ENTRADA

ESCENARIO SIMULACIÓN

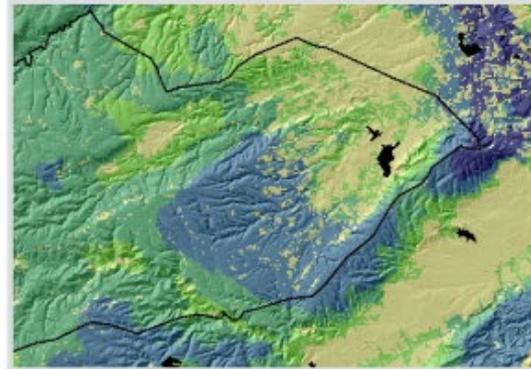


ESCENARIOS METEOROLÓGICOS SINÓPTICOS

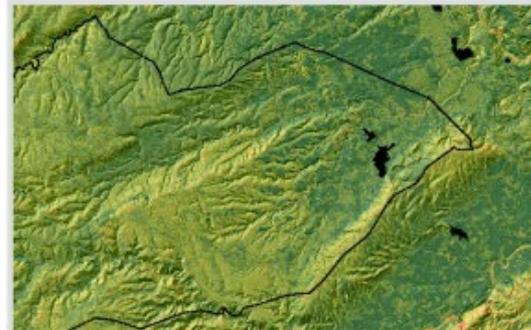
Escenario Meteorológico (E)	Probabilidad de ocurrencia %	Dirección media del viento °	Velocidad media del viento km h^{-1}	Humedad Relativa %	Temperatura Media °C
ESTE	35	88	10	46	32.8
SUROESTE	30,8	235	11	42	31.9
NORESTE	18,2	55	10	46	32.6
OESTE	12,6	267	12	45	33.4
SURESTE	1,4	170	7	52	32.2
NOROESTE	0,7	300	8	41	33.3
SUR	0,7	200	9	49	32.2
NORTE	0,7	340	11	46	23.2

SIMULACIÓN

POSIBILIDAD DE QUEMA

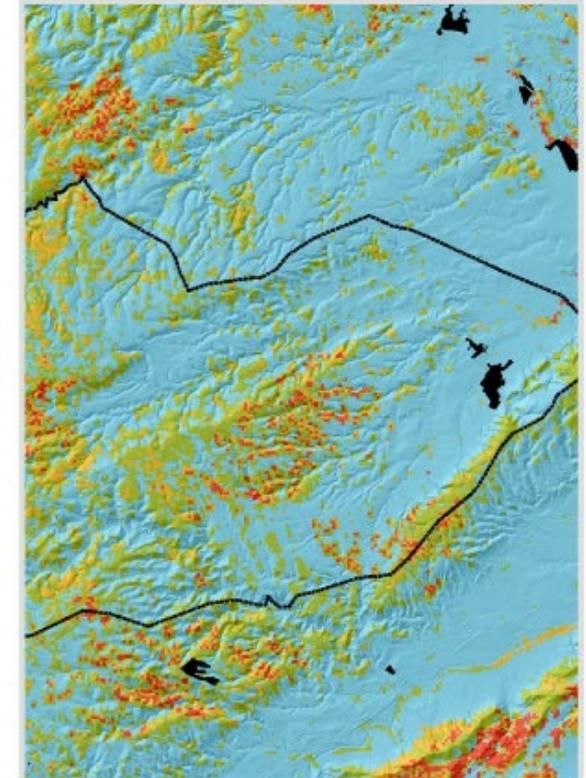


LONGITUD DE LLAMA (Intensidad)



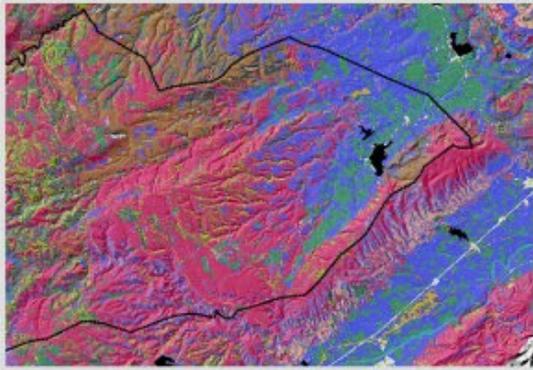
RESULTADOS

RIESGO DE INCENDIO FORESTAL



DATOS DE ENTRADA

ESCENARIO SIMULACIÓN

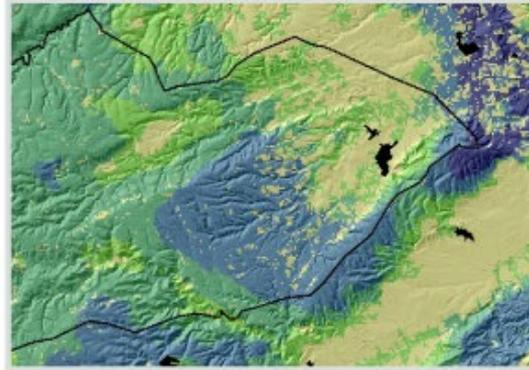


ESCENARIOS METEOROLÓGICOS SINÓPTICOS

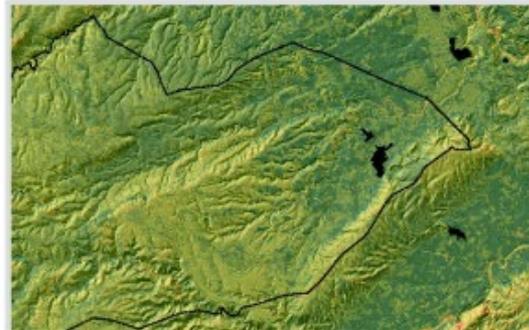
Escenario Meteorológico (E)	Probabilidad de ocurrencia %	Dirección media del viento °	Velocidad media del viento km h^{-1}	Humedad Relativa %	Temperatura Media °C
ESTE	35	88	10	46	32.8
SUROESTE	30,8	235	11	42	31.9
NORESTE	18,2	55	10	46	32.6
OESTE	12,6	267	12	45	35.4
SURESTE	1,4	120	7	52	32.2
NOROESTE	0,7	300	8	41	33.5
SUR	0,7	200	9	49	32.2
NORTE	0,7	340	11	46	25.2

SIMULACIÓN

POSIBILIDAD DE QUEMA

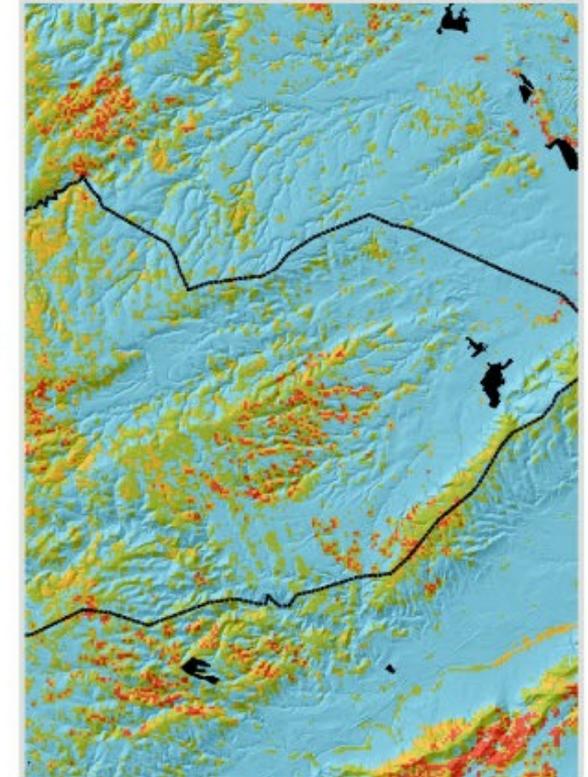


LONGITUD DE LLAMA (Intensidad)



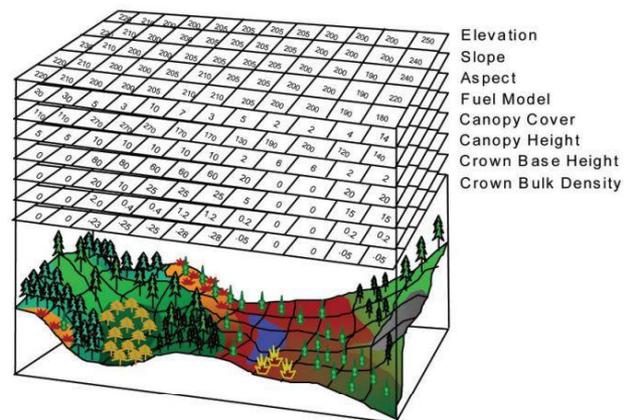
RESULTADOS

RIESGO DE INCENDIO FORESTAL



ESCENARIO DE SIMULACIÓN

- Resolución del píxel 100 x100m
- Fuegos de superficie



Información topográfica (IGN)

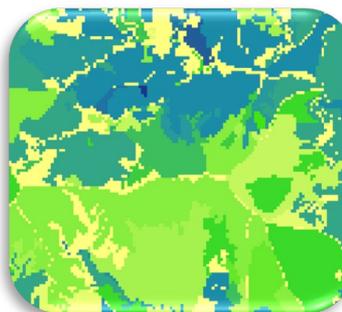
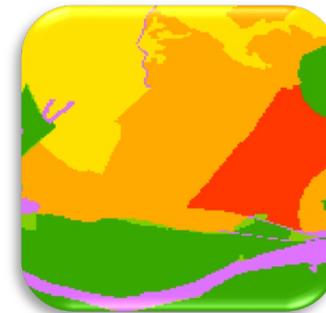
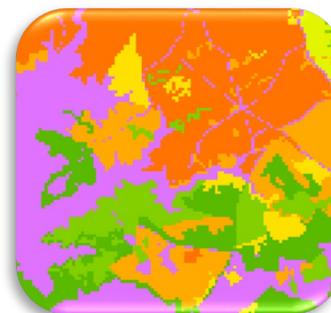
- 🌿 Elevaciones
- 🌿 Pendientes
- 🌿 Orientaciones

Modelos de combustible (MFE o Cartografía propia)

- 🌿 *Rothermel*

Fracción de cabida cubierta

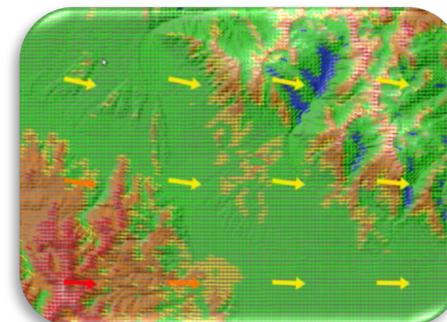
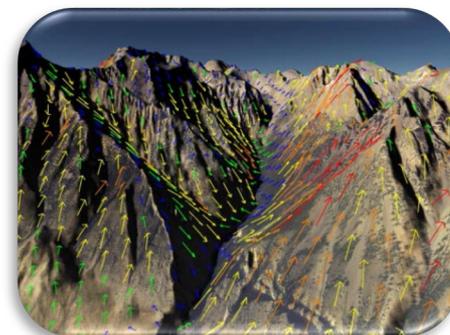
- 🌿 (MFE o Cartografía propia)



ESCENARIOS METEOROLÓGICOS SINÓPTICOS

- 🌿 Metodología del **Servicio de Prevención de Incendios Forestales (SPIF) de Cataluña**.
- 🌿 Identificación de **días críticos = alta probabilidad de GIF = Alta intensidad**
- 🌿 Datos meteorológicos **diarios y horarios** de las estaciones **AEMET/SIAR** más cercanas, para un período de estudio de los **últimos 10 años disponibles** (2010-2019).
- 🌿 Combinación de percentiles: **Tm, Hr y VV**.
- 🌿 **Valores promedios** de los días críticos.
- 🌿 Identificación de la **humedad básica del combustible fino muerto** (1 h) basadas en el modelo de Nelson.
- 🌿 Humedad del combustible vivo: **herbáceo muerto y leñosos agostado**.

Escenario		Viento		Humedad	Temperatura	Humedad de los combustibles				
DIRECCIÓN	FREC	DVV	VV Km/h	HR %	Tm °C	Muerto			Vivo	
						1 H	10 H	100 H	HERBÁCEO	LEÑOSO
NORTE	40%	8°	7.4	38.6	25.7	3	5	7		
NOROESTE	16%	323°	9.9	37.6	26.2	3	5	7		
SUR	13%	175°	13.1	38.9	24.2	4	6	8		
OESTE	12%	269°	9.2	41.5	25	3	5	7	30	70
NORESTE	9%	45°	9.2	37.8	25.9	4	6	8		
SUROESTE	7%	230°	10.3	38.3	25.6	3	5	7		
ESTE	5%	95°	11.1	41.1	24.5	4	6	8		



PATRÓN DE IGNICIONES

- **Dinámicas:** punto de ignición y duración de la simulación.
- **Probabilísticas:** gran cantidad de **simulaciones simultáneas.**



Malla regular (500x500m) : cualquier punto de territorio se puede iniciar un incendio.



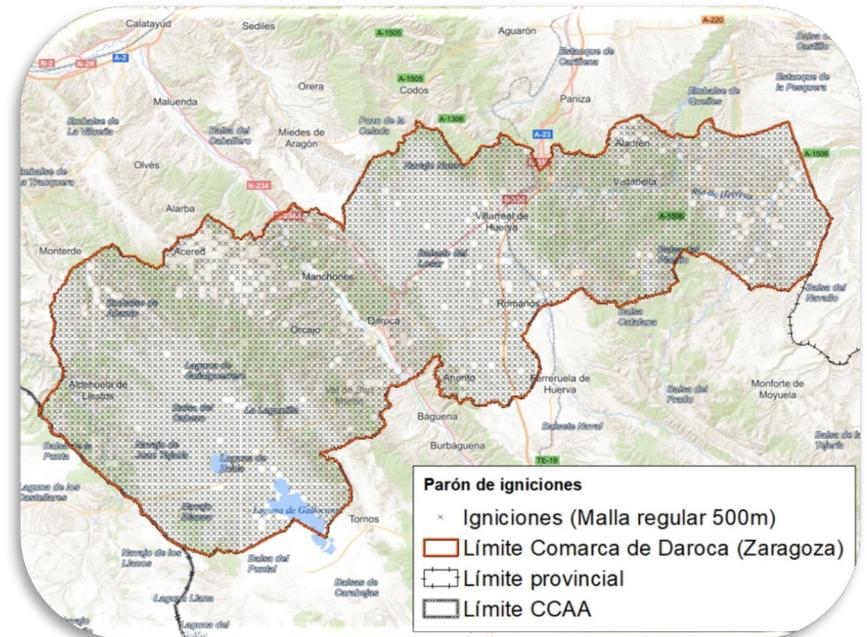
Saturación de paisaje con igniciones para conocer las zonas más **probables de paso de fuego y sus intensidades** desde diferentes puntos de ignición.



Duración de la simulación: **6 horas**

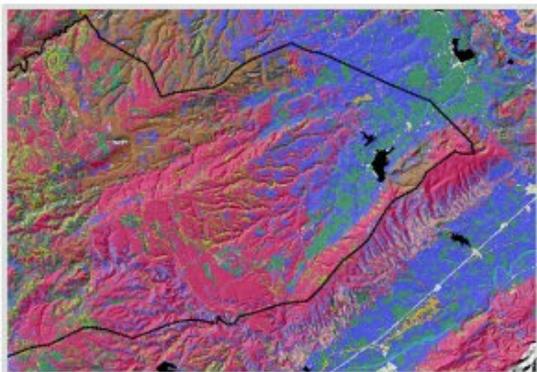
Otros patrones:

- Estudios específicos del histórico de incendios
- Riesgo de inicio por actividades antrópicas



DATOS DE ENTRADA

ESCENARIO SIMULACIÓN

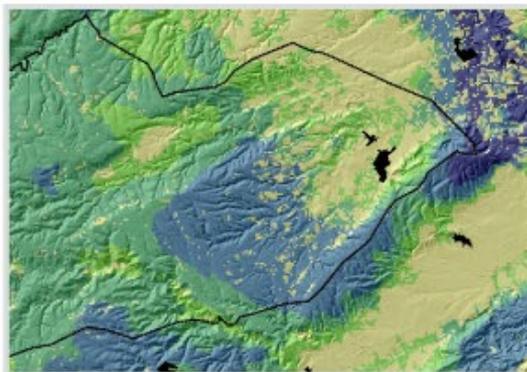


ESCENARIOS METEOROLÓGICOS SINÓPTICOS

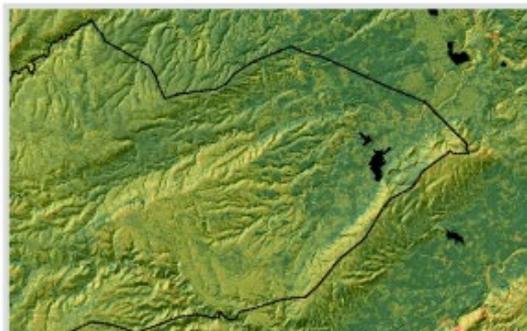
Escenario Meteorológico (fe)	Probabilidad de ocurrencia %	Dirección media del viento °	Velocidad media del viento km h^{-1}	Humedad Relativa %	Temperatura Media °C
ESTE	35	88	10	46	32.8
SUROESTE	30,8	235	11	42	31.9
NORESTE	18,2	55	10	46	32.6
OESTE	12,6	267	12	45	33.4
SURESTE	1,4	170	7	52	32.2
NOROESTE	0,7	300	8	41	33.5
SUR	0,7	200	9	49	32.2
NORTE	0,7	340	11	46	23.2

SIMULACIÓN

POSIBILIDAD DE QUEMA

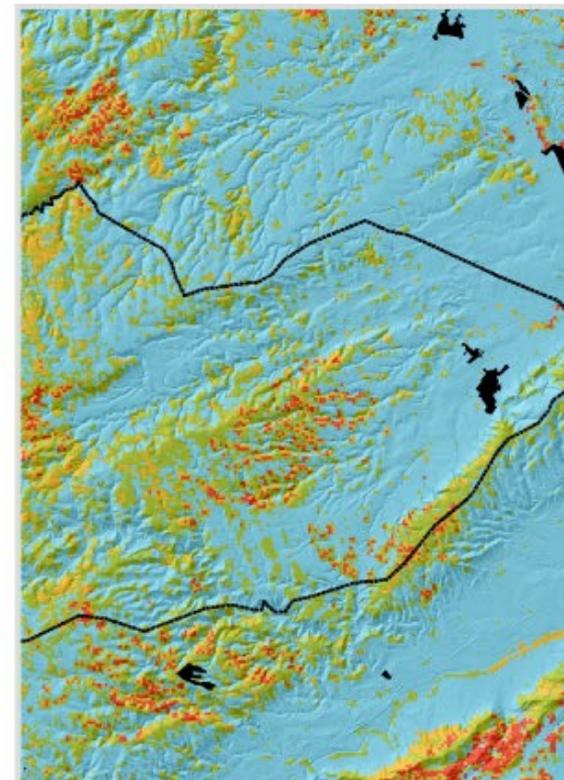


LONGITUD DE LLAMA (Intensidad)



RESULTADOS

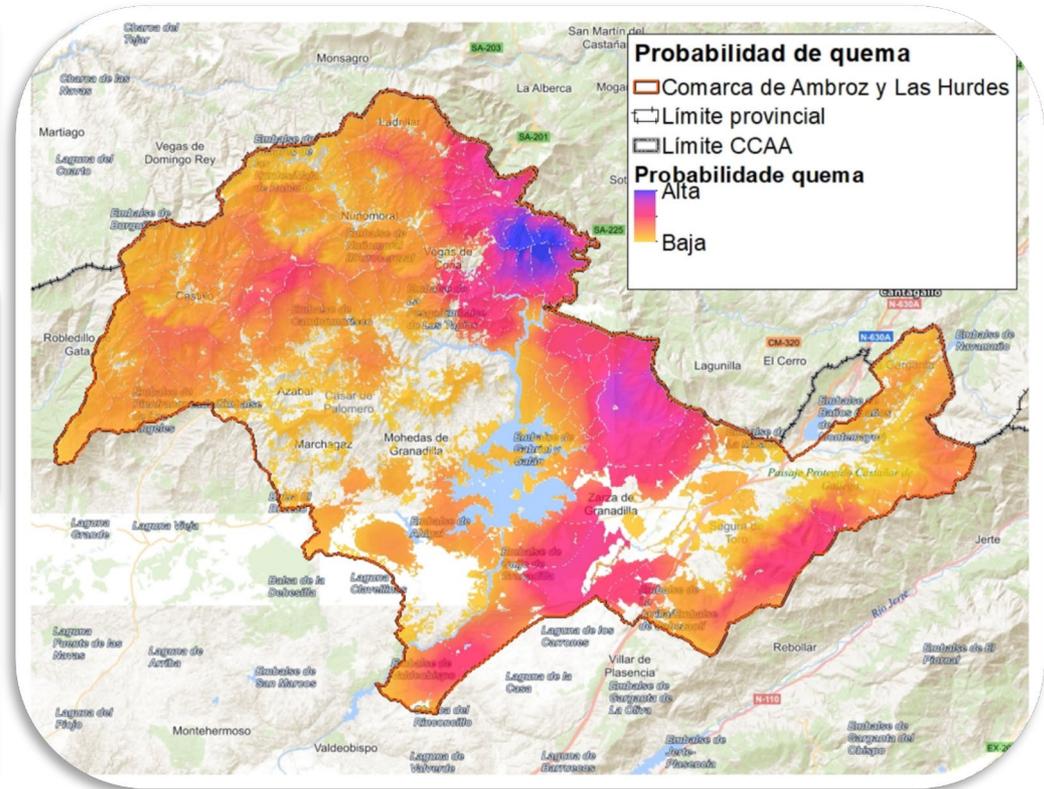
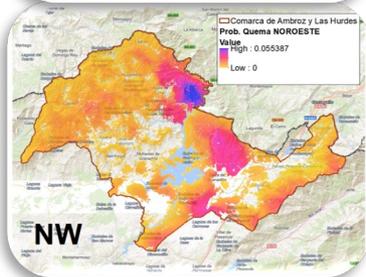
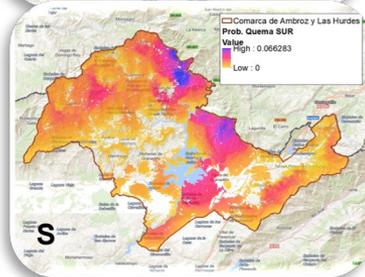
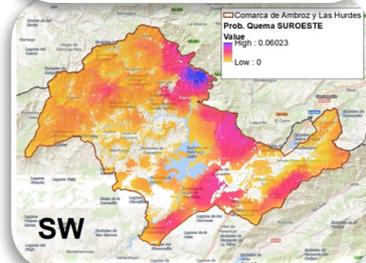
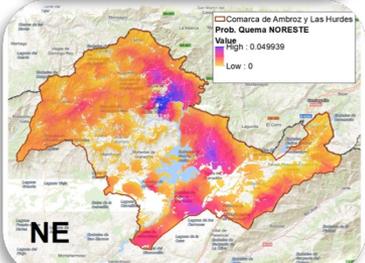
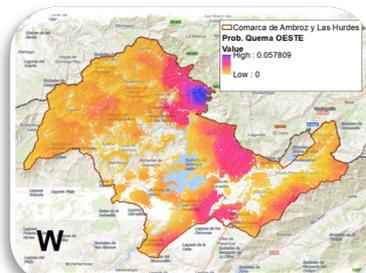
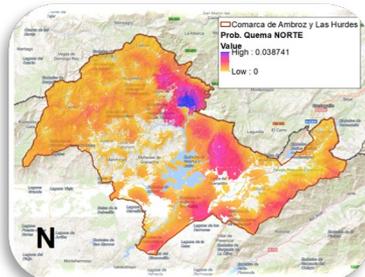
RIESGO DE INCENDIO FORESTAL



PROBABILIDAD DE QUEMA

Trama regular con valores entre 0 y 1, obtenido a partir de la relación entre el número de veces que se quema cada píxel y el número de igniciones empleadas en la simulación.

Simulación para cada uno de los escenarios meteorológicos identificados, para finalmente ponderarlo según su probabilidad de ocurrencia.



LONGITUD DE LLAMA

Longitud de llama $> 2,5$ m = **ALTA INTENSIDAD**



Indicador sobre los **efectos del fuego sobre la vegetación**. (Fernandes et al., 2008; Alcassena et al., 2016a).

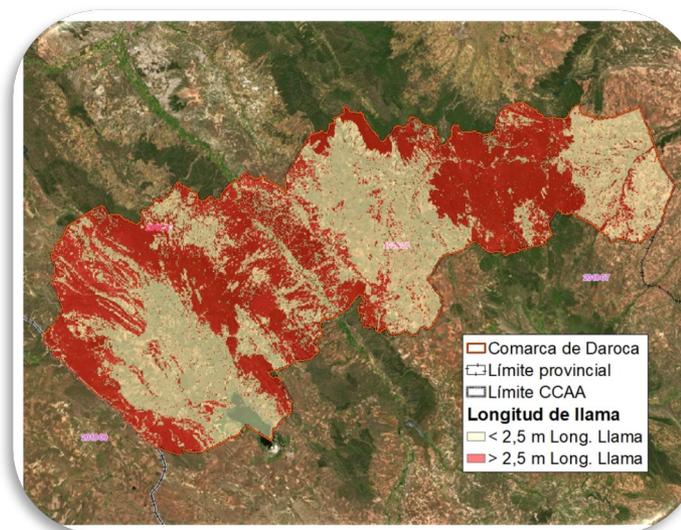
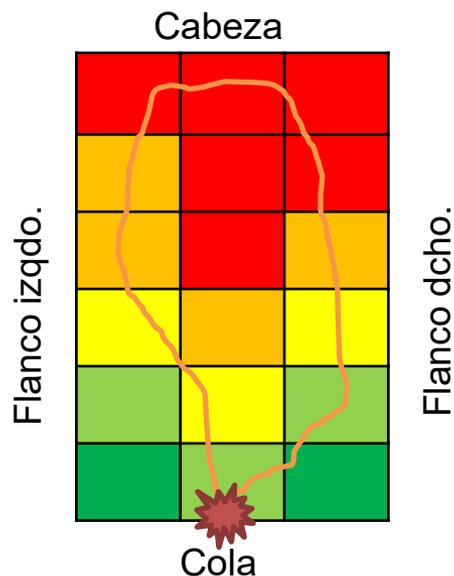
Mortalidad sobre cualquier estructura forestal es del 100%.



Limitación de la **capacidad de extinción** de los medios (Costa et al. 2011).

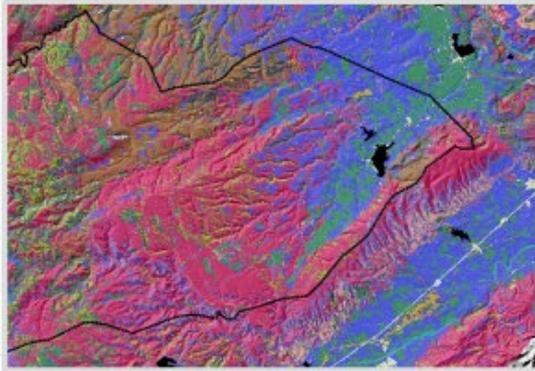
Medios de estación están fuera de capacidad de extinción.

Probabilidad de longitud de llama: dirección en la propagación del incendio.



DATOS DE ENTRADA

ESCENARIO SIMULACIÓN

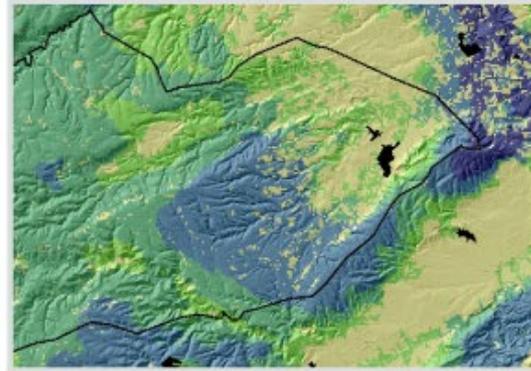


ESCENARIOS METEOROLÓGICOS SINÓPTICOS

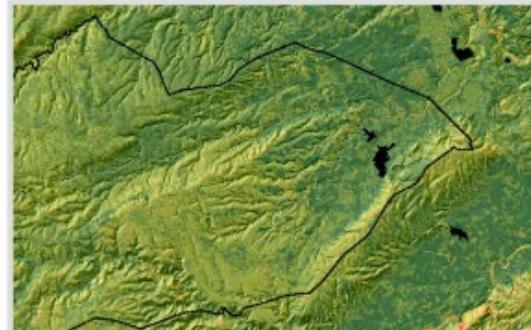
Escenario Meteorológico (i.e)	Probabilidad de ocurrencia %	Dirección media del viento °	Velocidad media del viento km h^{-1}	Humedad Relativa %	Temperatura Media °C
ESTE	35	88	10	46	32.8
SUROESTE	30,8	235	11	42	31.9
NORESTE	18,2	55	10	46	32.6
OESTE	12,6	267	12	45	33.4
SURESTE	1,4	170	7	52	32.2
NOROESTE	0,7	300	8	41	33.5
SUR	0,7	200	9	49	32.2
NORTE	0,7	340	11	46	23.2

SIMULACIÓN

POSIBILIDAD DE QUEMA

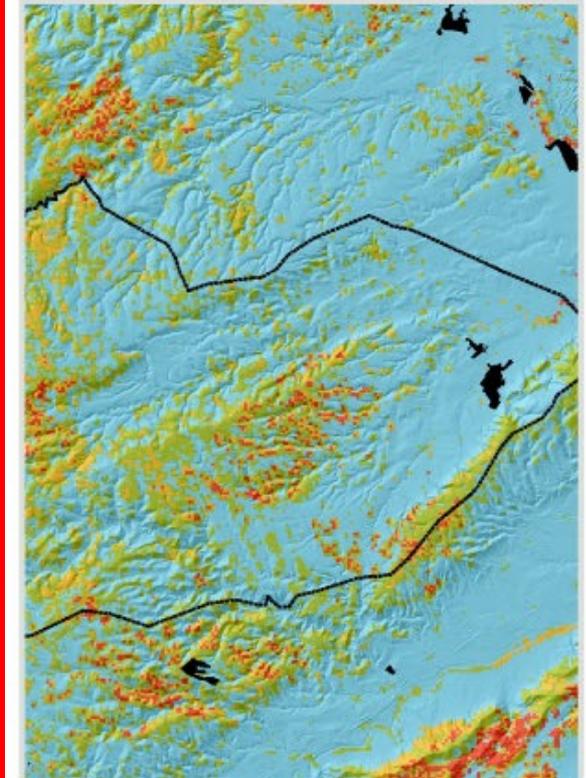


LONGITUD DE LLAMA (Intensidad)



RESULTADOS

RIESGO DE INCENDIO FORESTAL

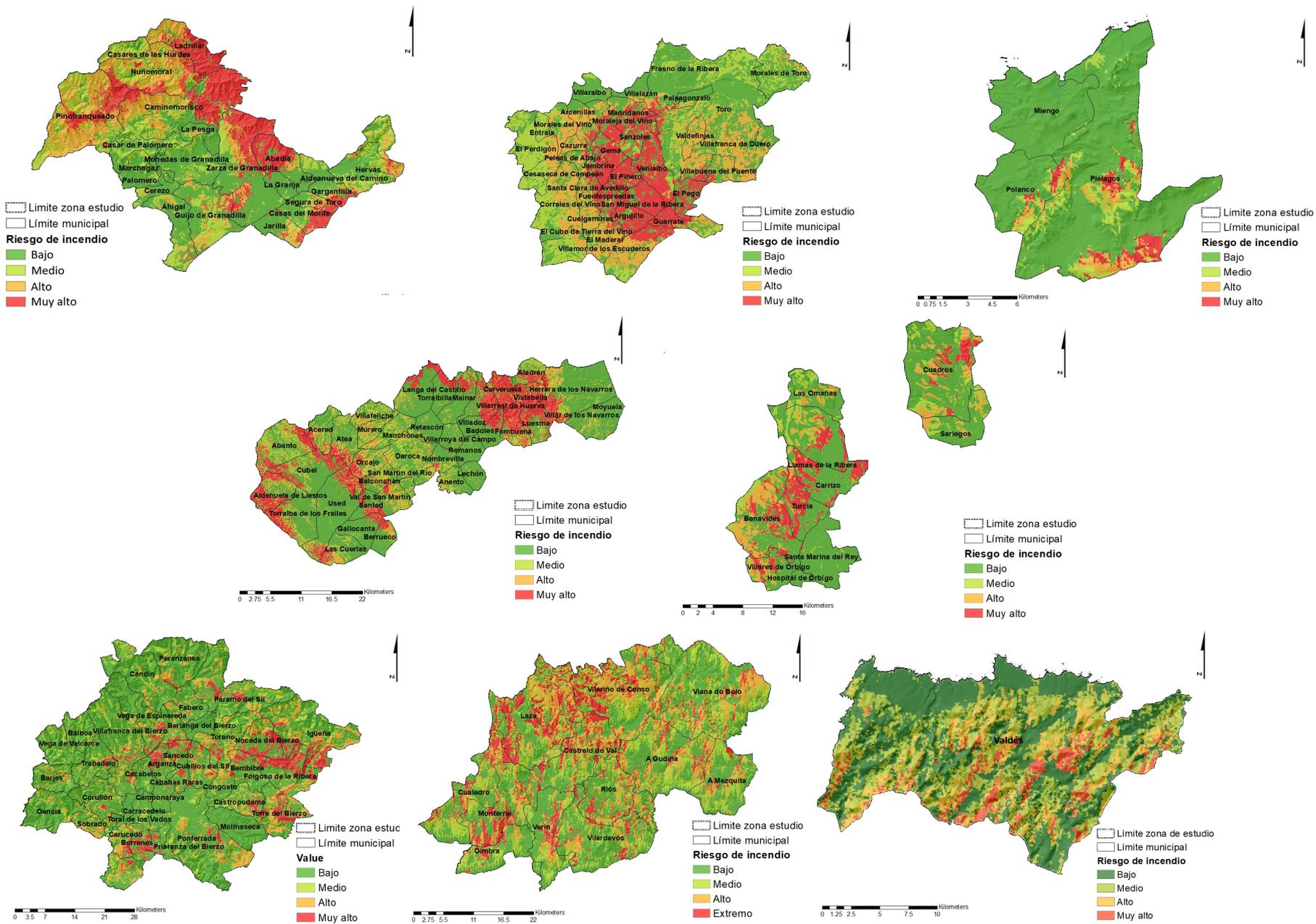


RIESGO INTRÍNSECO		Probabilidad de quema		
		Alta	Media	Baja
Intensidad del fuego	Alta	MUY ALTO	ALTO	MEDIO
	Baja	BAJO	BAJO	BAJO

-  Tipología de **combustible** (Carga)
-  **Continuidad**
-  **Dirección de la propagación del fuego** (orografía del terreno, combustibles y dirección del viento)
-  Condiciones **meteorológicas** sinópticas.

RIESGO INTRÍNSECO Recomendaciones

MUY ALTO	Contactar con la administración o con un técnico especializado para valorar actuaciones de gestión forestal sostenible orientadas a prevención de incendios.
ALTO	
MEDIO	Realizar tratamientos preventivos (podas y clareos/claras) de intensidad moderada, priorizando aquellas zonas cercanas a núcleos urbanos
BAJO	No requiere de acciones extraordinarias en el corto plazo





agresta

GRACIAS POR SU ATENCIÓN



ASOCIACIÓN DE
INGENIEROS DE MONTES
DE LA HACIENDA PÚBLICA

