



ANEXOS AL PLAN PROVINCIAL DE DEFENSA CONTRA INCENDIOS FORESTALES

TOLEDO 2026-2030



Castilla-La Mancha



Cofinanciado por
la Unión Europea



Castilla-La Mancha



MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

DOCUMENTO 2.

Anexos

Contenido

Anexo I. Fauna	1
Anexo II. Demografía y sectores económicos	3
Anexo III. Diseño de la RAD	3
Anexo IV. Inventario de medios.....	5
Anexo V. Metodología de cálculo de índices	7
1 Cálculo del Peligro	8
1.1 Peligro Histórico	9
1.2 Comportamiento Potencial	11
1.3 Resultado del Peligro	19
2 Cálculo de la Vulnerabilidad.....	20
2.1 Presencia Humana	21
2.2 Daño potencial.....	21
2.3 Dificultad de la extinción	27
2.4 Resultado del cálculo de la Vulnerabilidad	39
3 Cálculo del Riesgo de Incendios.....	40
4 Eficacia de la RAD.....	41



Anexo I. Fauna

Especies amenazadas

Tabla 1. Mamíferos incluidos en el catálogo regional de especies amenazadas en la provincia de Toledo.

Nombre científico	Nombre Común	Estado
<i>Galemys pyrenaicus</i>	Desmán ibérico	Peligro de Extinción
<i>Lutra lutra</i>	Nutria	Vulnerable
<i>Lynx pardinus</i>	Lince ibérico	Peligro de Extinción
<i>Microtus cabrerai</i>	Topillo de Cabrera	Vulnerable
<i>Miniopterus schreibersii</i>	Murciélago de cueva	Vulnerable
<i>Myotis blythii</i>	Murciélago ratonero mediano	Vulnerable
<i>Myotis myotis</i>	Murciélago ratonero grande	Vulnerable
<i>Myotis nattereri</i> / <i>M. escalerae</i>	Murciélagos ratoneros grises	Vulnerable
<i>Plecotus auritus</i>	Orejudo dorado	Vulnerable
<i>Rhinolophus euryale</i>	Murciélago mediterráneo de herradura	Vulnerable
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	Murciélago grande de herradura	Vulnerable
<i>Rhinolophus hipposideros</i>	Murciélago pequeño de herradura	Vulnerable
<i>Rhinolophus mehelyi</i>	Murciélago mediano de herradura	Vulnerable
<i>Sorex granarius</i>	Musaraña ibérica	Vulnerable

Tabla 2. Aves incluidos en el catálogo regional de especies amenazadas en la provincia de Toledo.

Nombre científico	Nombre Común	Estado
<i>Accipiter gentilis</i>	Azor Común	Vulnerable
<i>Accipiter nisus</i>	Gavilán Común	Vulnerable
<i>Acrocephalus melanopogon</i>	Carricerín Real	Vulnerable
<i>Aegypius monachus</i>	Buitre Negro	Vulnerable
<i>Alcedo atthis</i>	Martín Pescador Común	Vulnerable
<i>Aquila adalberti</i>	Águila Imperial Ibérica	Peligro de Extinción
<i>Aquila chrysaetos</i>	Águila Real	Vulnerable
<i>Ardea purpurea</i>	Garza Imperial	Vulnerable
<i>Ardeola ralloides</i>	Garcilla Cangrejera	Peligro de Extinción
<i>Asio flammeus</i>	Búho Campestre	Vulnerable
<i>Botaurus stellaris</i>	Avetoro Común	Peligro de Extinción
<i>Bubo bubo</i>	Búho Real	Vulnerable
<i>Ciconia nigra</i>	Cigüeña Negra	Peligro de Extinción
<i>Cinclus cinclus</i>	Mirlo Acuático	Vulnerable
<i>Circaetus gallicus</i>	Culebrera Europea	Vulnerable
<i>Circus aeruginosus</i>	Aguilucho Lagunero Occidental	Vulnerable
<i>Circus cyaneus</i>	Aguilucho Pálido	Vulnerable
<i>Circus pygargus</i>	Aguilucho Cenizo	Vulnerable

<i>Coracias garrulus</i>	Carraca Europea	Vulnerable
<i>Chersophilus duponti</i>	Alondra de Dupont	Vulnerable
<i>Chlidonias hybrida</i>	Fumarel Cariblanco	Vulnerable
<i>Chlidonias niger</i>	Fumarel Común	Vulnerable
<i>Dendrocopos minor</i>	Pico Menor	Vulnerable
<i>Elanus caeruleus</i>	Elanio Común	Vulnerable
<i>Falco naumanni</i>	Cernícalo Primilla	Vulnerable
<i>Falco peregrinus</i>	Halcón Peregrino	Vulnerable
<i>Falco subbuteo</i>	Alcotán Europeo	Vulnerable
<i>Gelochelidon nilotica</i>	Pagaza Piconegra	Vulnerable
<i>Glareola pratincola</i>	Canastera Común	Vulnerable
<i>Hieraaetus fasciatus</i>	Águila-azor Perdicera	Peligro de Extinción
<i>Ixobrychus minutus</i>	Avetorillo Común	Vulnerable
<i>Luscinia svecica</i>	Pechiazul	Vulnerable
<i>Marmaronetta angustirostris</i>	Cerceta Pardilla	Peligro de Extinción
<i>Milvus milvus</i>	Milano Real	Vulnerable
<i>Neophron percnopterus</i>	Alimoche Común	Vulnerable
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Martinete Común	Vulnerable
<i>Otis tarda</i>	Avutarda Común	Vulnerable
<i>Oxyura leucocephala</i>	Malvasía Cabeciblanca	Peligro de Extinción
<i>Panurus biarmicus</i>	Bigotudo	Vulnerable
<i>Phoenicopterus roseus</i>	Flamenco Común	Vulnerable
<i>Podiceps nigricollis</i>	Zampullín Cuellinegro	Vulnerable
<i>Porphyrio porphyrio</i>	Calamón Común	Vulnerable
<i>Pterocles alchata</i>	Ganga Ibérica	Vulnerable
<i>Pterocles orientalis</i>	Ganga Ortega	Vulnerable
<i>Recurvirostra avosetta</i>	Avoceta Común	Vulnerable
<i>Sterna albifrons</i>	Charrancito Común	Vulnerable
<i>Tadorna tadorna</i>	Tarro Blanco	Vulnerable
<i>Tetrax tetrax</i>	Sisón Común	Vulnerable

Tabla 3. Reptiles incluidos en el catálogo regional de especies amenazadas en la provincia de Toledo.

Nombre científico	Nombre Común	Estado
<i>Emys orbicularis</i>	Galápago europeo	Vulnerable
<i>Lacerta schreiberi</i>	Lagarto verdinegro	Vulnerable

Tabla 4. Peces incluidos en el catálogo regional de especies amenazadas en la provincia de Toledo.

Nombre científico	Nombre Común	Estado
<i>Anaocypris hispanica</i>	Jarabugo	Vulnerable



Anexo II. Demografía y sectores económicos

Padrón municipal de habitantes de Toledo a fecha de 1 de enero de 2020

Total población				Población extranjera			
Edad	Ambos Sexos	Hombre	Mujer	Edad	Ambos Sexos	Hombre	Mujer
0 a 4	22.200	11.458	10.742	0 a 4	4.022	2.021	2.001
5 a 9	32.055	16.523	15.532	5 a 9	5.744	2.944	2.800
10 a 14	36.989	19.058	17.931	10 a 14	5.960	3.056	2.904
15 a 19	38.978	20.149	18.829	15 a 19	5.303	2.748	2.555
20 a 24	34.296	17.828	16.468	20 a 24	6.143	3.252	2.891
25 a 29	30.228	15.784	14.444	25 a 29	7.826	4.097	3.729
30 a 34	32.236	16.842	15.394	30 a 34	9.131	4.435	4.696
35 a 39	36.954	18.827	18.127	35 a 39	10.483	5.030	5.453
40 a 44	47.220	24.115	23.105	40 a 44	10.854	5.526	5.328
45 a 49	54.807	28.333	26.474	45 a 49	9.500	4.990	4.510
50 a 54	51.764	26.555	25.209	50 a 54	6.967	3.658	3.309
55 a 59	48.944	24.926	24.018	55 a 59	4.775	2.436	2.339
60 a 64	44.778	22.696	22.082	60 a 64	2.928	1.348	1.580
65 a 69	37.282	18.754	18.528	65 a 69	2.100	939	1.161
70 a 74	29.577	14.704	14.873	70 a 74	1.268	537	731
75 a 79	25.695	11.964	13.731	75 a 79	683	244	439
80 a 84	19.321	8.294	11.027	80 a 84	351	122	229
85 y más	25.535	9.349	16.186	85 y más	268	81	187
Total general	648.859	326.159	322.700	Total general	94.306	47.464	46.842

Fuente: Padrón Municipal de Habitantes a 1 de enero (2020) y Censo Anual de Población (en adelante)
Elaboración: Servicio de Estadística de Castilla-La Mancha

Figura 1. Padrón Municipal de Habitantes a 1 de enero de 2020 de Toledo

Anexo III. Diseño de la RAD

Código estandarizado de las RAD

A la hora de nombrar o codificar las actuaciones en materia de tratamientos selvícolas que se van a recoger en la revisión actual de la RAD, se ha tenido en cuenta la tipología descrita a continuación. De esta forma se ha incluido un campo "CÓDIGO", que identifica a cada una de las actuaciones de la siguiente forma:

1. NUMERACIÓN COMÚN: 2630_TO_
2. NUMERACIÓN CORRELATIVA (cuatro dígitos)
3. COMARCA Y ZONA DE IF DE LA PROVINCIA DE TOLEDO (el número que corresponda)

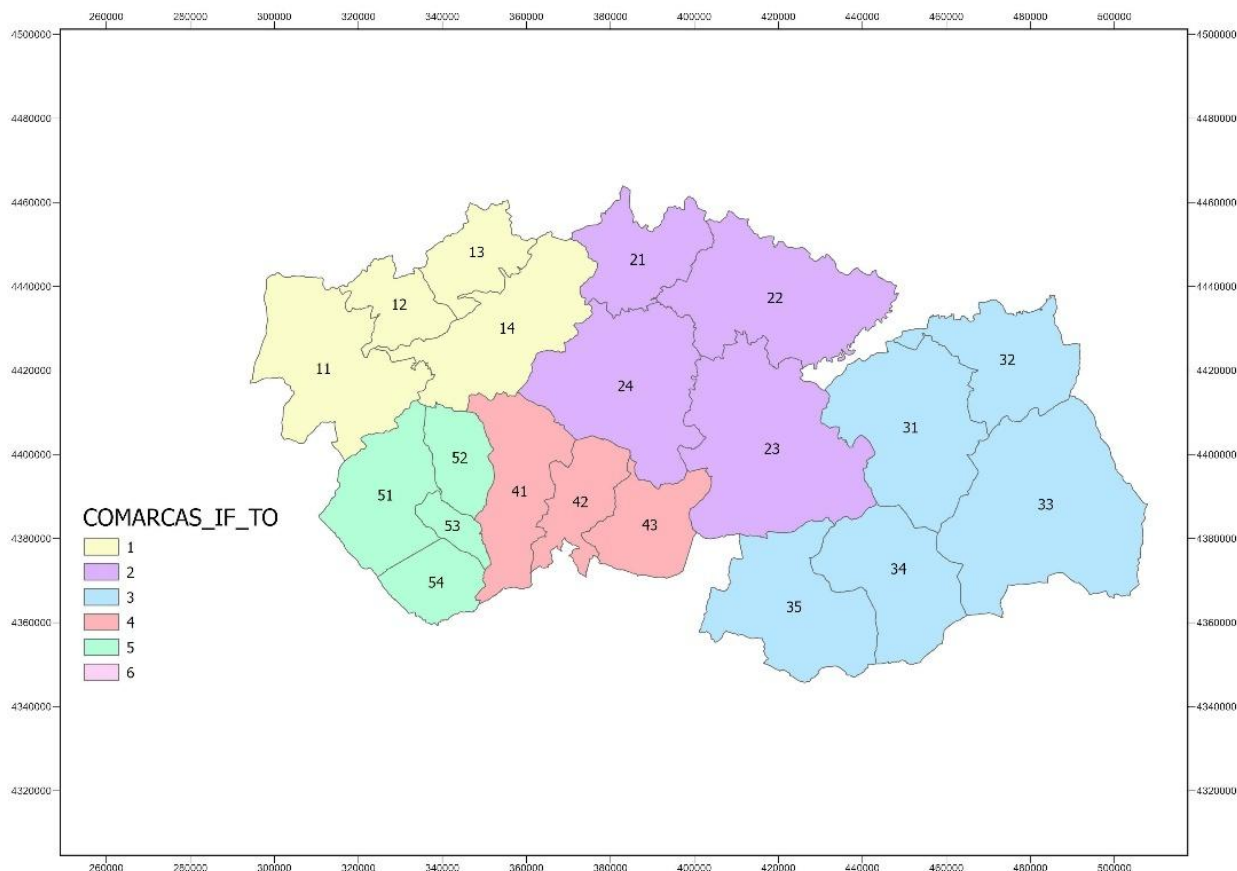


Figura 2. Comarcas y Zonas IF de Toledo

4. FUNCIONALIDAD

- 4.1. Área de contención de 1º Orden (1O)
- 4.2. Área de contención de 2º Orden (2O)
- 4.3. Área de contención de 3º Orden (3O)
- 4.4. Área estratégica (AE)
- 4.5. Área de protección de infraestructuras (PI)

5. SUBTIPO

- 5.1. AD RAD 2021-2025 (RAD_2125)
- 5.2. AD Fuera RAD 2021-2025 (FRAD_2125)
- 5.3. AD anterior 2016 (ANT16)
- 5.4. AD mejora de caminos (MC)
- 5.5. PI Carreteras (PIC)
- 5.6. Cortafuegos Maquinaria Pesada (CO)
- 5.7. Zonas de Pastoreo (ZP)
- 5.8. Áreas de recuperación de Rayos (AR)
- 5.9. Áreas estratégicas de nuevo diseño (NAE)
- 5.10. Acceso y Anclaje con el resto de la RAD de las zonas anteriores (AR y NAE) (ARE)
- 5.11. Accesos a posibles puntos sin cobertura TETRA (ZT)
- 5.12. IF por causas antrópicas (CA)

Estructura del código RAD:

2630_TO_NUMERACIÓN (4 dígitos)_COMARCA IF+ZONA IF_FUNCIONALIDAD_SUBTIPO

Ejemplos: 2630_TO_3401_52_30_CO; 2630_TO_0785_21_AE_ZP

Anexo IV. Inventario de medios

Medios de vigilancia, detección y extinción de la provincia de Toledo

Tabla 5. Puestos de vigilancia de incendios forestales en la provincia de Toledo

Código	Denominación	Denominación
T-513	El Piélagos	15,5
T-521	Almorox	20
T-535	La Calderina	0
T-541	Dehesa Boyal	0
T-542	Hontanar	6
T-543	San Pablo	5
T-551	La Estrella	3
T-513	El Piélagos	15,5

Tabla 6. Patrullas móviles de vigilancia en la provincia de Toledo

Código	Denominación
P-523N	Patrulla nocturna de Toledo
P-514N	Patrulla Nocturna de Talavera
P-514	Patrulla de Talavera
P-521	Patrulla de Maqueda
P-522	Patrulla de Toledo Norte
P-523	Patrulla de Toledo Sur
P-532	Patrulla de Villatobas
P-533	Patrulla de Corral de Almaguer



Tabla 7. Brigadas helitransportadas de la provincia de Toledo.

Denominación	Indicativo	Ubicación
Cerro Negro	LM-51 y LM-52	Talavera de la Reina
Robledo del Buey	LM-53	Los Navalucillos

Tabla 8. Autobomba-Retén en la provincia de Toledo.

Indicativo	Ubicación
AR-512	Navalcán
AR-513	Navamorcuende
AR-534	Madridejos
AR-541	Los Navalucillos
AR-542	Navahermosa
AR-543	San Pablo
AR-551	Sevilleja de la Jara
AR-553	Robledo del Mazo

Tabla 9. Autobomba-Doble en la provincia de Toledo.

Indicativo	Ubicación
D-511	Oropesa
D-514	Garciotún
D-521	Almorox
D-524	La Puebla de Montalbán
D-531	La Guardia
D-535	Urda
D-552	Espinoso del rey

Tabla 10. Autobomba nodriza en la provincia de Toledo

Indicativo	Ubicación
N-51	Talavera de la Reina

Tabla 11. Maquinaria pesada en la provincia de Toledo.

Indicativo	Ubicación
M-52	Santa Olalla
M-53	Urda
M-55	Sevilleja de la Jara



Anexo V. Metodología de cálculo de índices

De acuerdo con las definiciones planteadas por la Directriz básica de Protección Civil por Incendio Forestal (2013), se entiende por **Riesgo** de incendio, a la combinación de la posibilidad de que se produzca un incendio forestal en un lugar y momento determinado (**Peligro**) y sus posibles consecuencias, daños o grado de pérdidas que pueden sufrir, ante un incendio forestal, las personas, los bienes y el medio ambiente (**Vulnerabilidad**).

En la Figura 3, se muestra cómo se estructuran los diferentes índices y subíndices, que integran tanto el peligro de incendio, como la vulnerabilidad. Se toma como punto de partida la metodología propuesta por Rodríguez y Silva & Molina (2010), realizando modificaciones conceptuales y apoyados en nuevas herramientas implementadas por los sistemas de información geográfica (SIG).

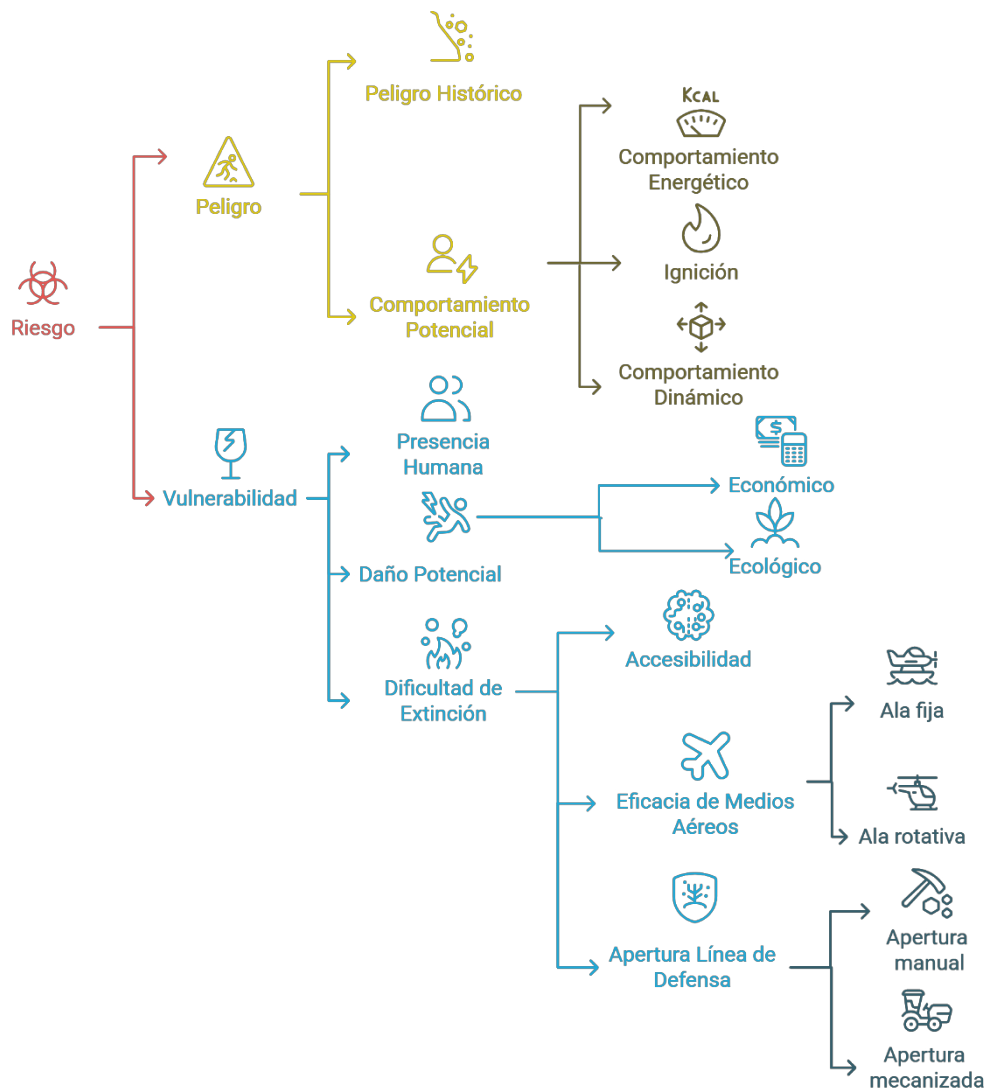


Figura 3: Esquema gráfico de cálculo de los índices

FUENTE: UNAP_CLM

Todos los ráster calculados tienen una resolución de 25 metros de tamaño de celda, la cual es una resolución que no se pierde información básica y permite manejar las capas de una forma fácil y eficaz. Si se trabajara con una resolución menor, por ejemplo, 100 metros, podría perderse información, por ejemplo, elementos como pueden ser una charca, una barrera natural, que tuviera un tamaño/anchura inferior a 100 metros, no apareciera, perdiendo la información correspondiente a ese elemento, por el contrario trabajar con resoluciones mayores a 25 metros complicaría los cálculos, necesitando herramientas de cálculo muy potentes, algo que no merecería la pena porque se obtendrían los mismos resultados que con la resolución elegida.

25 metros de resolución permite no perder información, pero cierto es que los cálculos si conllevan a trabajar con herramientas potentes, con buenos procesadores de cálculo y con tiempos prudenciales de trabajo. Puesto que es una metodología que se puede escalar, en caso necesario se puede modificar el tamaño de resolución del pixel (siempre que la fuente de datos lo permita y los tiempos de procesamiento no sean excesivos).

Para realizar la categorización de pesos de forma genérica para todos los ráster se ha asignado una clasificación del 1 al 10, siendo el 1 el valor más bajo y el 10 el más alto.

1 Cálculo del Peligro

De acuerdo con la definición de la Dirección General de Protección Civil y Emergencias (DGPCYE), en la directriz básica de planificación de protección civil de emergencia por incendios forestales (2013), peligro es *“la probabilidad de que ocurra un fenómeno o de que adquiera una magnitud importante. Factor de riesgo externo de un sujeto o sistema, representado por un peligro latente asociado con un fenómeno físico de origen natural o tecnológico que puede presentarse en un sitio específico y en un tiempo determinado produciendo efectos adversos en las personas, los bienes y/o el medio ambiente, matemáticamente expresado como la probabilidad de exceder un nivel de ocurrencia de un evento con una cierta intensidad en un cierto sitio y en cierto período de tiempo.”*

Esta probabilidad se analiza distinguiendo diversos eventos de incendio, caracterizados por su naturaleza y por la superficie afectada, construida en base a la

estadística oficial de incendios forestales de Castilla – La Mancha para la serie temporal 2014 – 2023.

El análisis del riesgo y peligro conforme al espacio no tiene otro objeto que definir las zonas en las que centrar los esfuerzos destinados, tanto a la prevención de incendios forestales, como a su extinción, por ser en ellas donde mayor probabilidad de ocurrencia existe, o donde una vez iniciado el potencial incendio forestal, se comportará con mayor virulencia.

Esta metodología plantea tres índices: Peligro histórico, Peligro potencial, y comportamiento potencial, como se puede comprobar en la

Figura 4.

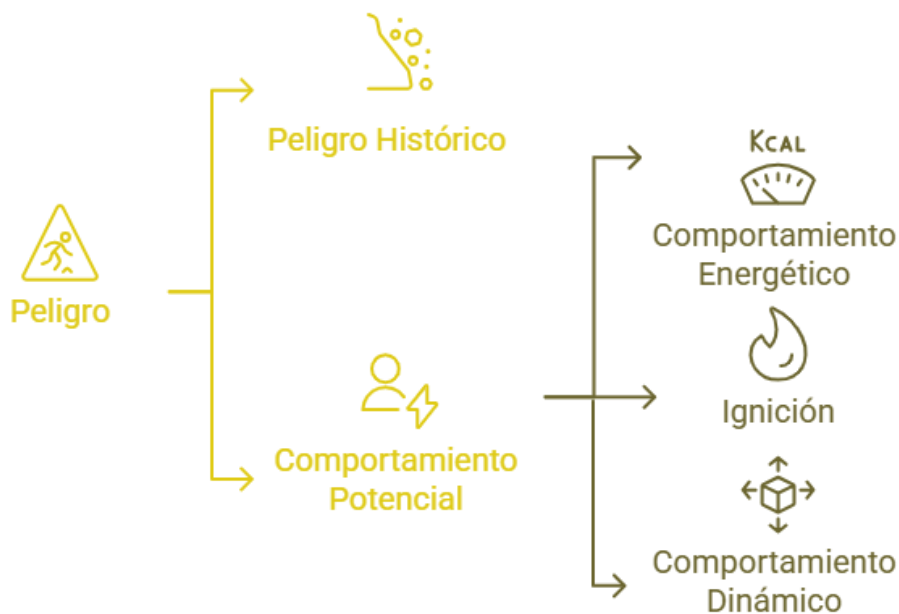


Figura 4: Esquema de composición del peligro

FUENTE: UNAP_CLM

1.1 Peligro Histórico

El Peligro histórico nos indica las partes del territorio donde en los últimos 10 años ha habido más concentración de incendios y se obtiene mediante la aplicación de la fórmula del índice de frecuencia de Incendios Forestales especializado. Proporciona información del número más probable de incendios a lo largo de un año en un lugar determinado.

Para calcular dicho índice se han tomado los datos referentes a los incendios forestales registrados en sistema FIDIAS (base de datos de incendios forestales de CLM) del último decenio completo (1/1/2014 – 31/12/2023).

Los datos empleados para cada uno de los incendios del histórico son los siguientes:

- Código FIDIAS de identificación del incendio.
- Fecha (Día/Mes/Año).
- Coordenadas X e Y proyectadas en ETRS1989 UTM Zona 30.

Estos datos, se han procesado mediante sistemas de información geográfica para obtener una nube de puntos, formada por cada uno de los lugares en los que se han localizado los incendios

El índice de Peligro histórico espacial se obtiene mediante la aplicación de la fórmula del índice de **densidad Kernel** (*Arctoolbox/Spatial analyst tools/Density/Kernel density*) con un radio de búsqueda de 10 km y un tamaño del pixel de salida de 25 m.

Para que todos los análisis tengan la misma referencia espacial, al ejecutar la herramienta, se realiza un alineado “*Snaping*”, que posibilita que los pixeles del nuevo ráster generado en el análisis de densidad de Kernel, coincidan con los de otros ráster. En todos los análisis se ejecuta el “*snap to raster*” tomando como referencia el MDT.

Realizado el análisis de densidad se obtiene una imagen ráster, cuyos valores oscilan entre 0 y 3,2 incendios/km². Con el fin de poder mantener el criterio empleado en planes de defensa redactados con anterioridad, se reclasifica la imagen ráster, en 6 categorías. Para esto se opta por emplear el método de “intervalos geométricos”, por el cual, se minimiza la suma de cuadrados del número de elementos de cada clase, creando un equilibrio entre los cambios resaltados en los valores centrales y en los valores extremos. Posteriormente estas categorías se han subdividido para ajustarse al criterio empleado en anteriores planes de defensa, con la herramienta “*Reclassify*” (*Arctoolbox/Spatial analyst tools/Reclass/Reclassify*).

Una vez realizada la clasificación de los valores de la imagen, las clases de Peligro Histórico se muestran a continuación (*Tabla 12*):

Tabla 12: Reclasificación de la densidad de incendios a peligro histórico

Rango (Incendios/km ²)	Reclasificación	Peligro Histórico
0 - 0,062	1	Sin recurrencia
0,062 - 0,0715	1	Poco recurrente
0,0715 - 0,081	2	
0,081 - 0,112	3	Algo recurrente
0,112 - 0,143	4	
0,143 - 0,245	5	Recurrente
0,245 - 0,347	6	
0,347 - 0,5983	7	Muy recurrente
0,5983 - 0,8496	8	
0,8496 - 1,101	9	
1,101 - 3,2	10	Altamente recurrente

FUENTE: UNAP_CLM

1.2 Comportamiento Potencial

Este índice analiza los factores ambientales que condicionan la mayor o menor facilidad de la vegetación para entrar en ignición y propagar el fuego, en este sentido los grados diferentes de inflamabilidad y combustibilidad representan caracterizaciones de gran importancia para la evaluación del comportamiento.

Es decir, el comportamiento potencial depende de las características de la vegetación y de los diferentes factores ambientales y orográficos que influyen en la generación y comportamiento del fuego (humedad de los combustibles, pendiente y dirección y modulo del viento local).

Para poder generar dicho índice es necesario crear previamente 3 subíndices (Figura 5; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), la combinación de los tres subíndices mediante la fórmula que se muestra a continuación dará como resultado el índice de comportamiento potencial (Ecuación 1).

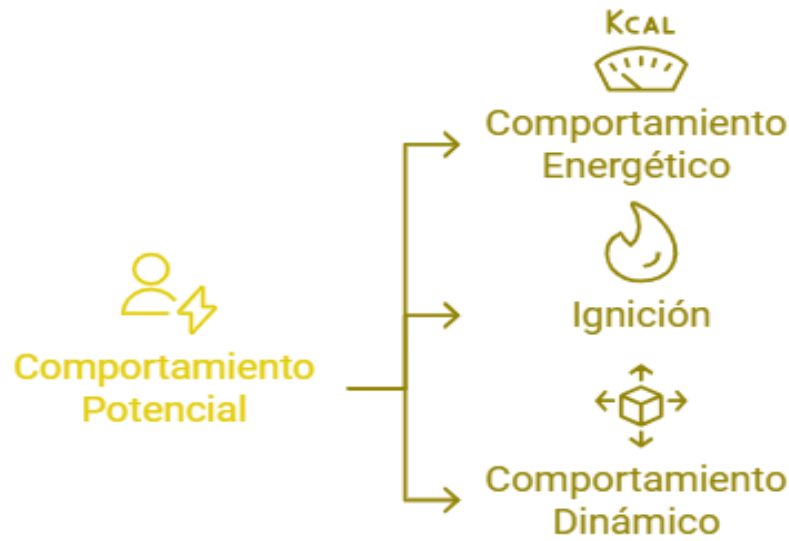


Figura 5: Esquema de composición del peligro potencial

FUENTE: UNAP_CLM

Ecuación 1: Cálculo del comportamiento potencial

$$I_{ComPot} = (I_{Ig} + I_{Cd} + I_{Ce}) / 3$$

Siendo:

- I_{IG} : Subíndice de Ignición.
- I_{CD} : Subíndice de Comportamiento Dinámico.
- I_{CE} : Subíndice de Comportamiento Energético.

Para la generación de todos los subíndices se parte de unos mismos datos de origen. Todos los datos de meteorológicos se han obtenido del reanálisis del ERA5, con una resolución espacial de nativa de 9 km, y con una resolución temporal horaria. Los datos de partida son los que se describen a continuación:

- Temperatura: La temperatura considerada ha sido la media de las máximas del periodo junio-septiembre.(ANEXO II)
- Orientación: La orientación se ha obtenido del MDT, a través de un raster de 25x25 m de celda.
- Vientos: La velocidad de viento que se ha considerado es de 25 km/h. Se ha obtenido de la estadística de incendios forestales, al considerar las condiciones climatológicas registradas para los incendios de más de 500 ha producidos en la región, para el periodo 2005-2024, tomando el percentil 85% de la estadística.(ANEXO II).



- Humedad de los combustibles: La humedad de los combustibles se ha obtenido de la estadística de incendios forestales, al considerar las condiciones climatológicas registradas para los incendios de más de 500 ha. producidos en toda la región, para el periodo 2005-2024. Para obtener la humedad de los combustibles finos y medios muertos de 1 HR y 10 HR, se ha utilizado el percentil 85% de la estadística. La humedad de los combustibles muertos de 100 HR se ha obtenido sumando una unidad a la obtenida para 10 HR. Para la humedad general de los combustibles vivos se ha utilizado un valor de 60%, y para la humedad de los combustibles herbáceos vivos un 30%.

1.2.1 Subíndice de Ignición (Iig)

Mediante el subíndice de ignición, se determinará la facilidad que presentan las acumulaciones de restos vegetales finos muertos para entrar en combustión tras la aplicación de una fuente de calor. Este subíndice viene a indicar la mayor o menor predisposición que presentan los combustibles para aceptar energía calórica y comenzar las reacciones de oxidación que determinan la combustión.

La obtención y valoración de las distintas variables que influyen en el subíndice de ignición se realizará de la siguiente forma:

- **Probabilidad de ignición (P_{imi})**

Se obtendrá utilizando la tabla que utiliza el programa Behave. Entrando en dicha tabla con los parámetros que se piden se obtiene la probabilidad de ignición en tanto por ciento. Los parámetros necesarios son:

- Temperatura: 38° C (Percentil 85% de la estadística de incendios forestales, superficies de más de 500 ha.)
- Humedad de los combustibles finos muertos (HCFM) de 1 hora: 3% (Percentil 85% de la estadística de incendios forestales, superficies de más de 500 ha.)
- Porcentaje de sombreado (Fcc): se toma la información de fracción de cabida cubierta del área de estudio como indicativo del sombreado. Esta información se extrae de la cartografía del IFN3, creando una capa vectorial.

A continuación, en la *Tabla 13* se resume la matriz de cálculo que aplica el programa Behave, que se utiliza para calcular la probabilidad de ignición, entrando con los datos de temperatura media máxima y la humedad del combustible fino muerto.



Tabla 13: Calculo de probabilidad de ignición

Fcc (% sombra)	T _a (°C)	Humedad del combustible fino muerto % (HCFM %)															
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
0-10	40 +	100	100	90	80	70	60	50	40	40	30	30	30	20	20	20	10
	35-40	100	90	80	70	60	60	50	40	40	30	30	20	20	20	10	10
	30-35	100	90	80	70	60	50	50	40	30	30	30	20	20	20	10	10
	25-30	100	90	80	70	60	50	40	40	30	30	20	20	20	10	10	10
	20-25	100	80	70	60	60	50	40	40	30	30	20	20	20	10	10	10
	15-20	90	80	70	60	50	50	40	30	30	30	20	20	20	10	10	10
	10-15	90	80	70	60	50	40	40	30	30	20	20	20	10	10	10	10
	5-10	90	80	70	60	50	40	40	30	30	20	20	20	10	10	10	10
	0-5	90	70	60	60	50	40	40	30	30	20	20	20	10	10	10	10
10-50	40 +	100	100	80	70	60	60	50	40	40	30	30	20	20	20	10	10
	35-40	100	90	80	70	60	50	50	40	40	30	30	20	20	20	10	10
	30-35	100	90	80	70	60	50	40	40	30	30	30	20	20	20	10	10
	25-30	100	90	80	70	60	50	40	40	30	30	20	20	20	10	10	10
	20-25	100	80	70	60	50	50	40	40	30	30	20	20	20	10	10	10
	15-20	90	80	70	60	50	50	40	30	30	20	20	20	20	10	10	10
	10-15	90	80	70	60	50	40	40	30	30	20	20	20	10	10	10	10
	5-10	90	80	70	60	50	40	40	30	30	20	20	20	10	10	10	10
	0-5	80	70	60	50	50	40	30	30	20	20	20	10	10	10	10	10
50-90	40 +	100	90	80	70	60	50	50	40	40	30	30	20	20	10	10	10
	35-40	100	90	80	70	60	50	50	40	30	30	30	20	20	20	10	10



Fcc (% sombra)	Tª (°C)	Humedad del combustible fino muerto % (HCFM %)															
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	30-35	100	90	80	70	60	50	40	40	30	30	20	20	20	10	10	10
	25-30	100	80	70	60	60	50	40	40	30	30	20	20	20	10	10	10
	20-25	90	80	70	60	50	50	40	30	30	30	20	20	20	10	10	10
	15-20	90	80	70	60	50	40	40	30	30	20	20	20	10	10	10	10
	10-15	90	80	70	60	50	40	40	30	30	20	20	20	10	10	10	10
	5-10	90	70	60	50	50	40	30	30	30	20	20	20	10	10	10	10
	0-5	80	70	60	50	50	40	30	30	20	20	20	10	10	10	10	10
100	40 +	100	90	80	70	60	50	50	40	30	30	30	20	20	20	10	10
	35-40	100	90	80	70	60	50	40	40	30	30	20	20	20	20	10	10
	30-35	100	80	70	60	60	50	40	40	30	30	20	20	20	10	10	10
	25-30	90	80	70	60	50	50	40	30	30	30	20	20	20	10	10	10
	20-25	90	80	70	60	50	40	40	30	30	20	20	20	10	10	10	10
	15-20	90	80	70	60	50	40	40	30	30	20	20	20	10	10	10	10
	10-15	90	70	60	60	50	40	40	30	30	20	20	20	10	10	10	10
	5-10	80	70	60	50	50	40	30	30	20	20	20	10	10	10	10	10
	0-5	80	70	60	50	40	40	30	30	20	20	20	10	10	10	10	10

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A DOCUMENTACIÓN DEL SOFTWARE BEHAVE

Esta información se valora mediante la asignación de un peso, en función de los datos máximos y mínimos de probabilidad que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 14: Reclasificación de la probabilidad de ignición

Probabilidad de ignición (%)	Peso
0-10	1
11-20	2
21-30	3
31-40	4
41-50	5
51-60	6
61-70	7
71-80	8
81-90	9
91-100	10

FUENTE: UNAP_CLM

Este peso que representa la probabilidad de ignición, que se incorpora en la capa vectorial que contiene los datos de Fcc extraídos del IFN3.

- **Coeficiente de ignición (C_{imi})**

Mediante la tabla de coeficientes de ignición característicos de cada modelo de combustible UCO40 creada por Rodríguez y Silva y Molina (2010), se realiza una adaptación de esta información a la capa de modelos de combustible de Scott y Burgan (2005) en la región. Se crea una capa vectorial con los datos que se muestran en la Tabla 15.

Tabla 15: Coeficiente de ignición en función de los modelos de combustible de Scott & Burgan

Modelo	Ci	Modelo	Ci	Modelo	Ci	Modelo	Ci
GR1	1	GS2	0,73	SH8	0,48	TL4	0,16
GR2	0,98	GS3	0,61	SH9	0,59	TL5	0,22
GR3	0,96	GS4	0,55	TU1	0,3	TL6	0,19
GR4	0,94	SH1	0,18	TU2	0,35	TL7	0,2
GR5	0,92	SH2	0,2	TU3	0,4	TL8	0,24
GR6	0,9	SH3	0,64	TU4	0,4	TL9	0,28
GR7	0,88	SH4	0,68	TU5	0,45	SB1	0,1
GR8	0,86	SH5	0,5	TL1	0,15	SB2	0,095
GR9	0,84	SH6	0,62	TL2	0,17	SB3	0,09
GS1	0,85	SH7	0,55	TL3	0,18	SB4	0,085

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A RODRÍGUEZ Y SILVA Y MOLINA (2010)

- **Cálculo del Subíndice de ignición (I_{ig})**

Finalmente se genera el subíndice de ignición para la zona de estudio, transformando las capas vectoriales de probabilidad de ignición y coeficiente de ignición, a formato ráster, de 25x25 m de resolución, y aplicando la *Ecuación 2* para su obtención, mediante la herramienta “raster calculator”.

Ecuación 2: Cálculo del subíndice de ignición

$$I_{ig} = \sum P_{i_{mi}} \times C_{i_{mi}}$$

Donde:

$P_{i_{mi}}$: Peso de la **probabilidad de ignición** del modelo m_i .

$C_{i_{mi}}$: **Coficiente de ignición** característico de cada modelo de combustible propuesto por Rodríguez y Silva.

El resultado es una capa ráster con el valor del subíndice de ignición, con un tamaño de celda de 25x25 m, cuya escala de valores se moverá entre 0-10.

1.2.2 Subíndice de comportamiento dinámico (ICD)

A través del subíndice de comportamiento dinámico, se evaluará la mayor o menor facilidad que tienen los combustibles afectados por la ignición para dar continuidad a las reacciones de oxidación. Esta continuidad dependerá de varios factores: la propia combustibilidad de la vegetación, la influencia de la pendiente del terreno y de la velocidad del viento. En definitiva, este subíndice aportará la posible evolución espacial que presentará el frente de llamas en su propagación.

La obtención y valoración de las distintas variables que influyen en el subíndice de comportamiento dinámico se realiza de la Ecuación 3.

Ecuación 3: Cálculo del subíndice de comportamiento dinámico

$$I_{CD} = C_{d_{mi}}$$

Donde:

$C_{d_{mi}}$: **Peso asignado**, en función de la velocidad de propagación.

Se calcula utilizando el programa *Wildfire Analyst*, simulando varios incendios en la zona de estudio. Dado que en este momento no nos interesa conocer el comportamiento de un incendio, si no la respuesta del territorio a un incendio en unas condiciones que establecemos como desfavorables, empleamos las simulaciones en “modo propagador” del software de simulación “*Wildfire Analyst*” versión 2.8, por el cual, uno de los resultados que vamos a obtener es el comportamiento del área definida como “escenario de simulación”. Para este tipo de simulación, no influye el número de

horas a simular o la posición del punto de ignición, por lo que el tiempo de procesamiento para una comarca es más que aceptable.

Se configura la simulación, con un viento general de 25 km/h y la humedad de los combustibles finos muertos se configura: 1h en 3%, 10h en 6%, 100h en 7%. La humedad de la vegetación herbácea se configura en un 30%, y la humedad de la vegetación viva en un 60 %. Estos valores se obtienen de los datos registrados en las estadísticas de incendios forestales, analizando las condiciones climatológicas para los incendios de más de 500 ha, para el periodo 2005-2024, seleccionando el percentil 85 % de cada variable.

Una obtenida la capa que indica las velocidades de propagación, se exporta la información al programa ArcGIS para reclasificar los valores conforme la Tabla 16:

Tabla 16: Reclasificación de las velocidades de propagación a Subíndice de comportamiento dinámico

Velocidad de propagación (m/min)	I _{CD}
< 2,5	1
2,5-5	2
5-7,5	3
7,5-10	4
10-12,5	5
12,5-15	6
15-17,5	7
17,5-20	8
20-22,5	9
> 22,5	10

FUENTE: UNAP_CLM

1.2.3 Subíndice de comportamiento energético (ICE)

Representa la peligrosidad de un incendio consolidado. Con él se viene a representar la expresión completa del proceso de combustión, una vez que desde la ignición se han enlazado las reacciones de oxidación. De esta forma, se evaluará la posible continuidad de las llamas desde elementos que ya han entrado en combustión, hacia los contiguos, que se encuentran en fase de precalentamiento. Los valores se han obtenido mediante las mismas simulaciones en “*Wildfire Analyst*”, empleando los mismos parámetros de configuración que para el índice anterior.

De acuerdo con la igualamos la intensidad lineal del frente de avance (Kcal/m/sg), al subíndice de comportamiento energético.

Ecuación 4: Cálculo del subíndice de comportamiento energético

$$I_{ce} = I_{af}$$

Siendo:

- I_{af} : Peso asignado para la **Intensidad lineal del frente de avance (Kcal/m/sg)**.

Una obtenida la capa que indica la Intensidad lineal del frente de avance, se exporta la información al software ArcGIS para reclasificar los valores conforme a Tabla 17.

Tabla 17: Reclasificación del subíndice de comportamiento energético

I_{CE}	Intensidad lineal del frente de avance (Kcal/m/sg)
1	<170
2	170 - 375
3	375 - 545
4	545 - 715
5	715 - 885
6	885 - 1.055
7	1.055 - 1.225
8	1.225 - 1.400
9	1.400 - 1.565
10	> 1.565

FUENTE: UNAP_CLM

1.3 Resultado del Peligro

De acuerdo con el PDDCIF (Plan Director de Defensa Contra Incendios Forestales de Castilla la Mancha), el **Peligro** se calcula como la suma de los índices anteriores, según Ecuación 5:

Ecuación 5: Cálculo del índice de peligro

$$\text{Peligro} = \text{Peligro Histórico} + \text{Peligro Potencial} + \text{Comportamiento Potencial}$$

Puesto que cada uno de los índices presenta valores comprendidos entre 1-10, los valores de la peligrosidad oscilan entre 3-30. Para mantener la clasificación que establece el PDDCIF (Plan director de Defensa Contra Incendios Forestales de Castilla la Mancha), es necesario reclasificar la imagen de acuerdo con la Tabla 18:

Tabla 18: Clasificación del peligro según PDDCIF de CLM

Peligrosidad	Criterio (Clasificación de Peligrosidad)
Baja	3-12
Media	13-21
Alta	22-30

FUENTE: UNAP_CLM

2 Cálculo de la Vulnerabilidad

Derivada de la definición de vulnerabilidad establecida por la Directriz básica de Protección Civil por Incendio Forestal (2013), se puede entender como la combinación de los daños tanto ecológicos como económicos que una zona puede sufrir en el caso de producirse un incendio en ella, es decir se trata de una clasificación del territorio en base al valor que tiene respecto a los dos aspectos antes indicados. Con el fin de contemplar la vulnerabilidad de un modo más amplio, incorporamos la “Dificultad de extinción”, basándonos en la metodología de Rodríguez y Silva & Molina (2010) -con modificaciones asociadas a la mejora en la tecnología de los SIG y peculiaridades propias del dispositivo-. De este modo además de evaluar las pérdidas provocadas por la afección de un incendio, evaluamos la facilidad/dificultad de extinguirlo por parte del dispositivo de extinción, en las condiciones actuales del mismo.

Gráficamente en la Figura 6, se muestra el esquema de cálculo de la vulnerabilidad.

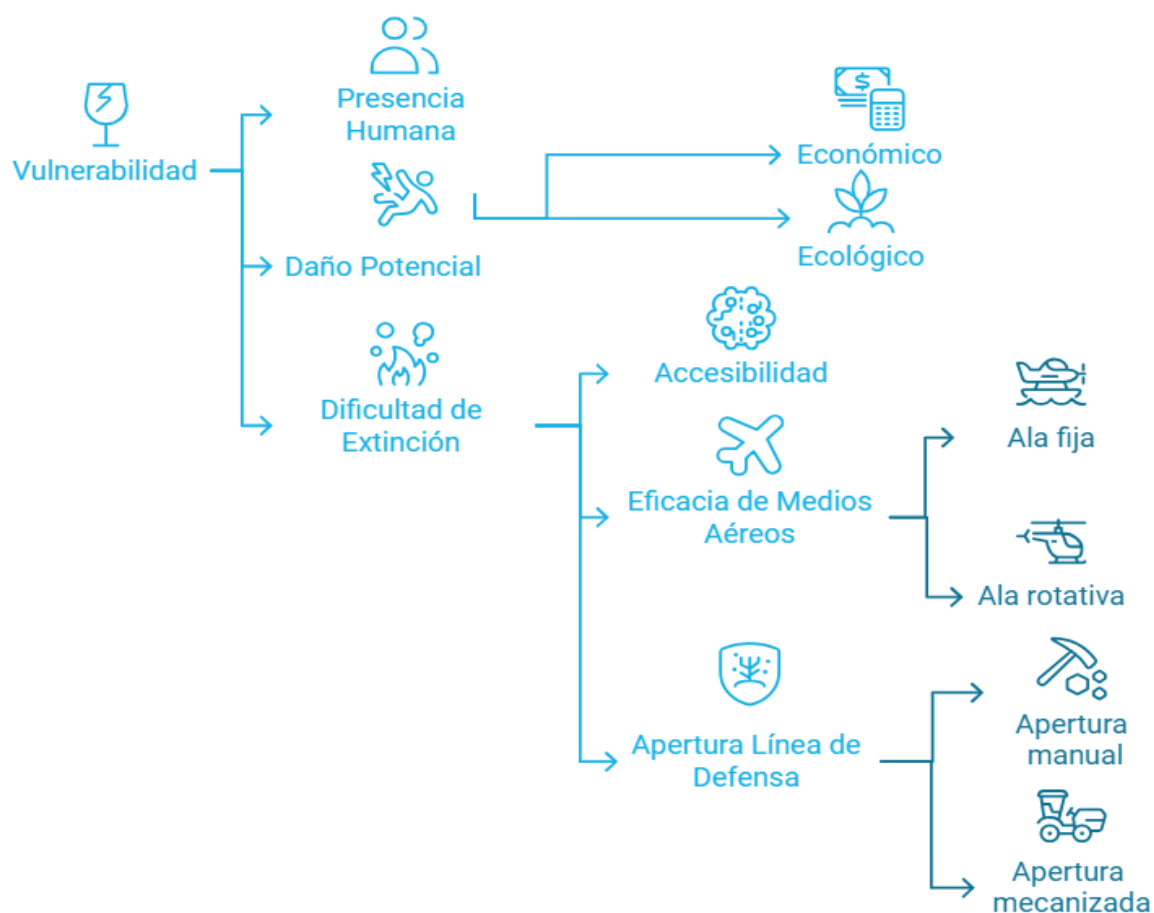


Figura 6: Esquema de cálculo de la vulnerabilidad

FUENTE: UNAP_CLM

2.1 Presencia Humana

Se opera con la capa obtenida del JRC (*Join Research Center*), organismo dependiente de la Comisión Europea, generada durante el proyecto GHSL (*Global Human Settlement Landsat*) por el cual, mediante la aplicación de algoritmos de clasificación supervisado basado en el aprendizaje automático simbólico, (machine learning y análisis de Big Data). Los datos obtenidos, informan de sobre la densidad de población contenida en cada pixel, de 250m².

Se reclasifican los valores de los pixeles en una escala de 0-10, tal como se muestra en la Tabla 19, para calcular el índice de presencia humana, empleando los mismos intervalos de clasificación que en los planes redactados con anterioridad, para mantener la homogeneidad y poder comparar los resultados.

Tabla 19: Reclasificación de la densidad de población al índice de presencia humana

Densidad de Población (Número de Habitantes)	P _{resHum}
0 - 41,125	1
41,1875 - 84,9375	2
85 - 123,4375	3
123,5 - 164,625	4
164,6875 - 205,8125	5
205,875 - 246,9375	6
247 - 288,125	7
288,1875 - 329,25	8
329,3125 - 370,4375	9
370,5 - 411,625	10

FUENTE: UNAP_CLM

2.2 Daño potencial

El daño potencial, es el resultado de la suma ponderada del daño ecológico y el daño económico, como queda reflejado en la Figura 7

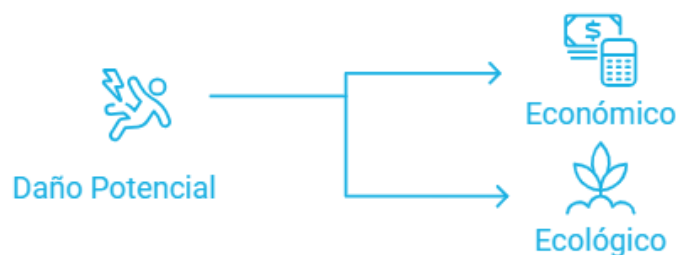


Figura 7: Esquema de cálculo del daño potencial

FUENTE: UNAP_CLM

2.2.1 Daño potencial ecológico

Para el cálculo del daño potencial ecológico se han tenido en cuenta, por un lado, los espacios que ostentan figuras ecológicas de protección dentro de la región:

- Espacios Naturales Protegidos
- Zonas Protección Prioritaria
- Espacios Protegidos
- Red Natura 2000
- El posible efecto de escorrentía asociado a precipitaciones que se puedan producir tras el paso del fuego.

Ecológicamente hablando, no se ha valorado la superficie forestal que no está incluida en alguna figura de protección, a priori parece que podría sufrir un daño ecológico por pérdida de especies de flora, fauna y hábitats, pero la realidad es que estos territorios están formados por matorrales y pequeñas extensiones de vegetación superior sin incidencia en el territorio. Si estos terrenos se vieran afectados por el fuego, el tiempo de recuperación es muy corto y volverían a estar igual que antes de verse afectados por el fuego. Por este motivo se ha creído conveniente no valorar estos terrenos forestales. Verdaderamente los terrenos forestales que pueden sufrir una pérdida ecológica están incluidos en las figuras de protección indicadas. Sin embargo, la pérdida de suelo que pueden tener por la pendiente durante ese periodo de tiempo si es un factor muy importante para tener en cuenta. En el caso de la pendiente, se ha empleado la clasificación de pendientes del modelo USLE (Ecuación Universal de Perdida de Suelo, en castellano) (Wischmeier, 1976), desarrollada por el NRCS del USDA (Servicio de conservación de los Recursos Naturales del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos), con el fin de acotar la subjetividad anteriormente mencionada. La graduación del daño producido por el paso del fuego, como el peso asignado a cada uno de los valores (figuras de protección y pendiente), se valora del 1

al 10, asignando los diferentes pesos en función de la importancia ecológica de cada figura de protección, realizándose la siguiente forma:

- Espacios Naturales Protegidos: valor **9**, los que más peso tienen, por contener sistemas naturales representativos, singulares, frágiles, amenazados, de especial interés o por estar dedicados a la protección y el mantenimiento de la diversidad biológica, de la geodiversidad y de los recursos naturales y culturales asociados.
- Zonas Protección Prioritaria: con un peso de **7**, son partes del territorio donde se requiere la aplicación de acciones e instrumentos de estímulo económico.
- Espacios Protegidos: con un peso de **7**, al tener un nivel de protección similar a las zonas de protección prioritaria.
- Red Natura 2000: con un peso **5**, ya que son espacios que contribuyen a mantener un estado de conservación favorable de determinados tipos de hábitats.

Dado que hay figuras de protección que se solapan espacialmente, se tomará el valor más alto del peso, de entre las figuras de protección presentes.

No se contemplan valores inferiores ya que corresponderían con un daño muy pequeño o insignificante, el cual no afecta en el análisis. El valor máximo tampoco ya que sería un daño irreparable.

Para la pendiente se ha tenido en cuenta la graduación del 1 al 10, dividiendo la pendiente en 4 tramos y asignando un peso uniforme y gradual, de la siguiente forma:

- 0 - 3 % un peso de 3
- 3 - 12 % de 5
- 12 - 30 % de 7
- >30 % de 9

Una vez realizado la asignación de pesos y para calcular el potencial ecológico se ha dado una mayor importancia al daño por figuras de protección, que será de un 60 % y de un 40 % a la pendiente, esta ponderación de porcentajes viene asignada porque ecológicamente la importancia que tienen las figuras de protección con respecto a la pendiente es mayor, ya que engloba un ámbito mucho más amplio, como, por ejemplo, la fauna, la flora, factores bioclimáticos, etc. De esta forma, se obtienen unos resultados que posibilitan la graduación del nivel de daño, que es en definitiva el objetivo que se pretende.

Esta ponderación queda resumida en la *Tabla 20*.

Tabla 20: Ponderación de las variables de cálculo del daño ecológico

PROTECCIÓN		Daño	Peso
Red Natura		5	60%
E.NAT.PROTEG.		9	
Z. Protec. Prioritaria		7	
Esp. Protec.		7	
Pendiente	0-3%	3	40%
	3-12%	5	
	12-30%	7	
	>30%	9	

FUENTE: UNAP_CLM

Partiendo del Modelo Digital de Elevaciones de la región, se genera un mapa de pendientes empleando la herramienta “*Slope*” (*Arctoolbox/ Spatial Analyst Tools/ Surface/ Slope*), la imagen ráster que, obtenida, se clasifica mediante la herramienta “*Reclassify*”, que permite asignar a cada rango de pendientes el daño estimado. En el caso de las figuras de protección, se ha empleado la capa de polígonos que contiene la información relativa a las mismas, se ha creado un nuevo campo en la tabla de atributos que lleva asociada dicha capa, en la cual se ha incluido el peso asignado a cada figura; posteriormente dicho polígono, se ha reconvertido en ráster ejecutando la herramienta “*Polygon to Raster*”(Arctoolbox/ *Conversion Tools/ To Ráster/ Polygon To Raster*), utilizando como “valor del ráster” el nuevo campo agregado a la tabla de atributos.

Por último, ambos ráster se han fusionado en uno, mediante el empleo de la “*Raster Calculator*”, multiplicando los ráster por el Peso asignado a cada uno, obteniéndose como resultado una capa ráster de 25x25 metros, cuyos valores oscilan entre 1 y 9.

Este índice, no sigue de manera estricta el rango de valore de 1-10, del resto de índices, puesto que considero que ningún daño -ecológico- producido por un incendio es irreversible (tardará más o menos en recuperarse, pero se recuperará, manteniendo lo anterior o evolucionando) por lo que nunca se alcanza el valor de 10. Del mismo modo, aunque no existan figuras de protección, todo el territorio cumple una función ecológica, por lo tanto, descarto el daño 0.

Daño potencial económico

Como sucede en la valoración del daño potencial ecológico, es necesario fijar un valor al grado de pérdida producida por el paso del fuego desde el punto de vista económico. En este caso, aplicando el criterio de triaje de prioridad de defensa (Vidas humanas < Bienes materiales < Monte), se han asignado valores de forma subjetiva, nuevamente abiertos a debate, pero que como sucede en el caso anterior permite evaluar el daño.

En base al IFN3, se crea un nuevo campo en la tabla de atributos asociada a la capa, en la cual se asignan los valores a cada una de las teselas de vegetación, de acuerdo con la *Tabla 21*, empleando la clasificación de terrenos del diccionario de datos del IFN3, *Tabla 22*.

Tabla 21: Clasificación de las actividades en base al IFN3

Uso (valor)	N1	N2	N3
Forestal Sin aprov. (3)	1	1	4
		2	4
		5	
		6	3
		7	4
Ganadero (5)	1	1	3
		2	2
		4	-
		7	3
Forestal Con aprov. (6)	1	1	1
		1	2
		2	1
		2	2
		3	1
		3	2
		6	1
		6	2
		6	3
		7	1
7	2		
Agrícola (7)	2	-	-
Urbano / Industrial (10)	3	-	-

FUENTE: UNAP_CLM

Cabe decir que se considera que la pérdida económica se da, sea el monte explotado o no, la diferencia es si el valor de este se extrae o no. Se ha terminado

considerando que no se produce pérdida económica excesiva (3) en los complementos del bosque y en monte sin vegetación superior.

Se asignan estos pesos para permitir graduar el daño en función de la pérdida económica que tiene cada tipo de uso del suelo dadas sus características, así, por ejemplo, al suelo con uso industrial se ha valorado con el máximo peso porque la pérdida es la mayor, sin embargo, las pérdidas mínimas se producen en los suelos forestales que tienen escaso o ningún valor económico.

No se ha creído conveniente utilizar el valor 10, ya que ese valor se considera para un daño potencial irreparable, no se ha considerado que ningún daño sea irreparable

Tabla 22: Detalle del diccionario de datos del IFN3

NIVEL 1		NIVEL 2		NIVEL 3		FCC %
1	USO FORESTAL	1	MONTE ARBOLADO	1	BOSQUE	>=20
				2	BOQUE DE PLANTACIONES	
				3	BOSQUE ADEHESADO	
				4	COMPLEMENTOS DEL BOSQUE	
		2	MONTE ARBOLADO RALO	1	BOSQUE	>=10 Y <20
				2	BOQUE DE PLANTACIONES	
				3	BOSQUE ADEHESADO	
3	MONTE TEMPORALMENTE DESARBOLADO	1	TALAS	CUALQUIERA		
		2	INCENDIOS			
4	MONTE DESARBOLADO	1	FENÓMENOS NATURALES	CUALQUIERA		
		2	INCENDIOS			
5	MONTE SIN VEGETACIÓN SUPERIOR			<5		
6	ÁRBOLES FUERA DEL MONTE			0		
7	MONTE ARBOLADO DISPERSO	1	RIBERA ARBOLADA	1	RIBERA ARBOLADA	CUALQUIERA
				2	BOSQUETES PEQUEÑOS	
				3	ALINEACIONES ESTRECHAS	
				4	ÁRBOLES SUELTOS	
2	USO AGRÍCOLA	1	BOSQUE	1	BOSQUE	>=5 Y <10
				2	BOQUE DE PLANTACIONES	
				3	BOSQUE ADEHESADO	
				4	COMPLEMENTOS DEL BOSQUE	
3	USO ELEMENTOS ARTIFICIALES (IMPRODUCTIVO)					
4	USO HÚMEDAL					
5	USO AGUA					

FUENTE: DICCIONARIO DE DATOS DEL IFN3

A continuación, se debe de convertir de polígono a ráster empleando nuevamente “*Polygon to Raster*”), obteniendo un ráster de 25x25m.

2.2.2 Resultado del Daño Potencial

Se han ponderado nuevamente los pesos de ambos peligros potenciales (económico y ecológico) y mediante la ejecución de una “*Raster Calculator*”, de acuerdo con la Ecuación 6 :

Ecuación 6: Ponderación del daño potencial

$$\text{Daño Potencial} = 0,8x V_{\text{economica}} + 0,2V_{\text{ecologica}}$$

De este modo obtenemos una única imagen ráster, con el daño potencial, con una resolución de 25m. para toda la región.

2.3 Dificultad de la extinción

Para el cálculo de la dificultad de extinción se parte de la ecuación propuesta por Rodríguez y Silva et al. (2020), de acuerdo con la *Ecuación 7.Figura 8* **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

Ecuación 7: Cálculo del índice de dificultad de extinción

$$I_{dex} = (I_{ce}) / ((I_{aces} + I_{aldman} + I_{aldmec} + I_{exAF} + I_{exAR}) / 10)$$

Dónde:

- I_{dex} : Índice de dificultad para la extinción.
- I_{ce} : Índice de comportamiento energético
- I_{aces} : Índice de accesibilidad
- I_{aldman} : Índice de apertura de línea de defensa manual
- I_{aldmec} : Índice de apertura de línea de defensa mecanizada
- I_{exAF} : Índice de extinción con medios aéreos de ala fija
- I_{exAR} : Índice de extinción con medios aéreos de ala rotatoria

En el cálculo de los subíndices se proponen ciertas modificaciones, apoyadas en análisis SIG que se considera aumentan la fiabilidad de los resultados.

La información utilizada para evaluar la dificultad para la extinción es:

- Accesibilidad, se considera un factor importante para la dificultad de extinción lo accesible que sea el terreno donde se produzca el incendio; se ha analizado la accesibilidad del terreno desde las bases donde se ubican los medios de extinción adscritos al SEIF clasificando el territorio según el tiempo de acceso a los diferentes puntos de este.
- Apertura de línea de defensa, en base a la vegetación existente y a la pendiente.
- Efectividad de los Medios Aéreos, en función de la cadencia con que los medios aéreos pertenecientes al SEIF alcanzan cada punto del territorio, desde los diferentes puntos de carga y la capacidad extintora de los mismos.

En la Figura 8 ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia., se muestra gráficamente el esquema de construcción de índice de dificultad de la extinción, así como sus subíndices asociados.

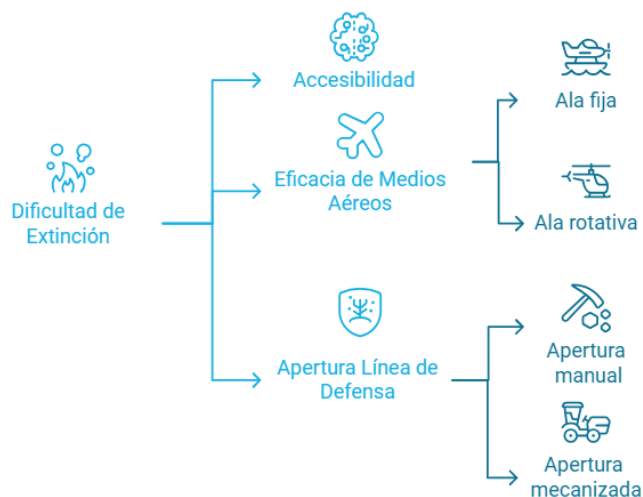


Figura 8: Esquema de cálculo de índice de dificultad de extinción

FUENTE: UNAP_CLM

2.3.1 Accesibilidad

Para el cálculo del índice de accesibilidad, se realiza un análisis de coste distancia, que calcula el tiempo que se tarda en alcanzar cada celda del territorio desde un punto de origen, calculando el tiempo de llegada en base a un ráster de coste, que nos indica el tiempo a emplear al recorrer un metro del terreno en base a lo que exista en el (carretera, camino, senda o tipo de modelo de combustible), y aplicando factores correctores por la orografía del terreno (calcula la distancia real en base al perfil del terreno) y de la pendiente (aumenta el tiempo de tránsito a medida que aumenta la pendiente).

El índice nos da información del tiempo de respuesta de los medios terrestres a la hora de acometer la extinción de un incendio en esa zona, pudiendo priorizar en los lugares más inaccesibles el uso de los medios aéreos.

Para la generación del índice se han utilizado las siguientes informaciones:

- Red de vías de la zona (Autopistas/Autovías, carreteras, caminos, pistas y sendas).
- Red ferroviaria.
- Mapa de modelos de combustible (Scott & Burgan)
- Red fluvial y masas de agua.
- Modelo digital del terreno.
- Ubicación de las bases de los medios de extinción terrestres.

Sobre la capa vectorial de cada vía, se aplica un buffer, o área de influencia, de 25m mediante la herramienta “Buffer” (*Arctoolbox/ Analyst Tools/ Proximity / Buffer*), a cada capa se le añade un nuevo campo en la tabla de atributos denominado “acces” en el cual se reflejan la inversa de la velocidad de desplazamiento sobre cada tipo de vía, expresada en 1.000s/m, según la Tabla 23.

Tabla 23: Velocidades de desplazamiento empleadas en la creación del ráster de costes

	Tipo	V (km/h)	V (m/s)	1/V (s/m)	1.000/V (1000s/m)
Vías	Autopistas/autovías	80	22,22	0,045	45
	Carreteras	80	22,22	0,045	45
	Caminos	15	4,17	0,24	240
	Pistas	15	4,17	0,24	240
	Sendas	5	1,39	0,72	720
Barreras	Ferrocarriles	0	0	9.999.999	9.999.999
	Ríos	0	0	9.999.999	9.999.999
	Embalses	0	0	9.999.999	9.999.999

FUENTE: UNAP_CLM

La inversa de la velocidad se ha multiplicado por 1000, simplemente para que el ráster obtenido tenga números enteros y no números decimales, sabiendo por ejemplo que el valor 45 en carreteras o autopistas es realmente de 0,045 segundos/metro. Las velocidades de tránsito se han fijado como la media de los vehículos de extinción terrestres (brigadas terrestres y autobombas).

Asignados los valores al nuevo campo, se convierten los polígonos a ráster, mediante la herramienta “Polygon to Raster”, es necesario realizar estos ajustes:

Value field: Acces
Cellsize: 25

La capa de modelos de Scott & Burgan, se ha reclasificado incluyendo los valores de la velocidad inversa (coste de desplazamiento), de acuerdo con la Tabla 24.

Tabla 24: Estimación de velocidades de desplazamiento de vehículos de extinción terrestre por modelos de combustible de Scott & Burgan, para el cálculo del ráster de costes

	Tipo	N.º S&B	V (km/h)	V (m/s)	1/V (s/m)	1.000/V (1000s/m)
Combustibles	descampados	NB5,NB7 y NB9	50	13,889	0,072	72
	Sembrado alto	NB3	5	1,389	0,72	720
	cultivos de secano	NB4	5	1,389	0,72	720
	urbano	NB1 y NB6	4	1,111	0,9	900
	Pastos	GR1-GR2	4	1,111	0,9	900
	Pastos - Matorral	GS1-GS2	3	0,833	1,2	1.200
	Matorral bajo	SH1-SH2	2,75	0,764	1,309	1.310

	Matorral alto	SH5 y SH7	2,25	0,625	1,6	1.600
	Hojarasca- Matorral	TU1 - TU5	2,25	0,625	1,6	1.600
	Hojarasca	TL2-TL8	2,75	0,764	1,309	1.310

FUENTE: UNAP_CLM

En este caso empleo el modelo de combustible de Scott & Burgan, por el hecho de que esta en formato ráster, a una resolución apropiada, y con suficiente grado de detalle, para el nivel requerido. Las velocidades de tránsito para los modelos de combustible se han obtenido según el peso que Rodríguez y Silva (2010) asigna al parámetro dc de penetrabilidad.

De cara a unir todas las capas, se crea un ráster ejecutando la herramienta “*Create Raster Dataset*” (Arctoolbox/ Data Management Tools/Raster/Raster Data Set/Create Raster Dataset), al cual se le deben especificar los siguientes parámetros:

Cellsize: 25

Spatial Reference for Raster: ETRS 89 UTM Zone 30

Con el fin de unir las capas, empleamos la herramienta” Mosaic” (Arctoolbox/Data Management Tools/Raster/Raster Data Set/Mosaic).

Mosaic Operator: MAXIMUM

Acces_mod_comb+Acces_rios+Acces_embalses+Acces_ferrocarril

Volvemos a emplear la herramienta “*Mosaic*”, para unir la capa anterior con las de las vías:

Mosaico1+Acces_autovia+Acces_carreteras+Acces_caminos+Acces_pistas+Acces_sendas

Mosaic Operator: MINIMUM

Obteniendo la capa de **COSTES**.

Con el fin de asegurarnos que, en el análisis, todos los medios parten de sus bases, a través de vías de comunicación, bien sea desde carreteras, pistas o caminos, se emplea nuevamente la herramienta “*Buffer*”, en este caso de 500m sobre los puntos donde se ubican las bases.

Puesto que es necesario tener en cuenta el efecto de la pendiente, sobre la velocidad de desplazamiento de los medios, se opta por emplear la herramienta “*Path Distance*” (Arctoolbox/Spatial Analysttools/Distance/Path Distance), mediante la cual se ejecuta un algoritmo de procesamiento que, en base al modelo digital de elevaciones, es capaz de implementar el efecto de la pendiente. Para ello es necesario aplicar esta configuración en la herramienta al ejecutar el proceso:

Input raster or feature source data:
Buffer_mediosterrestres500

Input cost raster: COSTES

Vertical factor parameter:

Input vertical raster: mdt

Vertical factor: Symmetric Inverse Linear

Es necesario dividir los valores del ráster generado por 60.000, para obtener el resultado de este en minutos, puesto que las unidades de la capa de costes que hemos creado vienen expresadas en 1.000s/m.

Una vez convertimos los valores a minutos reclassificamos las superficies en función del tiempo, de acuerdo con la Tabla 25.

Tabla 25: Reclasificación de tiempo de llegada a índice de accesibilidad

Tmp min	Peso
0-5	10
5-10	9
10-15	8
15-20	7
20-30	6
30-50	5
50-70	4
70-90	3
90-120	2
>120	1

FUENTE: UNAP_CLM

2.3.2 Apertura de líneas de defensa

No es un subíndice como tal, es una agrupación de dos subíndices que evalúan los rendimientos de apertura de líneas de defensa, bien sea de forma manual (I_{alman}), bien de forma mecanizada (I_{almec}). Por lo que no se genera un único ráster.



Figura 9: Esquema de agrupación de los subíndices de apertura de líneas de defensa

FUENTE: UNAP_CLM

2.3.2.1 Apertura de línea manual

Este subíndice, tiene por objeto evaluar los hipotéticos rendimientos de apertura de líneas de defensa de forma manual. Es necesario remarcar que son rendimientos hipotéticos, que varían en función de muchas variables (número de componentes, estado de los mismo, tipos de herramientas, conservación de estas...), es por ello por lo que, por simplificar, se toman los rendimientos por persona y hora de Rodríguez y Silva (2015), como se muestra en la *Tabla 26*.

El índice se calcula del siguiente modo:

Ecuación 8: Cálculo del subíndice de apertura de línea de defensa

$$I_{\text{alman}} = (\text{Trh}) * C_p$$

Trh: Peso asignado a la tasa de rendimiento en extinción manual según modelo de combustible.

Cp: Coeficiente de ajuste según el tipo de pendiente promedio existente.

Refleja la dificultad de extinción manual en función del modelo de combustible existente y de la pendiente de los terrenos. El índice toma un valor de 1 a 10, teniendo el valor más alto los mayores rendimientos.

Para la generación del índice se han utilizado las siguientes informaciones:

- Mapa de pendientes generado a partir del mdt.
- Mapa de modelos de combustible de Scott & Burgan.

Emplear los modelos de combustible de Scott & Burgan, se justifica en que son más fácilmente asimilables a los modelos UCO40, empleados en Rodríguez y Silva et al. (2020), para estimar los rendimientos de apertura de línea. Además, puesto que no se va a simular y solo se van a emplear para localizar, resulta más enriquecedor emplear 40 tipos, frente a los 13 de Rothermel. Los pesos asignados en función del modelo de combustible se recogen en la *Tabla 26*.

Tabla 26: Peso asignado a cada modelo de combustible, respecto al subíndice de apertura manual

Rendimiento por persona en apertura de líneas de defensa (m/h)	Modelos de combustible UCO 40	Equivalencia a modelo Scott & Burgan	Peso asignado
<5	R3,R4	TL5-TL9	1
6-10	RI,R2	TL1-TL4	2

Rendimiento por persona en apertura de líneas de defensa (m/h)	Modelos de combustible UCO 40	Equivalencia a modelo Scott & Burgan	Peso asignado
11-15	M7,M9	SH5 y SH7	3
16-20	M5, M8	SH6 y SH9	4
21-25	M6,M3,M4	SH3-SH4	5
26-30	HPM4, HPM5	TU4-TU5	6
31-35	HR1, HR2, HR3, HR4, HR5, HR6, HR7, HR8, HR9, M1, M2	SH1-SH2 y TU1-TU3	7
36-40	HPM1,HPM2,HPM3,PM4	GS3-GS4	8
41-45	P7,P8,P9,PM1,PM2	GR3-GS2	9
>46	P1,P2,P3,P4,P5,P6	NB3-GR2	10

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, EN BASE A RODRÍGUEZ Y SILVA ET AL.(2020)

Con el modelo digital del terreno, generamos la capa de pendientes, ejecutando la herramienta “*Slope*”, y procedemos a reclasificarla, con la herramienta “*Reclassify*”, de acuerdo con la *Tabla 27*.

Tabla 27: Clasificación de la pendiente para evaluar los rendimientos de apertura de línea manual

Intervalo de pendiente	Cp.
0 – 15 %	1
16 – 30 %	0,8
31 – 45 %	0,6
45 – 60 %	0,5
> 60 %	0,3

FUENTE: UNAP_CLM, EN BASE A RODRÍGUEZ Y SILVA ET AL.(2020)

Mapificados ambos parámetros, aplicamos la *Ecuación 8* mediante la ejecución de la herramienta “*Raster Calculator*”, obtenemos una capa ráster de 25x25m de resolución cuyo rango de valores que oscila entre 1-10.

2.3.2.2 Apertura de línea mecanizada

El presente índice se ha calculado, empleando la tabla de rendimientos de construcción de líneas en una sola pasada del *Appendix D Manual S-232 Dozer Boos*; tomando como referencia los tractores Tipo 2, cuyas características se ajustan a las de los vehículos empleados por el dispositivo (potencia entre 150 y 220CV.).

Dado que los valores de rendimiento recogidos en dicha tabla, diferencia entre apertura de línea en ascenso y en descenso, y con el fin de tomar un único valor, se ha

decidido emplear los valores de rendimiento de las operaciones en ascenso, puesto que su valor es inferior, situando nuestras estimaciones en un “rango de seguridad”.

Para la generación del índice se han utilizado las siguientes informaciones:

- Mapa de pendientes generado a partir del MDE.
- Mapa de modelos de combustible de Rothermel.

En este caso se opta por emplear los modelos de combustible de Rothermel, puesto que no se emplean para simular, si no para localizar la ubicación de estos y son los empleados por el autor del manual.

A continuación, en la *Tabla 28* se muestran los rendimientos esperados, expresados en metros por hora (m/h) para cada tipo de modelo de combustible en función del porcentaje de pendiente del terreno, tomado de García-Egido (2015).

Tabla 28: Rendimientos de apertura de línea de defensa mecanizada (m/h)

Modelo de Combustible (Rothermel)	Pendientes clase 1 (0-25%)	Pendientes clase 2 (26-40%)	Pendientes clase 3 (41-55%)
1,2,3	1770	1167	704
4	644	362	101
5	1770	1167	704
6	1026	523	181
7	1026	543	181
8	1770	1167	704
9,11,12	644	362	101
10,13	342	201	60

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, EN BASE A GARCÍA-EJIDO (2015)

Se ha considerado que pendientes superiores a las contempladas en la *Tabla 28*, no son superables por la maquinaria pesada, puesto que en línea de máxima pendiente el vuelco de la maquinaria se produce entorno a valores del 60% de pendiente, mientras que el vuelco lateral (en curva de nivel) se produce cuando la maquinaria transita por pendientes próximas al 30%.

Por lo tanto, se ha asignado un rendimiento de 0, en aquellas superficies cuya pendiente es superior al 55%.

A continuación, reclasificamos los rendimientos con valores de 0-10, en este caso tomamos valores de 0 en las zonas ocupadas por masas de agua, áreas urbanas

y en las que anteriormente hemos fijado como impracticables debido a la pendiente, teniendo el valor más alto los mayores rendimientos.

2.3.3 Eficacia de medios aéreos

Al igual que en el caso de la apertura de líneas de defensa, la eficacia de medios aéreos no es un índice, es una agrupación de los subíndices que evalúan la eficacia de extinción empleando diferentes tipologías de medios aéreos, por lo tanto, diferenciamos dos subíndices en función de los medios aéreos pertenecientes al dispositivo del SEIF:

- Medios aéreos de ala fija.
- Medios aéreos de ala rotativa.

Se representa gráficamente como se agrupan ambos en la Figura 10



Figura 10: Esquema de agrupación de la eficacia de medios aéreos

FUENTE: UNAP_CLM

2.3.3.1 Eficacia de medios aéreos de ala fija

Este subíndice estima los rendimientos por descarga de los medios aéreos de cada punto del territorio, por lo que tenemos en cuenta el tiempo de llegada de los medios a cada punto del territorio, así como, la longitud efectiva de descarga. Este último aspecto es más complejo de evaluar, puesto que depende de numerosos factores (compactación de la descarga, pendiente, viento, dirección de la descarga, la altura, el empleo de retardantes, el tipo de retardante, etc....), por lo que se ha optado por consultar dichos valores a la Unidad de Coordinación de Medios Aéreos, que aportan su experiencia operativa, dando un rango de valores aproximado por cada modelo de combustible. Con el objetivo de simplificar las aproximaciones a las longitudes de descarga efectiva, han estimado las mismas en función de los modelos de combustible de Rothermel, puesto que se han convertido en una manera eficaz de describir las estructuras de vegetación dentro del SEIF.

Primeramente, hay que generar un ráster de costes, en función de la velocidad de desplazamiento medio del medio aéreo, los valores para la creación de esta se

muestran en la *Tabla 29*. Los datos de velocidad se han tomado de la plataforma de seguimiento de medios aéreos “Monitor” de la empresa “Heligrafics S.L.” proveedora del servicio al SEIF, empleando un valor medio, recomendado por los técnicos responsables del seguimiento de los medios aéreos, en base a los datos y su experiencia personal. Se toma como modelo el Air Tractor AT-802.

Tabla 29: Valores del ráster de costes en función de la velocidad de los aviones de carga en tierra

Tipo	Vtrabajo(km/h)	Coste Ida (seg/m)	Coste Ida+vuelta (seg/m)
AT- 802	230	0,01565	0,01565x2= 0,03131

FUENTE: UNAP_CLM

Es necesario generar un raster, “*Create Raster Dataset*” que, de acuerdo con la *Tabla 29*, cada pixel de 25x25m tendrá un valor de 0,03131 seg/m.

A continuación, mediante la herramienta “*Cost Distance*”, obteniendo para cada punto de la región, el tiempo que tarda los aviones de carga en tierra, en ir y volver a sus bases de origen o pistas auxiliares en las cuales puedan realizar operaciones de carga.

Es necesario dividir los valores del ráster generado por 60, para obtener el resultado de este en minutos, puesto que las unidades de la capa de costes que hemos creado vienen expresadas en s/m.

A continuación, estimamos las longitudes de las descargas en función de los modelos de combustible, como se muestra en la *Tabla 30* (Unidad de Coordinación de medios Aéreos del dispositivo INFOCAM).

Tabla 30: longitudes de descarga efectiva por modelo de combustible

Modelos de combustible	Longitudes de descarga AT-802 (m)
1, 2	600
3	300
4	90
5	250
6	150
7	150
8, 9	60
10	60
11	60

FUENTE: UNAP_CLM

Al dividir, mediante la herramienta “*Raster Calculator*”, obtenemos para cada punto del territorio el rendimiento de las descargas de los aviones de carga en tierra (m/min).

La Tasa de rendimiento en la extinción con aviones de carga en tierra se ha calculado el tiempo que consume la máquina en vuelo, sin tener en cuenta el tiempo que tarda en aproximar, carga y despegar. Expresado de tal forma que, para cada punto del territorio, estimamos el tiempo necesario para extinguir un metro de frente de llama en el mismo. A continuación, se reclasifica con los valores de la *Tabla 31*, obteniéndose el subíndice de extinción con medios aéreos de ala fija.

Tabla 31: Valor del subíndice de eficacia de extinción con medios aéreos de ala fija en función de tasa de rendimiento por descarga sin tener en cuenta aprox.-carga-despegue (min.)

Tasa de rendimiento por descarga sin tener en cuenta aprox.-carga-despegue (min/m)	I _{exaf}
<5	10
6 – 10	9
11 – 15	8
16 – 20	7
21 – 25	6
25 – 30	5
31 – 40	4
41 – 60	3
61 – 80	2
> 80	1

FUENTE: UNAP_CLM

El índice toma un valor de 1 a 10, teniendo el valor más alto los mayores rendimientos, es decir, aquellos puntos del territorio que requieran un menor tiempo para extinguir un metro del frente de llama tienen mejores rendimientos y por lo tanto valor más alto del subíndice.

2.3.3.2 Eficacia de medios aéreos de ala rotativa

El índice estima el rendimiento de los medios aéreos de ala rotatoria, pertenecientes al dispositivo, empleando las especificaciones de un helicóptero “Tipo mediano” (Koala – AW119- Bell 212 - Bell UH-1N Twin Huey-). Se opta por tomar esta tipología al tratarse un valor intermedio entre las características entre los Tipo “Pesado” (Super puma - AS332- o el kamow -KA-32-) y los Tipo “Ligeros” (B3 – AS 350B3-).

Al igual que sucedía en el subíndice de eficacia de medios aéreos con ala fija, es necesario estimar ciertos parámetros (velocidad media de desplazamiento y longitud efectiva de descarga), por lo que recurrimos a las mismas fuentes expertas para dar valores aproximados y poder dar órdenes de magnitud que nos permitan analizar la eficacia de los medios aéreos de ala rotativa.

El proceso de cálculo es similar al de los medios aéreos de ala fija, con la salvedad de que tanto la velocidad, como la longitud de descarga efectiva varían y que los puntos de partida de los medios aéreos de ala rotativa se toman tanto las bases en las que se encuentran posicionados, las pistas auxiliares y todos aquellos puntos de agua identificados aptos para la carga de los dispositivos que emplean los medios aéreos para tal fin (Bambi Bukets).

Por lo tanto, lo primero es construir nuevamente un ráster de costes en función de la velocidad media de desplazamiento de la tipología de helicópteros seleccionada, con los datos recogidos en la *Tabla 32*.

Tabla 32: Valores del ráster de costes en función de la velocidad de los helicópteros Tipo Medio

Tipo	Vtrabajo(km/h)	Coste Ida (s/m)	Coste Ida+vuelta (s/m)
Helicóptero Medio	148	0,02432	0,02432x2= 0,04864

FUENTE: UNAP_CLM

Mediante la herramienta “*Cost Distance*”, se obtiene para cada punto de la región, el tiempo que tarda los medios aéreos de ala rotaria, en ir y volver desde los puntos en los puntos de agua.

Es necesario dividir los valores del ráster generado por 60, para obtener el resultado de este en minutos, puesto que las unidades de la capa de costes que hemos creado vienen expresadas en s/m. A continuación, estimamos las longitudes de las descargas en función de los modelos de combustible, como queda reflejado en la *Tabla 33* (Proyecto SINAMI; Rodríguez y Silva,2009).

Tabla 33: Longitudes de las descargas en función de los modelos de combustible

Cas	Longitudes de descarga Bell212(m)
1, 2	95
3	85
4	25
5	45
6	30
7	20
8, 9	15
10	15

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, EN BASE A PROYECTO SINAMI; RODRÍGUEZ Y SILVA (2009)

Dada la complejidad de estimar las longitudes de descarga efectiva de los medios aéreos, se opta nuevamente por emplear los modelos de combustible de Rothermel, puesto que fueron con los que Rodríguez y Silva (2009), los estimó en el proyecto SINAMI. Por lo tanto, se emplean solamente para zonificar el territorio.

La tasa de rendimiento de los medios aéreos de ala rotativa ha estimado el tiempo que consume la máquina en vuelo, sin tener en cuenta el tiempo que tarda en aproximar, carga y despegar. A continuación, se reclasifica con los siguientes valores (Tabla 34):

Tabla 34: Tasa de rendimiento en la extinción con medios aéreos de ala rotativa

Tasa de rendimiento por descarga sin tener en cuenta aprox.-carga-despegue (min/m)	I _{exAR}
<4	10
5 - 8	9
9 - 12	8
13 - 16	7
17 - 20	6
21 - 30	5
31 - 40	4
41 - 50	3
51 - 60	2
> 60	1

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

El índice toma un valor de 1 a 10, teniendo el valor más alto los mayores rendimientos, es decir, aquellos puntos del territorio que requieran un menor tiempo para extinguir un metro del frente de llama tienen mejores rendimientos y por lo tanto valor más alto del subíndice.

2.3.4 Resultado de la dificultad de extinción

Una vez obtenidos todos los subíndices, se aplica la Ecuación 7, mediante el empleo de la herramienta “Raster Calculator”, generándose un único índice que evalúa la dificultad de la extinción en cada pixel del territorio de estudio, pudiendo graduar dicha dificultad de 0 -10, siendo 0 en aquellos puntos del territorio, en los que la dificultad de extinción es baja y 10, en los que por accesibilidad, orografía y combustibles, las labores de extinción se ven comprometidas, e incluso anuladas, puesto que no presentan condiciones para establecer operaciones de manera segura para los medios intervinientes del SEIF.

2.4 Resultado del cálculo de la Vulnerabilidad

De acuerdo con la metodología desarrollada por Rodríguez y Silva (2015), la **Vulnerabilidad** se calcula como la suma de los índices anteriores, promediándolo por la superficie que ocupa cada uno, en este caso las celdas son de 25x25m, uniformes en todos los cálculos, luego, para cada pixel la vulnerabilidad responderá a la expresión de la *Ecuación 9*.

Ecuación 9: Cálculo de la Vulnerabilidad

$$\text{Vulnerabilidad} = \text{Daño Potencial} + \text{Dificultad de la extinción} + \text{Presencia humana}$$

Puesto la presencia humana oscila entre 1-2, dentro de las comarcas de estudio, el daño potencial entre 0-9 y la dificultad de extinción entre 0-10, la vulnerabilidad oscila entre 1-21. Con el fin de presentar los resultados del mismo modo que el Plan director de defensa contra incendios, se reclasifica de acuerdo con la *Tabla 35*.

Tabla 35: Clasificación vulnerabilidad

Vulnerabilidad	Criterio (Clasificación de Vulnerabilidad)
Baja	1-7
Media	8-14
Alta	15-21

FUENTE: UNAP_CLM

3 Cálculo del Riesgo de Incendios

De acuerdo con la definición de la DGPCYE, el riesgo es el resultado de la combinación de la probabilidad de que se desencadene un determinado fenómeno o suceso que, como consecuencia de su propia naturaleza o intensidad y la vulnerabilidad de los elementos expuestos, puede producir efectos perjudiciales en las personas o pérdidas de bienes. Por lo que se va a estimar de acuerdo con la *Ecuación 10*.

Ecuación 10: Cálculo del Riesgo

$$\text{Riesgo} = \text{Peligrosidad} \times \text{Vulnerabilidad}$$

Puesto que, con la metodología propuesta, ya se ha estimado el valor de ambos parámetros, únicamente será necesario ejecutarlo mediante el empleo de “*Raster Calculator*”.

Dado que, tanto el peligro como la vulnerabilidad presentan valores entre 1 y 3, los valores del índice de Riesgo calculados mediante la *Ecuación 10*, se encontrarán entre 1 y 9, nuevamente, será necesario realizar una reclasificación del ráster, con el fin de que coincidan con los criterios del PDDCIF de CLM, de acuerdo con los umbrales presentados en la *Tabla 36*.

Tabla 36: Clasificación del Riesgo de incendio

RIESGO	Clasificación de RIESGO
Baja	1-3
Media	4-6
Alta	7-9

FUENTE: UNAP_CLM

4 Eficacia de la RAD

Para la evaluación de la eficacia de la RAD, se propone emplear nuevamente el simulador “Wildfire Analyst”, y realizar simulaciones bajo las condiciones meteorológicas y de humedad del combustible empleadas con anterioridad, en el apartado del Comportamiento Potencial.

La intención es emplear el criterio de los técnicos redactores de los planes de defensa, con el fin de que se simulen incendios partiendo puntos de ignición (bien basados en su propia experiencia sobre el territorio, bien basándose en los índices de peligro ya calculados), que discurran sobre zonas ZAR y que impacten en las zonas vulnerables de la provincia, siguiendo las componentes principales de viento (las que históricamente han causado mayores daños, o propagaciones más activas en la comarca), esta información la puede aportar la base de datos de comportamiento del fuego recopilado, almacenada y mantenida por los técnicos UNAP.

Para cada punto de inicio, se realizará al menos 2 simulaciones, una primera simulación la RAD ejecutada y mantenida durante los últimos 5 años y una segunda considerando la falta de mantenimiento de la misma.

Con el fin de asumir que pese a ejecutarse y mantenerse de manera adecuada la RAD, nunca van a impedir taxativamente el paso del fuego, lo que se propone es sustituir el trazado de la red con un modelo de combustible de Scott & Burgan TL1, que representa a “Hojarasca forestal compacta. Carga de ligera a moderada, combustibles de 2,5 a 5 cm de profundidad. Puede utilizarse para representar un bosque quemado recientemente. La velocidad de propagación es muy baja; la longitud de la llama es muy baja”, es decir, asumimos que la red no impide el paso, pero reduce mucho sus características de propagación, en fuegos de superficie.



Cofinanciado por
la Unión Europea



Castilla-La Mancha



Para el escenario en el que no se mantienen ni ejecutan aperturas de la RAD, se propone emplear los modelos de combustibles de la capa original. Considerando que al realizarse los tratamientos, se degradan y los combustibles vuelven a su estado original.

De los resultados obtenidos una vez realizadas las simulaciones, se tomarán los “*minimun travel time*” (*mtt's*), asimilando los mismos a los caminos principales del fuego. Se pretende compara ambos simulaciones mediante las superficies acumuladas recorridas en ambos escenarios y los tiempos de propagación. De este modo las propagaciones simuladas en el escenario con tratamientos mantenidos, tienen un tiempo de actividad y una progresión superficial menor.