



# **PLAN DE PREVENCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES DEL VALLE DE ERRO**



## ÍNDICE

I. ANTECEDENTES Y ÁMBITO DEL ESTUDIO .....	5
1.1.- Antecedentes.....	5
1.2.- Ámbito del estudio .....	5
1.2.1.- División administrativa.....	5
1.2.2.- Titularidad de los terrenos.....	7
II. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO FÍSICO .....	9
2.1.- Clima .....	9
2.2.- Topografía.....	10
2.3.- Vegetación y modelos de combustible.....	12
2.4.- Peligrosidad del medio .....	22
III.- ANÁLISIS DE RIESGOS E INCENDIOS FORESTALES .....	24
3.1.- Análisis de incendios históricos .....	24
3.1.1.- Temporalidad.....	24
3.1.2.- Causalidad.....	26
3.2.- Análisis del riesgo estadístico .....	29
3.2.1.- Índice de frecuencia.....	29
3.2.2.- Índice de gravedad de incendios.....	29
3.2.3.- Índice de causalidad.....	29
3.2.4.- Cálculo del riesgo estadístico.....	30
3.2.5.- Principales incendios ocurridos en el territorio.....	30
3.3.- Identificación de las actividades o usos susceptibles de producir incendios .....	31
3.4.- Riesgo potencial de incendio.....	31
3.5.- Otros factores de riesgo.....	31
3.5.1.- Interfaz urbano- forestal .....	31
3.5.2.- Vías de comunicación .....	34
3.5.3.- Conducciones .....	36
3.5.4.- Mapa de vulnerabilidad .....	38
3.6.- Pyromas .....	38
3.7.- Reunión con Bomberos.....	41
IV. INVENTARIO Y ANÁLISIS DE MEDIOS E INFRAESTRUCTURAS DE PREVENCIÓN EXISTENTES.....	42
4.1.- Puntos de agua .....	42
4.1.1.- En ámbito urbano.....	42
4.1.2.- En ámbito rústico.....	51
4.2.- Cortafuegos.....	53
4.3.- Red viaria.....	54
V. IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS ESTRATÉGICOS DE GESTIÓN.....	56
5.1.- Modelización del comportamiento del fuego.....	56
5.1.1.- Metodología.....	56
5.1.2.- Longitud de llama .....	57
5.1.3.- Velocidad de propagación.....	61
5.1.4.- Actividad de copas.....	65
5.1.5.- Zonas fuera de capacidad de extinción .....	69
5.2.- Identificación de puntos críticos y de oportunidad .....	74
5.2.1.- Metodología.....	74
5.2.2.- Patrón de propagación de los fuegos.....	76
5.2.3.- Nodos y ejes de propagación.....	76
5.3.- Áreas estratégicas de gestión.....	79
VI. PROPUESTAS DE ACTUACIÓN .....	83
6.1.- Propuesta de actuación sobre las causas .....	83
6.1.1.- Regulación de actividades agrícolas y forestales.....	83

6.1.2.- Terrenos particulares .....	84
6.2.- Propuesta de actuación sobre la vegetación forestal .....	85
6.2.1.- Consideraciones generales sobre masas arboladas, matorrales y pastos.....	85
6.2.2.- Matorrales y pastos .....	85
6.2.3.- Actuaciones de mejora de la interfaz urbano-forestal .....	87
6.2.4.- Actuaciones para la reducción e interrupción de la carga de combustible .....	96
6.3.- Propuesta de actuación sobre las infraestructuras .....	98
6.3.1.- Puntos de agua - Balsas.....	98
6.3.2.- Puntos de agua - Hidrantes.....	99
6.3.3.- Pistas.....	99

## I. ANTECEDENTES Y ÁMBITO DEL ESTUDIO

### 1.1.- Antecedentes

Los incendios sufridos en Navarra en los últimos años, y en particular en 2022, han recordado que los incendios forestales son un riesgo real y que pueden afectar a territorios que se consideraban tradicionalmente como poco sensibles. El contexto climático de los últimos años, con periodos prolongados de sequía, es un factor agravante en cuanto a estos fenómenos.

El presente plan aborda esta problemática a escala del ámbito del municipio de Erro, con el objetivo de ofrecer soluciones con un enfoque de coherencia territorial. Este plan de acciones establece varios ejes, objetivos, líneas y acciones estratégicas para establecer un marco de trabajo entre el ayuntamiento y sus concejos, de manera que dispongan de una visión global, coherente y unitaria del municipio que permita protegerlo, gestionarlo y ordenarlo.

El contenido del estudio está basado en el Anexo de condiciones técnicas relativas a la prevención de incendios para la redacción de planes de ordenación o revisiones de planes de ordenación, adaptado al presente caso.

### 1.2.- Ámbito del estudio

#### 1.2.1.- División administrativa

El ámbito territorial de este plan es el término municipal del ayuntamiento del del Valle de Erro, el cual representa una superficie de 14.428 ha.

El municipio cuenta con 12 pueblos, a los que se suman otros lugares habitados diseminados en el valle, tal como lo refleja la tabla siguiente:

<b>Nombre</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Pueblos</b>	
Aintzioa	Concejo
Ardaitz	Concejo tutelado
Aurizberri/Espinal	Concejo
Bizkarreta-Gerendiain	Concejo
Erro	Concejo
Esnotz	Concejo
Lintzoain	Concejo
Loizu	Concejo tutelado
Mezkiritz	Concejo
Orondritz	Concejo
Zilbeti	Concejo
<b>Lugares habitados</b>	
Gurbizar	Antiguo Señorío (PFN)
Larraingoa	Antiguo Señorío (PFN)
Olaberri	Casa del guarda de Kinto
Orosa	Señorío
Sorogain	Albergue del monte Sorogain
Ureta	Antiguo Señorío
Urniza	Antiguo Señorío (PFN)

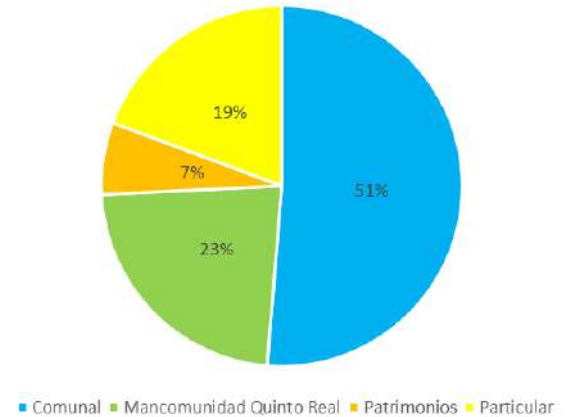


### 1.2.2.- Titularidad de los terrenos

El presente documento tiene como objeto de estudio el conjunto del término municipal de Erro, independientemente de la titularidad de los terrenos. Sin embargo, este factor tiene repercusiones sobre de las posibles medidas planteadas.

La tabla siguiente ofrece un resumen de la titularidad de los terrenos en el término de Erro.

<i>Propiedad</i>	<i>Sup. (ha)</i>	<i>%Sup.</i>
Comunal	7.199,57	51%
Particular	2.709,53	19%
Municipal	0,87	0%
Mancomunidad Quinto Real	3.217,86	23%
Patrimonio Forestal de Navarra	905,01	6%
Cañada	19,36	0%
Camino de Santiago	3,18	0%
Comunidad Foral de Navarra	0,04	0%
<b>Total</b>	<b>14.055,41</b>	<b>100%</b>



La imagen en la página siguiente muestra la distribución de la titularidad catastral de los terrenos incluidos dentro del Valle de Erro:



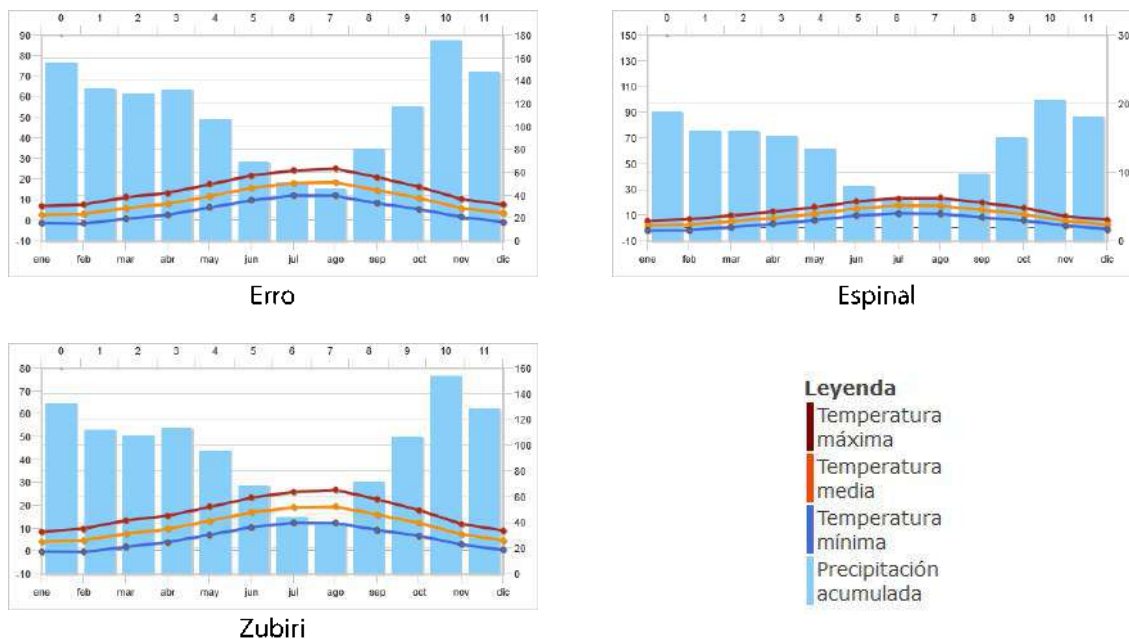
## II. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO FÍSICO

En el presente apartado se consideran únicamente aquellos aspectos de mayor relevancia para la propagación de los incendios forestales.

### 2.1.- Clima

Para estudiar los datos meteorológicos que determinan el clima en Montejurra se recogen los datos que se registran en las tres estaciones más próximas: Erro, Espinal y Zubiri.

A continuación, se muestran sus diagramas ombrotérmicos:



Según la clasificación de Köppen, tanto la estación de Erro como las de Espinal y Zubiri describen un clima del tipo Cfb: Clima templado de veranos frescos. Las lluvias están bien repartidas a lo largo de todo el año, por lo que no existe una estación seca.

El estudio de los datos de estas estaciones pone en evidencia un gradiente norte-sur en el valle, que se puede resumir en 3 grandes aspectos:

- Disminución de las precipitaciones de norte a sur, acompañada por una mayor irregularidad en su distribución a lo largo del año.
- Aumento de las temperaturas de norte a sur, y mayor amplitud térmica a lo largo del año.
- Aparición progresiva de una sequía estival de norte a sur, en los meses de julio y agosto.

De acuerdo con la clasificación fitoclimática de Allue (1990), todas las estaciones de Zubiri y Erro corresponden a un fitoclima nemomediterráneo genuino de tipo VI(IV)<sub>1</sub>, al cual está asociado un índice de peligrosidad climática (PCL) de 8. La estación de Espinal corresponde a un fitoclima nemoral genuino de tipo VI, al cual está asociado un índice de peligrosidad del medio de 7.

Estas estaciones climatológicas son manuales, por lo que no se dispone de datos sobre vientos dominantes en ellas. Las estaciones automáticas más cercanas se encuentran todas fuera del Valle, por lo que no representan la situación de viento con exactitud.

A grandes rasgos, dominan dos vientos en el valle:

- Viento norte (soplando de oeste a norte), que suele estar asociado con una humedad relativa elevada y precipitaciones.
- viento sur (soplando de oeste a sureste), generalmente asociado a una baja humedad.

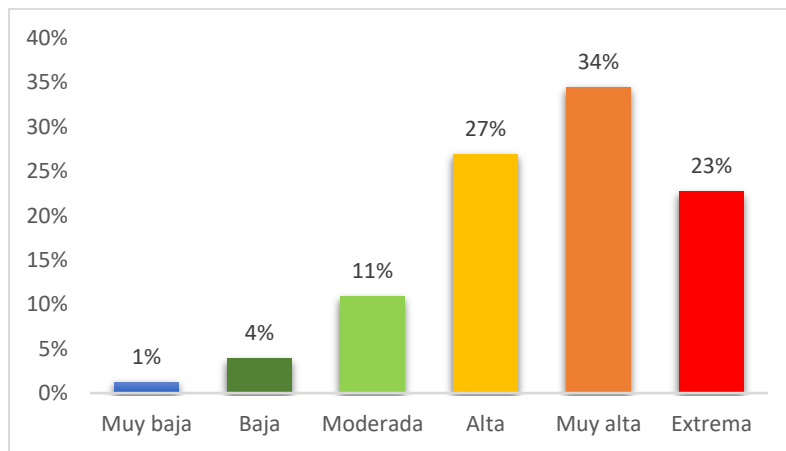
## 2.2.- Topografía

La pendiente es un factor determinante en la propagación de incendios forestales: favorece los fenómenos de convección, aumenta la velocidad de propagación del fuego, precalienta los combustibles pendientes arriba, etc.

Se ha empleado el modelo digital de terreno para calcular la pendiente del terreno de forma discreta en todo el ámbito de estudio (se han empleado rasters con una malla de 10m, para obtener una precisión acorde con la del conjunto del estudio).

Se han diferenciado seis categorías de pendientes, atribuyendo a cada una un valor de índice de peligrosidad de pendiente (PF), tal como lo refleja la tabla siguiente.

Rango de pendiente	Peligrosidad	PF	Superficie (ha)	%
< 3%	Muy baja	1	175	1,2%
3-7%	Baja	2	557	3,9%
7-15%	Moderada	4	1.565	10,8%
15-30%	Alta	6	3.884	26,9%
30-50%	Muy alta	8	4.971	34,5%
>50%	Extrema	10	3.276	22,7%
<b>Total</b>			<b>14.428</b>	



Estos datos ponen en evidencia el relieve pronunciado del valle. Cerca del 84% del valle cuenta con pendientes altas, muy altas o extremas. El 57% de la superficie del valle presenta pendientes muy altas o extremas.



## 2.3.- Vegetación y modelos de combustible

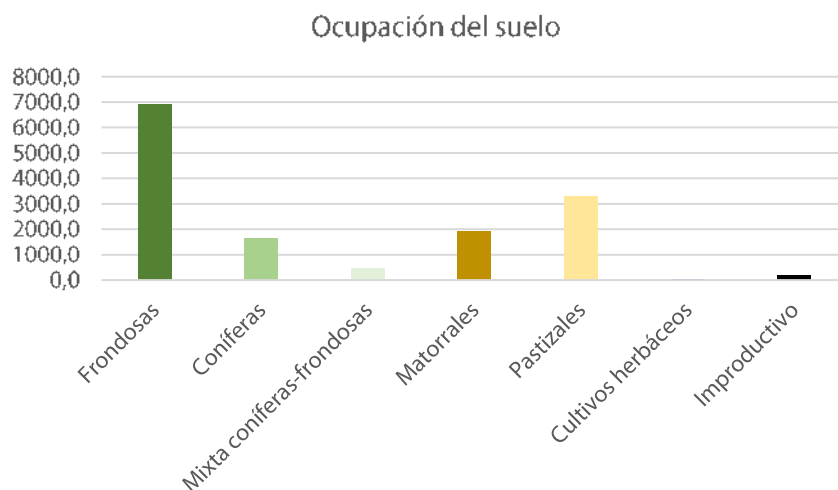
### Ocupación del terreno y especies principales

Se ha realizado un análisis del tipo de vegetación y ocupación del suelo en base a la información proporcionada por el mapa de cultivos y aprovechamientos de Navarra, completado por trabajo de fotointerpretación y visitas en campo.

A continuación, se presenta una tabla resumen con el detalle de las especies principales:

Ocupación	Grupo	Especie	Sup (ha)	% Sup	Sup (ha)	% Sup
Arbolado	Frondosas	Haya	5511,2	38%	8.986,67	62%
		Roble	778,2	5%		
		Mixta frondosas	603,4	4%		
	Coníferas	Pino silvestre	1378,7	10%		
		Pino laricio	163,6	1%		
		Otras coníferas	106,0	1%		
	Mixta conif-frond	Pino/Haya	214,6	1%		
		Pino/Roble	211,1	1%		
		Otras mix con-frd	19,8	0%		
Desarbolado	Matorrales	Matorral	1928,1	13%	5237,5	36%
	Pastizales	Pastizal	3309,4	23%		
Agrícola	Cultivos herbáceos	Campos/Huerta	26,1	0%	26,1	0%
Improductivo	Improductivo	Improductivo	177,8	1%	177,8	1%
<b>Total</b>			<b>14428,1</b>		<b>14428,1</b>	

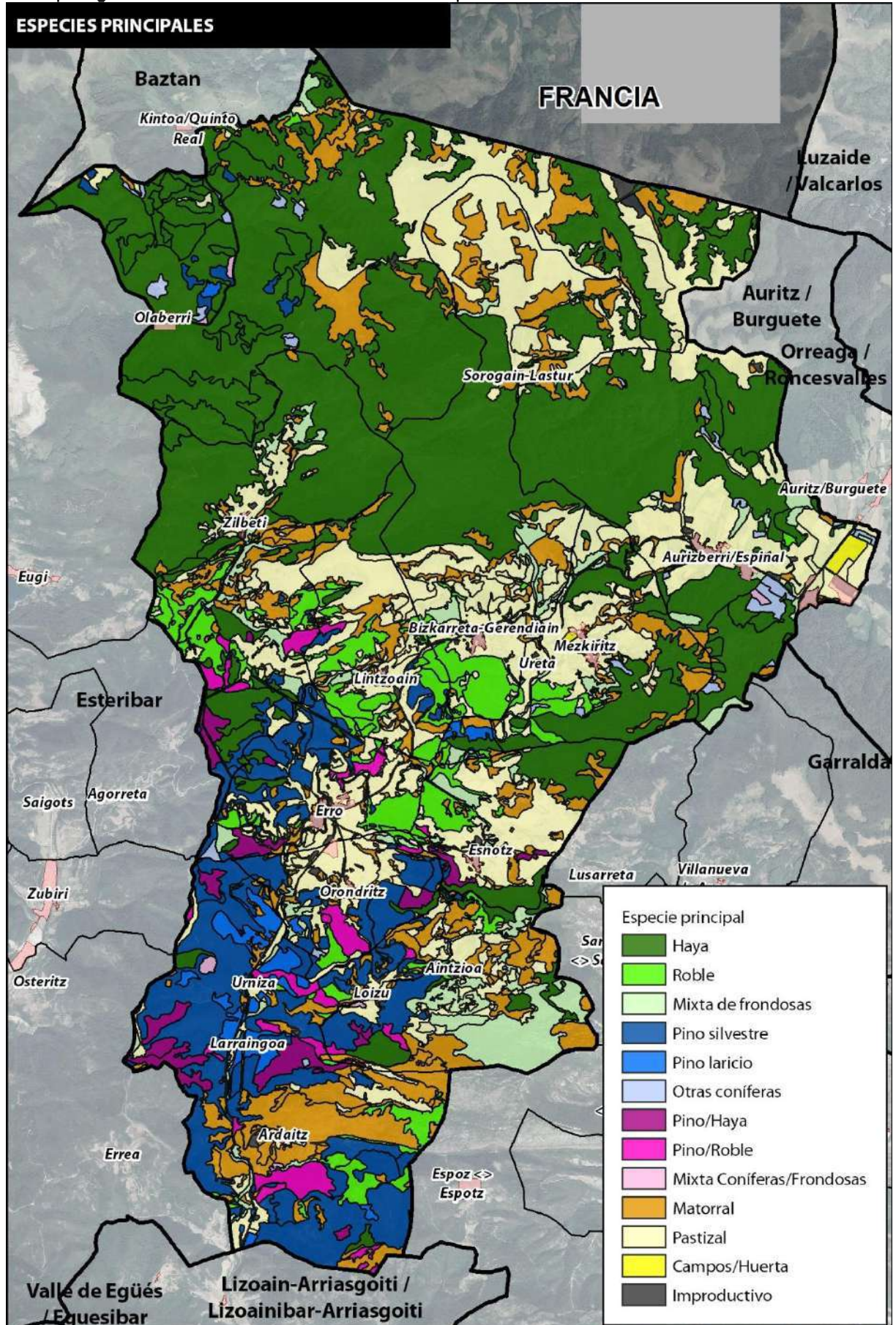
Tal como se puede apreciar en esta tabla, el 62% del territorio del municipio está ocupado por bosques y el 36% por praderas, pastizales y matorrales.



El territorio del Valle de Erro está cubierto por bosques en más del 60% de su superficie. Los pastos ocupan un 23% y los matorrales un 13%. El resto de la superficie del municipio está ocupada por suelo improductivo (cascos urbanos, carretera, etc.) y campos de cultivo.

En cuanto a repartición de especies y vegetación, existe un gradiente norte/sur muy marcado en el valle. Al norte, dominan los hayedos y pastizales, mientras que al sur, se encuentran principalmente pinares y matorrales. En la zona central (Erro-Linzoain-Bizakerreta), existe una pequeña zona de transición donde aparecen además robledales.

El mapa siguiente muestra la distribución de las especies en el territorio:



### Modelos de combustible

Los modelos de combustibles forestales son la forma de esquematizar las estructuras de la vegetación tipo presentes en un territorio concreto a las que se les presupone un comportamiento frente al fuego conocido. Permiten predecir el comportamiento del fuego definiendo, entre otros parámetros, la velocidad de propagación y la longitud de llama.

Existen distintos criterios de clasificación de los modelos de combustibles. Para el presente estudio, se ha empleado la tipología de combustible de Rothermel, también empleada en el INFONA. Esta clasificación, utilizada en los USA desde 1987, diferencia 13 modelos de combustibles forestales.

A continuación, se presenta una tabla que esquematiza esta información:

<b>Modelo</b>	<b>Grupo</b>	<b>Descripción</b>
1	Pastos	Pasto fino seco y bajo, que recubre completamente el suelo. El matorral o el arbolado cubren menos de 1/3 de la superficie. El fuego se propaga rápidamente por el pasto seco.
2		Pastizal con presencia de matorral o arbolado claro que cubren entre 1/3 y 2/3 de la superficie. El combustible está formado por el pasto seco, la hojarasca y ramillas caídas de la vegetación leñosa. El fuego corre rápidamente por el pasto seco.
3		Pastizal espeso y alto (Mayor a 1 metro). Es el modelo típico de las sabanas. Los campos de cereales son representativos de este modelo. Los incendios son rápidos y de alta intensidad.
4	Matorral	Matorral o arbolado joven muy denso de unos 2 metros de altura. Continuidad horizontal y vertical del combustible. Abundancia de combustible leñoso muerto (ramas) sobre plantas vivas. El fuego se propaga rápidamente sobre las copas del matorral con gran intensidad y llamas grandes. La humedad del combustible vivo tiene gran influencia en el comportamiento del fuego.
5		Matorral denso y joven de menos de 1 metro de altura. Poco material muerto.
6		Matorral parecido al modelo 5 pero con alturas superiores a 1 metro o con restos de frondosas.
7		Matorrales de especies muy inflamables con alturas de menos de 2 metros o pinares de sotobosque.
8	Hojarasca bajo arbolado	Hojarasca en bosque denso de coníferas o frondosas, la hojarasca forma una capa compacta al estar formada por acículas cortas (5 cm o menos) o por hojas planas no muy grandes.
9		Hojarasca en bosque denso de coníferas ó frondosas, que se diferencia del modelo 8 en que forma una capa esponjada poco compacta, con mucho aire interpuesto. Está formada por acículas largas, como en masas de <i>Pinus pinaster</i> , o por hojas grandes y rizadas como las de <i>Quercus pyrenaica</i> , <i>Castanea sativa</i> , etc.
10	Restos de operaciones selvícolas	Restos leñosos originados naturalmente, incluyendo leña gruesa caída como consecuencia de vendavales, plagas intensas, o excesiva madurez de la masa boscosa, con presencia de vegetación herbácea y matorral que crece entre los restos leñosos.
11		Bosque claro o aclarado con restos ligeros (diámetro menor a 7,5 cm.) recientes, de tratamientos silvícolas o de aprovechamientos, formando una capa poco compacta de escasa altura (alrededor de unos 30 cm.).
12		Predominio de restos sobre el arbolado, más pesados que en el modelo 11, formando una capa continua de mayor altura (hasta 60 cm.). Más de la mitad de las hojas están aún adheridas a las ramas sin haberse secado completamente.
13		Grandes acumulaciones de restos gruesos (diámetro mayor a 7,5 cm) y pesados, cubriendo todo el suelo.

Como se deduce de la estructura de la tabla, se establecen cuatro grupos básicos de combustibles a partir del propagador principal del fuego:

- Pastos
- Matorrales
- Hojarasca bajo arbolado
- Restos de corta en operaciones selvícolas

Atendiendo a la descripción de los modelos para Navarra incluida en el INFONA en su Anexo 8 se describen en detalle las principales características de los modelos de combustible:

#### **MODELO 1 – Pastizal continuo, seco y bajo**

- El propagador principal del fuego en este modelo son las **herbáceas**.
- Comprende las herbáceas de menor talla. **No sobrepasan los 0,40 m**. Cubren totalmente la superficie y suelen presentarse mezcladas las de 2 o 3 años consecutivos, pudiendo apreciarse la distinta coloración de estas, verdeamarilla-gris.
- De los 9 modelos, es el que tiene **menor carga de combustible**, siendo **inferior a 3 Tn / Ha**.
- La **relación superficie/volumen** es muy grande. Esto significa que la superficie expuesta al calor también lo es, por tanto, su pérdida de agua es muy rápida y el incendio se produce y propaga con gran velocidad. En este modelo todo el combustible, en caso de incendio, se quema por completo.
- Las llamas no alcanzan mucha altura. La propagación es rápida, pero estos incendios son fáciles de controlar. Este hecho hay que tenerlo en cuenta de cara a la prevención de masas forestales grandes y continuas. Si se establecen en ellas áreas artificiales de este tipo de herbáceas, se facilitará el control del incendio y se evitará la propagación a través de la masa arbolada. Son interfaces de fácil acceso y fundamentales de cara al control, siempre que se tenga cuidado de mantenerlas en buenas condiciones, bien mediante pastoreo o cualquier otro método adecuado.

Son representaciones de este modelo en Navarra: **prados, pastizales, rastrojos procedentes de cultivos de cereales, herbazales de campos abandonados**, etc. En cualquiera de ellos, pueden aparecer algunos matorrales o arbolado, siempre que no ocupen más de 1/3 de la superficie del modelo uno.

#### **MODELO 2 – Pastizal con matorral Arbolado claro**

- El **propagador** principal del fuego en este modelo son las **herbáceas**.
- Son de **talla mayor** que las del modelo uno, están **entre 0,4 y 1 m**. Pueden estar bajo arbolado o matorral, siempre que estos no sobrepasen los 2/3 de la superficie cubierta por las herbáceas. Si están presentes arbolado o matorral, aparecen también en el suelo junto con las herbáceas, hojarasca o restos de este, que incrementan el fuego en caso de incendio. La **carga de combustible** también es mayor que en el modelo 1. Suele llegar hasta **8 Tn/ha**. Las llamas son más altas.
- La **relación superficie/volumen** sigue siendo **alta** y por ello la **pérdida de agua** es **rápida** cuando está **expuesto al calor y al viento**. Dan lugar a **incendios que se propagan a considerable velocidad**.
- Presentan **continuidad horizontal** en toda la superficie, quemándose en caso de incendio todo el combustible presente.

Este modelo aparece en todo el mapa de Navarra, en zonas marginales, campos de cultivo abandonados y en arbolados claros o matorrales poco densos de cualquier composición florística.

#### **MODELO 3 – Pastizal espeso y alto**

- El **propagador** principal del fuego son las **herbáceas**. **Son las de mayor talla**, alrededor de **1 m**.

- La **carga de combustible** es baja, aproximadamente **6 Tn/Ha**. La altura de las llamas es grande y la **propagación del fuego muy rápida**. Si hay fuerte viento el fuego puede avanzar por la parte alta de las herbáceas.
- La **relación superficie/volumen**, como en los modelos antes descritos es **grande**, con la consiguiente **deseccación y precalentamiento rápidos**. La **velocidad de los incendios** en este modelo es **alta**. Suelen presentar en su desarrollo una **clara continuidad horizontal**.

Aquí se incluyen: los pastos gruesos de especies de talla alta, helechales extensos muy frecuentes en la zona Norte de Navarra, campos de cultivos abandonados, zonas marginales agrícolas, herbazales de gran talla densos y secos próximos a charcas temporales.

#### **MODELO 4 – Matorral o arbolado joven muy denso (2m)**

- El **propagador** principal del fuego en este modelo son los **matorrales**.
- Dentro del grupo de matorrales, estos son **los de mayor talla**, llegando a sobrepasar los **2 m**. de altura.
- Son plantas que configuran una **continuidad horizontal incompleta pero muy densa**, con constituciones más o menos leñosas y hojas de porte considerable.
- La **continuidad vertical** de este tipo de matorrales (hojarasca, herbáceas, matorrales, etc.) llega **en algunos casos a ser muy importante**, de tal manera que en función de las circunstancias este tipo de configuraciones llega a resultar impenetrable.
- La **carga de combustible** es **considerable**, llegando en algunos casos a superar las **60 Tn/Ha**. en función de las especies.
- El **contenido de humedad** de este grupo **varía** mucho en función de las especies que lo componen, la zona geográfica donde se encuentren ubicados, así como la época del año, la humedad relativa, etc. haciendo que los **tiempos de precalentamiento varíen** dentro de un muy **amplio margen**.

En este modelo se incluyen especies como los acebos, majuelos, enebros altos, robledales bajos, encinares, entre otras.

#### **MODELO 5 – Matorral denso pero bajo (< 0,6m)**

- El **propagador** principal del fuego en este modelo son los **matorrales**.
- Dentro del grupo de matorrales, estos son **los de menor talla**. No sobrepasan los **0,6 m**. de altura. La **continuidad horizontal** es **completa**. La **distribución vertical** está constituida por **un solo estrato** en el que se entremezclan los matorrales y las herbáceas.
- La **carga de combustible** es del orden de **8 Tn/Ha**, la más baja del grupo de matorrales.
- El **contenido de humedad** de estos matorrales **varía** mucho con las especies que los componen, la zona geográfica en que están ubicados, la época del año, humedad relativa, etc., y por ello **los tiempos de precalentamiento variarán** con un amplio margen. La altura de las llamas no es grande.

En este modelo están incluidos todos los matorrales termófilos como los formados por tomillo, espliego, romero, gayuba, etc. así como los matorrales procedentes de degradaciones de bosques menos termófilos compuestos por brezos, brequinas, aliagas, etc.

#### **MODELO 6 – Matorral más viejo que en modelo 5 (0,6 – 1,2m)**

- El **propagador** principal del fuego en este modelo son los **matorrales**.
- Los **matorrales** que componen este modelo tienen **características intermedias entre los dos modelos anteriores**: el 4 y el 5. Abarca una gran variedad de matorrales. Su **altura** está comprendida **entre 0,7 y 2 m**. La **carga de combustible** puede alcanzar las **14 Tn/Ha**.
- **No** presenta **continuidad horizontal** este modelo. Entre los matorrales aparecen **claros de herbáceas** a través de los cuales se propaga el fuego. La **distribución vertical** está formada por **un estrato de herbáceas y otro estrato de variable espesor formado por matorrales irregulares** de distintas alturas.

- El **precalentamiento varía mucho** con la composición florística: los matorrales o arbustos de hojas más gruesas y duras requieren más tiempo que los de hojas caducas y finas, por la mayor duración de los procesos endotérmicos en el primer caso.

#### **MODELO 7 – Matorral inflamable (0,6 – 2m)**

- El **propagador** principal del fuego en este modelo son los **matorrales**.
- En este modelo están incluidos los **matorrales inflamables mezclados con herbáceas y acículas secas bajo pinares**. La altura oscila de **0,6 a 2 mts**.
- La **carga de combustible** llega a **11 Tn/Ha**.
- **Pueden presentar continuidad horizontal** bajo el arbolado. Presentan **continuidad vertical** de abajo a arriba acículas, herbáceas y matorrales de distintas alturas.
- El **precalentamiento varía** con las especies, con los lugares geográficos, así como con los niveles de acículas acumuladas bajo el arbolado. Estos incendios **pueden dar lugar al coronamiento en un incendio de copas difícil de controlar**.

Este modelo aparece en todos los **pinares u otros bosques con fuerte carga de matorral**.

#### **MODELO 8 – Hojarasca en bosque denso de coníferas o frondosas (capa compacta)**

- El **propagador** principal del fuego en este modelo es la **hojarasca o acículas** bajo el arbolado.
- Los incendios se propagan a través de la **capa continua de hojarasca o acículas** cortas de coníferas **más o menos compactada** en el suelo **con ramillas secas** procedentes de poda natural. La **humedad** de esta capa **ralentizará la propagación** del fuego.
- La **carga de combustible** está próxima a **1 Tn/Ha**.
- En bosques densos la confluencia de varios factores como mucho viento, sequías prolongadas y muy baja humedad relativa convierte esta capa en un combustible peligroso.

Están incluidos en este modelo **hayedos con mucha hojarasca, bosques repoblados de alerces, abetares y otras coníferas de hoja corta**. La localización geográfica en Navarra son principalmente los bosques de la zona Norte.

#### **MODELO 9 – Hojarasca en bosque denso de coníferas o frondosas (capa esponjosa poco compacta)**

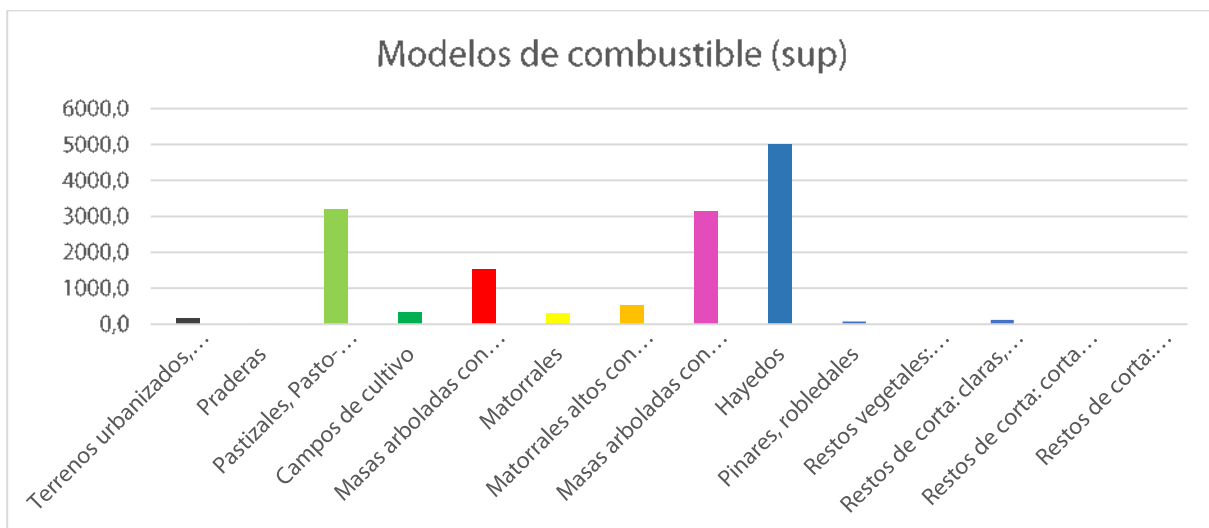
- El **propagador** principal del fuego en este modelo es la **hojarasca o acículas** bajo arbolado.
- La **capa de hojarasca o acículas es menos compacta** y tiene mayor espesor que en el **modelo 8**. Lo cual implica una **mayor presencia de oxígeno** en la capa de cara a la combustión, produciendo una **mayor intensidad del fuego**. Las **acículas** son **más largas** que las del modelo 8 y la **hojarasca** es también **de hojas de mayor tamaño**. La **carga de combustible** puede llegar a **10 Tn/Ha**.
- En condiciones de sequía prolongada, fuertes vientos secos y humedad relativa baja, condiciones que suelen producirse principalmente en otoño, da lugar a un incendio intenso y rápido, que puede ocasionar la combustión de pies completos cuyo fuego puede dar lugar a un incendio de copas. La diferente velocidad de propagación del incendio a través de las copas o a nivel del suelo, da lugar a una mayor complejidad de los trabajos de ataque y extinción del fuego.

A este modelo pertenecen los bosques de Q. pyrenaica, Q. robur, Q. petraea, Q. rubra, etc. Así como los pinares de nigra, etc. y castaños.

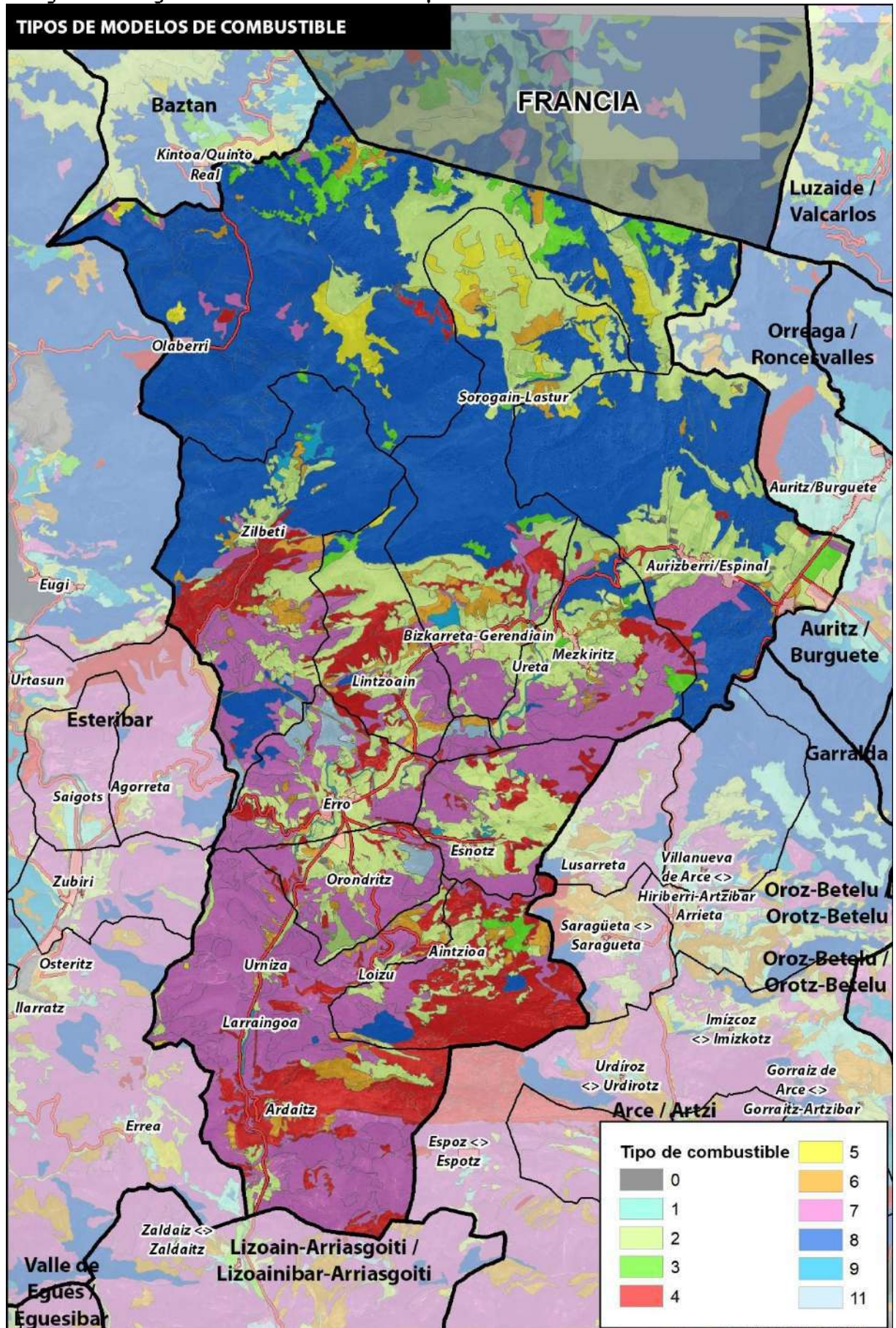
La clasificación del territorio objeto de estudio se ha hecho en base a la información base disponible en IDENA (Mapa de modelo de combustible). Esta información inicial se ha actualizado mediante fotointerpretación (series de ortofotos de varios años y MDV Lidar), así como con visitas de campo.

Se ha atribuido un índice de peligrosidad de combustible (PCB) a cada modelo de combustible, tal y como detalla la siguiente tabla:

Tipo de modelo	Grupo (Combustible principal)	Descripción (vegetación tipo)	PCB	Sup. (ha)	% Sup
0	-	Terrenos urbanizados, agua, etc	5	161,2	1,1%
1	Pastos	Praderas	7	1,3	0,0%
2	Pastos	Pastizales, Pasto-matorral	7	3200,4	22,2%
3	Pastos	Campos de cultivo	8	328,4	2,3%
4	Matorrales	Masas arboladas con matorral abundante y continuidad vertical.	10	1542,4	10,7%
5	Matorrales	Matorrales	6	313,7	2,2%
6	Matorrales	Matorrales altos con árboles dispersos.	9	526,1	3,6%
7	Matorrales	Masas arboladas con sotobosque abundante, en dos estratos distintos.	8	3143,8	21,8%
8	Hojarasca	Hayedos	5	5017,0	34,8%
9	Hojarasca	Pinares, robledales	5	73,8	0,5%
10	Restos	Restos vegetales: Vendavales.	9	0,0	0,0%
11	Restos	Restos de corta: claras, corta ahecho con retirada de restos	6	120,2	0,8%
12	Restos	Restos de corta: corta ahecho sin retirada de restos	7	0,0	0,0%
13	Restos	Restos de corta: árboles no retirados	8	0,0	0,0%
<b>Total</b>				<b>14.428,1</b>	

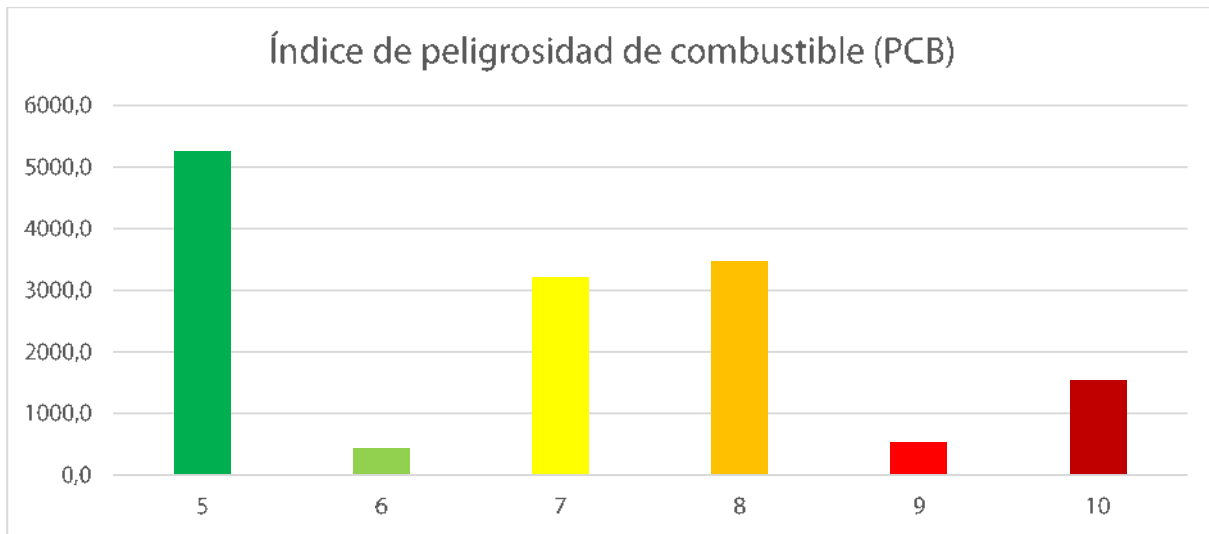


La siguiente imagen muestra su distribución espacial:

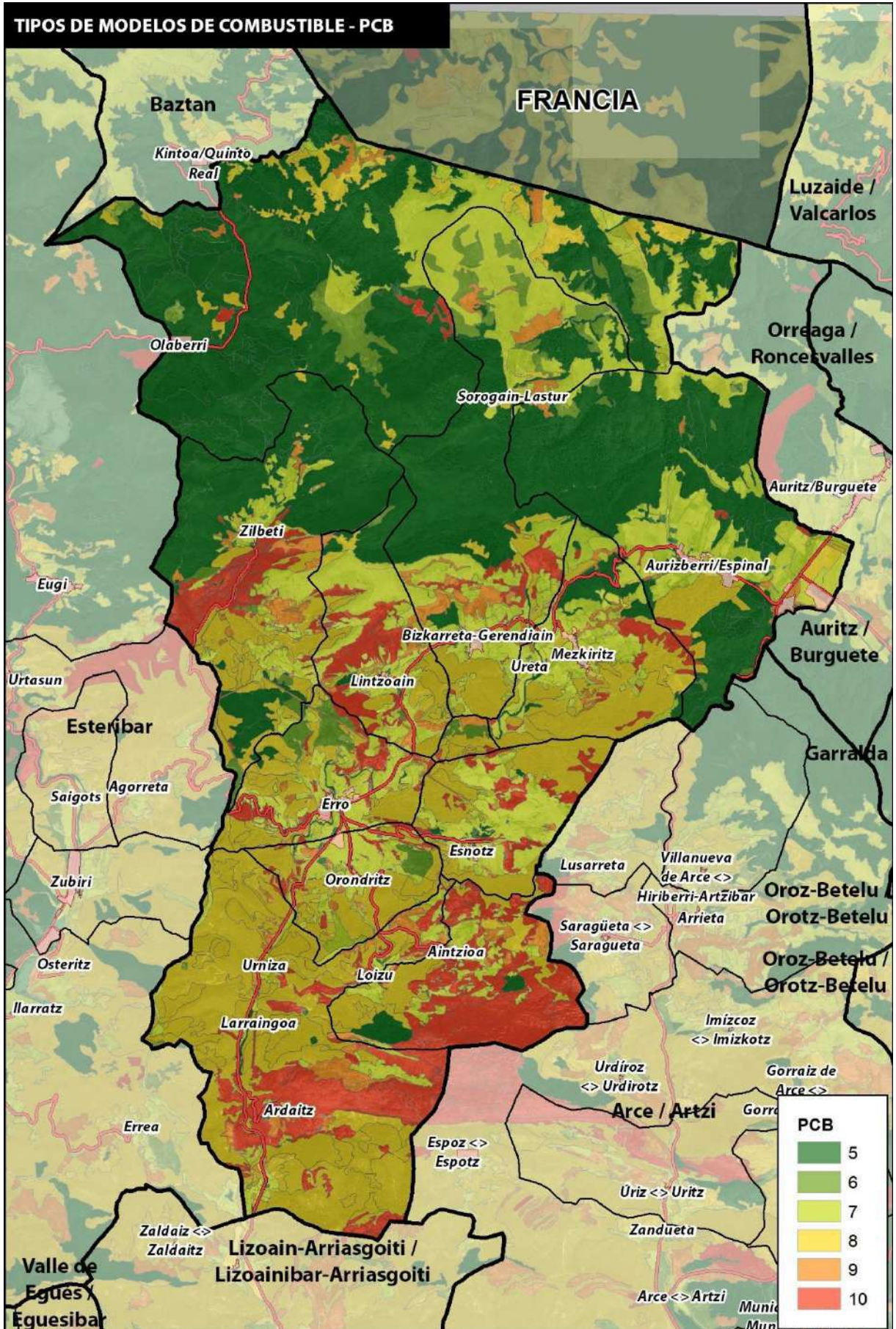


Como se ha comentado anteriormente, cada modelo de combustible tiene asociado un Índice de peligrosidad de combustible (PCB). La siguiente tabla y gráfico muestran la situación de Montejurra:

<b>PCB</b>	<b>Sup (ha)</b>	<b>% Sup</b>
5	5252,0	36%
6	433,8	3%
7	3201,7	22%
8	3472,2	24%
9	526,1	4%
10	1542,4	11%
<b>Total</b>	<b>14428,1</b>	<b>100%</b>



Se ha plasmado geográficamente el índice de peligrosidad de combustible (PCB) de cada modelo de combustible, obteniendo la siguiente imagen:



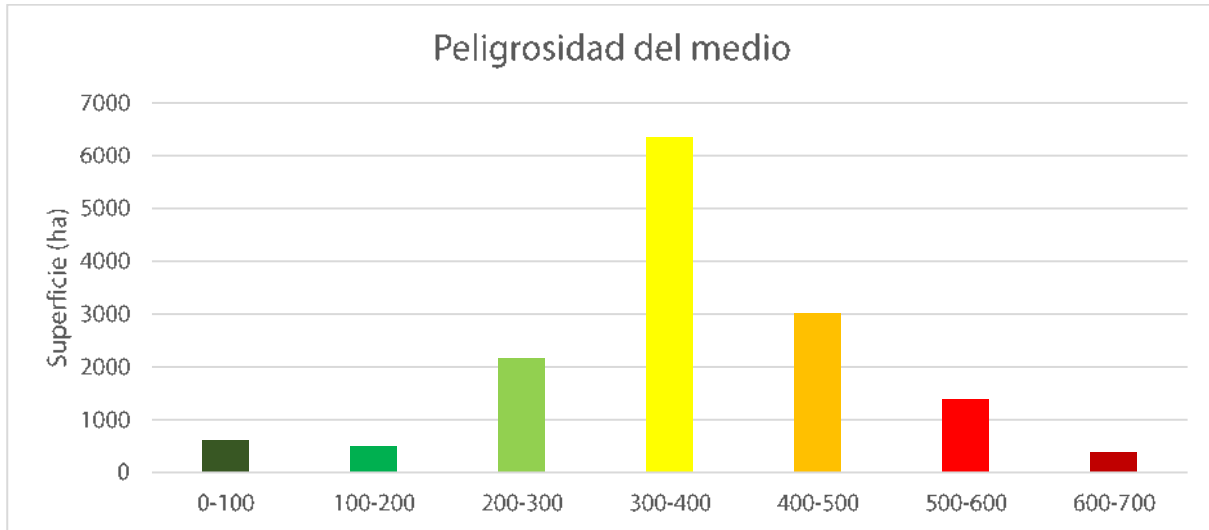
## 2.4.- Peligrosidad del medio

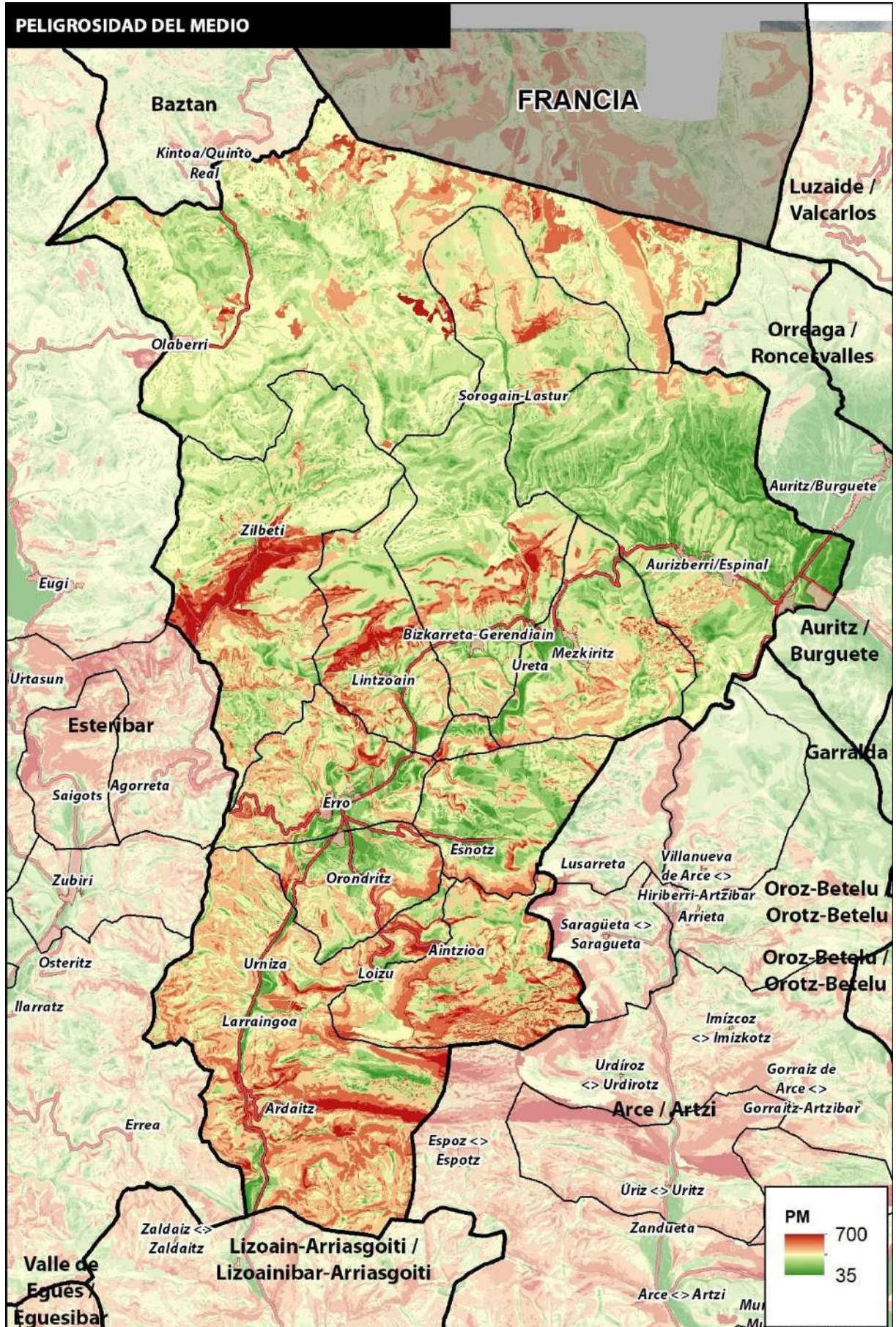
El índice de peligrosidad del medio (PM) se calcula como el producto de los tres índices calculados previamente.

$$PM = PCB \cdot PF \cdot PCL$$

Este cálculo se realiza en toda el área de estudio, cn métodos de análisis espacial. Se ha trabajado a la escala del mapa de altura dominante, es decir según cuadrículas de 100 m<sup>2</sup> (10x10m).

La tabla siguiente ofrece un resumen de los valores obtenidos.





### III.- ANÁLISIS DE RIESGOS E INCENDIOS FORESTALES

#### 3.1.- Análisis de incendios históricos

Se han consultado la base de datos de incendios forestales facilitada por el Servicio de Gestión Forestal. Esta base recoge los incendios forestales ocurridos en el periodo 1985-2021 para toda Navarra. Para el presente estudio, se han extraído los datos relativos al municipio de Erro y a la demarcación del guarderío forestal de Aezkoa-Quinto Real.

Se ha estimado oportuno incluir en el estudio los datos de la demarcación de Aoiz, que abarca los municipios ubicados al sur del término de Erro y constituyen una posible puerta de entrada de incendios forestales al valle.

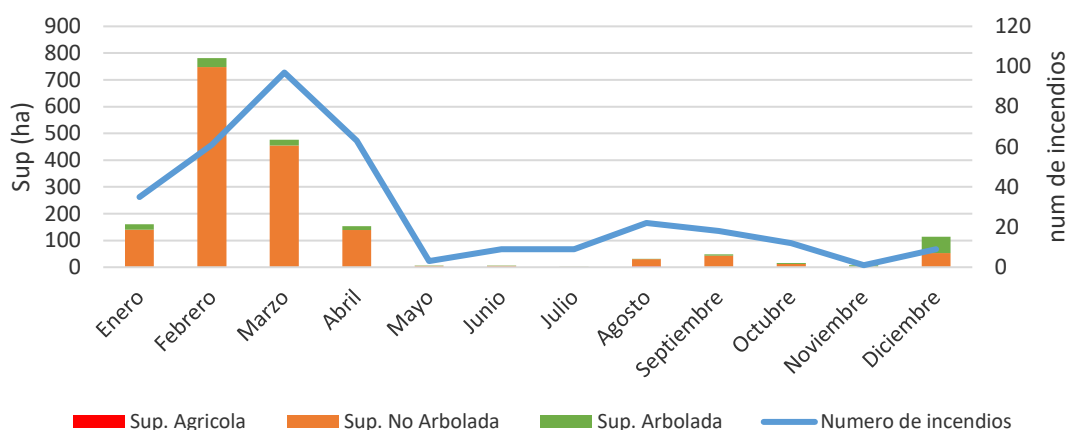
La tabla siguiente ofrece un resumen del número de incendios y superficie afectada en Erro y en estas dos demarcaciones.

<i>Territorio</i>	<i>Sup. (ha)</i>	<i>Sup. forestal (ha)</i>	<i>num incendios</i>	<i>Sup. total quemada</i>	<i>Sup. forestal quemada</i>	<i>Sup. arbolada quemada</i>
Erro	14.428	14.165	57	185,8	185,5	20,5
Demarc. Aezkoa-Quinto Real	62.840	60.716	339	1798,9	1795,6	164,9
Demarc. Aoiz	83.947	60.418	256	1836,5	1397,4	724,6

#### 3.1.1.- Temporalidad

La tabla siguiente ofrece un resumen de la repartición en el tiempo de los incendios forestales y su gravedad para las demarcaciones de Aezkoa-Quinto Real para el periodo 1985-2021:

<i>Demarcación forestal de Aezkoa – Quinto Real</i>						
<i>Mes</i>	<i>Numero de incendios</i>	<i>Sup. agrícola (ha)</i>	<i>Sup. No arbolada (ha)</i>	<i>Sup. arbolada (ha)</i>	<i>Sup. forestal total (ha)</i>	<i>Sup. total (ha)</i>
Enero	35	0	140	21	161	161
Febrero	61	0	748	33	782	782
Marzo	97	0	455	21	476	476
Abril	63	0	139	15	154	154
Mayo	3	0	6	1	6	6
Junio	9	0	5	0	5	5
Julio	9	0	1	0	1	1
Agosto	22	3	26	0	26	30
Septiembre	18	0	44	4	48	48
Octubre	12	0	13	3	16	16
Noviembre	1	0	2	5	7	7
Diciembre	9	0	53	61	114	114
<b>Total</b>	<b>339</b>	<b>3</b>	<b>1631</b>	<b>165</b>	<b>1796</b>	<b>1799</b>



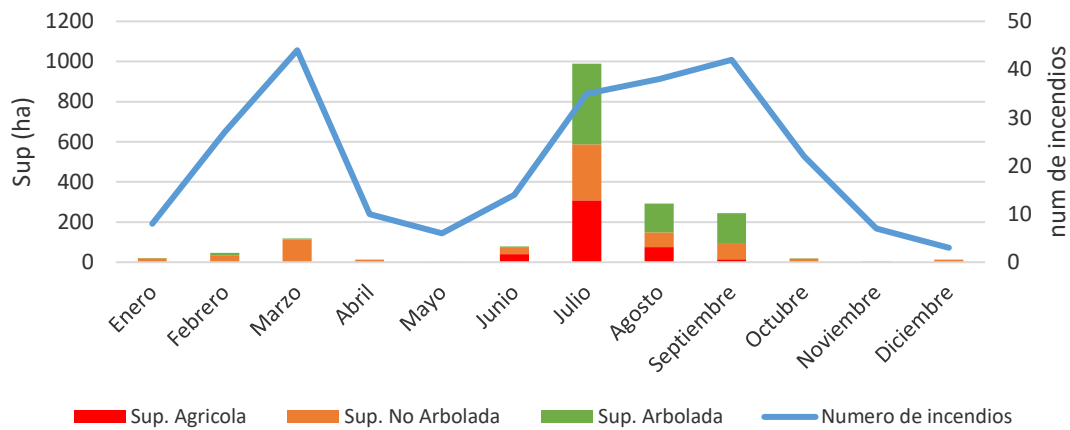
Esta tabla muestra varias tendencias muy claras:

- En cuanto a número de incendios, los meses de enero a abril agrupan el 76% del total.
- El 70% de la superficie quemada se concentra entre los meses de febrero-marzo. Esta cifra sube al 94% en el periodo diciembre-abril.
- El 91% de la superficie quemada corresponde a suelo forestal no arbolado (pastos y matorrales). El resto se reparte a partes iguales entre superficie agrícola y superficie forestal arbolada.

Estas tendencias reflejan claramente el uso tradicional del fuego como herramienta de gestión de los pastos (quemadas de matorral).

Estos datos son radicalmente distintos para la demarcación de Aoiz, que se exponen a continuación

<b>Demarcación forestal de Aoiz</b>						
<b>Mes</b>	<b>Numero de incendios</b>	<b>Sup. agrícola (ha)</b>	<b>Sup. No arbolada (ha)</b>	<b>Sup. arbolada (ha)</b>	<b>Sup. forestal total (ha)</b>	<b>Sup. total (ha)</b>
Enero	8	0	19	1	19	19
Febrero	27	0	33	14	47	47
Marzo	44	0	113	5	118	118
Abril	10	0	12	1	13	13
Mayo	6	0	2	0	2	2
Junio	14	41	34	4	38	79
Julio	35	308	279	403	682	990
Agosto	38	75	73	144	217	292
Septiembre	42	15	76	154	230	245
Octubre	22	0	18	0	18	18
Noviembre	7	0	2	0	2	2
Diciembre	3	0	12	0	13	13
<b>Total</b>	<b>256</b>	<b>439</b>	<b>673</b>	<b>725</b>	<b>1397</b>	<b>1837</b>



En este territorio, el grueso de los incendios (50%) y superficie quemada (83%) ocurre de junio a septiembre. También se observa un pequeño pico en número de incendios en marzo, aún que con una afección en superficie limitada.

La superficie agrícola también hace su aparición en la superficie quemada, fruto tanto del cambio de paisaje como del cambio en la tipología de incendios.

Estos datos ponen en evidencia la existencia de riesgos de incendios forestales de distintas naturalezas en el término de Erro:

- Un riesgo propio del territorio, debido a las actividades en el municipio y de carácter principalmente invernal.
- Un riesgo ligado a los territorios más meridionales, de carácter estival.

### 3.1.2.- Causalidad

La tabla siguiente ofrece un resumen de las causas de los incendios forestales y su gravedad para las demarcaciones de Aezkoa-QuintoReal para el periodo 1985-2021:

Causa	Número de incendios	Superficie arbolada (ha)	Superficie Total (ha)
Quema agrícola	8	15	278
Quema pascícola	112	81	824
Quemas de restos forestales	9	7	24
Otras quemas	5	0	2
Otras maquinas y vehículos	1	0	0
<b>Actividades en entorno rústico</b>	<b>135</b>	<b>103</b>	<b>1.128</b>
Líneas eléctricas y aerogeneradores	2	1	11
<b>Infraestructuras</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>11</b>
Hogueras	3	0	1
Fumadores	2	0	1
Escape de vertedero/Quema de basuras	6	0	6
Otras causas no intencionales	1	0	0
<b>Negligencias</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>7</b>
Rayo	2	0	0
Reproducido	2	0	1
<b>Causas naturales</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
<b>Intencionado</b>	<b>61</b>	<b>32</b>	<b>212</b>
<b>Desconocida</b>	<b>125</b>	<b>29</b>	<b>436</b>
<b>Total</b>	<b>339</b>	<b>165</b>	<b>1.796</b>

Como se puede apreciar, en un 37% de los casos, no ha sido posible determinar el origen de los incendios. Un 18% de los incendios están calificados de intencionados.

Alrededor de un 40% de los incendios tienen su origen en quemas y otras actividades en el ámbito rústico (principalmente quemas de agrícolas o en limpieza de infraestructuras).

Finalmente, las negligencias (4%), incendios ligados a infraestructuras (1%) y causas naturales (1%) contribuyen en de forma más débil al número de incendios.

En cuanto a superficie quemada, estas proporciones varían sustancialmente.

Los incendios con origen accidental (actividades en el ámbito rústico y negligencias) son responsables del 63% de la superficie quemada.

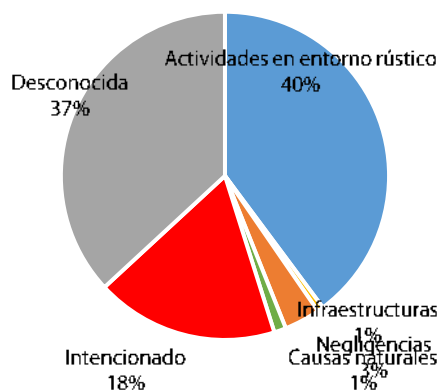
Los incendios de origen desconocido representan un 24% de la superficie incendiada y los de origen voluntario el 12%.

La contribución de los incendios causados por infraestructuras, negligencias y causas naturales son meramente testimoniales.

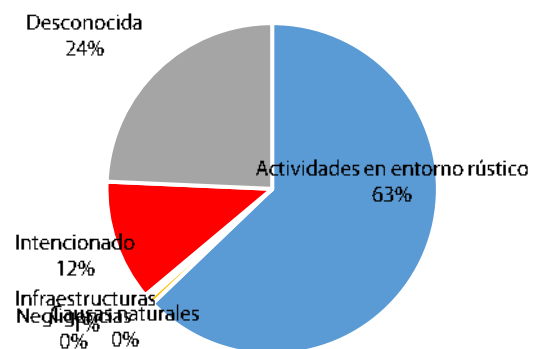
La siguiente tabla y gráficos permiten una más fácil interpretación de estos datos:

<b>Causa</b>	<b>Número de incendios</b>	<b>% Num</b>	<b>Sup. arbolada (ha)</b>	<b>% Sup. arbol</b>	<b>Sup Total (ha)</b>	<b>% Sup tot</b>
<i>Actividades en entorno rústico</i>	135	40%	103	62%	1.128	63%
<i>Infraestructuras</i>	2	1%	1	0%	11	1%
<i>Negligencias</i>	12	4%	0	0%	7	0%
<i>Causas naturales</i>	4	1%	0	0%	1	0%
<i>Intencionado</i>	61	18%	32	19%	212	12%
<i>Desconocida</i>	125	37%	29	18%	436	24%
<b>Total</b>	<b>339</b>	<b>100%</b>	<b>165</b>	<b>100%</b>	<b>1.796</b>	<b>100%</b>

**Numero de incendios**



**Superficie Total (ha)**





### 3.2.- Análisis del riesgo estadístico

#### 3.2.1.- Índice de frecuencia

El índice de frecuencia es un indicador que refleja la frecuencia con la que se declaran incendios forestales en un territorio dado. Este índice se calcula para una superficie de referencia de 10.000 ha, y se calcula de la siguiente forma:

$$F_i = \frac{10.000}{a \cdot S_m} \sum n_i$$

- $F_i$ : Frecuencia de incendios  
 $a$ : Número de años de la serie  
 $S_m$ : Superficie del municipio  
 $n_i$ : Número de incendios para cada año de la serie

La tabla siguiente ofrece un resumen del cálculo del índice de frecuencia para el periodo 1985-2021 para distintas escalas del territorio.

Territorio	Sup.	num incendios	$F_i$	Clasificación riesgo
Erro	14.428	57	1,07	Moderado
Demarc. Aezkoa-Quinto Real	62.840	339	1,46	Moderado
Demarc. Aoiz	83.947	256	0,82	Moderado

#### 3.2.2.- índice de gravedad de incendios

El índice de gravedad es un indicador que permite apreciar el impacto que tienen los incendios sobre la superficie forestal de un territorio. Se calcula como el porcentaje de superficie forestal quemado anualmente, gracias a la siguiente fórmula:

$$I_g = \frac{100}{a \cdot S_{ft}} \sum S_{fq}$$

- $I_g$ : Índice de gravedad de incendios  
 $a$ : Número de años de la serie  
 $S_{fq}$ : Superficie forestal quemada cada año  
 $S_{ft}$ : Superficie forestal total

La tabla siguiente ofrece un resumen del cálculo del índice de gravedad para el periodo 1985-2021 para distintas escalas del territorio.

Territorio	Sup. Forestal (ha)	Sup. forestal quemada	$I_g$	Clasificación riesgo
Erro	14.165	186	0,04	Muy bajo
Demarc. Aezkoa-Quinto Real	60.716	1.796	0,08	Muy bajo
Demarc. Aoiz	60.418	1.397	0,06	Muy bajo

#### 3.2.3.- Índice de causalidad

El índice de causalidad permite apreciar el tipo y peligrosidad de causas de incendios a las que está sometido un territorio. Para ello, se atribuye un coeficiente de peligrosidad a cada causa de incendio (Cuanto más alto, más peligroso).

Se calcula como el promedio de la media anual de peligrosidad de los incendios, gracias a la siguiente fórmula:

$$C_i = \frac{1}{a} \sum \frac{\sum c \cdot n_{ic}}{n_i}$$

- $C_i$ : Índice de causalidad  
 $a$ : Número de años de la serie  
 $c$ : Coeficiente de peligrosidad específica de cada causa  
 $n_{ic}$ : Número de incendios de cada causa en cada año  
 $n_i$ : Número de incendios para cada año de la serie

Para el coeficiente  $c$ , se han adoptado los siguientes valores:

Causa	c
Intencionado	10
Desconocido	7,5
Negligencias, accidente	5
Rayo	1

La tabla siguiente ofrece un resumen del cálculo del índice de causalidad para el periodo 1985-2021 para distintas escalas del territorio.

Territorio	$C_i$	Clasificación riesgo
Erro	2,78	Alto
Demarc. Aezkoa-Quinto Real	5,04	Extremo
Demarc. Aoiz	4,66	Grave

### 3.2.4.- Cálculo del riesgo estadístico

El riesgo estadístico (RE) se calcula como el producto de los tres índices calculados previamente.

$$RE = F_i \cdot I_g \cdot C_i$$

Territorio	$F_i$	$I_g$	$C_i$	RE
Erro	1,07	0,04	2,78	0,12
Demarc. Aezkoa-Quinto Real	1,46	0,08	5,04	0,59
Demarc. Aoiz	0,82	0,06	4,66	0,23

### 3.2.5.- Principales incendios ocurridos en el territorio

Según la información disponible, se registraron 57 incendios en Erro (339 en la demarcación forestal de Aezkoa – Quinto Real) para periodo 1985-2021.

En este periodo, no se han encontrado incendios que destaquen por sus características. Los más resaltables son incendios muy viejos (1989), para los cuales no existe cartografía de los límites o información precisa de sus circunstancias.

Incendio	Fecha	Descripción	Superficie afectada (ha)		
			Pasto/matorral	arbolada	Total
-	-	-	-	-	-

### 3.3.- Identificación de las actividades o usos susceptibles de producir incendios

El análisis de los datos históricos de incendios de la comarca muestra que las causas de incendios más frecuentes (cuando se identifican) son accidentes ligados a actividades en el ámbito rústico o intencionadas. Las negligencias y otros tipos de accidentes también son una fuente potencial de incendios. La contribución de los incendios causados por infraestructuras y causas naturales son meramente testimoniales.

Los incendios derivados de las quemas de invierno en pastizales suelen ser rápidamente detectados, por lo que sus consecuencias son generalmente leves. Este tipo de incendios representa sin embargo una parte importante de los incendios forestales declarados, teniendo en cuenta el volumen de quemas realizadas cada año.

En cuanto a la actividad agrícola, la casi totalidad de los campos del municipio se dedican a praderas de siega. Este tipo de cultivos presenta un riesgo asociado relativamente bajo tanto en las épocas de siega (El forraje se corta en verde, se deja secar una vez cortado y no alcanza grados de humedad tan bajo como la paja) como en el conjunto del ciclo de cultivo (no existen periodos de acumulación de combustible seco).

Las carreteras y los tendidos eléctricos son un posible foco de incendios forestales y por ello es necesario tenerlas en cuenta. No obstante, las estadísticas nos muestran que los incendios por causa de las infraestructuras solo representan una pequeña parte de los incendios registrados.

En el caso del Valle de Erro, se ha de tener en cuenta el riesgo de la entrada de un incendio procedente de uno de los términos vecinos ubicados más al sur, en los que el riesgo es mayor (Esteribar, Lizoain-Arriasgoiti, Arce).

### 3.4.- Riesgo potencial de incendio

El riesgo de potencial de incendio integra el riesgo estadístico y la peligrosidad del medio. El riesgo potencial (RE) se calcula como el producto de ambos índices:

$$RP = RE \cdot PM$$

Del mismo modo que para el PM, este cálculo se realiza en todo el área de estudio, con métodos de análisis espacial. Se ha trabajado a la escala del mapa de pendiente, es decir según cuadrículas de 100 m<sup>2</sup> (10x10m).

En el caso del municipio de Erro, el riesgo estadístico se ha obtenido a escala de todo el municipio, por lo que no existen diferencias notables entre riesgo potencial y peligrosidad del medio.

### 3.5.- Otros factores de riesgo

El análisis realizado en los apartados anterior se ha basado principalmente en la sensibilidad del medio a los incendios forestales. Sin embargo, existen, diseminados en el territorio, cantidad de elementos cuya protección constituye un objetivo prioritario en situación de incendio o que pueden, en cambio, ser fuente de incendio.

#### 3.5.1.- Interfaz urbano- forestal

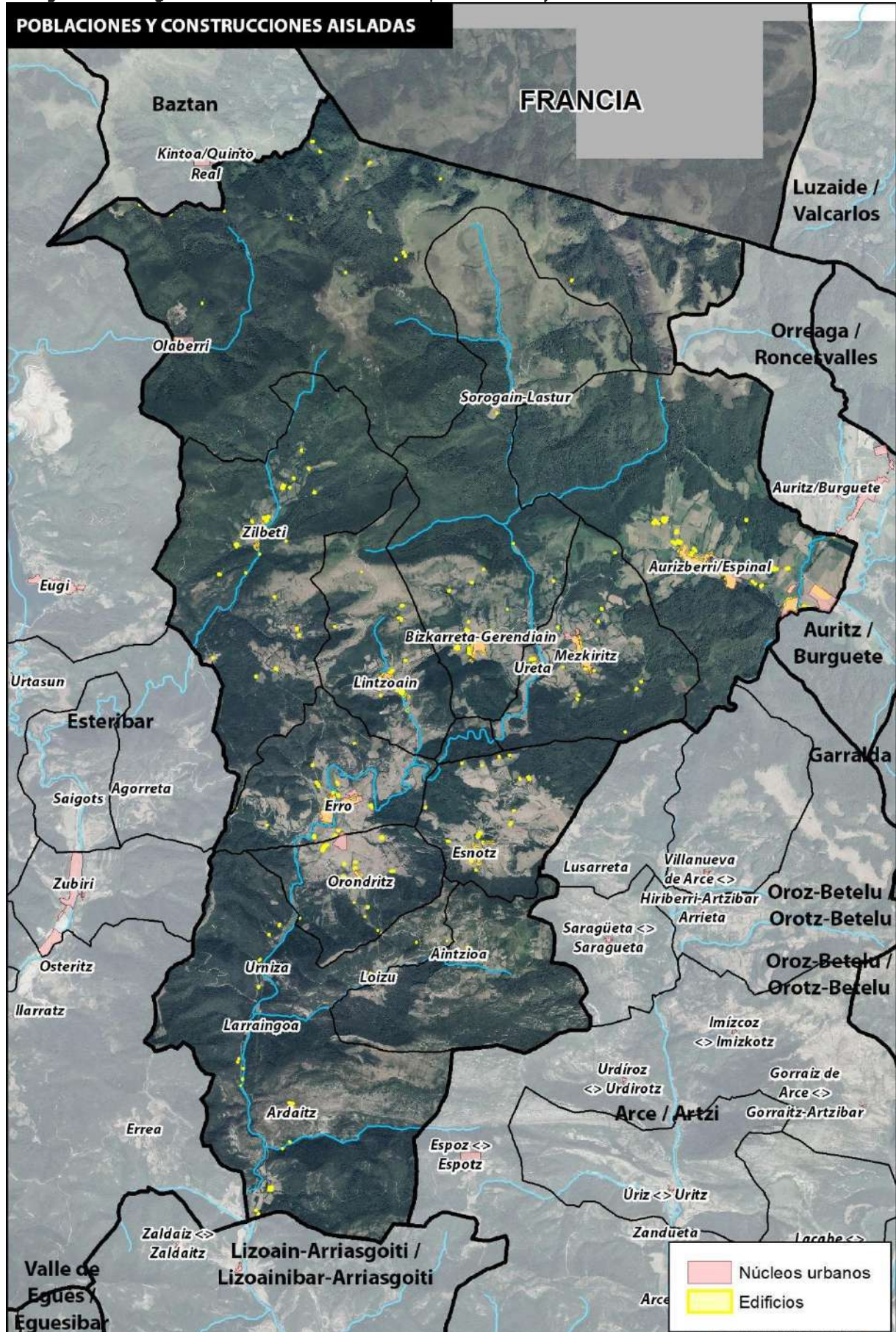
El municipio cuenta con 12 pueblos, a los que se suman otros lugares habitados diseminados en el valle, tal como lo refleja la tabla siguiente:

Nombre	Observaciones
<b>Pueblos</b>	
Aintzioa	Concejo
Ardaitz	Concejo tutelado

Aurizberri/Espinal	Concejo
Bizkarreta-Gerendiain	Concejo
Erro	Concejo
Esnutz	Concejo
Lintzoain	Concejo
Loizu	Concejo tutelado
Mezkiritz	Concejo
Orondritz	Concejo
Zilbeti	Concejo
<b>Lugares habitados</b>	
Gurbizar	Antiguo Señorío (PFN)
Larraingoa	Antiguo Señorío (PFN)
Olaberri	Casa del guarda de Kinto
Orosa	Señorío
Sorogain	Albergue del monte Sorogain
Ureta	Antiguo Señorío
Urniza	Antiguo Señorío (PFN)

A estos núcleos, se suman numerosos edificios diseminados: naves ganaderas, bordas (presentes principalmente en zonas de pastos, se encuentran en distintos estados de conservación), ermita, depósitos, etc.

La siguiente imagen muestra la localización de poblaciones y construcciones:



El tipo y la cantidad de vegetación que rodea las construcciones juega un papel muy importante en la determinación del peligro potencial en esta interfaz. Un entorno vegetal adecuadamente gestionado proporciona protección frente al incendio que pueda aproximarse, contribuyendo a frenar su propagación.

Para cada edificio, se definen 3 zonas de exposición concéntricas, tal como se describen a continuación:

- Zona 1 (0-10m): Esta zona comprende una superficie desde los muros del edificio hasta 10 metros de éstos. Se trata del espacio en el cual es más necesario una revisión y evaluación de los combustibles presentes ya que la vegetación en esta zona puede propagar rápidamente las llamas a la estructura, ya sea debido a la proximidad o al contacto directo con ella. En caso de que no exista combustible vegetal se conoce como área defendible.
- Zona 2 (10-30m): Esta zona comienza a partir de la anterior hacia el exterior, con un radio de hasta 30 metros de distancia desde el edificio a proteger, pero puede variar dependiendo de la topografía del terreno. En esta zona, el peligro para la estructura lo suponen las llamas, el calor de radiación y las pavesas proyectadas. Es por ello por lo que debe tratarse la vegetación de forma que únicamente permita fuegos de baja intensidad y lenta propagación.
- Zona 3 (30-100m): La última zona comienza a partir de los 30 metros del límite anterior hasta 100 metros de radio de circunferencia con centro en la o las estructuras a proteger del fuego. En esta zona el peligro principal serán las pavesas lanzadas por fuegos de copas de alta intensidad que producen grandes corrientes de convección de aire caliente que transportan estos elementos incandescentes y que fácilmente pueden iniciar focos secundarios en las proximidades de las casas de la Interfaz Urbano Forestal.

En anexos, se ofrece un mapa de las zonas de exposición de los distintos pueblos y núcleos del municipio.

### 3.5.2- Vías de comunicación

En cuanto a la red de carreteras, destacan la presencia de la N-135, Pamplona-Francia, que atraviesa el valle de suroeste a este, la NA-2330 que viene de Urroz-Villa que entra por el sur hasta llegar al pueblo de Erro y la NA-138 que da servicio a la zona de Quinto Real.

El resto de carreteras son pequeños tramos que conectan las principales carreteras con algunas localidades del valle.

Las carreteras presentes en el Valle de Erro se recogen en la siguiente tabla:

<b>Carretera</b>	<b>Longitud (km)</b>
N-135 Pamplona - Francia (Luzaide/Valcarlos)	17,3
NA-138 Pamplona - Francia (Alduides)	3,7
NA-140 Auritz/Burguete - Isaba	0,8
NA-1720 Aoiz - Auritz/Burguete	1,9
NA-2330 Urroz-Villa - Erro	8
NA-2331 Ardaitz	1,6
NA-2332 Aintzinoa	4,6
NA-2333 Esnotz	3,0
NA-2334 Mezkiritz	0,3
NA-2381 Loizu	1,2
NA-2532 Zilbeti	2,3
NA-2584 Lintzoain	0,3
<b>Total</b>	<b>45,1</b>



### 3.5.3.- Conducciones

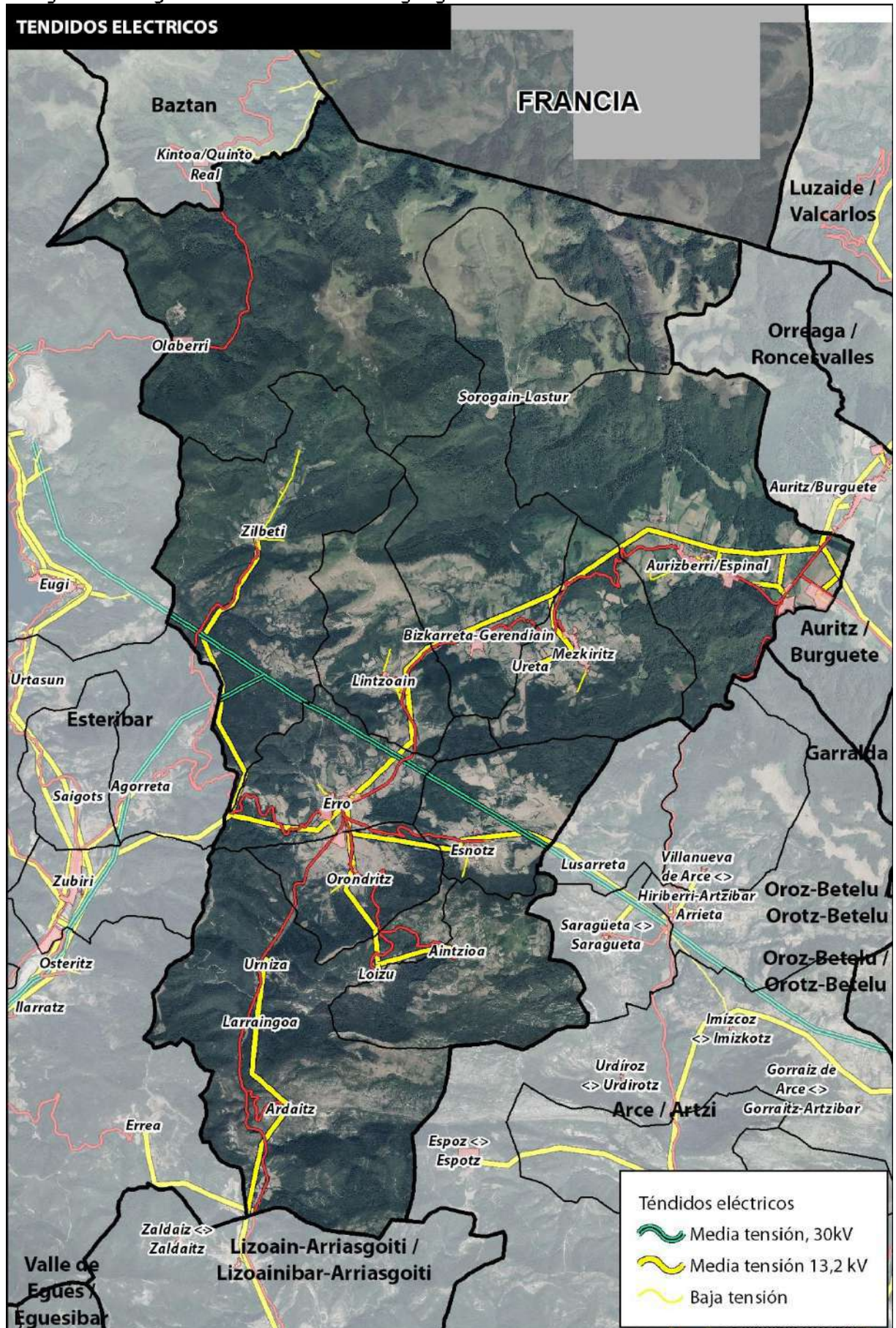
El Valle de Erro es atravesado por varias líneas eléctricas, entre las que se distinguen tres tipos de tendidos:

- Línea eléctrica de media tensión de 30kv: esta línea atraviesa el término de Erro de oeste a este, en línea recta, uniendo la cantera de Eugi con Oroz- Betelu y dejando Zilbeti y Lintzoain al norte y Erro y Esnotz al sur. En el Paraje de Etxarroko Borda, se une con otra línea de mismas características, procedente de del Agorreta (Esteribar).
- Línea eléctrica de media tensión de 13,2kv: estas líneas sirven para la distribución de la electricidad hasta los núcleos urbanos. En Erro, la red principal entra procedente de Esteribar por el puerto de Erro, y recorre todo el valle, siguiendo la N-135 hasta Burguete. Desde este eje, salen varias bifurcaciones hacia Zilbeti, Olondritz-Loizu-Aintztoa, Esnotz-Lusarreta-Arrieta, Mezkiritz-Ureta y el camping y polígono de Espinal. Existe otro ramal independiente, que entra en el valle desde Lizoain-Arriasoiti y abastece Ardaitz, Larraingoa y urniza.
- Línea eléctrica de baja tensión: tendidos con tensión de consumo que dan servicio desde los núcleos urbanos a naves u otros edificios aislados.

La tabla siguiente ofrece un resumen de las líneas presentes en el municipio.

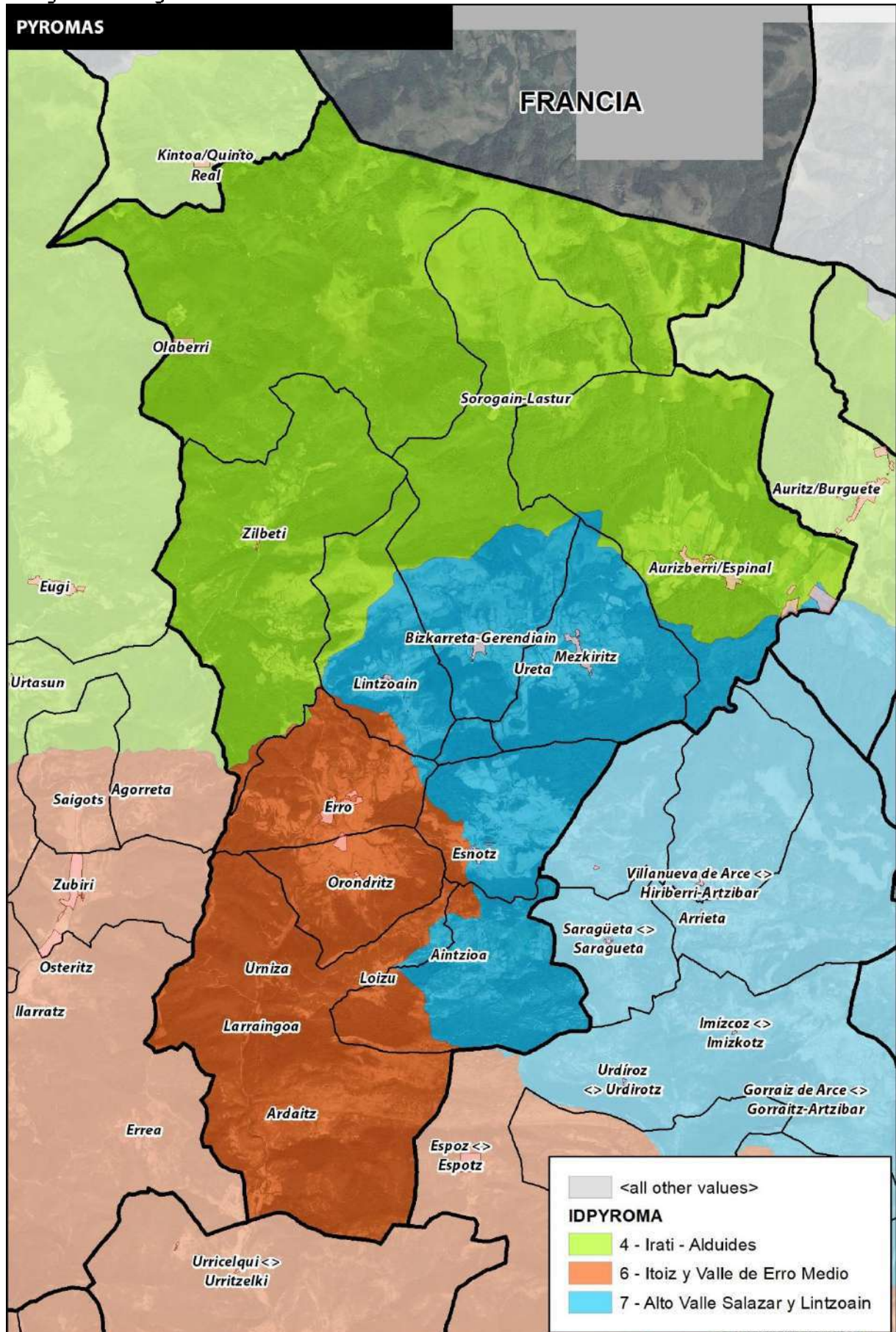
<i>Líneas electricas</i>	<i>Longitud (km)</i>
Media tensión, 30kV	8,6
Media tensión, 13,2kV	37,4
Baja tensión	8,1
<b>Total</b>	<b>54,1</b>

La siguiente imagen muestra la localización geográfica de las mismas:





La siguiente imagen muestra su localización:



### Régimen de incendios

La tabla siguiente ofrece un resumen de los principales indicadores del régimen de incendios de los pyromas que afectan a este trabajo:

Pyroma	Área (ha)	Área quemada (%/año) <sup>1</sup>	Igniciones (#/km <sup>2</sup> /año)	GIF <sup>2</sup> (#/año)	Periodo de incendios
4 - Irati - Alduides	36.840	0,02 (< 0,01)	0,007	0,03	15 de oct a 25 de abr
6 - Itoiz y Valle de Erro Medio	38.065	0,01 (0,31)	0,008	0	1 sep a 20 de feb
7 - Alto Valle Salazar y Lintzoain	32.460	0,03 (0,96)	0,018	0	1 ene a 25 de abr

<sup>1</sup> La cifra entre paréntesis es el porcentaje de área quemada por incendio de rayo; <sup>2</sup> GIF: Grandes incendios forestales (> 100ha)

En comparación con el resto de pyromas de Navarra, los pyromas 4 y 6 se encuentran entre los 5 pyromas con las cifras más bajas tanto en número de igniciones como en superficie quemada por año.

El pyroma 7 no se encuentra tan bien posicionado, también se encuentra bien posicionado en cuanto a superficie quemada, pero solo se encuentra en la media en cuanto a número de igniciones.

### Datos meteorológicos

El estudio proporciona también un resumen de las condiciones meteorológicas para cada pyroma durante el periodo de incendios y para una estación meteorológica de referencia:

Pyroma	Estación meteorológica de referencia
4 - Irati - Alduides	No determinado
6 - Itoiz y Valle de Erro Medio	Aoiz
7 - Alto Valle Salazar y Lintzoain	Erremendia

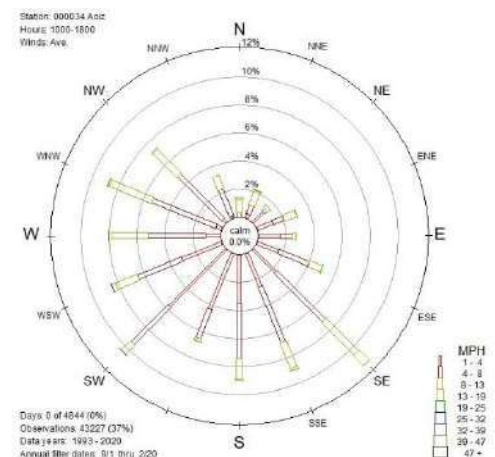
### Valor porcentual del tiempo correspondiente a los vientos registrados para cada pyroma

La tabla siguiente ofrece un resumen de las condiciones de viento para el periodo de incendios (cuadro de frecuencia del viento según dirección y velocidad).

Se destacan en naranja las combinaciones de dirección/velocidad para las que se obtienen frecuencias elevadas (>2%).

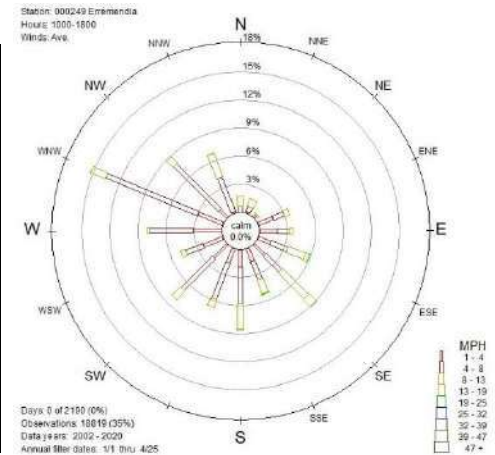
El periodo en calma (o sin viento, no incluido en la tabla) corresponde a la diferencia entre la suma de las frecuencias y el total (100%).

Pyroma: 13.- Tierra Estella Norte									
Velocidad (km/h)	Dirección (°)								Total
	NE	E	SE	S	SO	O	NO	N	
	45	90	135	180	225	270	315	360	
0 - 5	1,2	2,0	2,9	4,0	5,3	1,1	0,2	0,0	16,7
5 - 10	1,1	1,9	5,8	6,6	9,2	5,0	3,6	0,5	33,7
10 - 15	0,7	1,4	6,0	4,1	3,1	6,5	7,2	1,5	30,5
15 - 20	0,8	0,5	3,2	1,3	0,9	2,8	2,6	1,4	13,5
20 - 25	0,2	0,1	1,2	0,3	0,2	0,7	0,4	0,4	3,5
25 - 30	0,0	0,0	0,5	0,1	0,1	0,2	0,0	0,1	1,0
30 - 35	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
> 35	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>total</b>	<b>4,0</b>	<b>5,9</b>	<b>19,7</b>	<b>16,4</b>	<b>18,8</b>	<b>16,3</b>	<b>14,0</b>	<b>3,9</b>	<b>99,0</b>



Tanto la tabla como el gráfico anterior muestran que predominan los vientos en el arco NNW a SE.

Pyroma: 7.- Alto Valle Salazar y Lintzoain									
Velocidad (km/h)	Dirección (°)								Total
	NE	E	SE	S	SO	O	NO	N	
	45	90	135	180	225	270	315	360	
0 - 5	1,2	2,0	2,9	4,0	5,3	1,1	0,2	0,0	<b>16,7</b>
5 - 10	1,1	1,9	5,8	6,6	9,2	5,0	3,6	0,5	<b>33,7</b>
10 - 15	0,7	1,4	6,0	4,1	3,1	6,5	7,2	1,5	<b>30,5</b>
15 - 20	0,8	0,5	3,2	1,3	0,9	2,8	2,6	1,4	<b>13,5</b>
20 - 25	0,2	0,1	1,2	0,3	0,2	0,7	0,4	0,4	<b>3,5</b>
25 - 30	0,0	0,0	0,5	0,1	0,1	0,2	0,0	0,1	<b>1,0</b>
30 - 35	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	<b>0,1</b>
> 35	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	<b>0,0</b>
<b>total</b>	<b>4,0</b>	<b>5,9</b>	<b>19,7</b>	<b>16,4</b>	<b>18,8</b>	<b>16,3</b>	<b>14,0</b>	<b>3,9</b>	<b>99,0</b>



En este caso, los datos muestran un pico fuerte en l dirección NNW-NW. Se observa también una fuerte proporción de vientos en el arco SW-SE.

**Contenido de humedad de los combustibles para cada pyroma**

Los datos climatológicos de la estación de referencia permiten también calcular el contenido de humedad de los combustibles muertos (1, 10, 100 y 1000 horas) y vivos (herbáceo y leñoso) para los percentiles 50, 70, 85 y 97 del índice meteorológico *energy release component* (ERC) durante el periodo de incendios.

Las tablas siguientes ofrecen los datos correspondientes al pyroma 6 y 7.

Pyroma: 6.- Itoiz y Valle de Erro Medio							
Percentil	ERC-G	Combustible muerto				Combustible vivo	
		1-h	10-h	100-h	1000-h	Herbáceo	Leñoso
50	42	12,2	12,3	12,7	13,4	30,0	88,0
70	52	10,8	10,8	11,3	10,9	30,0	81,0
85	64	8,9	8,9	8,9	8,8	30,0	67,0
97	76	6,3	6,4	6,4	7,4	30,0	60,0

Pyroma: 7.- Alto Valle Salazar y Lintzoain							
Percentil	ERC-G	Combustible muerto				Combustible vivo	
		1-h	10-h	100-h	1000-h	Herbáceo	Leñoso
50	30	14,8	14,6	15,3	16,4	30,0	60,0
70	38	11,7	12,0	13,1	15,0	30,0	60,0
85	45	9,5	9,7	11,0	13,9	30,0	60,0
97	55	7,0	7,2	8,1	12,7	30,0	60,0

**Vegetación**

En un estudio posterior "Simulación en modo estático del comportamiento y la propagación de incendios en Navarra" (F.Alcasena y P. Gelabert, 2023), se profundiza el estudio de los pyromas navarros.

En el marco de este estudio, se propone un mapa de combustible basado en el mapa de cultivos y aprovechamientos, datos Lidar del PNOA y actualización en zonas incendiadas.

Este mapa tiene una resolución de 50x50m y emplea los tipos de combustibles del sistema Standard Fire Behaviour Fuel Model, desarrollado por el USDA, en base a los modelos de combustibles de Rothermel.

Este mapa de combustible ofrece un grado de detalle suficiente para el estudio del comportamiento del fuego a escala de los pyromas. Sin embargo, el grado de detalle es insuficiente para el presente estudio.

**3.7.- Reunión con Bomberos**

Pendiente

## IV. INVENTARIO Y ANÁLISIS DE MEDIOS E INFRAESTRUCTURAS DE PREVENCIÓN EXISTENTES

### 4.1.- Puntos de agua

#### 4.1.1.- En ámbito urbano

Se ha realizado un inventario de los distintos puntos de agua existentes en los cascos urbanos del municipio. Para ello se diferencian hidrantes (generalmente dotados de 2 salidas) y bocas de riego (de menor dimensiones y generalmente dotadas de una única salida).

La tabla siguiente ofrece un resumen de los puntos de agua identificados en cada pueblo:

<b>Pueblo</b>	<b>Hidrante</b>	<b>Boca de riego</b>
Aintzioa	1	
Ardaitz	1	
Biskarret	3	7
Erro	2	13
Esnotz	2	8
Espinal	3	17
Lintzoain	1	4
Loizu	1	
Mezkiritz	4	7
Orondritz	2	7
Zilbeti		4
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>67</b>

A título orientativo, se ha calculado el radio de acción de cada punto, tomando como referencia las siguientes cifras:

- Hidrantes: 50 m
- Boca de riego: 25 m

Estas cifras se han de tener como indicaciones generales, ya que el radio de acción real de los puntos depende de la presión real, de las diferencias de altura, etc.

Esta primera estimación del radio de acción de los puntos de agua disponible permite, a pesar de sus limitaciones, pone en evidencia la existencia de algunas zonas no cubiertas (casas aisladas, construcciones nuevas).

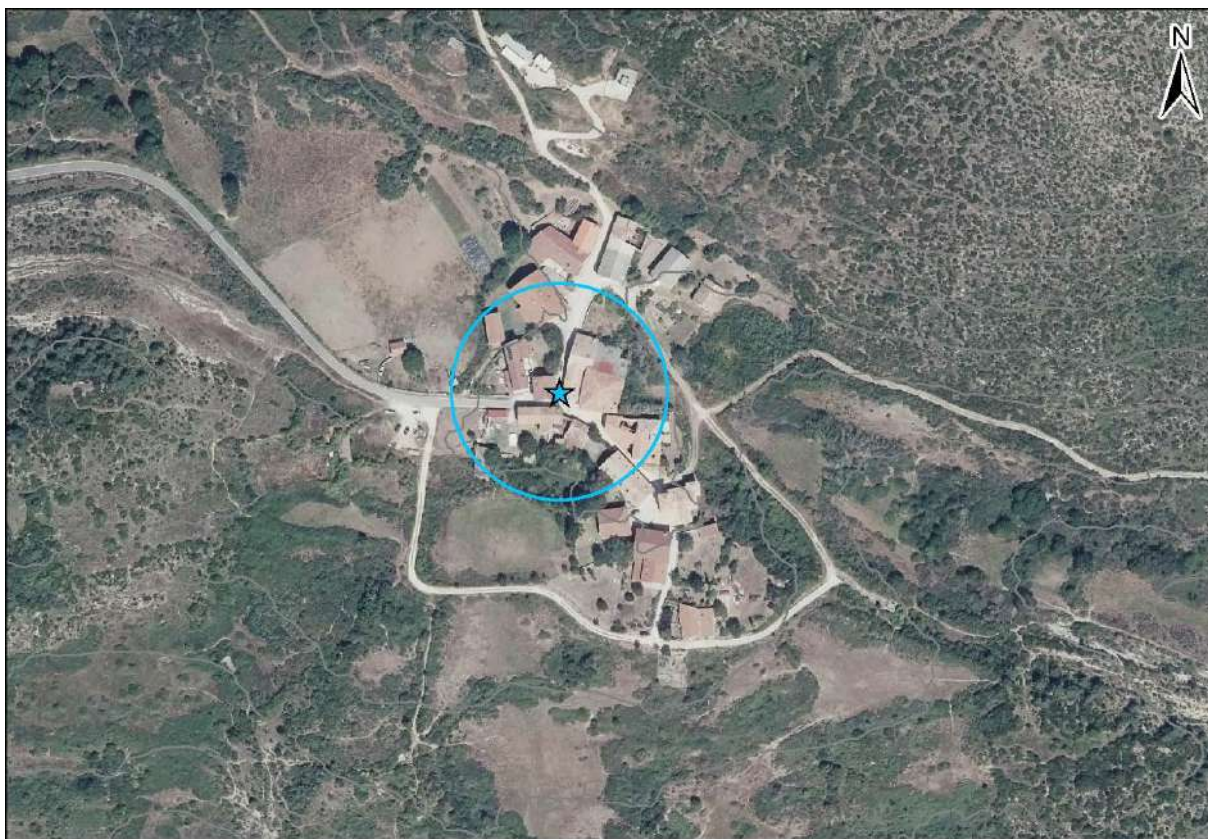
Se incluyen en anexos una serie de mapas de los distintos cascos urbanos del municipio en los que figuran los puntos de agua y su radio de acción.

Fuera de los cascos urbanos, algunos lugares destacan por su falta de dotación en puntos de agua: Larraingoa, Ureta, Sorogain, Ayuntamiento, Camping de Espinal.

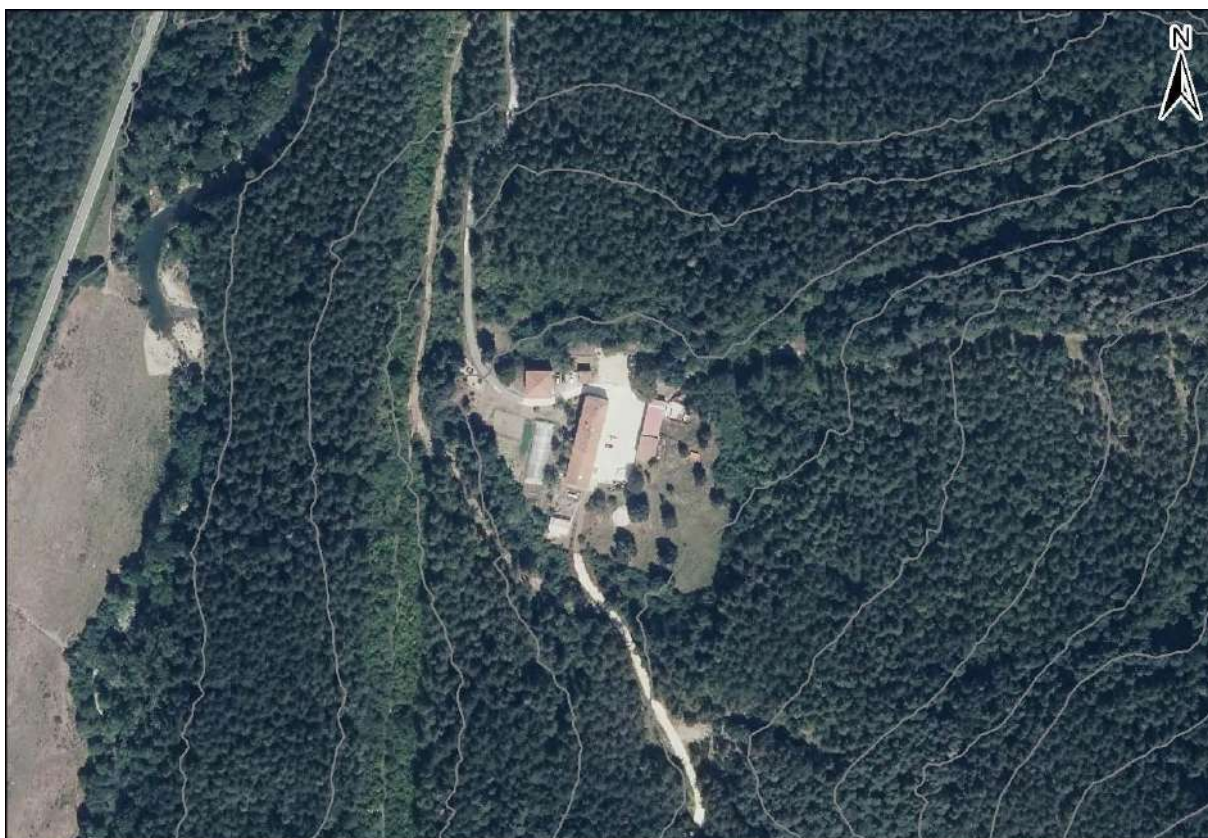
Finalmente, cabe insistir en la necesidad de mantenimiento de estos puntos de agua. Su estado es relativamente variable de un pueblo al otro y de un punto al otro. Uno de los pueblos en los que se aprecia una mayor falta de mantenimiento de estos puntos de agua es Zilbeti, donde faltan tapas en las algunas bocas de riego que se llenan por tanto de tierra. En otros puntos, se pueden apreciar puntos con signos de óxido y falta de mantenimiento, o insuficientemente señalados.

#### **Material de extinción**

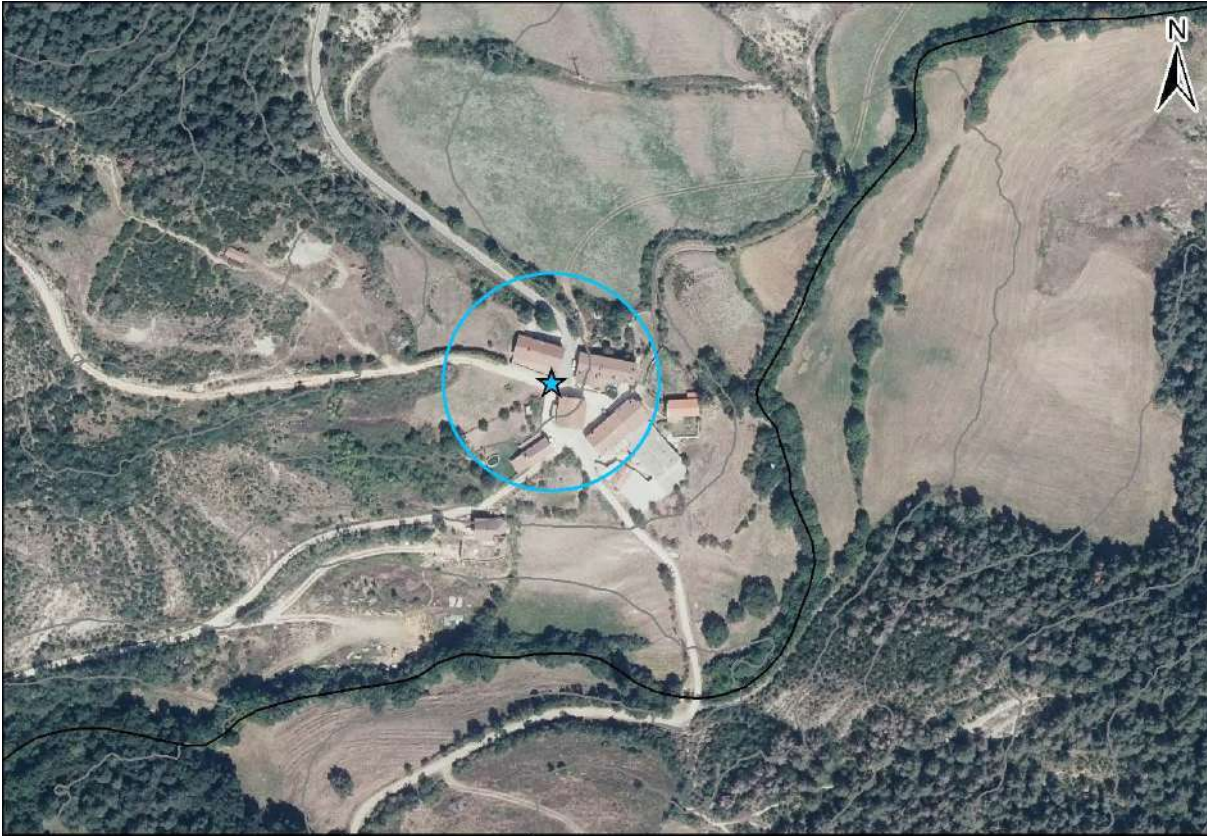
Solo en el caso de Erro y Mezkiritz se han encontrado puntos con material de extinción (mangueras).



<b>Ardaitz</b>	Escala: 1:3.500	* Material de extinción	★ Hidrante	◇ Boca de riego
----------------	--------------------	-------------------------	------------	-----------------



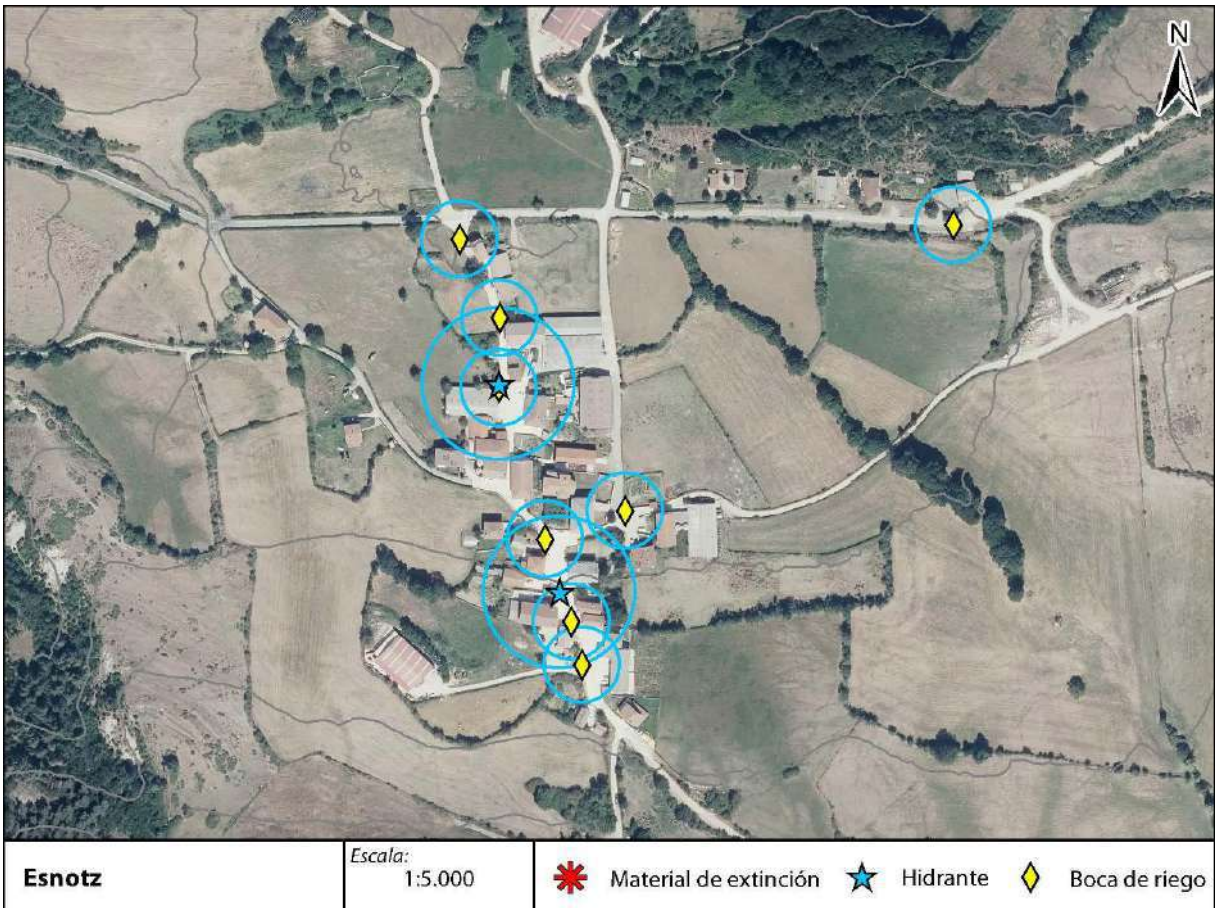
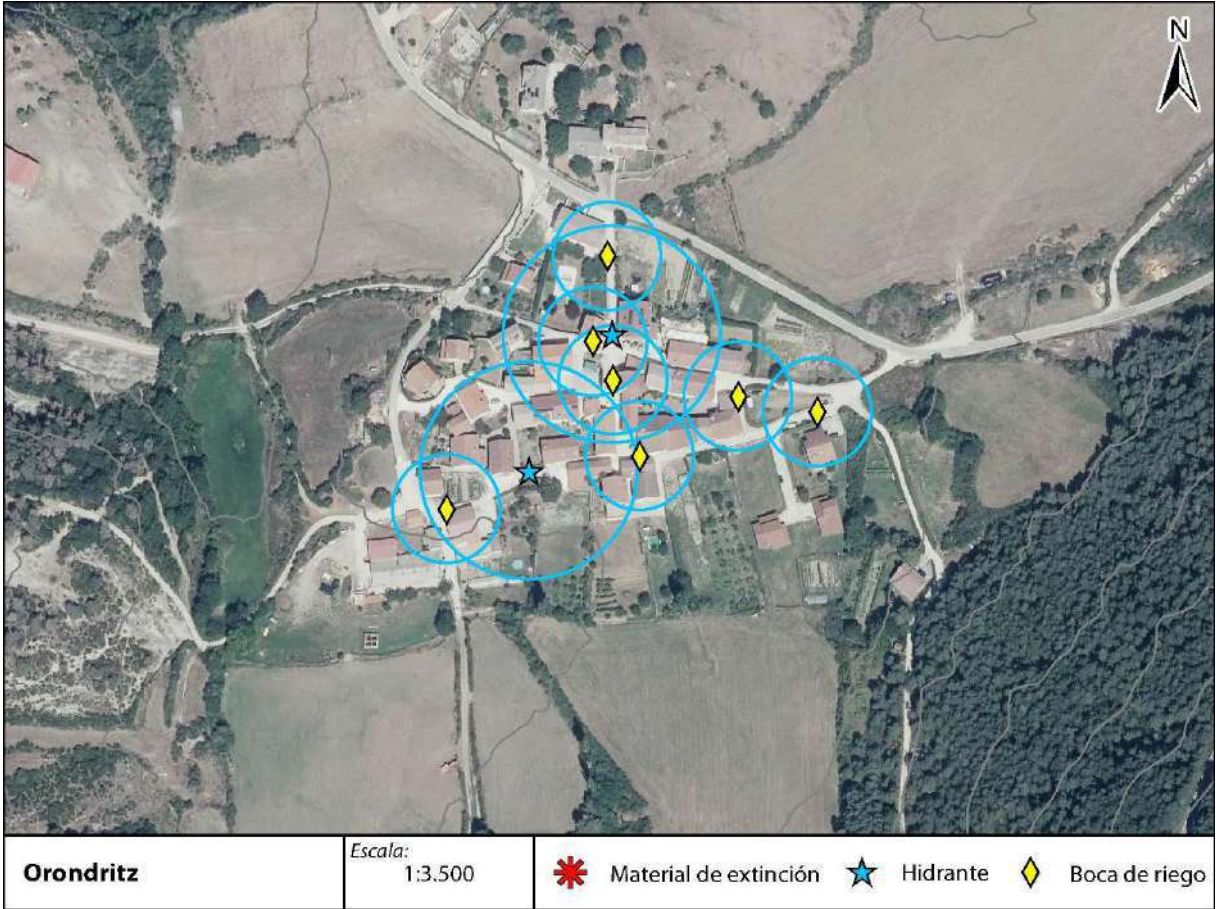
<b>Larraingoa</b>	Escala: 1:3.500	* Material de extinción	★ Hidrante	◇ Boca de riego
-------------------	--------------------	-------------------------	------------	-----------------



<b>Loizu</b>	Escala: 1:3.500	Material de extinción	Hidrante	Boca de riego
--------------	--------------------	-----------------------	----------	---------------



<b>Aintzinoa</b>	Escala: 1:3.500	Material de extinción	Hidrante	Boca de riego
------------------	--------------------	-----------------------	----------	---------------

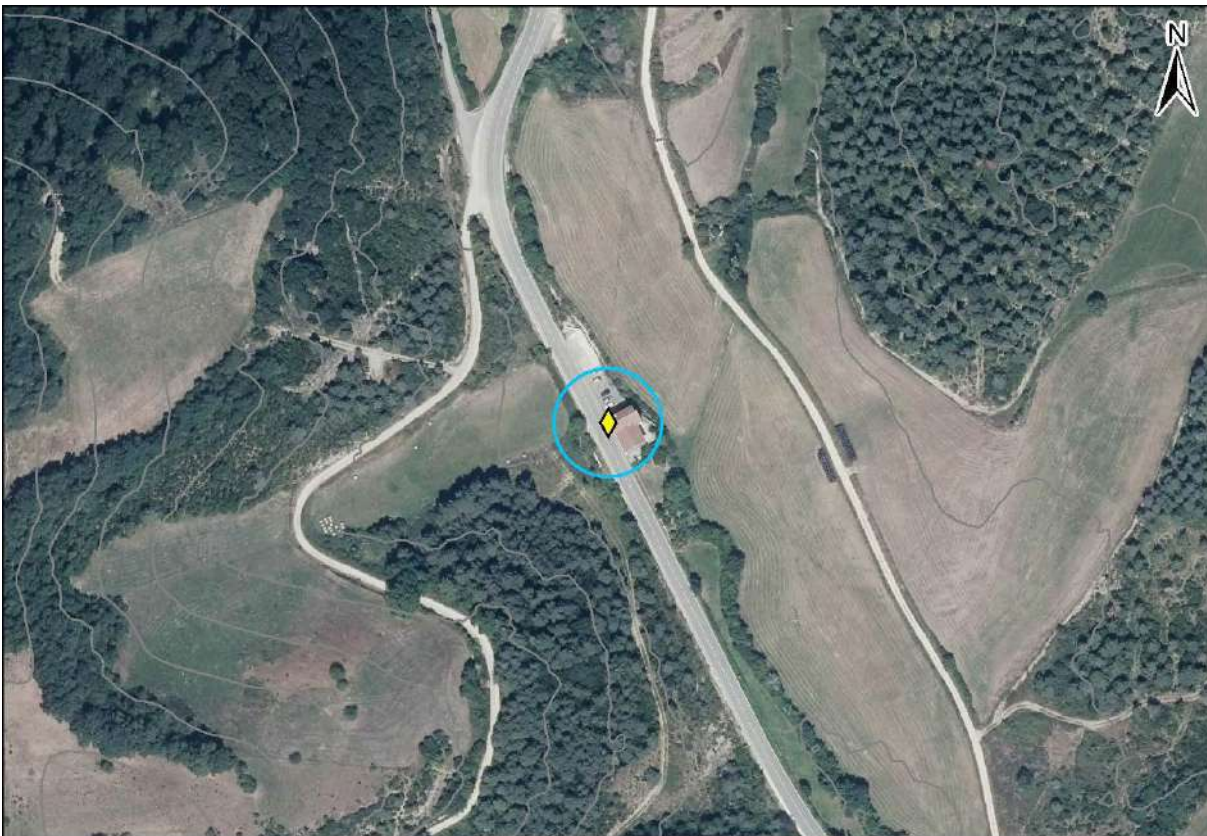




**Erro**

Escala:  
1:5.000

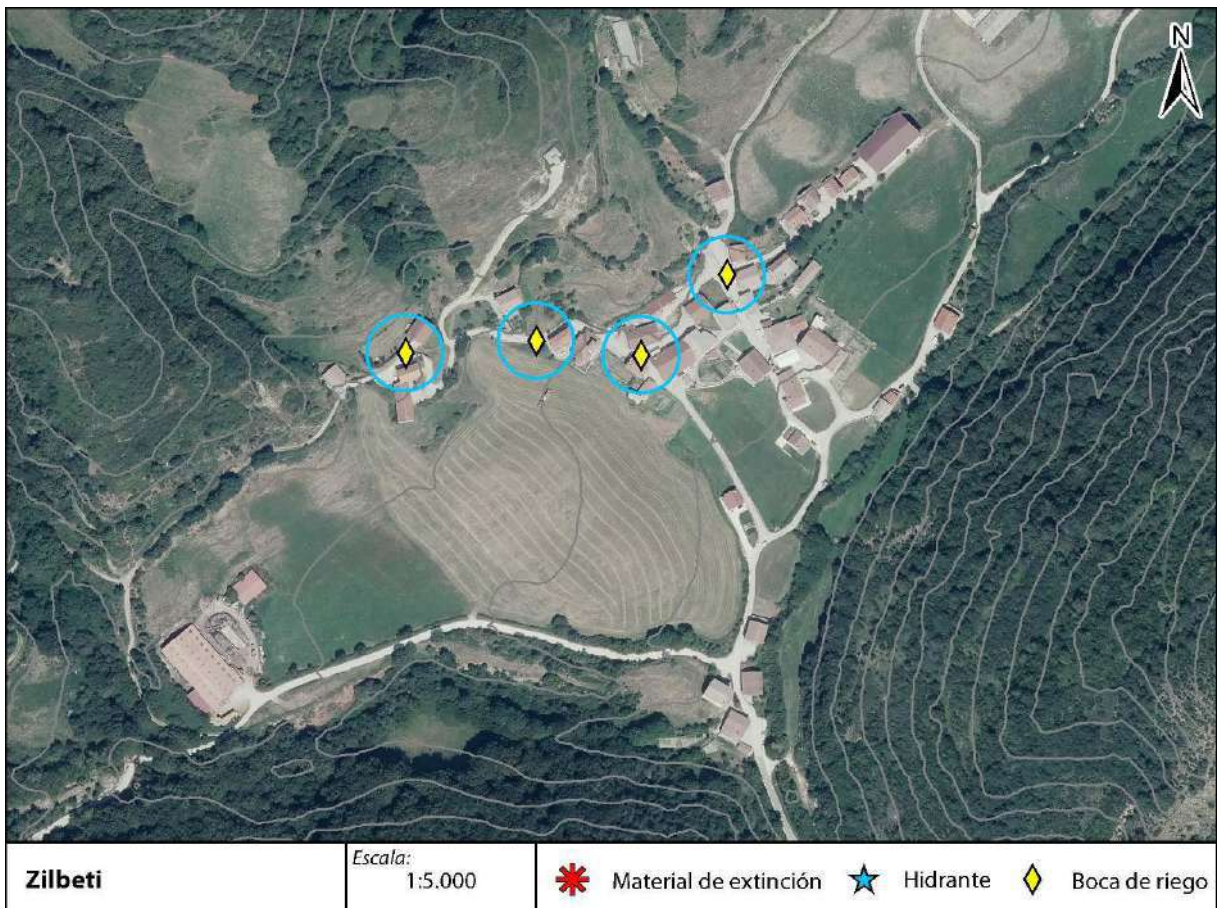
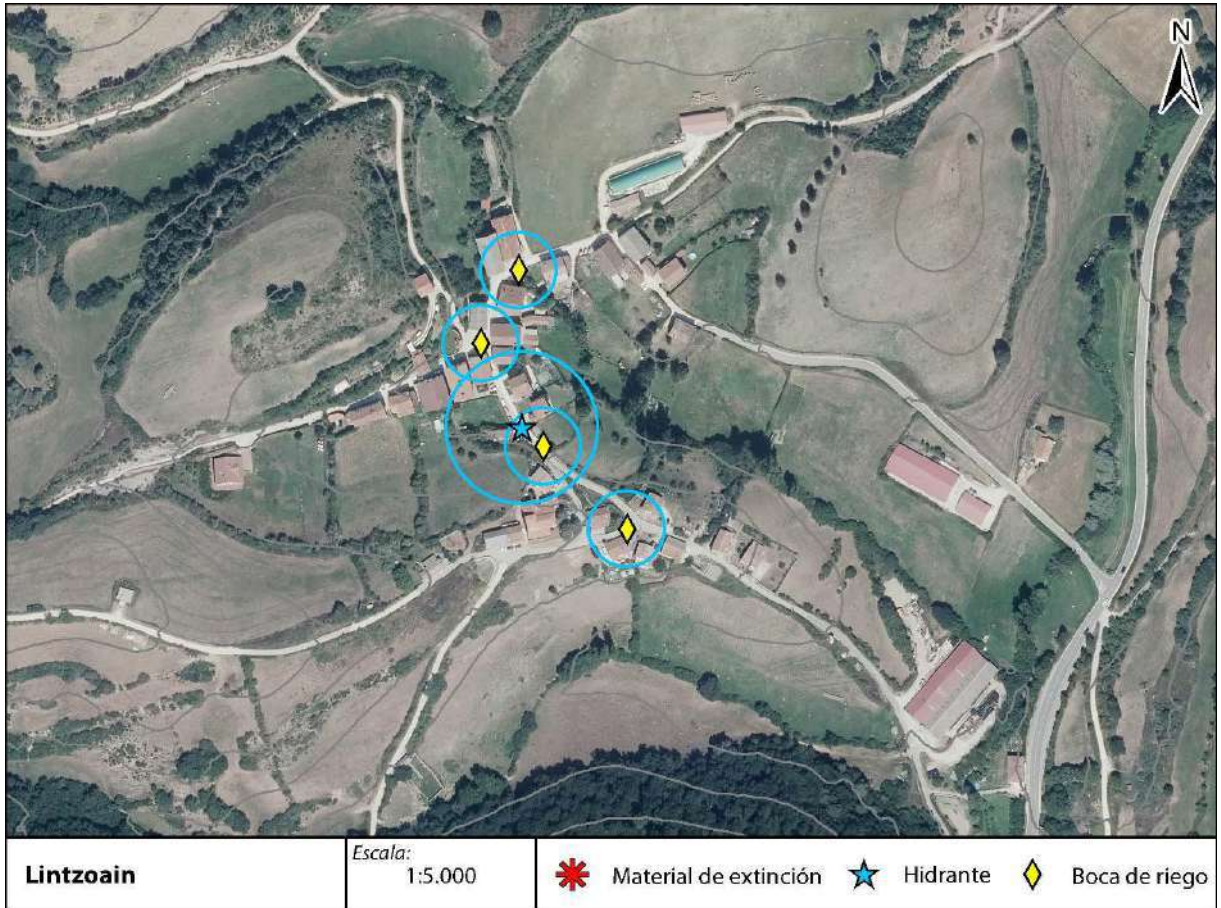
 Material de extinción  Hidrante  Boca de riego

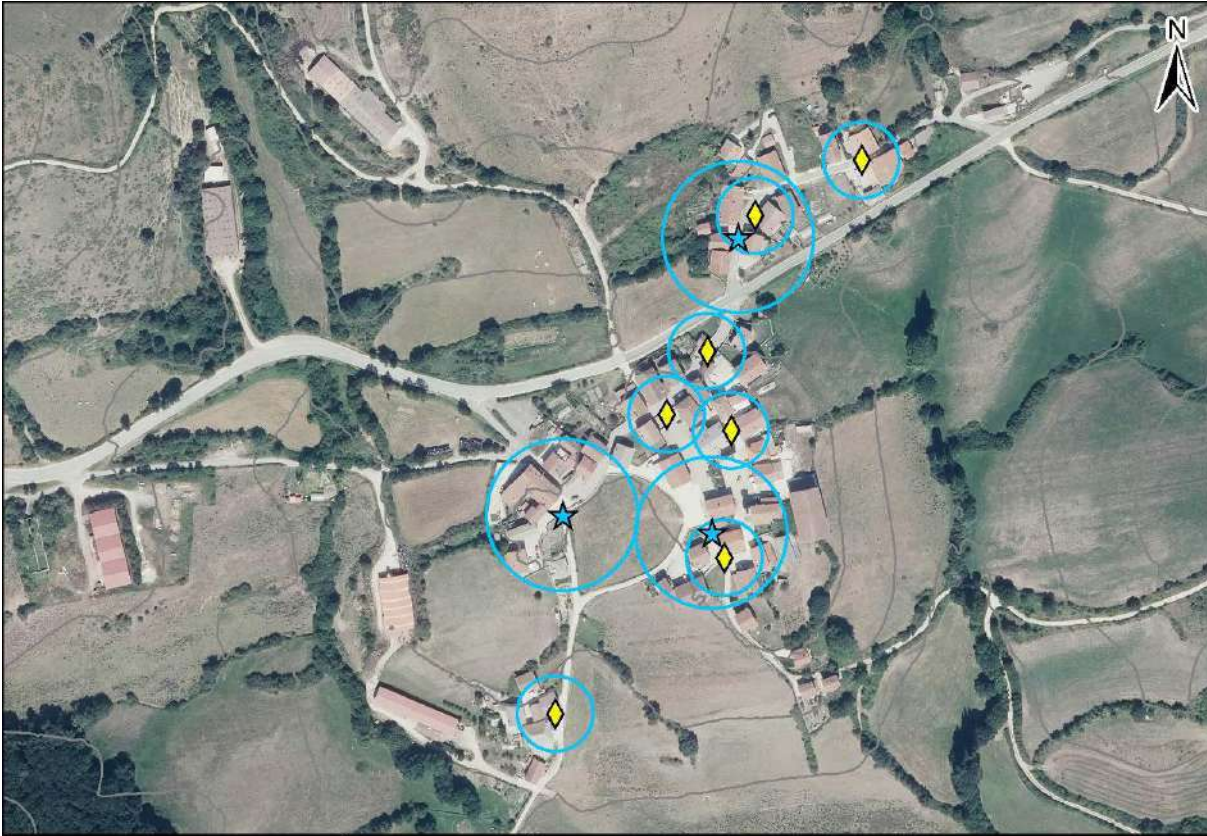


**Ayuntamiento**

Escala:  
1:3.500

 Material de extinción  Hidrante  Boca de riego

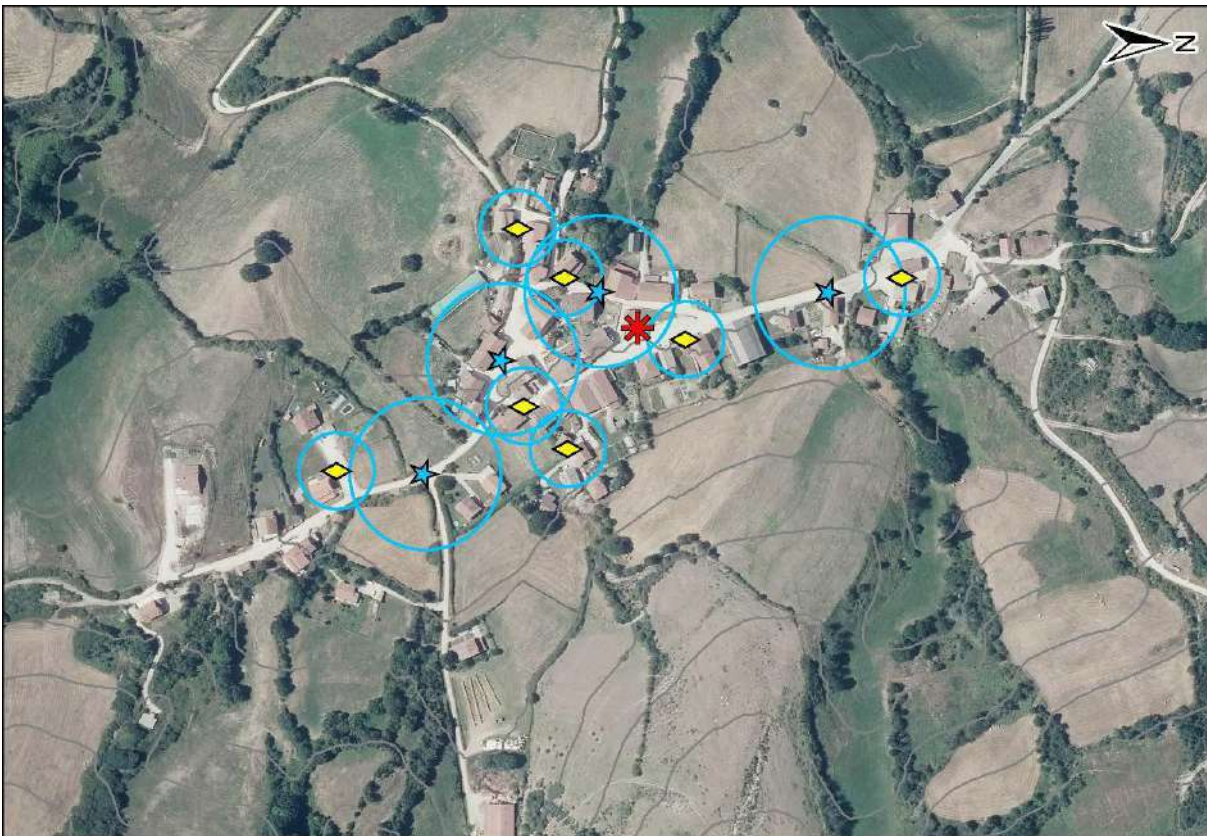




**Bizkarreta-Gerendiain**

Escala:  
1:5.000

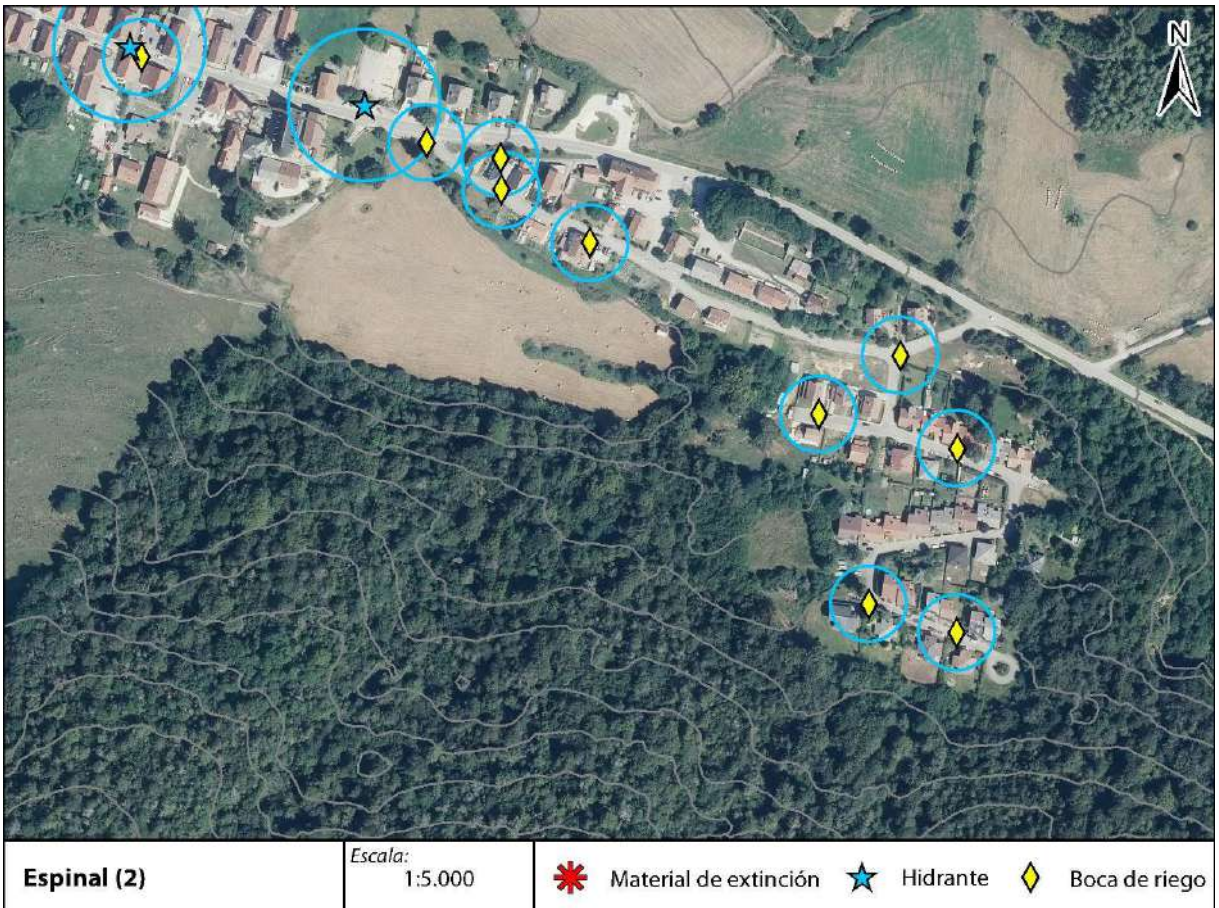
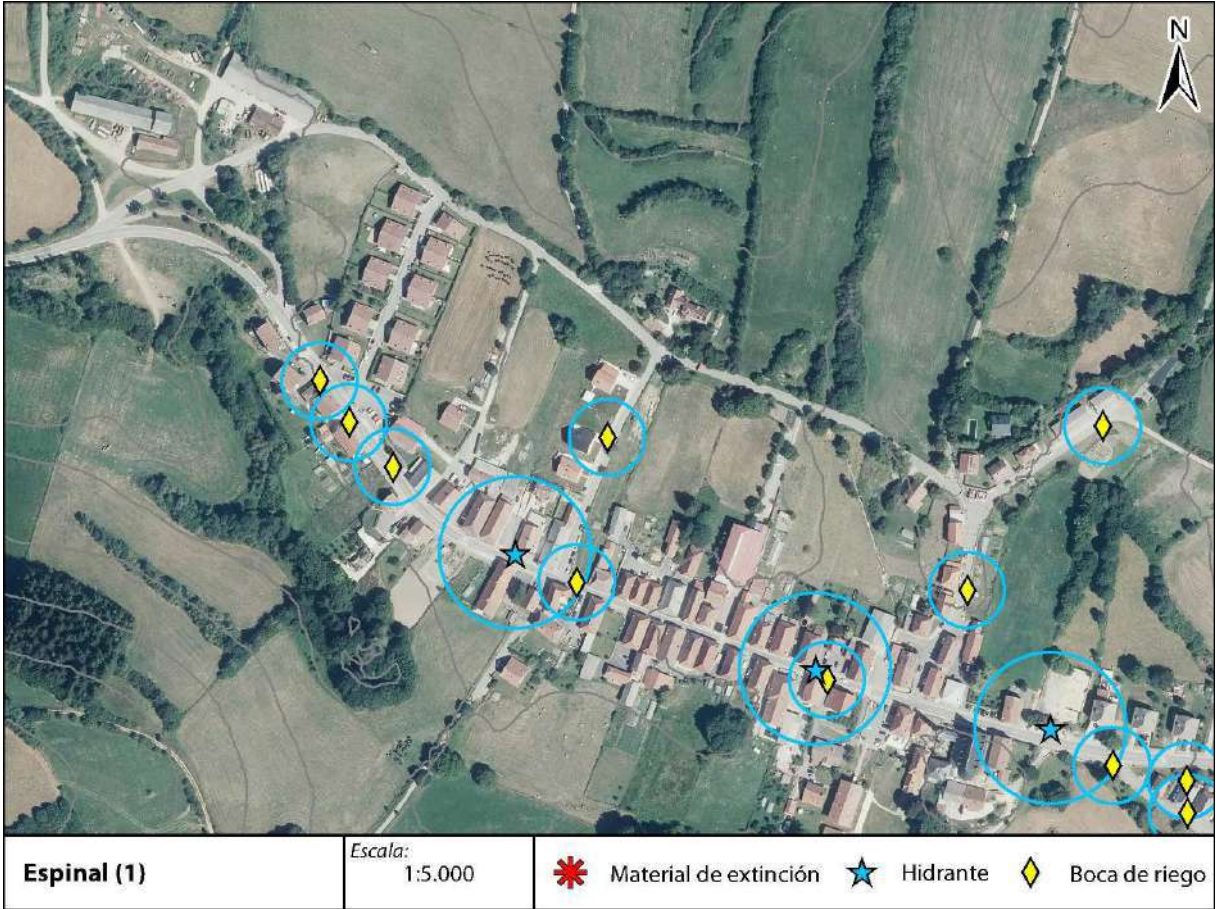
 Material de extinción  Hidrante  Boca de riego

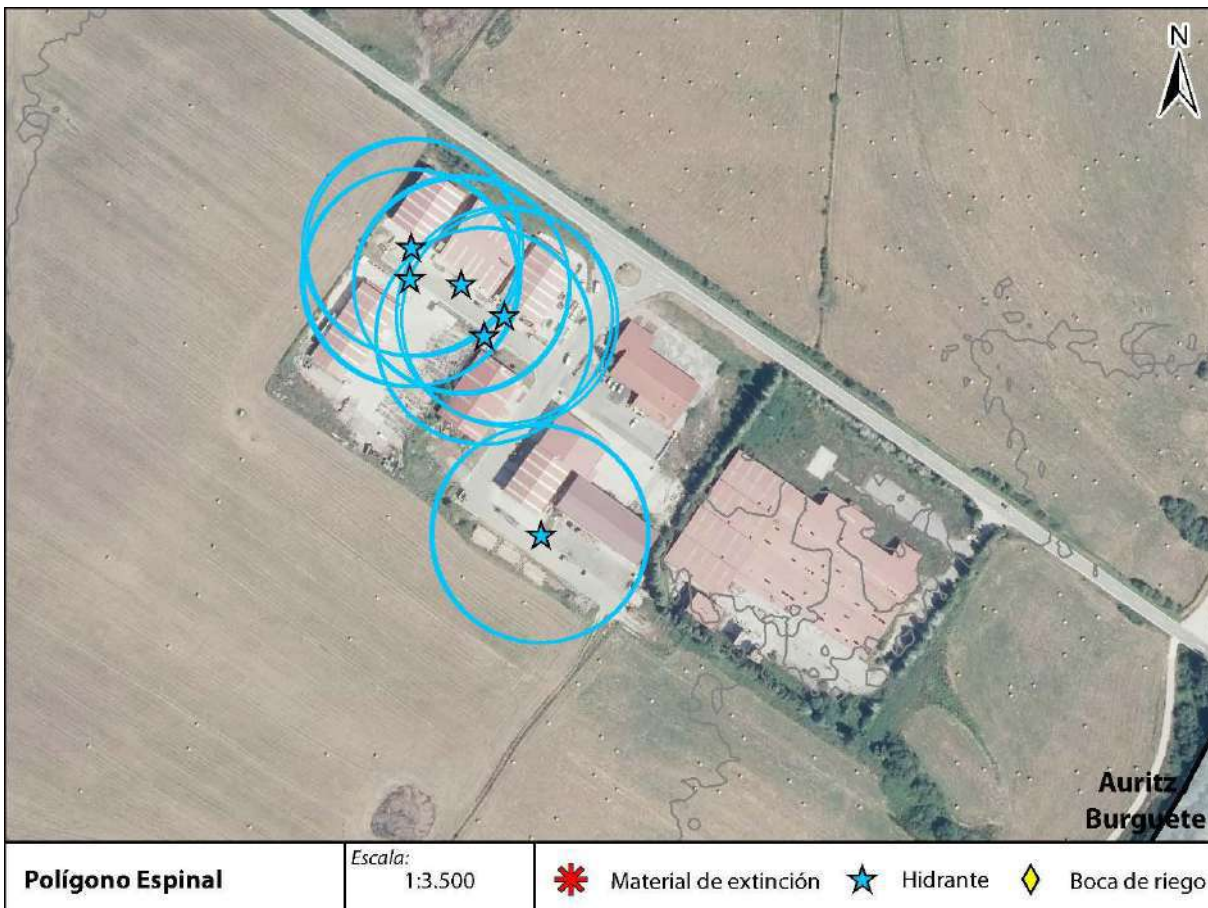
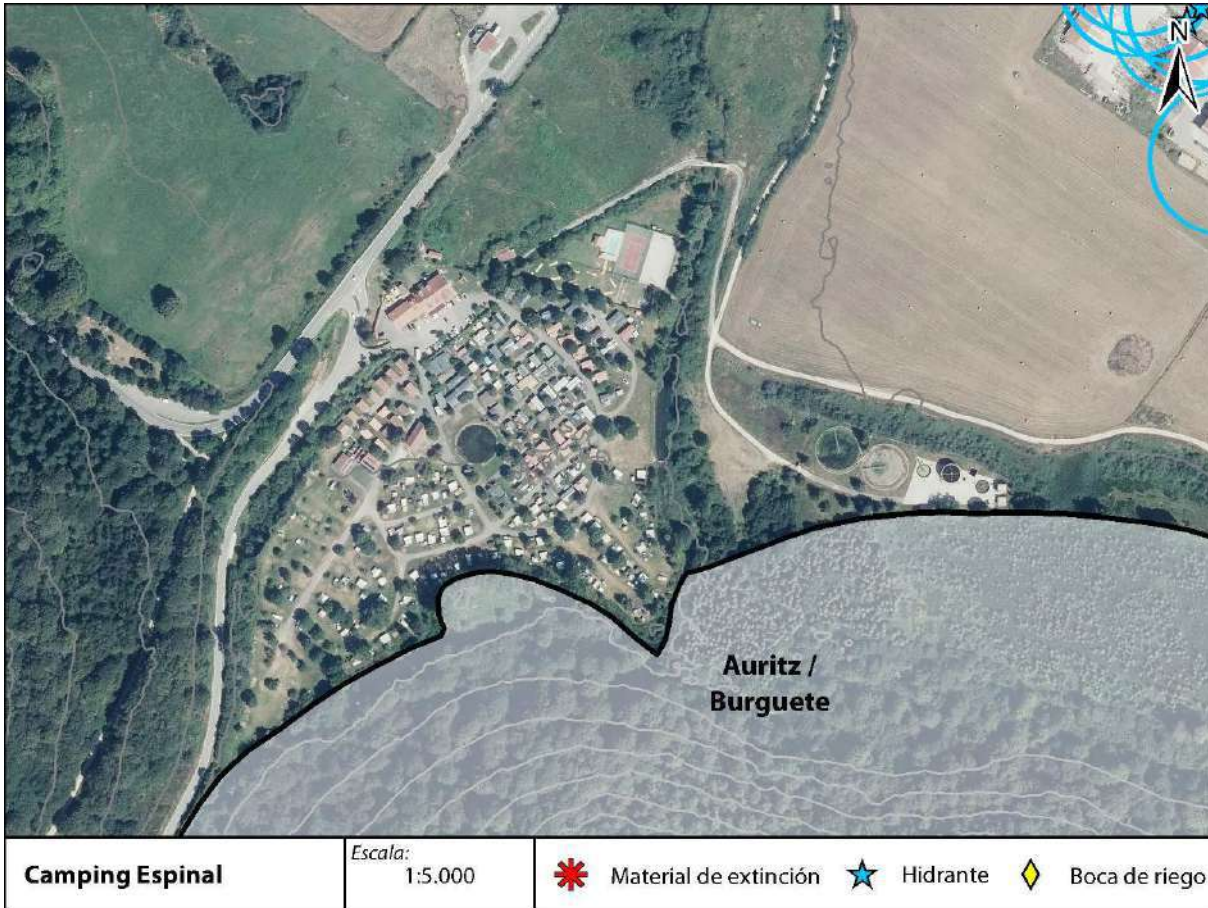


**Mezkiritz**

Escala:  
1:5.000

 Material de extinción  Hidrante  Boca de riego





#### 4.1.2.- En ámbito rústico

El inventario del INFONA de 2022 incluye 10 puntos de agua en un radio de 3km del Valle de Erro. De estos 10 puntos, 6 son aptos para la carga de medios aéreos. Este inventario se ha completado con otros puntos de agua no incluidos en el inventario inicial (2 balsas en Erro y las zonas de baño de Espinal y Burguete).

La tabla siguiente ofrece un resumen de los puntos de agua inventariados.

<i>Nombre</i>	<i>Tipo</i>	<i>Carga</i>	<i>Municipio</i>	<i>Coord X</i>	<i>Coord Y</i>
Balsa Zokoa	Balsa contra incendios	Mixta	Arce	628860	4745866
Antsobiko zubia	Río (zona de baño)	Mixta	Burguete	635005	4748251
Balsa de Ogal	Balsa ganadera	Mixta	Erro	636100	4746243
Balsa de Ugaran	Balsa ganadera	Mixta	Erro	635372	4761556
Balsa de Asketa	Balsa ganadera	Mixta	Erro	626932	4751275
Balsa de Otsagain	Balsa ganadera	Mixta	Erro	629918	4752903
Depósito de Otsagain	Balsa ganadera	Tierra	Erro	624288	4753617
Balsa de Ipete	Balsa ganadera	Mixta	Erro	624351	4754530
Balsa de San Sarbe	Balsa ganadera	Mixta	Erro	624406	4754248
Rio Urrobi	Río (zona de baño)	Mixta	Erro	629897	4754750
Balsa de Magna	Otros	Mixta	Esteribar	627536	4756391
Embalse de Eugi	Consumo humano	Aéreo	Esteribar	626397	4755450
Balsa Zokoko Alor	Balsa contra incendios	Mixta	Lizoain	626766	4755732
Balsa de Euntzea	Balsa ganadera	Tierra	Lizoain	634545	4759091

Según las normas técnicas para puntos de agua de la Generalidad Valenciana, se considera un radio óptimo de servicio de las balsas y otros puntos de carga para helicópteros de 2,5 km. El radio de la balsa puede extenderse hasta los 5 km, a costa de rotaciones más largas.

En el presente caso, los puntos de agua existentes permiten dar a la mitad sur del término municipal de Erro. En la mitad norte, la distancia a puntos de agua es mayor.

Al noreste, los puntos de agua disponibles son las zonas de baño de Espinal y Burguete, que solo se habilitan en verano.

Teniendo en cuenta la tipología de incendios observada en la mitad norte del municipio, donde prevalecen los incendios originados por quemas de pastizales y matorrales en invierno, la falta de puntos de agua cercanos se puede considerar menos problemática que en otras zonas del municipio. Sin embargo, la instalación de una balsa que pudiera dar servicio a estas zonas de pastizales podría ser de interés.

En cuanto a la mitad sur del municipio, muchas de las balsas inventariadas son balsas ganaderas, cuyo acceso, estado y capacidad no es siempre la más adecuada para la carga con helicópteros. Un diagnóstico más exhaustivo de estas balsas podría poner en evidencias vías de mejora o necesidades de construcción de nuevas infraestructuras.

En cuanto a puntos de agua para carga con aviones, el plano de agua más cercano es el pantano de Eugi, ubicado a unos 7 km del centro del Valle de Erro. También merece mencionar aquí el pantano de Aoitiz, ubicado a unos 17km del centro del municipio (unos 10 km de su límite sur).



## 4.2.- Cortafuegos

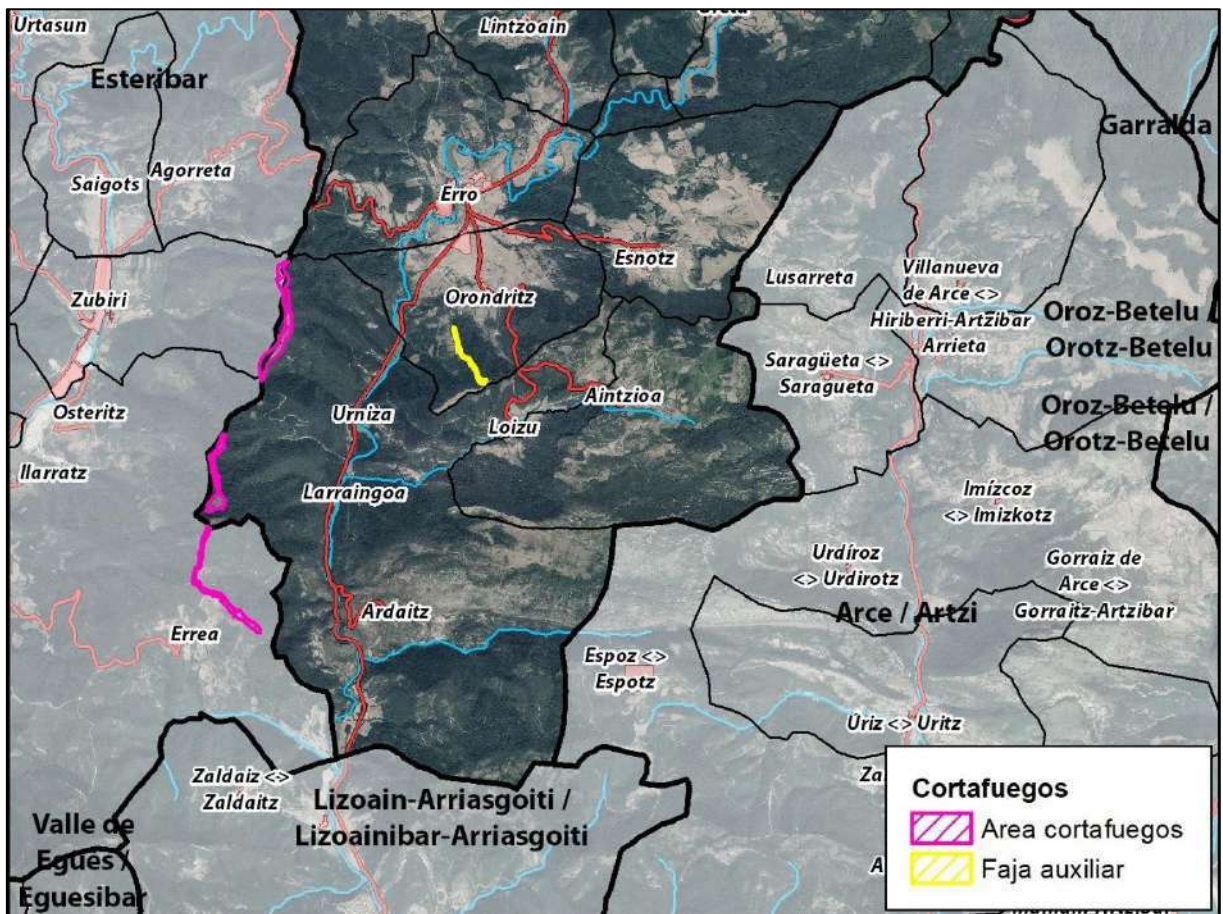
Existen pocos cortafuegos y fajas auxiliares en el término de Erro.

La zona más destacable en este aspecto es el límite entre los términos de Erro y Esteribar, donde existen varios pequeños cortafuegos sobre los cuales se trabaja de forma paulatina por parte de las entidades locales y administración forestal para su incremento y conexión. Actualmente, se pueden diferenciar 3 áreas (de norte a sur):

- Otsagain: este cortafuegos ocupa el alto entre el concejo de Zubiri (Esteribar) y los PFNs de Urniza y Gurbizar, y tiene una longitud de 1,6km. Fue objeto de desbroces en los últimos años, y está prevista su ampliación mediante cortas en sus orillas. También está prevista su ampliación hacia el norte hasta el puerto de Erro.
- Meazkoitz: este cortafuegos se encuentra en el monte Meazkoitz (propiedad del ayuntamiento) y tiene una longitud de 1km.
- Errea: este cortafuegos de 1,8km se encuentra en su conjunto en el término de Esteribar.

También merece destacar la faja auxiliar abierta recientemente en el concejo de Olondriz, en el paraje de Tarteburu.

La siguiente imagen muestra la situación de los cortafuegos existente en el Valle de Erro:



### 4.3.- Red viaria

La tabla siguiente ofrece un resumen de la accesibilidad de la red viaria del Valle de Erro para autobombas forestales. Se contempla aquí el conjunto de las pistas que afectan a los comunales, incluso aquellas pistas que discurren por terrenos particulares.

Tabla según la accesibilidad de los vehículos:

<i>Accesibilidad, por vehículo</i>	<i>Longitud (km)</i>
Trailer	9,4
Camión de monte con remolque	83,6
Camión de monte sin remolque	74,8
Autobomba forestal	22,8
<b>Total</b>	<b>190,6</b>

Tabla según el estado de la vía:

<i>Tipo de firme</i>	<i>Longitud (km)</i>
Firme con recubrimiento de asfalto, hormigón o todo-uno de granulometría muy fina en buen estado	44,8
Firme con recubrimiento de todo-uno, o sin recubrimiento con base y/o sub-base de zahorras, o vías con firme natural de buena capacidad portante (base de roca donde no se producen encharcamientos)	135,2
Vía con firme natural de mala capacidad portante (elevado contenido de arcillas que produce encharcamientos frecuentes con facilidad que compromete el acceso al menos en la estación lluviosa)	10,7
<b>Total</b>	<b>190,6</b>

El Valle de Erro cuenta con varias vías que no forman parte de la red de carreteras, pero soportan un importante tráfico rodado:

- Pista de Erro a Zubiri
- Pista de Larraingoa a Loizu
- Pista de Esnotz a Lusarreta
- Camino de Sorogain

La siguiente imagen muestra su distribución espacial:



## V. IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS ESTRATÉGICOS DE GESTIÓN

### 5.1.- Modelización del comportamiento del fuego

#### 5.1.1.- Metodología

El estudio del comportamiento del fuego se ha hecho a través de simulaciones con el programa *FlamMap*, programa desarrollado por el *USDA Forest service*.

#### Fuentes de datos

La tabla siguiente ofrece un resumen de los parámetros de entrada empleados para las simulaciones, así como sus fuentes:

Parámetro	Fuente	Observaciones
Elevación	Modelos de terreno numérico del IGN, desarrollados en base a datos Lidar.	-
Pendiente		
Orientación		
Modelos de combustible	- Shape de Modelos de Combustible del IDENA - Fotointerpretación y trabajo de campo	-
Fracción de cabida cubierta	Datos Lidar del PNOA	Varias cortas y actuaciones selvícolas han sido realizadas posteriormente a la toma de datos Lidar. (2017).
Altura dominante		
Altura de la base de la copa	Calculado en base a los datos Lidar del PNOA	Se ha considerado una altura de base de copa a 50% de la altura dominante
Densidad de la copa	Bibliografía	Se emplea un valor constante de 0,3 kg/m <sup>3</sup> .

#### Condiciones sinópticas

La modelización del comportamiento del fuego se ha hecho simulando las condiciones sinópticas de mayor riesgo de incendio.

Tal como se ha comentado previamente, los pyromas ofrecen un estudio de las condiciones meteorológicas y de humedad de combustible para cada territorio. En el caso del Valle de Erro, solo se dispone de datos para los 2 pyromas de la mitad sur del municipio, puesto que no se dispone de estación meteorológica de referencia para el pyroma 4 Irati-Alduides.

Pyroma	Dirección del viento	Condiciones	Percentil de condiciones sinópticas	Velocidad viento (km/h)
6 - Itoiz y Valle de Erro Medio	Suroeste 225°	Desfavorables	P70	13
		Severas	P85	16
		Extremas	P97	22
7- Alto Valle Salazar y Lintzoain	Sur 180°	Desfavorables	P70	14
		Severas	P85	17
		Extremas	P97	24

Las condiciones descritas en ambos pyromas son muy similares, por lo que se ha optado por realizar una síntesis de las mismas, tal como se refleja en la tabla siguiente.

<b>Territorio</b>	<b>Dirección del viento</b>	<b>Condiciones</b>	<b>Percentil de condiciones sinópticas</b>	<b>Velocidad viento (km/h)</b>
Valle de Erro	Suroeste 225°	Desfavorables	P70	14
		Severas	P85	17
		Extremas	P97	24

En cuanto a humedad de combustible, también se ha optado por emplear un promedio de los valores de los pyromas 6 y 7, tal como lo refleja la siguiente tabla.

<b>Percentil</b>	<b>ERC-G (Energy Release Component)</b>	<b>Combustible muerto</b>				<b>Combustible vivo</b>	
		<b>1-h</b>	<b>10-h</b>	<b>100-h</b>	<b>1000-h</b>	<b>Herbáceo</b>	<b>Leñoso</b>
70	45	11	11	12	13	30	71
85	55	9	9	10	11	30	64
97	66	7	7	7	10	30	60

### **Parámetros estudiados**

Para cada simulación, se han estudiado los parámetros de salida siguiente:

- Longitud de llama.
- Velocidad de propagación.
- Actividad de copa.

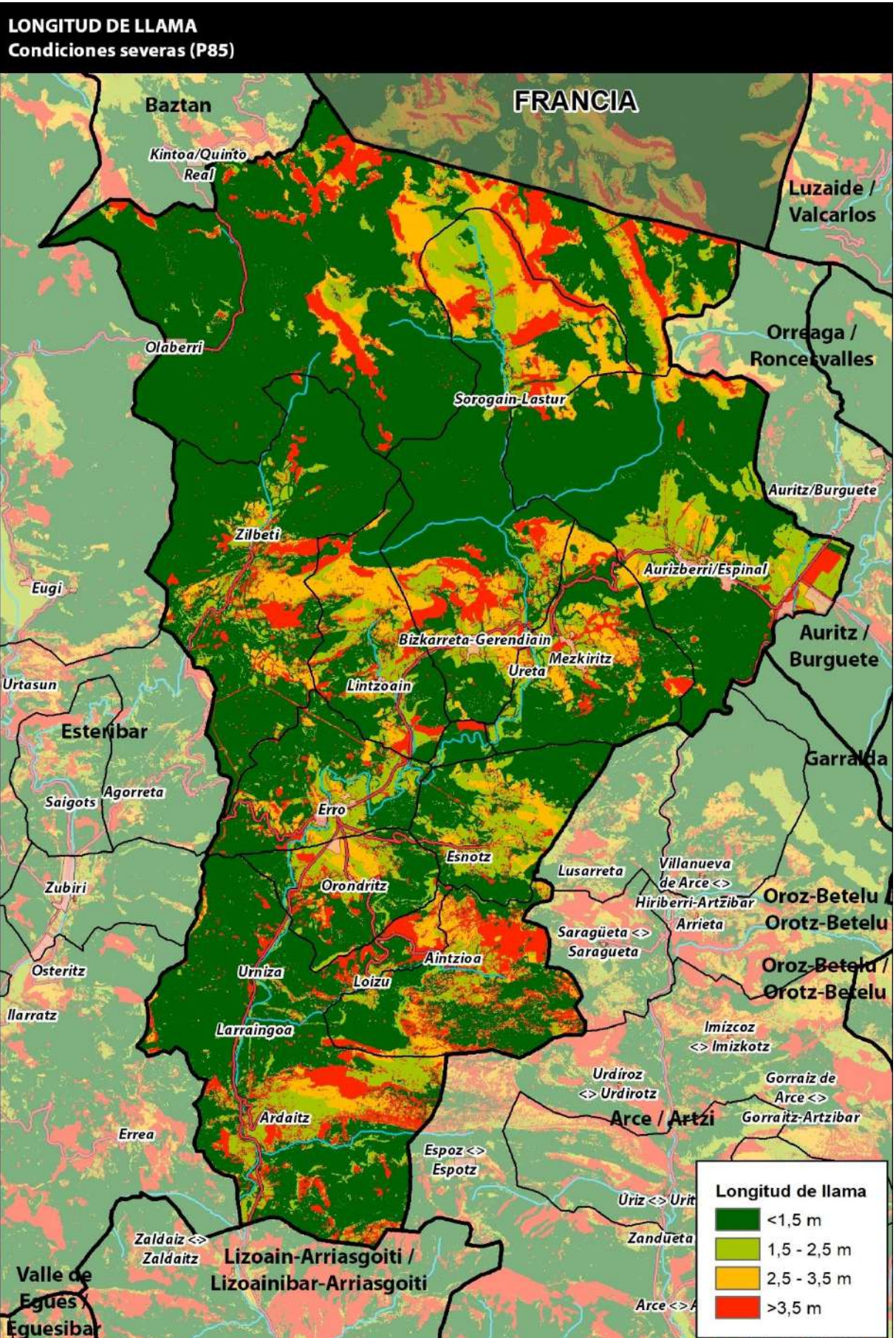
Estos tres parámetros están directamente relacionados con el modo en el que se puede luchar contra el fuego en caso de incendio.

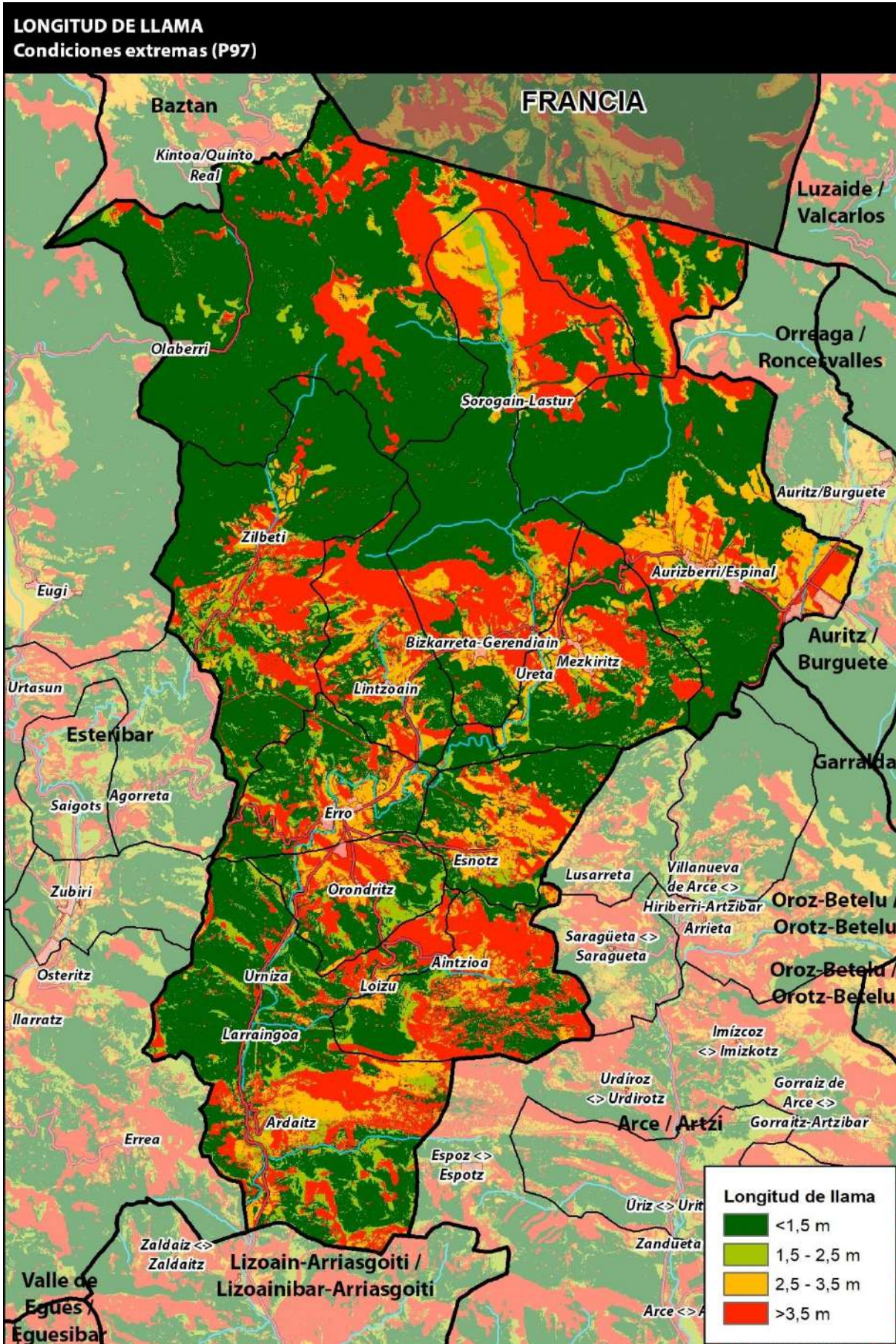
#### **5.1.2.- Longitud de llama**

La longitud de llama es un factor determinante en cuanto a la capacidad de extensión de los incendios y a los medios empleables. La siguiente tabla, muestra de forma esquemática las opciones de actuación en función de la longitud de llama.

<b>Longitud de llama</b>	<b>Modalidad de intervención</b>	<b>Medios</b>
< 1,5 m	Ataque directo	Herramienta manual Tendido de manguera
1,5 – 2,5 m	Ataque directo	Maquina pesada Tendido de manguera
2,5 – 3,5 m	Ataque paralelo	Posible quema de ensanche
> 3,5 m	Ataque indirecto	Posible uso de contrafuego



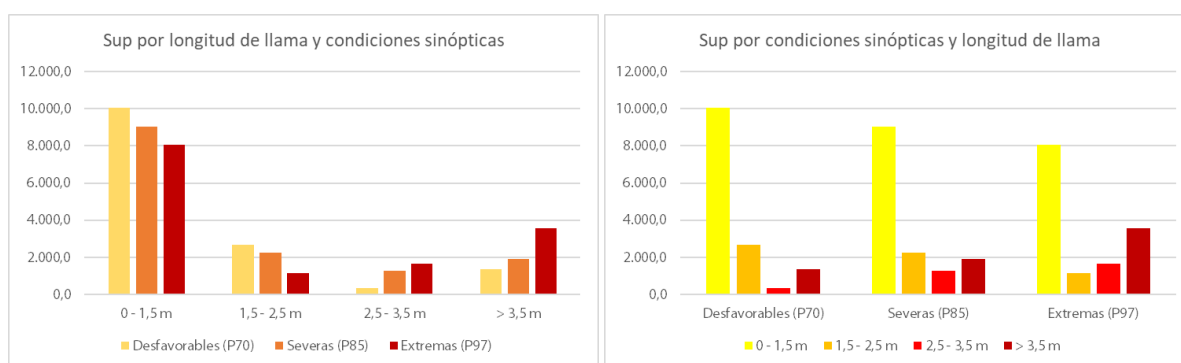




De los ráster generados con la modelización de la longitud de llama se han extraído los datos de superficie afectada por cada clase (<1,5m, 1,5-2,5m, etc.) para cada uno de los escenarios de condiciones sinópticas. La tabla siguiente muestra un resumen de esta información.

Condiciones sinópticas		Longitud de llama									
		0 - 1,5 m		1,5 - 2,5 m		2,5 - 3,5 m		> 3,5 m		Total	
Percentil	Tipo	Sup (ha)	% Sup	Sup (ha)	% Sup	Sup (ha)	% Sup	Sup (ha)	% Sup	Sup (ha)	% Sup
P70	Desfavorables	10.069,7	70%	2.682,2	19%	323,3	2%	1.353,0	9%	14.428,2	100%
P85	Severas	9.036,3	63%	2.232,0	15%	1.248,6	9%	1.911,4	13%	14.428,3	100%
P97	Extremas	8.076,1	56%	1.124,9	8%	1.662,8	12%	3.564,6	25%	14.428,4	100%

Los siguientes gráficos permiten interpretar los datos anteriores de forma más fácil:



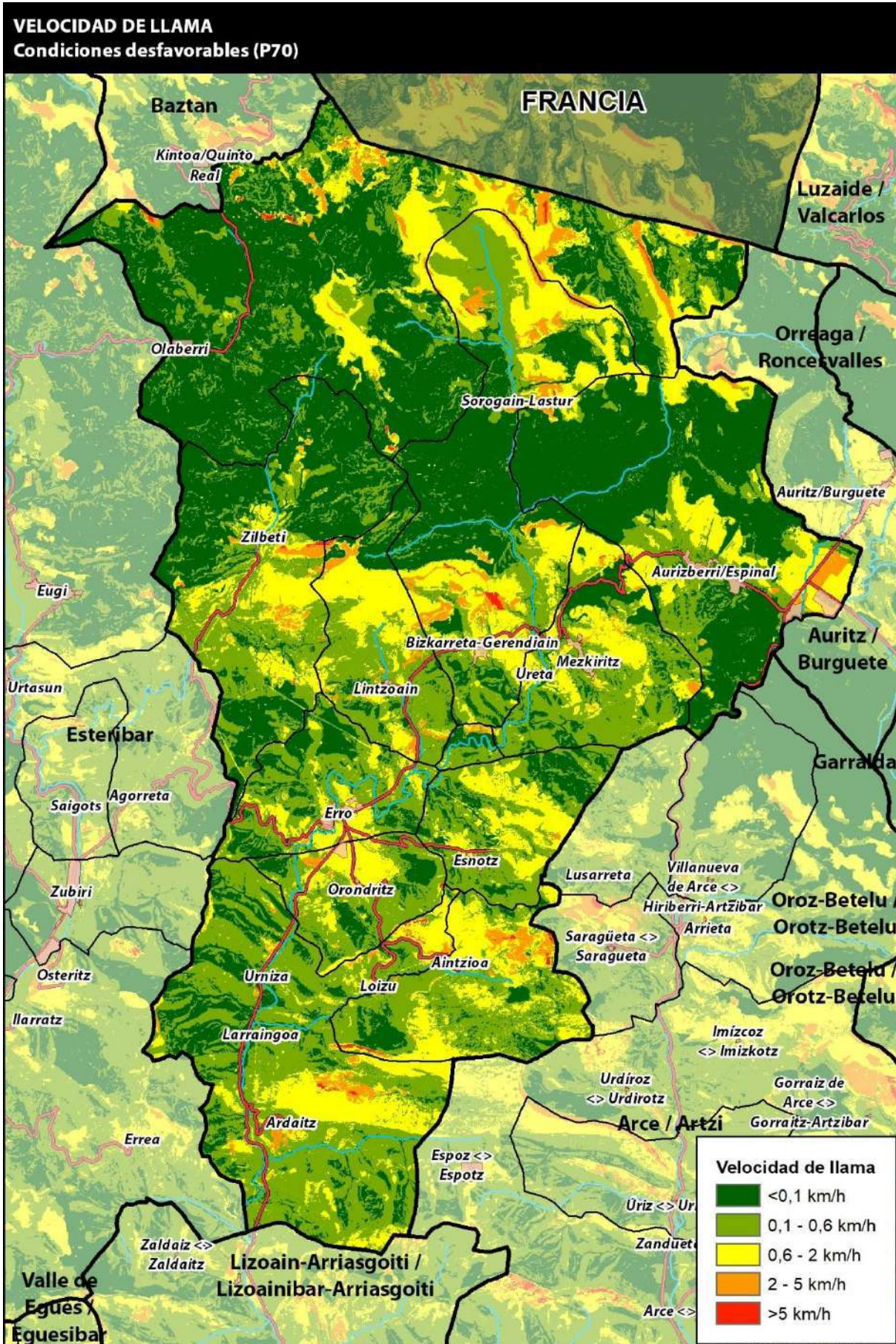
La longitud de llama se incrementa de forma clara al empeorar las condiciones sinópticas. Las zonas en las que se observa una degradación más rápida de la situación (mayor aumento en longitud de llama) son los rasos (pastizales y matorrales).

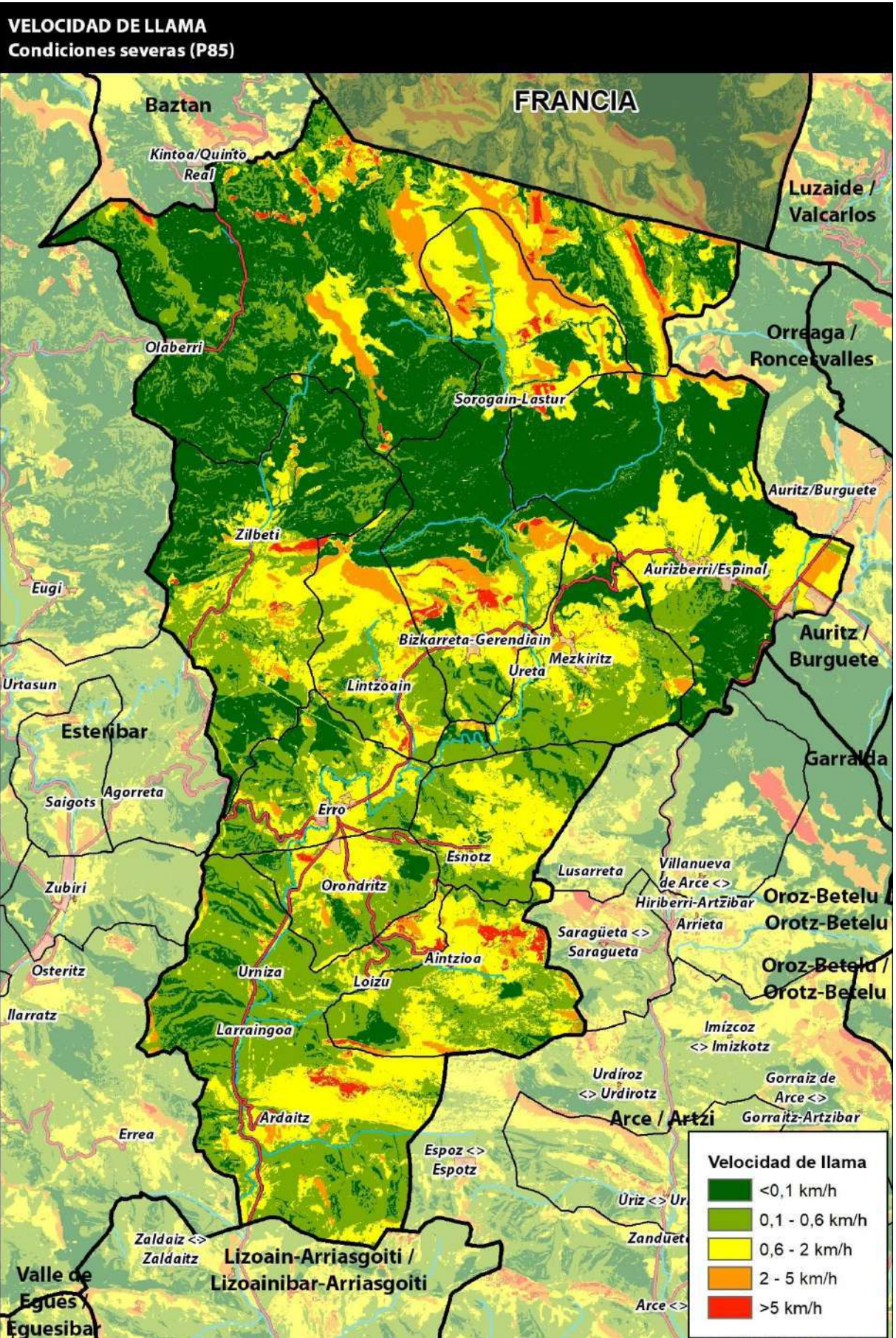
La pendiente y exposición al viento son factores agravantes. Las zonas altas y expuestas al viento muestran un aumento rápido de la longitud de llama, mientras que en las zonas más abrigadas, el aumento es más lento. Del mismo modo, el aumento de velocidad parece más lento en zonas llanas como Espinal.

### 5.1.3.- Velocidad de propagación

La velocidad de propagación es otro parámetro clave en cuanto a la capacidad de extinción de los incendios. La tabla siguiente ofrece una valoración de la velocidad de incendios.

Velocidad (km/h)	Velocidad (m/min)	Valoración
< 0,1	< 1,7	Lenta
0,1 – 0,6	1,7-10	Media
0,6 – 2	10-33,3	Media-Alta
2 – 5	33,3-83,3	Alta
> 5	> 83,3	Extrema



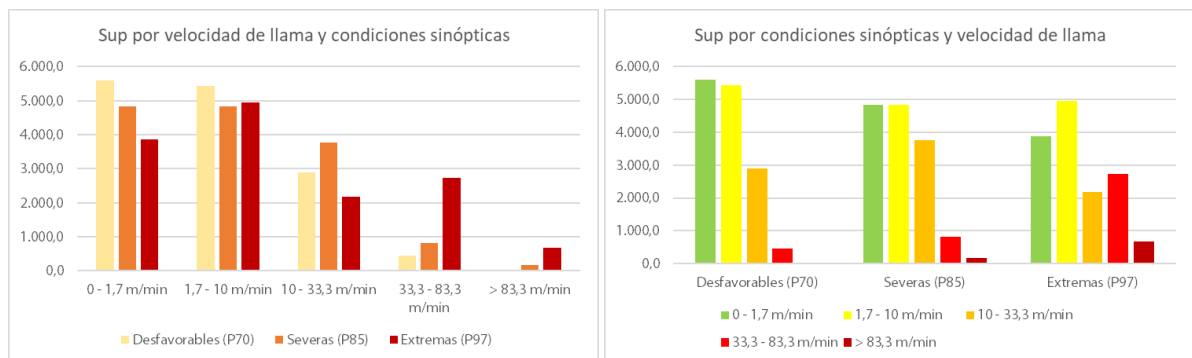




De los raster generados con la modelización de la velocidad de propagación se han extraído los datos de superficie afectada por cada clase (lenta, media, alta y extrema) para cada uno de los escenarios de condiciones sinópticas. La tabla siguiente muestra un resumen de esta información.

Condiciones sinópticas		Velocidad de propagación										Total	
		Lenta		Media		Media-Alta		Alta		Extrema			
		0 - 1,7 m/min		1,7 - 10 m/min		10 - 33,3 m/min		33,3 - 83,3 m/min		> 83,3 m/min			
Percentil	Tipo	Sup (ha)	% Sup	Sup (ha)	% Sup	Sup (ha)	% Sup	Sup (ha)	% Sup	Sup (ha)	% Sup	Sup (ha)	% Sup
P70	Desfavorables	5.598,8	39%	5.439,7	38%	2.904,2	20%	453,2	3%	32,4	0%	14.428,4	100%
P85	Severas	4.828,9	33%	4.831,3	33%	3.760,1	26%	825,6	6%	182,5	1%	14.428,4	100%
P97	Extremas	3.872,3	27%	4.953,9	34%	2.186,2	15%	2.741,1	19%	674,8	5%	14.428,2	100%

Los siguientes gráficos permiten interpretar los datos anteriores de forma más fácil:



Al igual que con la longitud de llama, la degradación de las condiciones sinópticas provoca un aumento de la velocidad de llama.

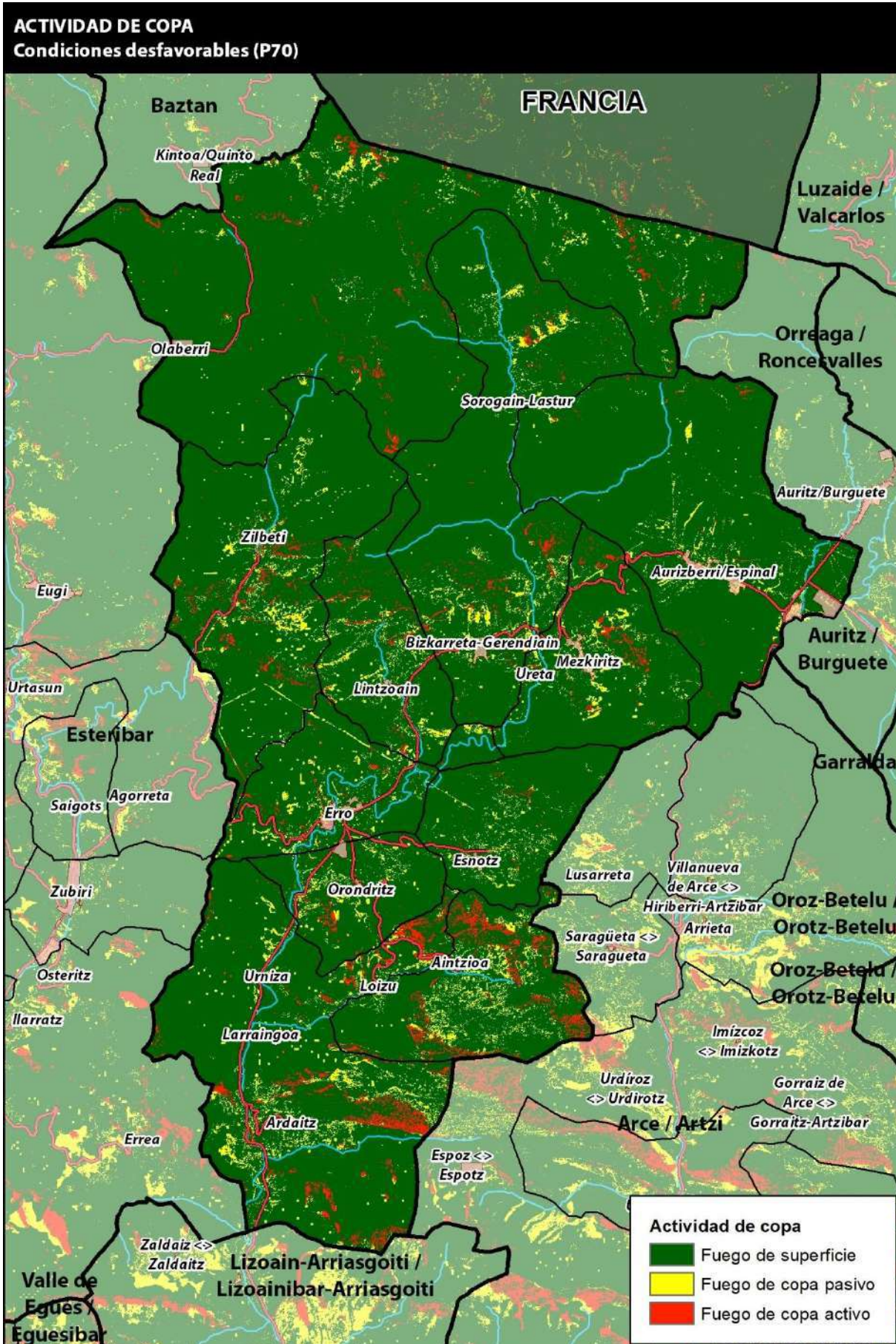
La exposición al viento sigue siendo un factor determinante para el comportamiento del fuego en los distintos escenarios sinópticos modelizados.

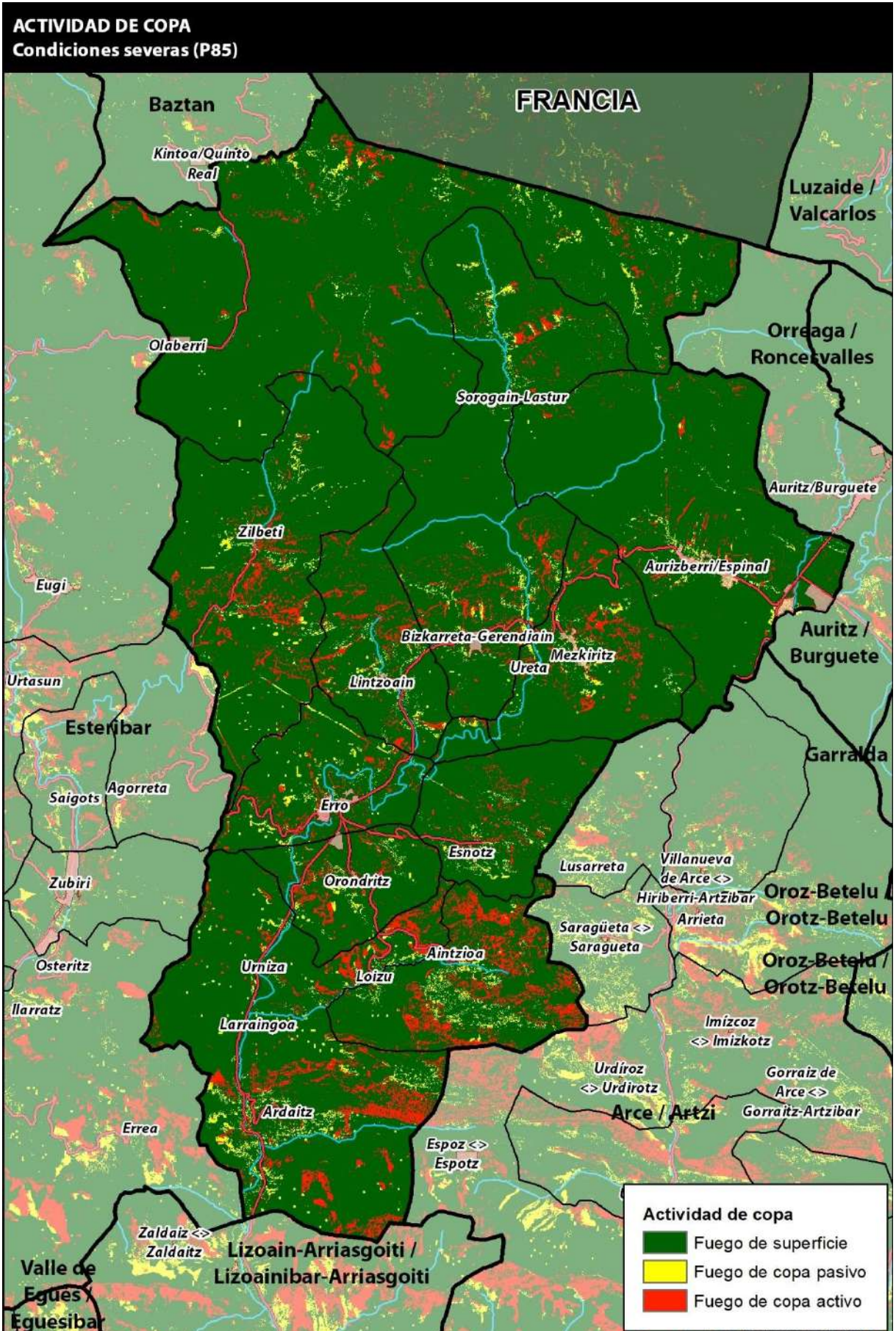
#### 5.1.4.- Actividad de copas

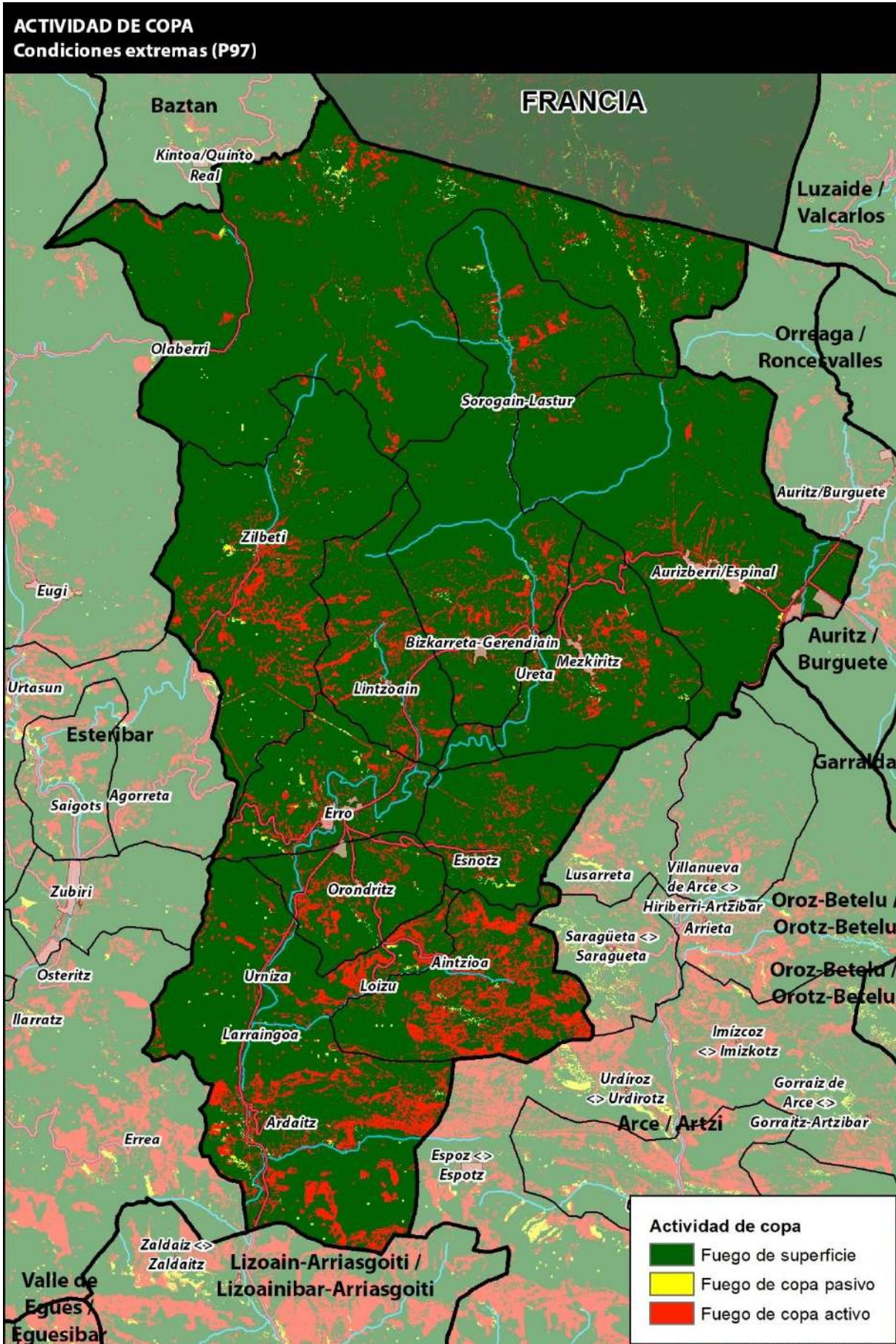
La simulación de la actividad de copas permite detectar aquellas zonas donde existe un riesgo de que el fuego salte a las copas del arbolado y la situación para los medios de extinción empeore gravemente.

La modelización clasifica la superficie en cuatro escenarios:

Actividad de fuego de copas	
Valor de pixel	Valoración
0	Sin combustible
1	Fuego de superficie
2	Fuego de copa pasivo
3	Fuego de copa activo







En regla general, las modelizaciones muestran poca superficie en la que el fuego puede cominarsse a las copas (zonas con actividad de copas).

Este fenómeno se encuentra principalmente en la mita sur del municipio, donde el árbolado presenta en regla general una menor altura y mayor carga de matorral (pinares, robledales).

Los mapas muestran que esta tendencia es extrapolable a los territorio vecinos, por lo que el riesgo de ver incendios forestales comunicarse a las copas es mayor hacía el sur.

### 5.1.5.- Zonas fuera de capacidad de extinción

Para cada uno de los tres parámetros estudiados anteriormente, se pueden delimitar las zonas fuera de capacidad de extinción.

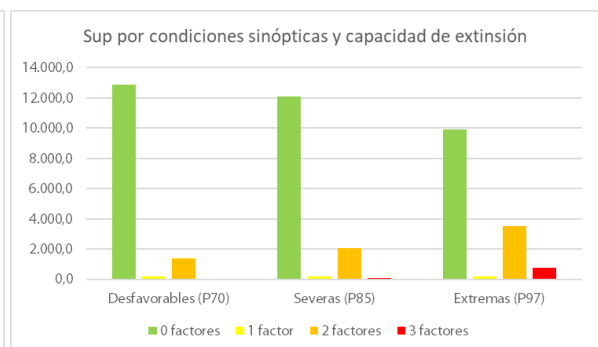
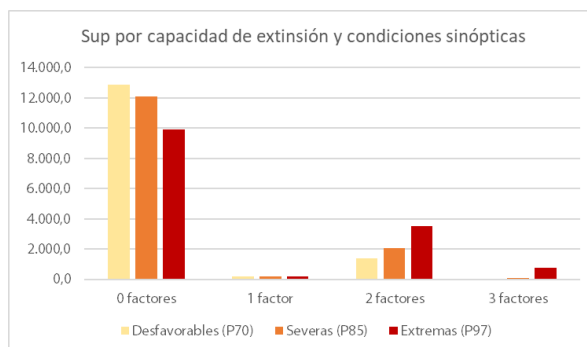
La tabla siguiente ofrece un resumen de los criterios que permiten identificar estas zonas en las que sus características impiden intervenciones directas (Costa et al, 2011)

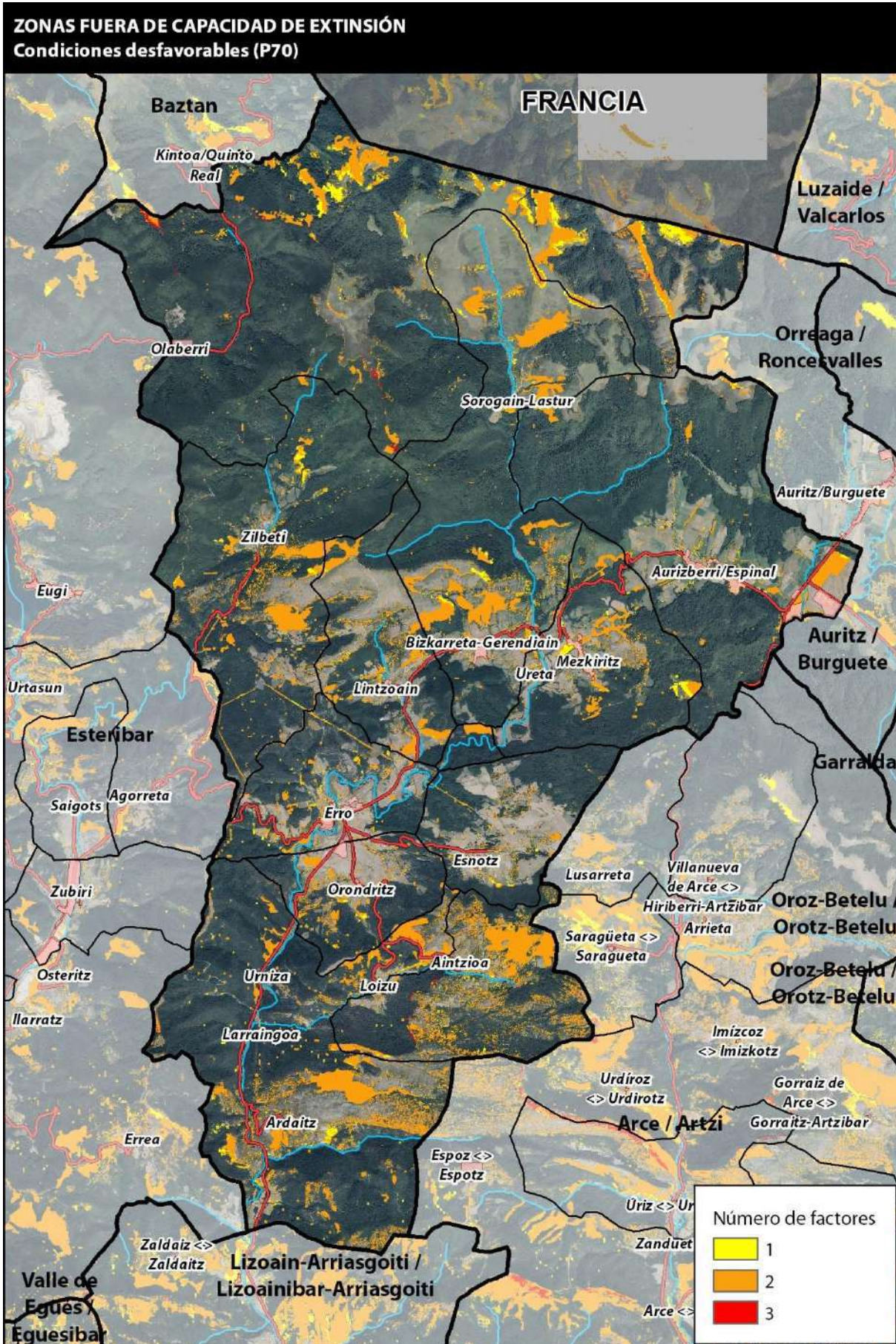
Parámetro	Límites
Longitud de llama	> 3m
Velocidad de propagación	> 2km/h (33m/min)
Actividad de copas	Fuego de copa ( <i>antorcheo</i> )

Cuando no se cumple uno de los anteriores parámetros, ya es considerado fuera de capacidad de extinción.

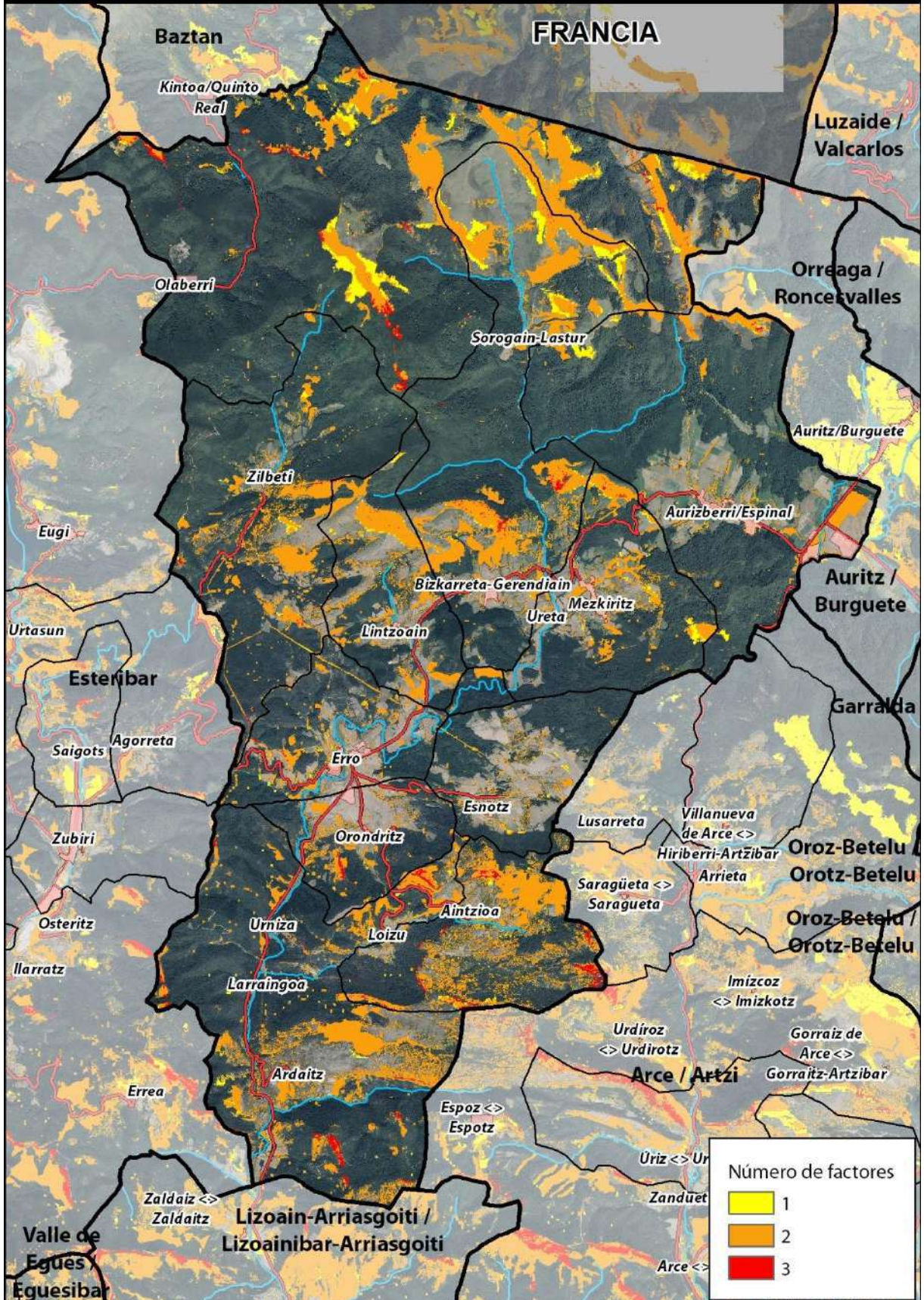
Al igual que los parámetros que las definen, las zonas fuera de capacidad de extinción dependen de las condiciones sinópticas, por lo que se han realizado la simulación en los diferentes escenarios anteriormente descritos.

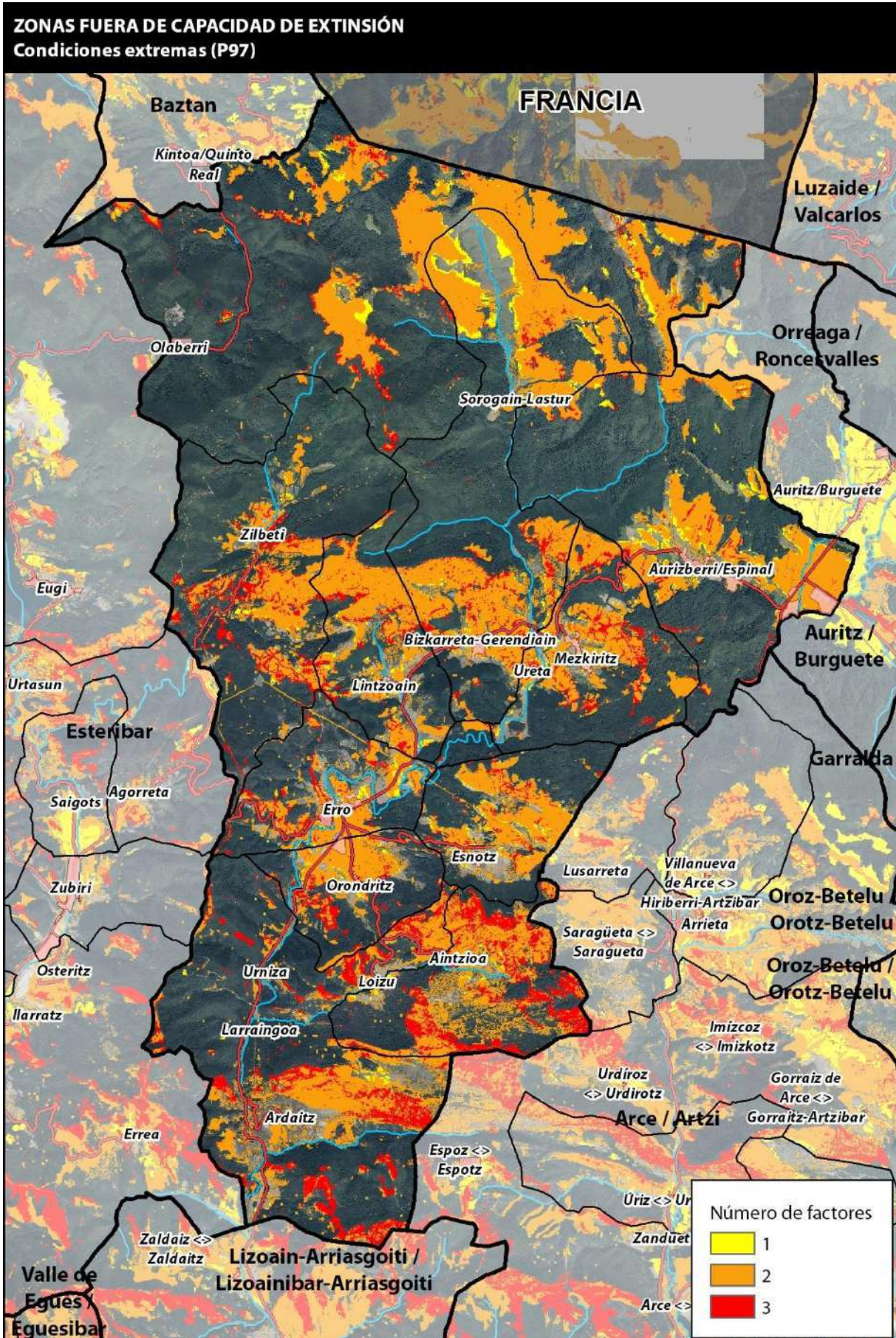
Condiciones sinópticas		Zonas fuera de capacidad de extinción									
		0 factores		1 factor		2 factores		3 factores		Total	
Percentil	Tipo	Sup (ha)	% Sup	Sup (ha)	% Sup	Sup (ha)	% Sup	Sup (ha)	% Sup	Sup (ha)	% Sup
P70	Desfavorables	12.863,2	89%	174,2	1%	1.379,0	10%	11,9	0%	14.428,2	100%
P85	Severas	12.076,7	84%	186,9	1%	2.086,0	14%	78,7	1%	14.428,2	100%
P97	Extremas	9.908,8	69%	213,1	1%	3.522,7	24%	783,6	5%	14.428,2	100%





**ZONAS FUERA DE CAPACIDAD DE EXTINCIÓN**  
**Condiciones severas (P85)**





**Vegetación existente en las zonas fuera de capacidad de extinción**

Si se analiza el tipo de vegetación existente en estas zonas fuera de capacidad de extinción de forma diferenciada de si se trata del incumplimiento de uno, dos o tres parámetros, se obtienen los siguientes datos:

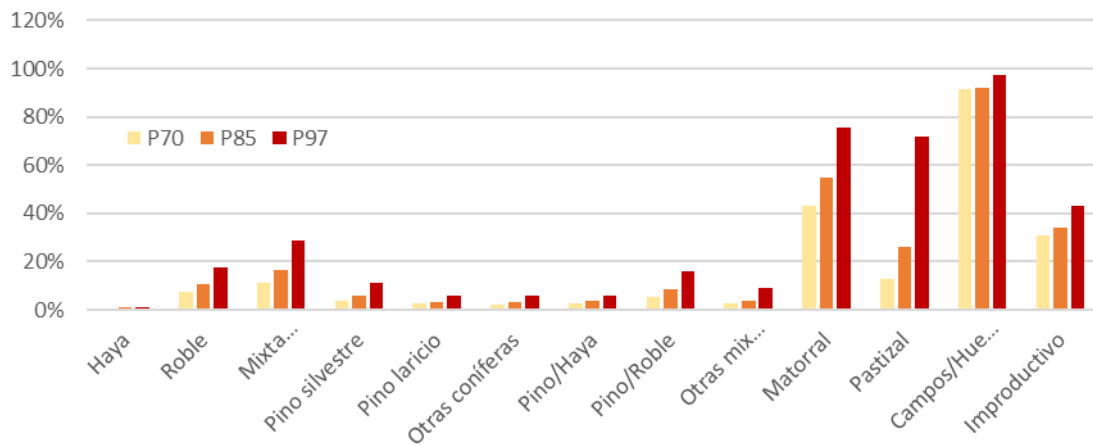
Tipo de vegetación	Sup. Total (ha)	Fuera de capacidad extinción					
		P70		P85		P97	
		Sup (ha)	%	Sup (ha)	%	Sup (ha)	%
Haya	5.511,2	38,9	1%	46,5	1%	61,5	1%
Roble	778,2	57,0	7%	80,8	10%	135,1	17%
Mixta frondosas	603,4	68,4	11%	98,6	16%	172,7	29%
Pino silvestre	1.378,7	54,3	4%	82,4	6%	150,7	11%
Pino laricio	163,6	4,4	3%	5,6	3%	9,3	6%
Otras coníferas	106,0	2,3	2%	3,4	3%	6,2	6%
Pino/Haya	214,6	6,1	3%	8,0	4%	12,8	6%
Pino/Roble	211,1	11,5	5%	17,6	8%	33,1	16%
Otras mix con-frd	19,8	0,5	2%	0,7	4%	1,7	9%
Matorral	1.928,1	826,4	43%	1.056,6	55%	1.453,4	75%
Pastizal	3.309,4	416,5	13%	866,8	26%	2.381,4	72%
Campos/Huerta	26,1	23,9	92%	24,1	92%	25,4	97%
Improductivo	177,8	54,9	31%	60,4	34%	76,1	43%
<b>Total</b>	<b>14.428,0</b>	<b>1.565,0</b>		<b>2.351,6</b>		<b>4.519,4</b>	

Sombreadas en color amarillo y naranja se resaltan los tipos de cobertura vegetal que cuentan con mayor proporción de superficie fuera de extinción.

Según estas simulaciones, una proporción importante de los rasos es susceptible de generar fuegos fuera de capacidad de extinción. Para mejor interpretar estas cifras, es fundamental entender que a efectos de las simulaciones, se contemplan estos modelos con cierta acumulación de combustible, por lo que el pastoreo o siega de los pastizales y praderas mejora considerablemente su comportamiento frente a incendios.

En cuanto a formaciones arbóreas, los robledales y pinares de pino silvestre aparecen como las más sensibles. Las mixtas de frondosas también destacan, principalmente por incluir las masas de la meseta de Aintzioa.

% de superficie fuera de capacidad de extinción



## 5.2.- Identificación de puntos críticos y de oportunidad

A continuación, se reproducen las siguientes definiciones, dadas en el documento *Definición y recomendaciones técnicas en el diseño de puntos estratégicos de gestión - "Decálogo de Valencia" para la defensa integrada frente a los incendios en la gestión del mosaico agroforestal* (2019).

**Nodo de propagación:** Aquellos lugares donde se acumulan los minimun travel time (carreras de flujo, trayectorias de fuego) sobre el territorio, para diferentes escenarios meteorológicos de incendio, desde diferentes puntos de inicio. A partir de los Nodos de Propagación, y seleccionadas las zonas de mayor interés a la hora de confinar los grandes incendios, se han de diseñar actuaciones en materia de prevención de incendios que traten de confinar el desarrollo de los grandes incendios, bajo los parámetros de comportamiento del fuego, y que provean de áreas de seguridad a las unidades intervinientes en su control.

**Punto crítico:** Punto/área/zona identificado sobre el terreno en el que, cuando es alcanzado por el frente de fuego, se produce un cambio de comportamiento a peor, provocado por un cambio de alineación, un modelo de combustible diferente o por otros factores. Se consideran también puntos críticos aquellas zonas sobre el terreno en las que cuando el frente de llamas ingresa se acelera su propagación y se multiplica la superficie afectada por el fuego.

**Punto de oportunidad:** Punto/área/zona identificado sobre el terreno en el que, cuando es alcanzado por el frente de fuego, se produce un cambio de comportamiento a mejor, provocado por un cambio de alineación, un modelo de combustible diferente u otros factores. Este cambio de alineación puede posibilitar que el frente de fuego pase a estar dentro de capacidad de extinción ofreciendo una oportunidad para ejecutar maniobras de extinción con mayor seguridad que permitan limitar el avance del frente de fuego.

### 5.2.1.- Metodología

La identificación de los puntos estratégicos de gestión se ha hecho, al igual que la modelización del comportamiento del fuego, con el programa FlamMap. Además de los parámetros descritos en el punto 4.1.1., se han definido para este trabajo, varios puntos de ignición.

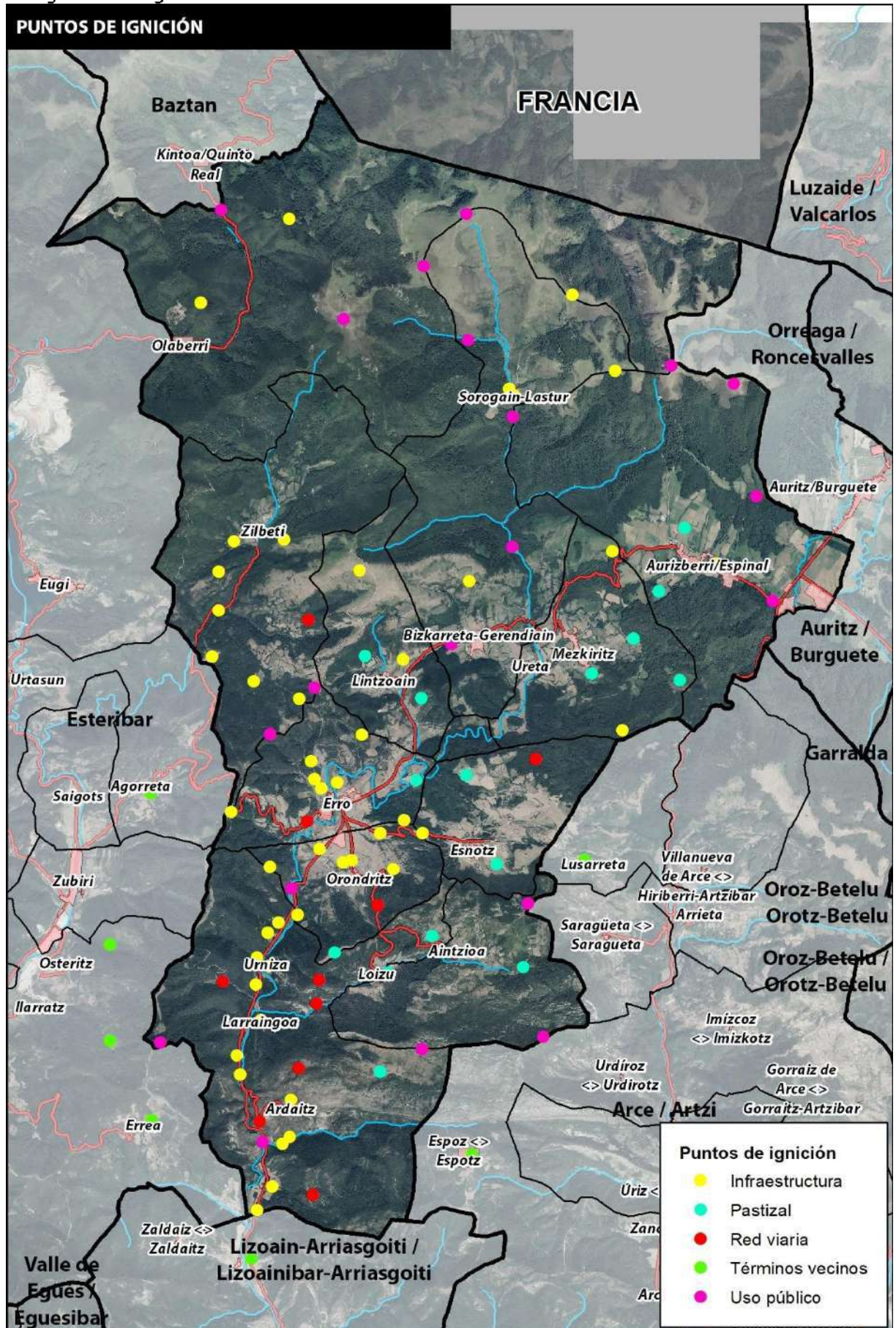
Los puntos de ignición han sido colocados de forma dirigida, siguiendo los siguientes criterios:

- Cubrir puntos de riesgo más alto de inicio de incendio
- Cubrir todas las zonas del término municipal
- Enfocar los puntos de inicio hacia las causas más probables de incendio en el municipio

Seguindo estos criterios, se han determinado un total de 101 puntos de ignición, clasificados en los siguientes tipos:

- Infraestructuras: En esta categorías se han incluido distintos puntos que, al concentrar actividades humanas, presentan un mayor riesgo de convertirse en fuente de incendio: cascos urbanos, naves ganaderas, bordas, txabolas, antenas, etc.
- Pastizal: El estudio de las series históricas pone en evidencia las quemadas de matorral como una fuente de incendios en este territorio. Se han por lo tanto designado varios puntos de ignición en las zonas de pasto del municipio.
- Red viaria: puntos situados junto a las carreteras o pistas forestales que atraviesan el término de Erro y sus montes.
- Uso público: En esta categoría se han incluido distintos parajes del municipio que suelen concentrar personas o que se emplean con itinerarios de uso público (zonas de baño, zonas de acampada, senderos, camino de Santiago, etc.).
- Términos vecinos: Se han colocado 7 puntos en los términos municipales vecinos situados al sur del Valle de Erro (Esteribar, Lizoain-Arriasoiti y Arce). El objetivo con estos puntos es estudiar el comportamiento del fuego en los límites del municipio.

La siguiente imagen muestra su localización:



La simulación de incendios se ha realizado con la herramienta de MTT (Minimum Travel Time) de FlamMap, con el objetivo de analizar el recorrido del fuego y su extensión.

La simulación de incendios se ha llevado a cabo con los valores de los parámetros de las condiciones sinópticas P85 (severas), descritas anteriormente. El periodo de quema elegido ha sido de 5 horas.

Posteriormente, se han analizado los ejes de propagación de las distintas simulaciones, con el objetivo de identificar nodos de propagación y zonas de confluencias de incendios.

### **5.2.2.- Patrón de propagación de los fuegos**

Las simulaciones realizadas en el valle de Erro muestran que el fuego tiende a propagarse por los rasos del municipio (pastizales y matorrales).

Las simulaciones se han realizado con viento SO, por lo que lógicamente se observa una dirección preferencial hacia el norte en la propagación de los incendios. Sin embargo, se ven carreras tanto hacia el este como el oeste, dependiendo del relieve y vegetación.

En la mitad norte, apenas se ve penetración de las masas forestales por las llamas. Las masas próximas al casco urbano de Zilbeti son de los pocos hayedos de la mitad norte del municipio donde penetra el fuego.

En la zona central del Valle, el vector principal de propagación de los incendios son los pastizales y matorrales, donde el fuego se desplaza empujado por el viento y guiado por el relieve.

El macizo forestal al sureste de Mezkiritz y espinal, hayedos con abundante sotobosque, se muestran más permeables que los hayedos del norte. Los robledales y pinares de Erro-Zilbeti, con abundante matorral y estructuras más abiertas y más mezclado con matorrales, el grado de penetración del fuego es mayor.

En la mitad sur del municipio, donde predominan pinares con una fuerte carga de matorral, también se ve una importante penetración de los incendios en las masas forestales. En esta parte del municipio, esta situación es más preocupante, dado que fuera de los bosques, los matorrales son más abundantes que los pastos y suelen tener una carga en combustible alta.

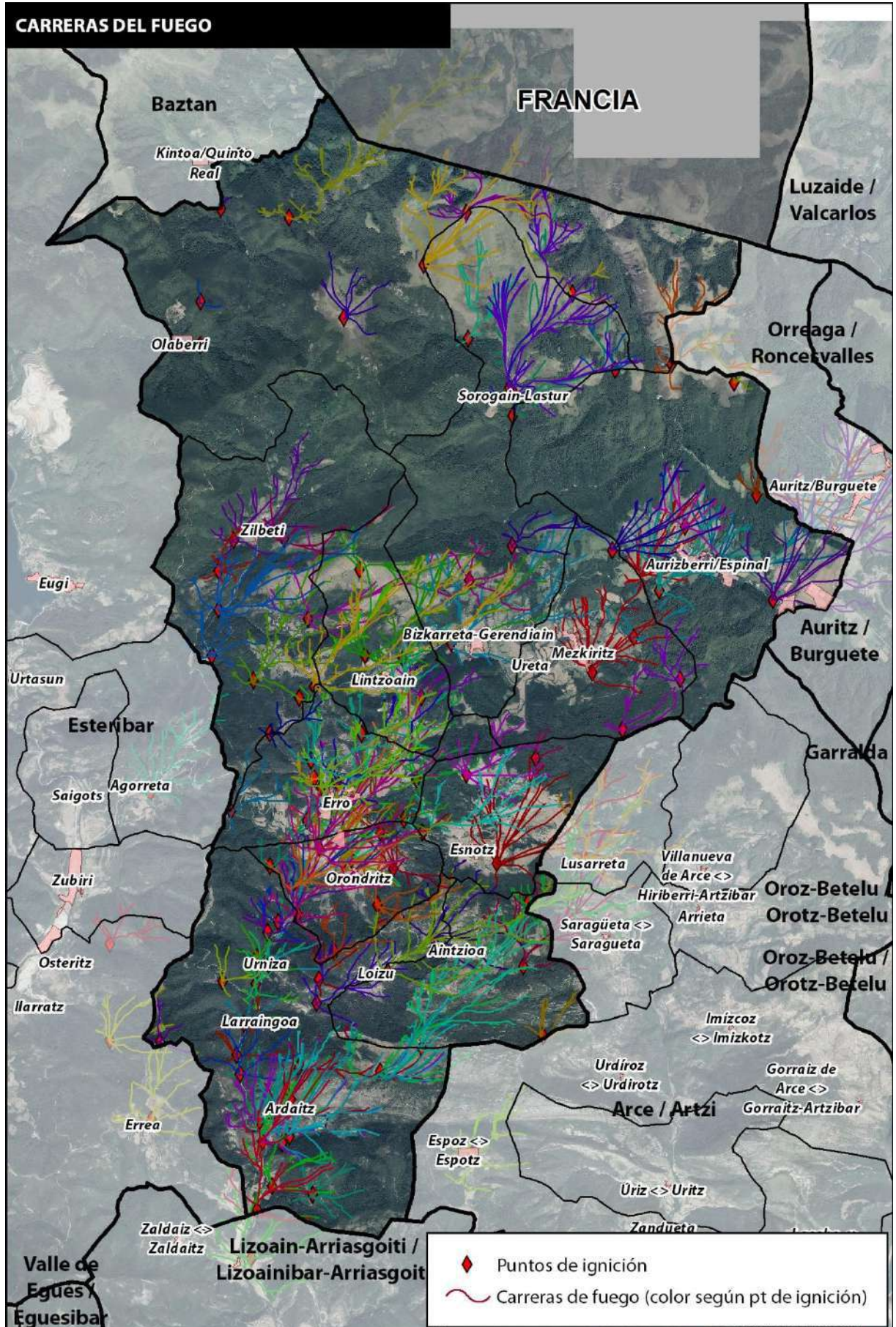
En regla general, la velocidad de propagación del fuego en masas forestales inferior a la velocidad en rasos.

### **5.2.3.- Nodos y ejes de propagación**

Los nodos de propagación son aquellos lugares donde se acumulan las carreras de flujo o trayectorias de fuego (MMT: *minimun travel time*) sobre el territorio, teniendo en cuenta diferentes puntos de inicio.

A continuación, se presentan los mapas de las carreras principales del fuego para las condiciones de simulación (las carreras de cada punto de ignición se representan con colores distintos).

También se presenta un mapa de ejes y nodos de propagación, que hace la síntesis de esta información.





El mapa de carreras principales refleja bastante bien los patrones descritos en el apartado anterior:

- Propagación de los incendios principalmente por rasos (pastizales, praderas y matorrales) en todo el municipio).
- Bosques muy poco permeables al fuego en el tercio norte (hayedos).
- Bosques más permeables hacia el sur del término municipal ( pinares y robledales).

Esto se traduce por la existencia de un gran eje de propagación S-NE que atraviesa gran parte del municipio, con algunas ramificaciones hacia el E-NE.

Este eje de propagación principal remonta el valle de río Erro, desde el límite con Lizoain-Arriasoiti, siguiendo la carretera NA-2330. Llegado a los raso de Erro y Olondritz, el frente se abre, pero mantiene la dirección norte, hasta alcanzar la altura de Lintzoain, donde las carreras toman una dirección E-NE para recorrer los pastizales, siguiendo a grandes rasgos la N-135.

Una de las principales bifurcaciones en las zonas estudiadas es la que produce a la altura de Ardaitz, donde arranca una carrera en dirección NE, que recorre los rasos y matorrales del concejo para pasar posteriormente al término de Aintzioa.

### 5.3.- Áreas estratégicas de gestión

Las áreas o puntos estratégicos de gestión son localizaciones del territorio en las cuales la modificación del combustible y/o la preparación de infraestructuras permiten al servicio de extinción ejecutar maniobras de ataque seguras para limitar la potencialidad de un Gran Incendio Forestal (Costa et al. 2011).

Tomando como base los estudios realizados anteriormente, se han identificado nueve zonas sensibles donde el fuego se comporta de una forma especialmente conflictiva y en las que la gestión activa sobre la vegetación existente en ellas, en sus alrededores o sobre las causas que originan el posible incendio se consideran fundamentales para la mejora de la protección frente a incendios forestales en el término municipal de Erro.

La tabla y mapa siguiente muestran una síntesis de estas áreas estratégicas de gestión preventiva:

<b>Id</b>	<b>Paraje</b>	<b>Descripción</b>
1	Orosa	Pinares con importante carga de matorral a lo largo de la carretera NA-2330
2	Ardaitz	Matorrales y pastizales, en estaciones generalmente secas. Zonas con orografía desfavorable (laderas orientadas frente al viento).
3	NA-2330	Pinares con importante carga de matorral a lo largo de la carretera NA-2330
4	Aintzioa	Mosaico de pastizales, matorrales y bosques abiertos con abundante sotobosque. Zona con estaciones generalmente secas.
5	Erro	Masas forestales heterogéneas y con abundante matorral en borde de rasos. Parte de la superficie en orientación S sobre estaciones secas.
6	Lintzoian (Orzauko)	Masas forestales heterogéneas y con abundante matorral en borde de rasos. Parte de la superficie en orientación S sobre estaciones secas.
7	Lintzoain-Biskarreta	Zona de matorrales en ladera encima de la N-135, que separa pastizales en la parte baja de pastizales en la zona alta (Astobia-Meakondo).
8	Berregu	Masas forestales heterogéneas y con abundante matorral en borde de rasos. Parte de la superficie en orientación S sobre estaciones secas.
9	Zilbeti	Orla arbustiva en ladera, junto a bosques de mayor desarrollo (hayedo).

La siguiente imagen muestra la localización de las nueve áreas sensibles.:



Estas zonas altamente sensibles se pueden agrupar en función del tipo formaciones vegetales y problemáticas:

#### Pinares del sur del municipio (1, 3)

Estos pinares presentan en general un estrato arbustivo (boj, espino, etc.) muy abundante. En general, estas masas presenten 2 estratos de vegetación bien distintos (matorral – masa arbolada). A pesar de ello, se pueden encontrar de forma más o menos puntual zonas con una mayor continuidad puntual, en las que existe un riesgo de salto del fuego a las copas.

En estos pinares, se considera interesante actuar en las zonas más expuestas al riesgo de incendio para lograr una estructura de vegetación menos favorable a la propagación de los incendios. En este caso, se consideran zonas calves el fondo de valle, junto a la carretera NA-2330, que constituye un eje de propagación de los incendios identificados en el apartado anterior.

Las actuaciones propuestas consisten en el adehesamiento de las masas (reducción de la densidad de arbolado y desbroce del sotobosque) para lograr un pasto arbolado. Estas masas cuentan con un aprovechamiento ganadero con el que se puede contar para el mantenimiento de esta nueva estructura de vegetación.

#### Matorral y pastos (2, 4, 7)

Las grandes superficies ocupadas por matorral, en alternancia con pastizales, constituyen zonas en los que los incendios pueden avanzar con facilidad. En el caso de la zona 2 (Ardaitz), el relieve es un factor agravante, al tratarse de una ladera expuesta al viento SO.

La continuidad y carga de matorral son factores agravantes para la propagación de los incendios, por lo que las zonas de pastos tienen un especial interés en la disminución de la intensidad de los incendios.

En estas zonas, se buscará mantener una estructura de vegetación menos favorable a la propagación de incendios. Para ello, se podrán realizar desbroces para crear interrupciones en las zonas de matorral. El mantenimiento de estas zonas se procurará realizar mediante pastoreo.

#### Masas arboladas heterogéneas (5, 6, 8)

Las áreas incluidas en esta categoría son zonas arboladas que presentan una gran heterogeneidad de robles y pinos. En regla general, se trata de formaciones con una importante carga de matorral, y de desarrollo muy variable.

En las estaciones más desfavorables (laderas sur con suelos someros), no se puede esperar un desarrollo de la vegetación que ofrezca estructuras de vegetación más favorables frente al riesgo de incendio.

En estas zonas, se buscará trabajar para reducir los riesgos de propagación de incendios creando interrupciones de combustibles. Para ello, se podrán combinar trabajos de desbroces areales o perimetrales, así como trabajos selvícolas en las masas que lo permiten.

#### Orlas arbustivas (9)

La zona al noroeste del pueblo de Zilbeti está ocupada por antiguos campos abandonados en los que se ha desarrollado una mezcla de matorral (espinos) con árboles jóvenes. Estas formaciones, con abundante combustible y cierta continuidad vertical, presentan cierto peligro para las masas arboladas presentes más arriba en la ladera.

En estas zonas, sería interesante romper la continuidad entre estos matorrales y las masas arboladas vecinas, con desbroces o trabajos selvícolas a favor de la regeneración existente. También sería interesante volver a introducir ganado en estas zonas para limitar el desarrollo de matorral.

**Líneas de acción**

Teniendo en cuenta todo lo anterior, se han establecido diversas líneas de acción para cada una de las áreas estratégicas de gestión:

<b>Id</b>	<b>Descripción</b>	<b>Actuación</b>
1	Pinares con importante carga de matorral a lo largo de la carretera NA-2330	Cortas de adehesamiento en y desbroces para fomentar el pastoreo en estas zonas.
2	Matorrales y pastizales, en estaciones generalmente secas. Zonas con orografía desfavorable (laderas orientadas frente al viento).	Desbroces/pastoreo para mantener el matorral más bajo.
3	Pinares con importante carga de matorral a lo largo de la carretera NA-2330	Cortas de adehesamiento en y desbroces para fomentar el pastoreo en estas zonas.
4	Mosaico de pastizales, matorrales y bosques abiertos con abundante sotobosque. Zona con estaciones generalmente secas.	Desbroces/pastoreo para mantener el matorral más bajo, especialmente junto a zonas arboladas
5	Masas forestales heterogéneas y con abundante matorral en borde de rasos. Parte de la superficie en orientación S sobre estaciones secas.	Crear interrupciones de la continuidad vertical y horizontal de combustible (desbroces, trabajos selvícolas), en función del estado de la vegetación.
6	Masas forestales heterogéneas y con abundante matorral en borde de rasos. Parte de la superficie en orientación S sobre estaciones secas.	Crear interrupciones de la continuidad vertical y horizontal de combustible (desbroces, trabajos selvícolas), en función del estado de la vegetación.
7	Zona de matorrales en ladera encima de la N-135, que separa pastizales en la parte baja de pastizales en la zona alta (Astobia-Meakondo).	Desbroces/pastoreo para mantener el matorral más bajo, especialmente junto a zonas arboladas
8	Masas forestales heterogéneas y con abundante matorral en borde de rasos. Parte de la superficie en orientación S sobre estaciones secas.	Crear interrupciones de la continuidad vertical y horizontal de combustible (desbroces, trabajos selvícolas), en función del estado de la vegetación.
9	Orla arbustiva en ladera, junto a bosques de mayor desarrollo (hayedo).	Crear interrupciones de la continuidad vertical. Desbroces/pastoreo para mantener el matorral más bajo, especialmente junto a zonas arboladas y pistas.

## VI. PROPUESTAS DE ACTUACIÓN

### 6.1.- Propuesta de actuación sobre las causas

Existen muchos recursos e información de interés en cuanto a cuestiones relacionados con el uso del fuego en el monte y prevención de riesgo por uso de maquinaria y circulación de vehículos en la siguiente web de Gobierno de Navarra:

<https://www.navarra.es/es/prevencion-de-incendios-forestales>

El uso del fuego en suelo no urbanizable, las quemas en terrenos agrícolas y forestales, y la circulación de vehículos y uso de maquinaria cuyo funcionamiento genere riesgo de incendio está regulado por la Orden Foral 222/2016 (actualizada según la Orden Foral 118E/2023), que recoge todos los supuestos en los que hay que pedir autorización para prevenir los incendios forestales.

#### 6.1.1.- Regulación de actividades agrícolas y forestales

*Uso de maquinaria y equipos que generen riesgo de incendio*

En este caso, la normativa para la prevención de incendios forestales toma como referencia el nivel de aviso por temperaturas máximas extremas (meteoalerta) que establece la Agencia Estatal de Meteorología para Navarra:

Nivel de aviso	Temperaturas
Nivel Rojo	Temperatura igual o superior a 42 grados en la Vertiente Cantábrica de Navarra, Centro de Navarra y Ribera del Ebro de Navarra.
Nivel Naranja	Temperatura igual o superior a 39 grados en la Vertiente Cantábrica de Navarra, Centro de Navarra y Ribera del Ebro de Navarra.
Nivel Amarillo	Temperatura igual o superior a 36 grados en la Vertiente Cantábrica de Navarra, Centro de Navarra y Ribera del Ebro de Navarra.

En función del nivel de aviso, estas son las condiciones que establece la normativa vigente:

- **Nivel rojo:** No podrán utilizarse maquinaria y equipos de riesgo, bien sean agrícolas, forestales, de obra civil, minería u otros.
- **Niveles naranja, amarillo o no hay aviso:** Podrán utilizarse la maquinaria y equipos de riesgo en los supuestos y condiciones fijadas para los distintos tipos de trabajo.

En esa web se puede consultar para el día en curso y los dos días siguientes, el nivel de riesgo y el aviso por temperaturas máximas extremas. Esta Orden establece la necesidad de cumplimiento de determinadas condiciones para el uso de maquinaria agrícola de riesgo en suelo no urbanizable durante todo el año siempre que exista aviso de AEMET de riesgo de incendio muy alto o extremo.

En resumen, puede decirse que no podrá utilizarse este tipo de maquinaria si la meteoalerta es nivel rojo. Si es nivel naranja, amarillo o no hay aviso podrá utilizarse la maquinaria y equipos de riesgo en los supuestos y condiciones fijadas en el Anexo 4 de la Orden Foral 222/2016 (actualizada según la Orden Foral 118E/2023), para los distintos tipos de trabajos agrícolas. Por ejemplo, en terrenos de secano, con cultivos de cereales, podrá autorizarse la cosecha bajo las siguientes condiciones:

Nivel de aviso por temperaturas máximas extremas: **NARANJA**

- Llevar un teléfono móvil
- Que exista un observador

- Disponer de tractor con apero para cortafuegos y/o tractor con capacidad de al menos 1.000 L que permita aplicar agua a presión a través de dispositivos movidos por toma de fuerza, bomba hidráulica o eléctrica.
- Trabajar hasta las 14:00 horas.

Nivel de aviso por temperaturas máximas extremas: **AMARILLO**

- para poder cosechar se exigirán las mismas condiciones del nivel naranja, pero se podrá trabajar más allá de las 14h.

**SIN AVISO** por temperaturas máximas extremas, para realizar la cosecha, bastará con tener teléfono móvil y un extintor hídrico de 9L o mochila de 15 L.

Además de todas estas consideraciones de la Orden del fuego, es importante resaltar la apreciación que desde Bomberos se hizo, y es que dichos niveles de alerta atienden únicamente a la temperatura, siendo la existencia de viento un elemento muy importante en la propagación y gravedad de un posible incendio forestal. El viento de mayor peligrosidad es el de componente sur.

Siguiendo este criterio, dentro de las "buenas prácticas para la cosecha", se buscará la concienciación de los agricultores para tener en cuenta este factor tanto en la realización o no de sus labores, como en los medios auxiliares de apoyo a la prevención (presencia de un observador, cisterna de 1000 litros, mochila de 15 litros, etc.).

#### **6.1.2.- Terrenos particulares**

Tal como se ha expuesto en los apartados anteriores, alrededor de un 20% de la superficie del municipio es de titularidad particular. Estas fincas se concentran en los fondos de valles y zonas de praderas. Sin embargo, también existe cierta proporción de terrenos forestales (arbolados o matorrales) de titularidad particular. De hecho, parte de los terrenos señalados como áreas estratégicas son particulares (Ardaitz, Aintzioa, Erro, Zilbeti, Lintzoain, Bizkarreta).

Las parcelas particulares más problemáticas respecto a los incendios forestales se pueden ordenar en tres categorías:

- Matorrales procedentes del abandono del aprovechamiento pascícola (o disminución del pastoreo) - Ardaitz, Zilbeti, Lintzoain, Bizkarreta.
- Bosques con bajo potencial productivo y estructura desfavorable – Aintzioa, Erro, Lintzoain.
- Pinares y robledales de estructura variable y con abundantes matorrales – Erro.

En la mayoría de los casos, la ausencia de gestión o aprovechamiento en estas zonas del territorio es estrechamente ligada a la sensibilidad y riesgo frente a incendios forestales.

Esta estructura de la propiedad dificulta las posibilidades de actuación por parte de las entidades locales, en parajes claves del territorio. Además, en algunas partes del municipio, la identificación de los propietarios no es siempre fácil (Ardaitz).

Los acuerdos de custodia del territorio, en los que los propietarios ceden toda o parte de la gestión de sus fincas a una entidad de custodia (entidad local o asociación), son una herramienta interesante para permitir la gestión de estos terrenos.

Este tipo de iniciativas pueden ser más o menos rápidas de poner en marcha, debido a la facilidad de contactar y convencer a los propietarios, pero ofrece una solución a largo plazo para los terrenos incluidos y deja la posibilidad de incorporar nuevos propietarios a lo largo del tiempo.

La tabla siguiente ofrece un resumen de las parcelas y superficie particulares asociadas a un alto riesgos de incendio o ubicada cerca de áreas estratégicas en el municipio de Erro.

<i>Etiquetas de fila</i>	<i>Número de parcelas</i>	<i>Polígono</i>	<i>Sup</i>
Ardaitz	131	19	85,2
Bizkarreta-Gerendiain	9	7	42,2
Erro	24	4	107,7
Lintzoain	3	5	74,4
Zilbeti	25	1	18,1
Total			219,9

La situación de los patrimonios forestales es algo similar, en cuanto el ayuntamiento de Erro y sus concejos no pueden actuar directamente en ellos. Sin embargo, la coordinación de los trabajos a realizar en estos terrenos es relativamente más sencilla que en el caso de propietario particulares, al ser un único propietario con un gestor claramente identificado: el Negociado de Patrimonio Forestal (Sección de planificación forestal, Servicio forestal y gestión cinegética).

## **6.2.- Propuesta de actuación sobre la vegetación forestal**

### **6.2.1.- Consideraciones generales sobre masas arboladas, matorrales y pastos**

#### ***Masas arboladas***

Las simulaciones realizadas tienden a mostrar que el comportamiento de los bosques depende en gran parte de la estructura de las masas y de la transición con las formaciones vecinas.

Las estructuras más favorables frente a incendios forestales son las que presentan un estrato arbóreo claramente separado de los inferiores y con cargas bajas de matorrales y otros combustibles. Según las especies y grado de desarrollo, este tipo de estructuras es más o menos fácil de lograr.

Los hayedos tienden a formar masas densas, en las que la cantidad de luz que alcanza el sotobosque no permite el desarrollo de una vegetación muy abundante. Al contrario, los pinares y robledales suelen formar bosques con mayor carga de matorral y, según la estación y estado de la masa, con mayor o menor continuidad vertical de combustible.

Los tratamientos selvícolas pueden mejorar la estructura de las masas frente al riesgo de incendios forestales, cuando incluyen la eliminación del estrato arbustivo (desbroces) y de pies dominados (claras o cortas de leñas). Estas actuaciones son particularmente interesantes en los parajes en las que las masas lindan con matorrales (u otros rasos), pistas forestales u otro tipo de infraestructuras.

Tal como se ha mencionado previamente, los robledales y pinares del municipio son las masas que muestran una mayor sensibilidad a los incendios forestales. Estas masas suelen presentar una importante carga de matorral, por lo que puede existir en ellas una continuidad vertical de combustible (Particularmente en masas en malas estaciones, con peor desarrollo del estrato arbóreo).

#### **6.2.2.- Matorrales y pastos**

Tal como se ha comentado en apartados anteriores, los matorrales son particularmente peligrosos en el caso de incendios forestales. Se trata de tipos de vegetación con una gran cantidad de combustible, capaces de generar fuegos de progresión rápida y de gran intensidad. En este sentido, los pastizales son formaciones vegetales mucho más favorables.

Si es cierto que estas zonas tienen un comportamiento muy malo frente a incendios forestales, las probabilidades de inicio de incendios en estos parajes son muy bajas, debido a la poca actividad que

se desarrolla en ellos. Se comportan más como zonas de paso del fuego en su ascenso por el monte que como fuente de incendios.

El pastoreo aparece como una forma eficaz de intervenir en estas zonas, puesto que permite, con un manejo adecuado, mantener una baja carga de combustible en grandes superficies y de forma sostenible. Los desbroces mecánicos son muy eficaces, pero su elevado coste no permite considerarlo como otra cosa que una herramienta complementaria al pastoreo.

A pesar de sus virtudes, el pastoreo de estos montes no es una solución fácil de poner en marcha, pues existen varias dificultades para su desarrollo:

- Los montes del municipio son en su gran mayoría ya objeto de un aprovechamiento pascícola. Por lo tanto, las zonas en las que el matorral se desarrolla son aquellas en las que la presión de pastoreo es más baja. Aumentar la presión en estas zonas supone trabajar en contra de la tendencia natural de los rebaños.
- Mantener pastos limpios con el ganado requiere someter las zonas pastoreadas a una fuerte carga de ganado, y por lo tanto requiere un manejo fino de los rebaños. Este manejo se debe apoyar en infraestructuras: cierres, abrevaderos, etc. que lo permitan.
- El ganado que pasta sobre matorral contribuye a mantener los pastizales limpios y ayuda en luchar contra los incendios, pero su rentabilidad es menor para los ganaderos, ya que se trata de un ganado que engorda menos.

El desarrollo de los collares de cercado virtual abre nuevas posibilidades para este tipo de pastoreo, a la vez que suponen nuevos retos. Estos dispositivos facilitan considerablemente el trabajo de los ganaderos en el manejo de los rebaños, y permiten tener un control más fino de la presión del ganado en zonas concretas del monte. Incluso en comunales dotados de un cierre perimetral, estos collares permiten concentrar el ganado en determinadas zonas o establecer una rotación entre distintas zonas de pastoreo.

Las principales dificultades ligadas con la implementación de esta herramienta suelen ser de orden normativo (al tratarse de un sistema novedoso, no siempre se contempla en la normativa de arrendamiento de pastos) o económico. Esta cuestión económica requiere la elaboración de nuevas fórmulas en el arrendamiento de los pastos para facilitar el acceso de esta tecnología a los ganaderos. Para ello, se podrían considerar varias fórmulas, desde una reducción en el precio de arrendamiento de los pastos, hasta ayudas para la adquisición del material o la puesta a disposición del material a los ganaderos por una entidad externa. En 2025, el Gobierno de Navarra abrió una nueva línea de subvenciones para la adquisición de collares de vallado virtual para explotaciones ganaderas de vacuno.

Otro factor clave a tener en cuenta para el pastoreo de estos montes es la disponibilidad de agua para el ganado y la existencia de abrevaderos en número suficiente. Más allá de su papel de suministro de agua, los abrevaderos constituyen una herramienta para atraer o fijar el ganado en determinados puntos del monte y aumentar en ellas la presión de pastoreo.

Otra herramienta interesante para dirigir el ganado son las bolas de sal.

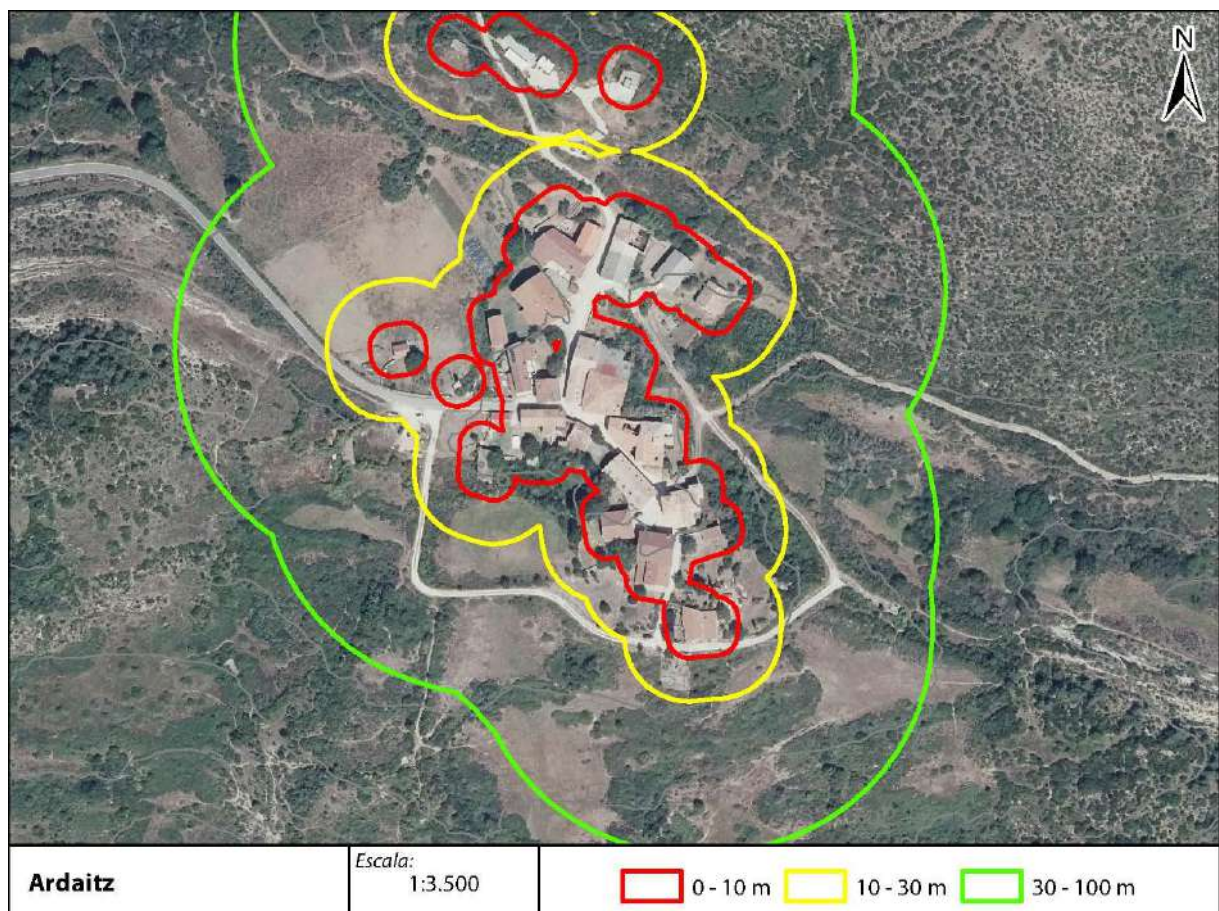
### 6.2.3.- Actuaciones de mejora de la interfaz urbano-forestal

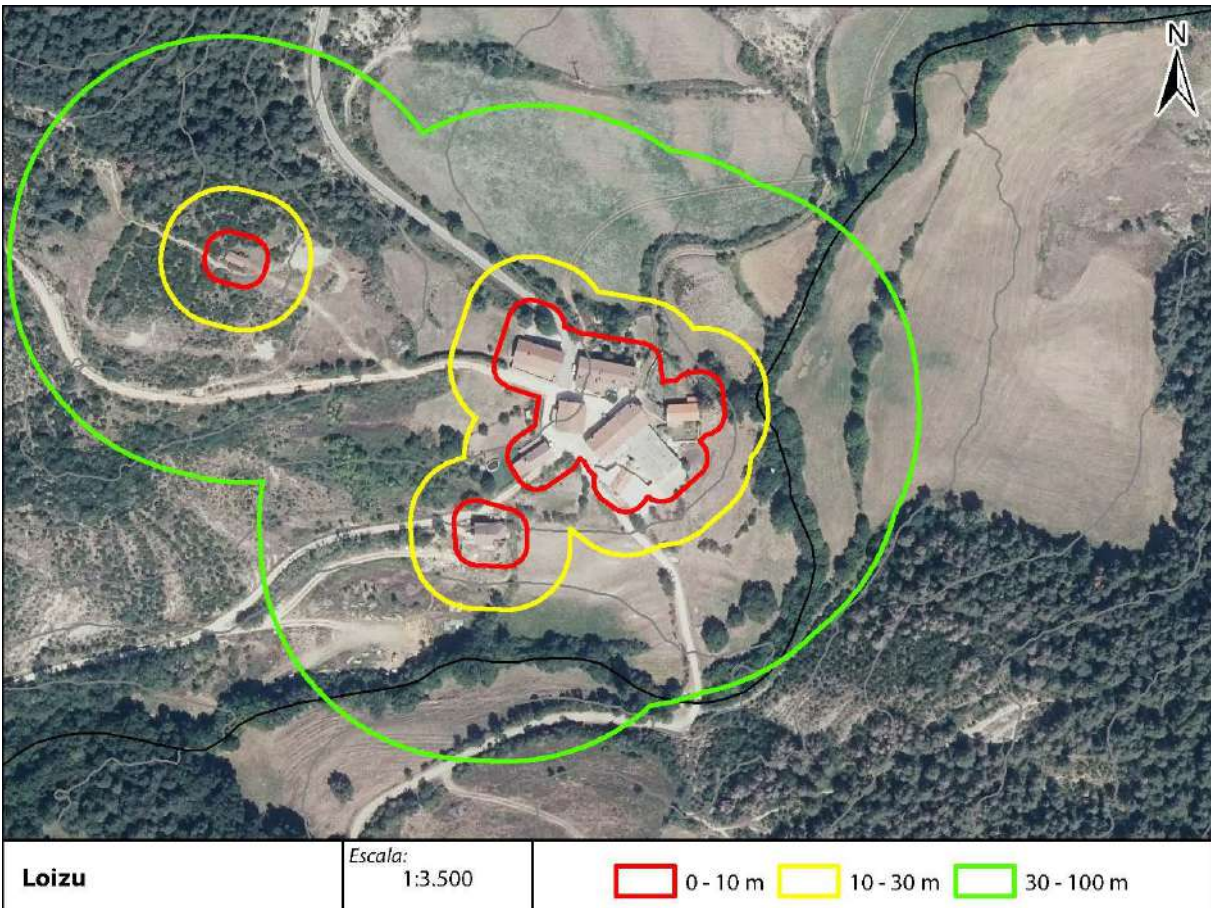
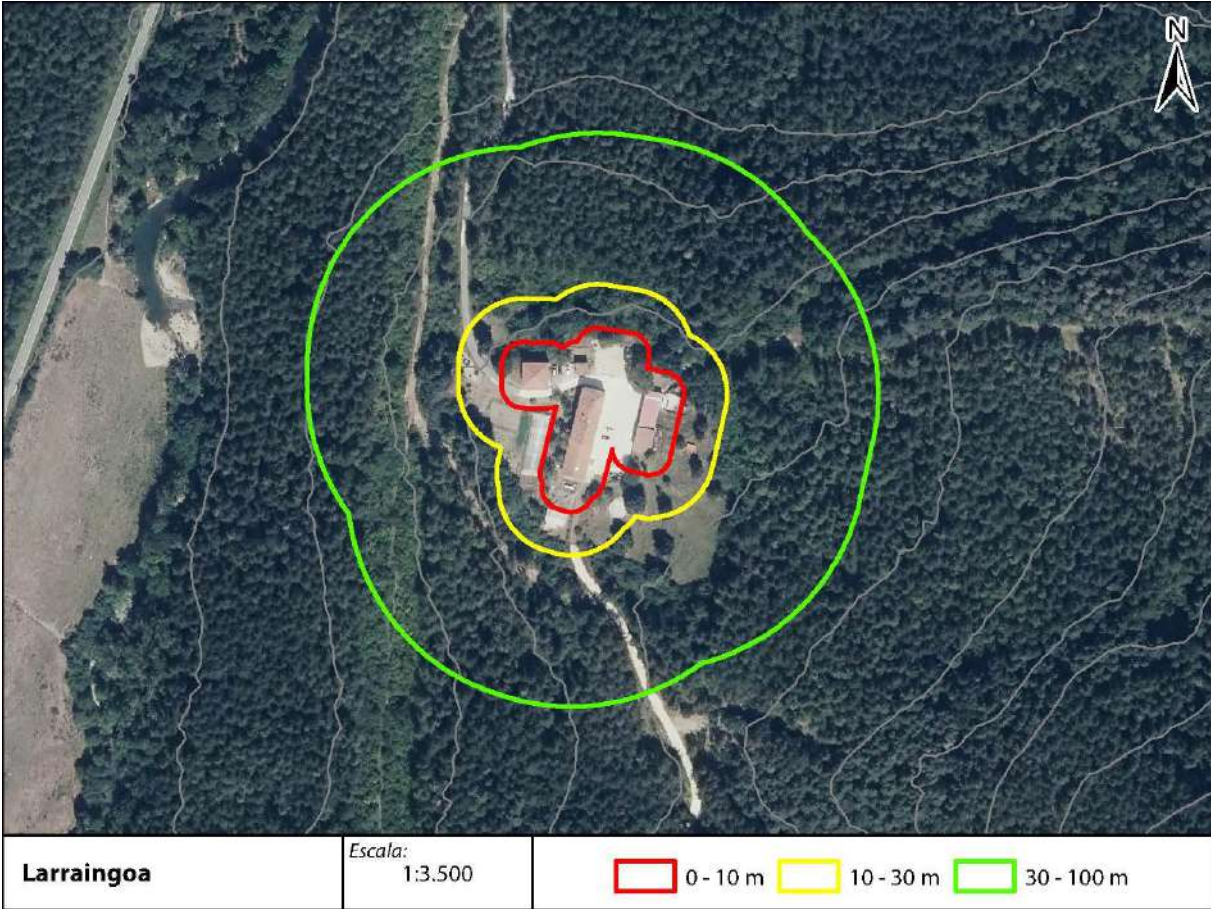
El tipo y la cantidad de vegetación que rodea las estructuras juega un papel muy importante en la determinación del peligro potencial en esta interfaz. Un entorno vegetal adecuadamente gestionado proporciona protección frente al incendio que pueda aproximarse, contribuyendo a frenar su propagación.

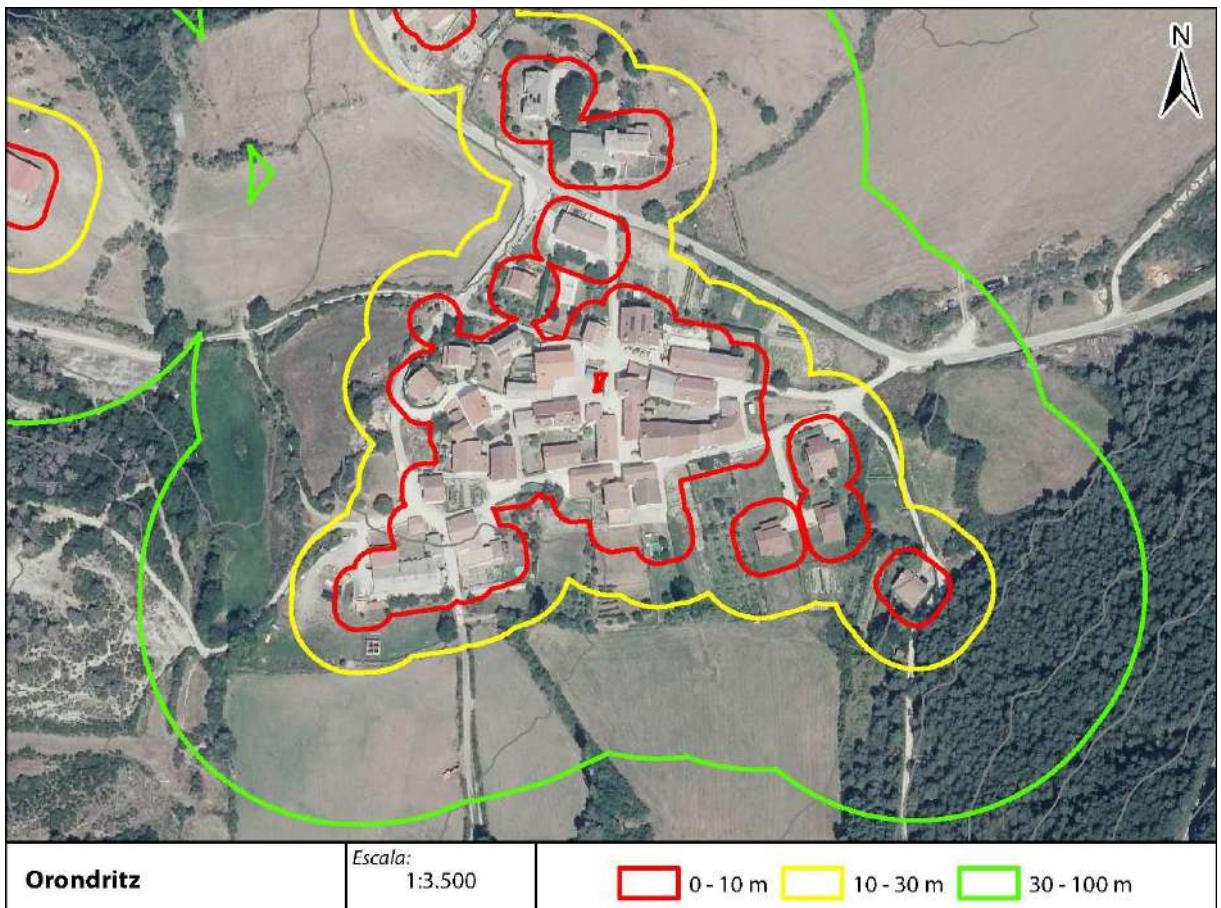
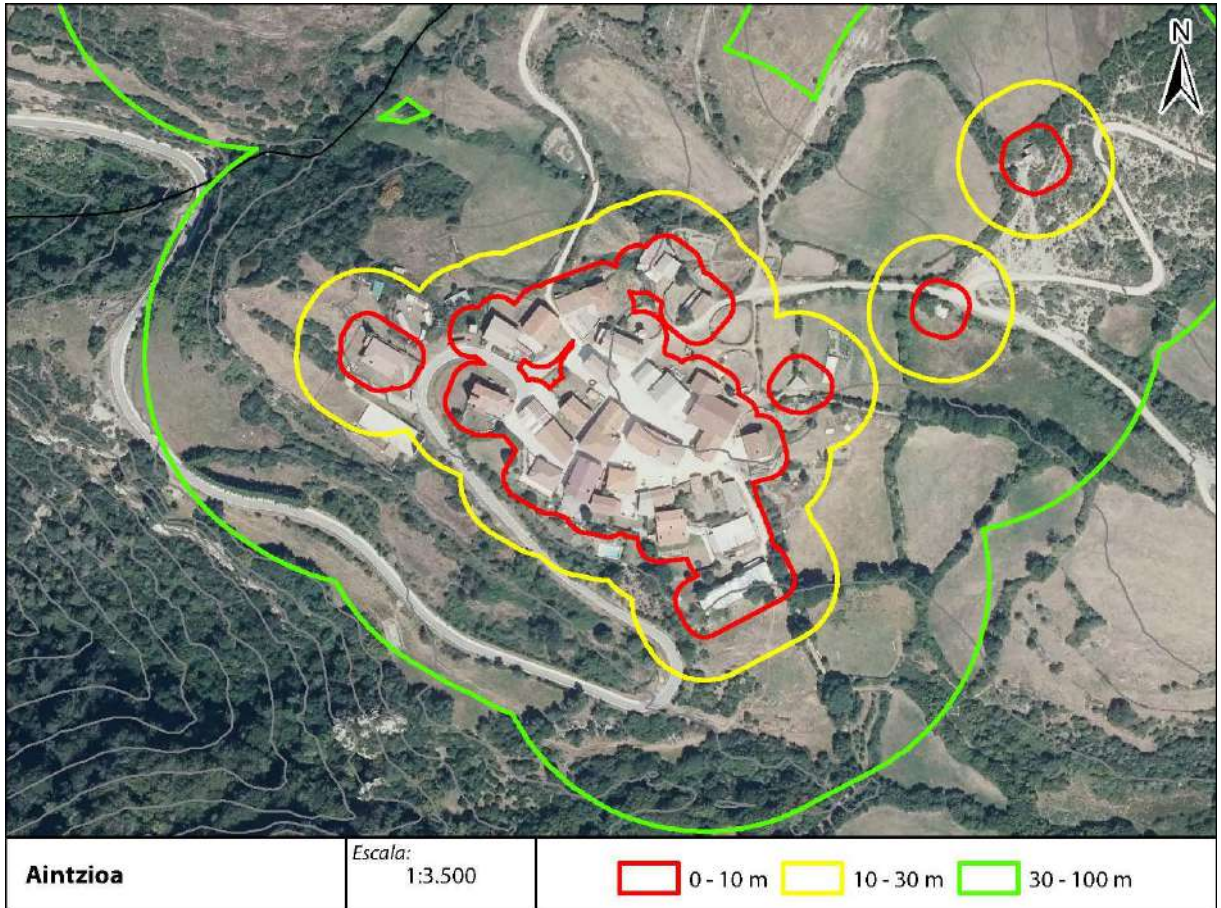
El interfaz urbano forestal se suele dividir en 3 zonas, basándose para ello en la distancia desde el borde de los edificios y otras infraestructuras de interés. Estas distancias deben entenderse como indicaciones, ya que dependen, entre otras cosas, de la topografía del terreno.

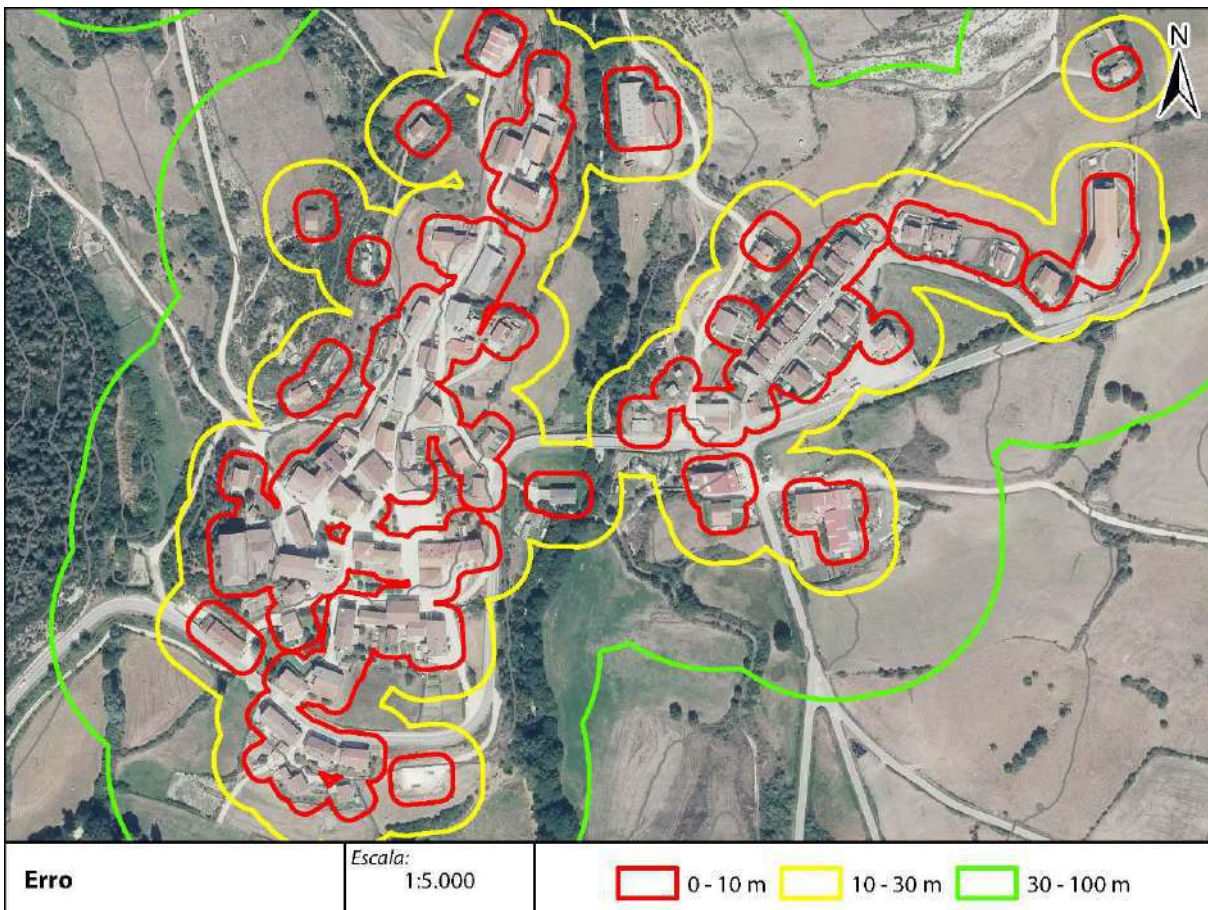
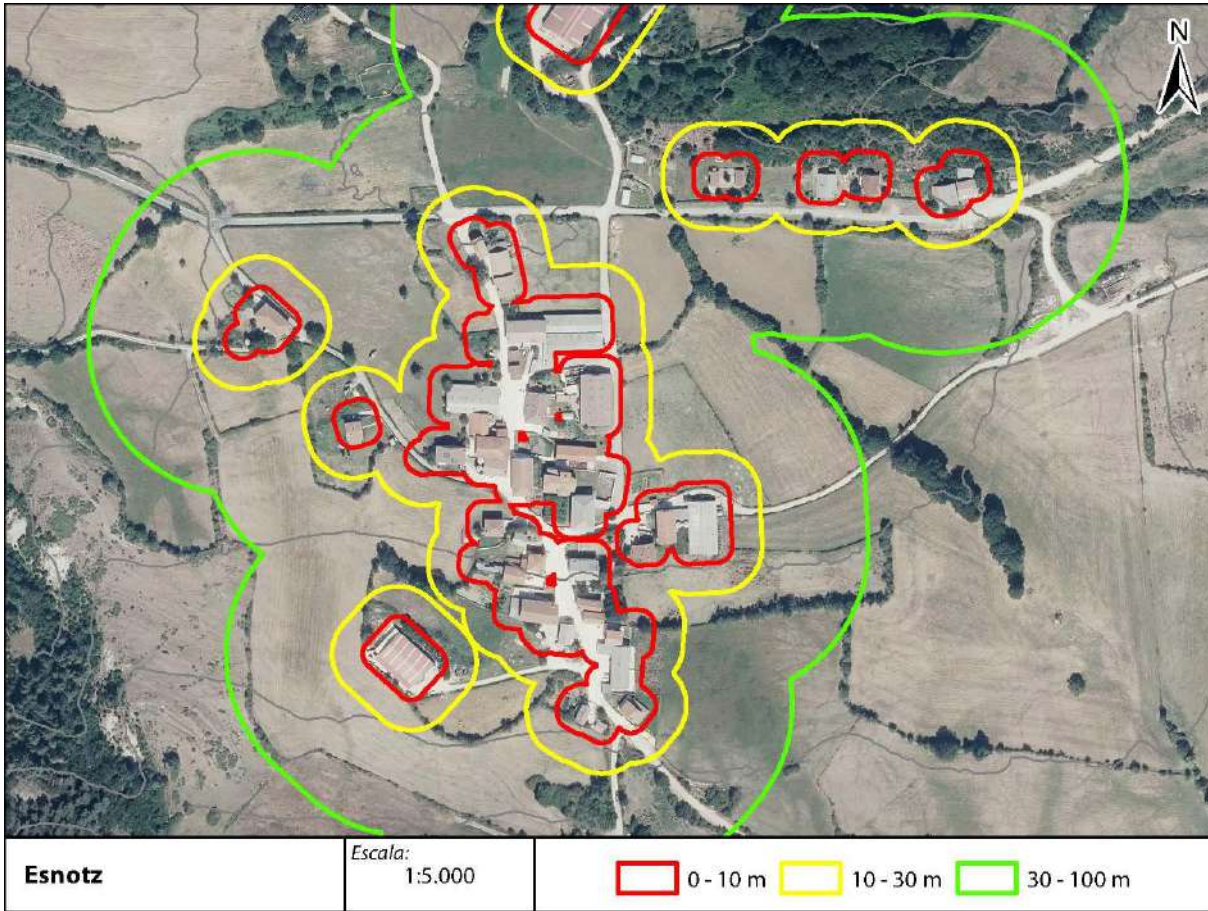
- Zona 1 (0 – 10 m): Se trata del espacio en el cual es más necesario una revisión y evaluación de los combustibles presentes ya que la vegetación en esta zona puede propagar rápidamente las llamas a la estructura, ya sea debido a la proximidad o al contacto directo con ella. En caso de que no exista combustible vegetal se conoce como área defendible.
- Zona 2 (10 m – 30 m): En esta zona, el peligro para la estructura lo suponen las llamas, el calor de radiación y las pavesas proyectadas. Es por ello por lo que debe tratarse la vegetación de forma que únicamente permita fuegos de baja intensidad y lenta propagación.
- Zona 3 (30 m – 100 m): En esta zona el peligro principal serán las pavesas lanzadas por fuegos de copas de alta intensidad que producen grandes corrientes de convección de aire caliente que transportan estos elementos incandescentes y que fácilmente pueden iniciar focos secundarios en las proximidades de las casas de la Interfaz Urbano Forestal.

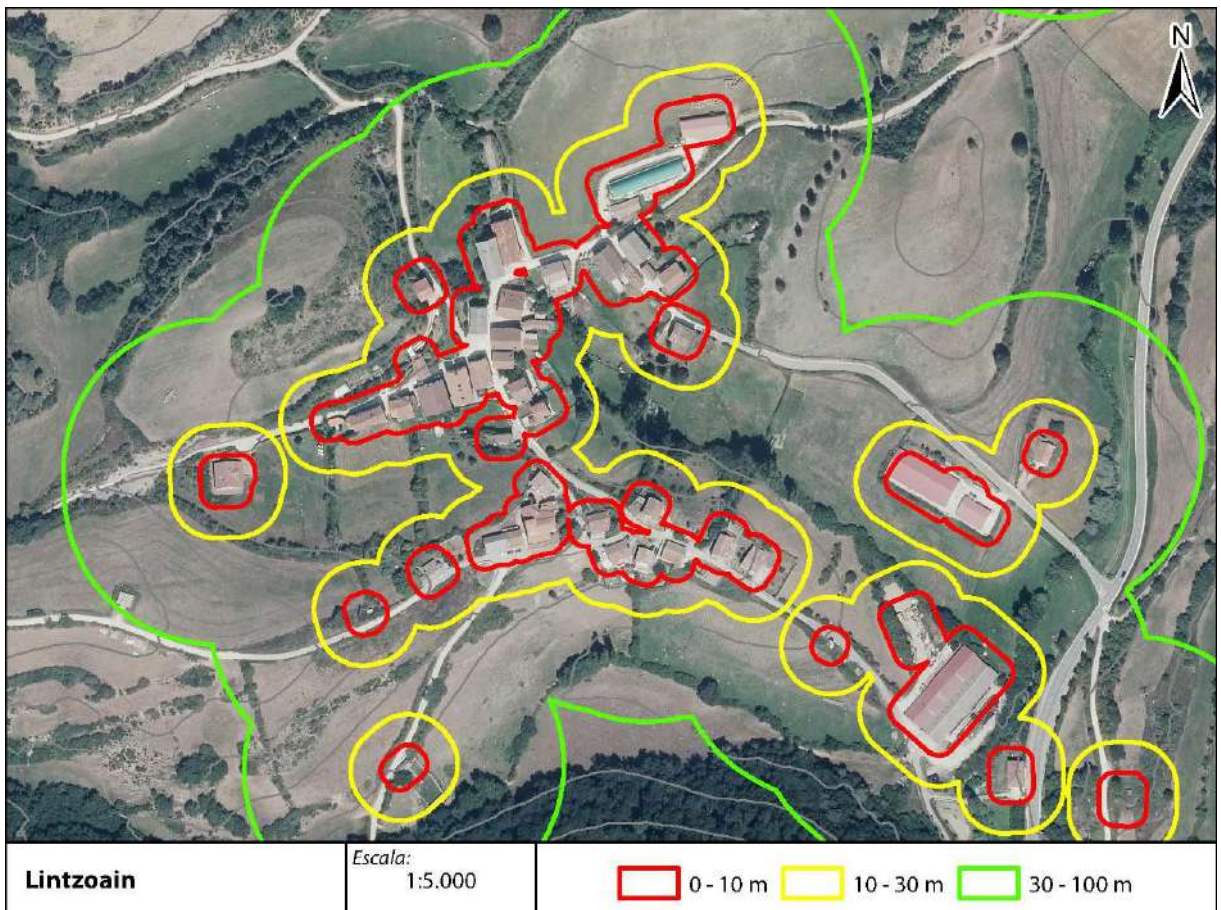
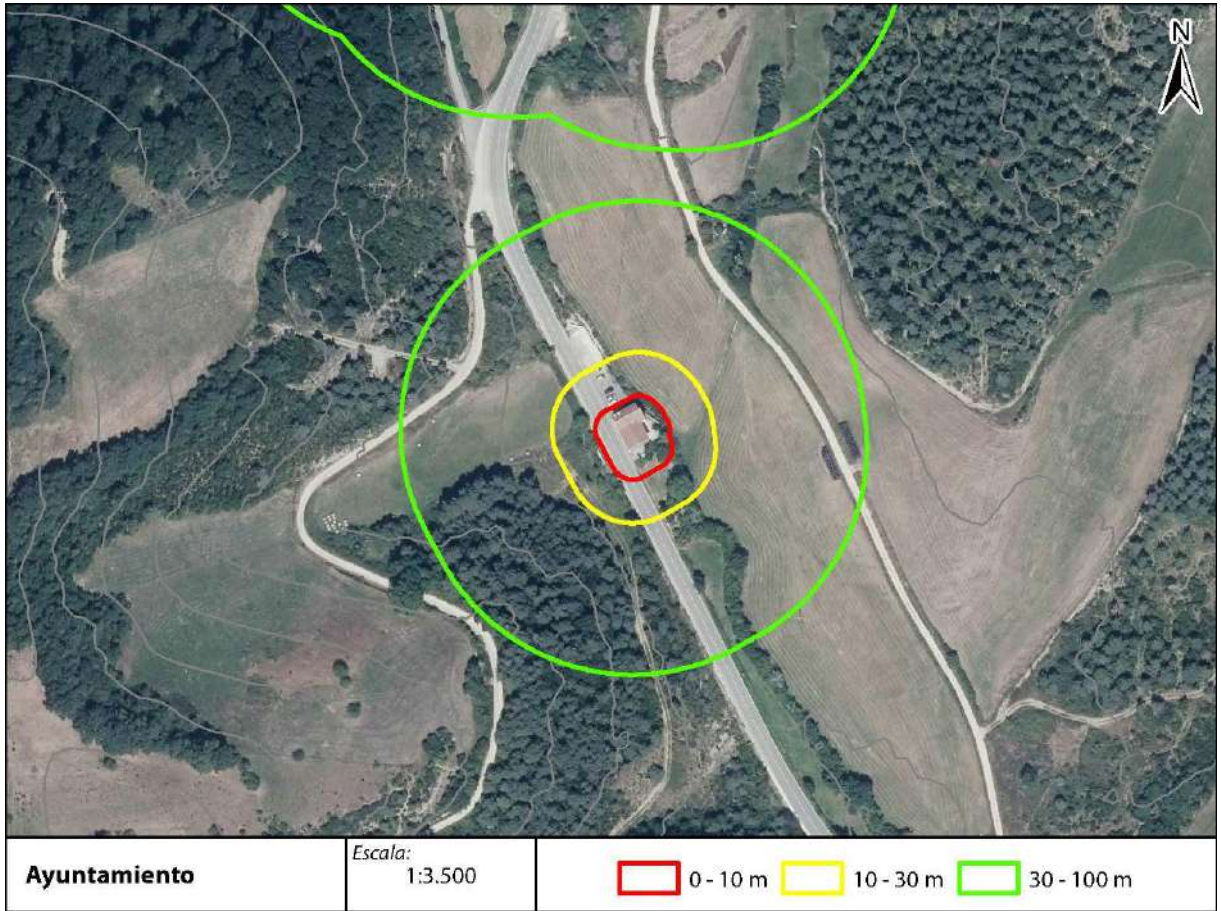
Estas zonas se han modelizado en municipio de Erro, empleando como base la capa de edificios del mapa topográfico de Navarra. A continuación, se muestra una imagen de los principales pueblos, lugares habitados y edificados.

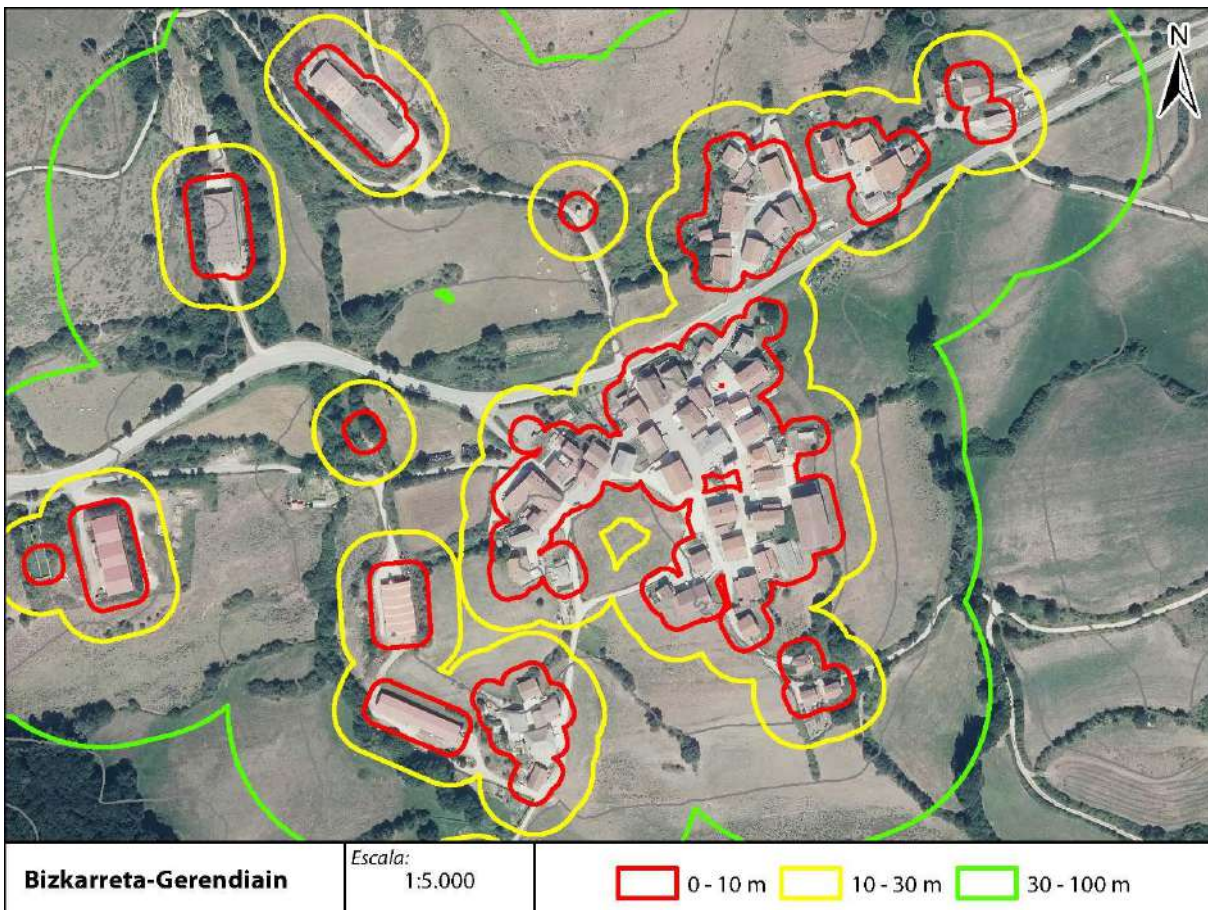
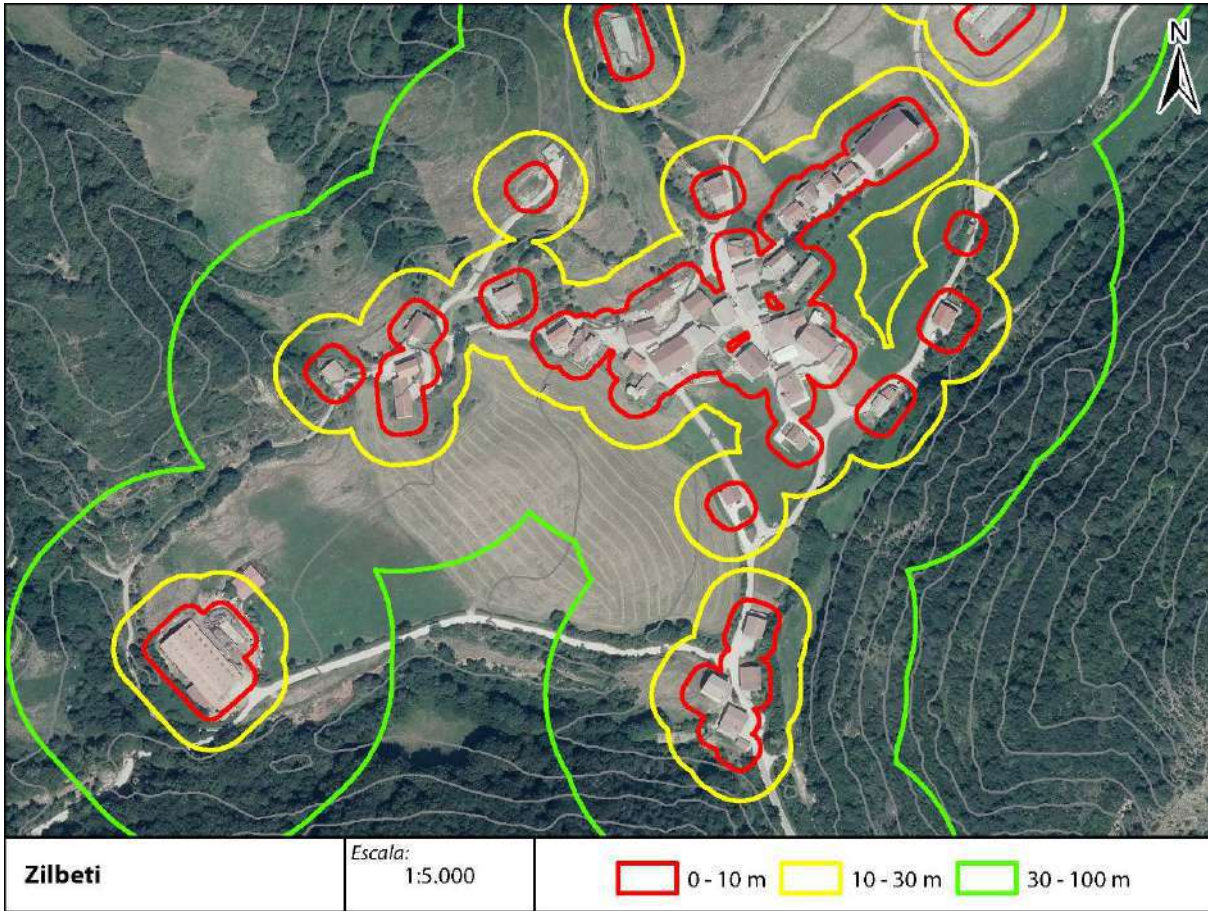


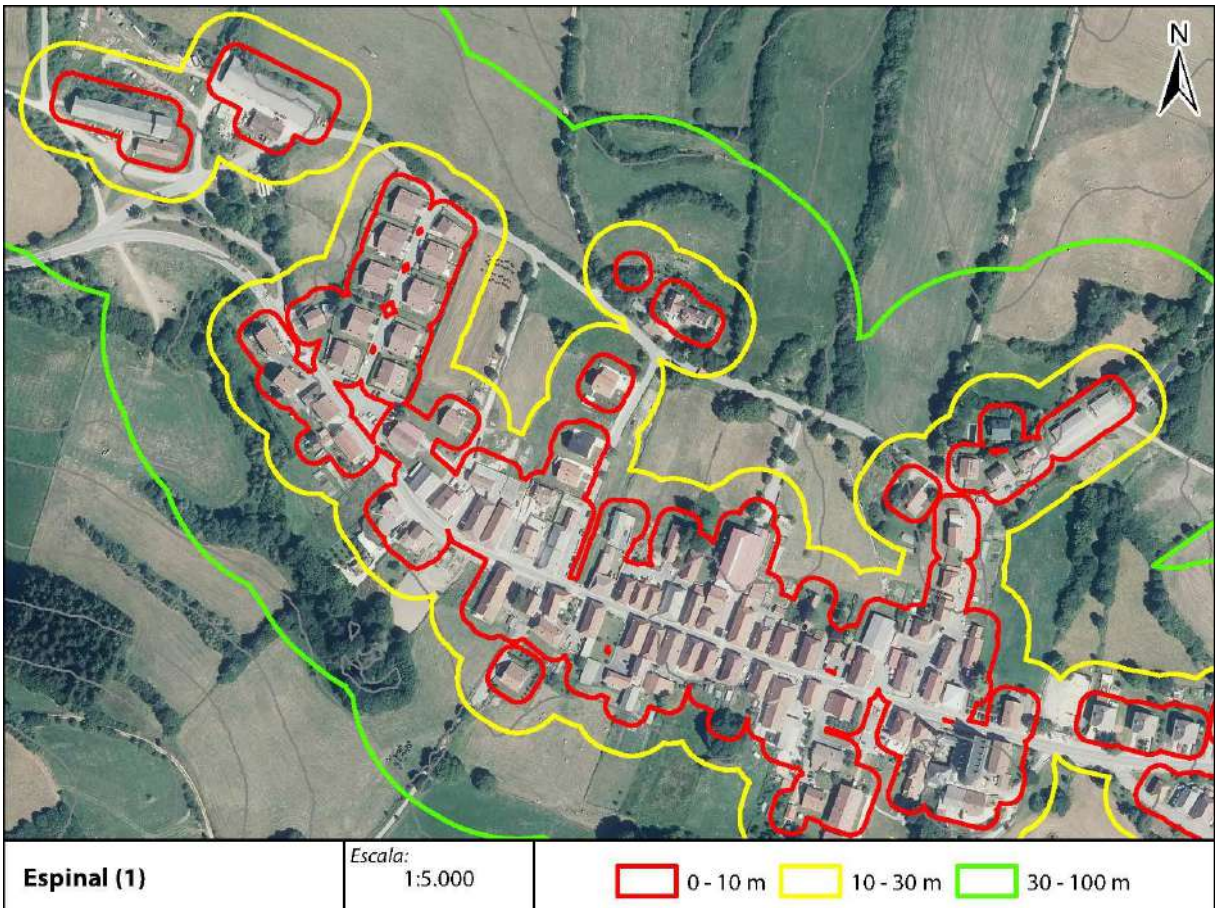
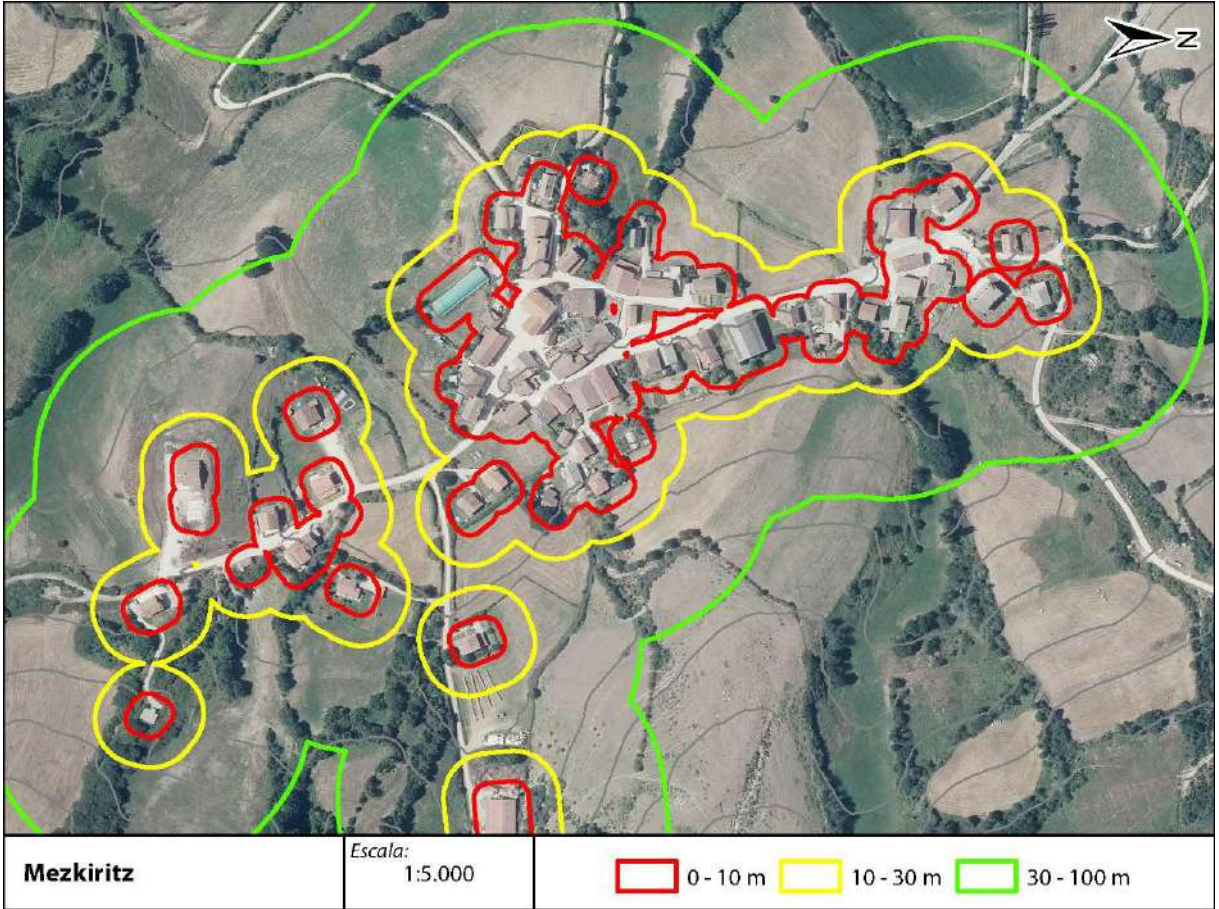


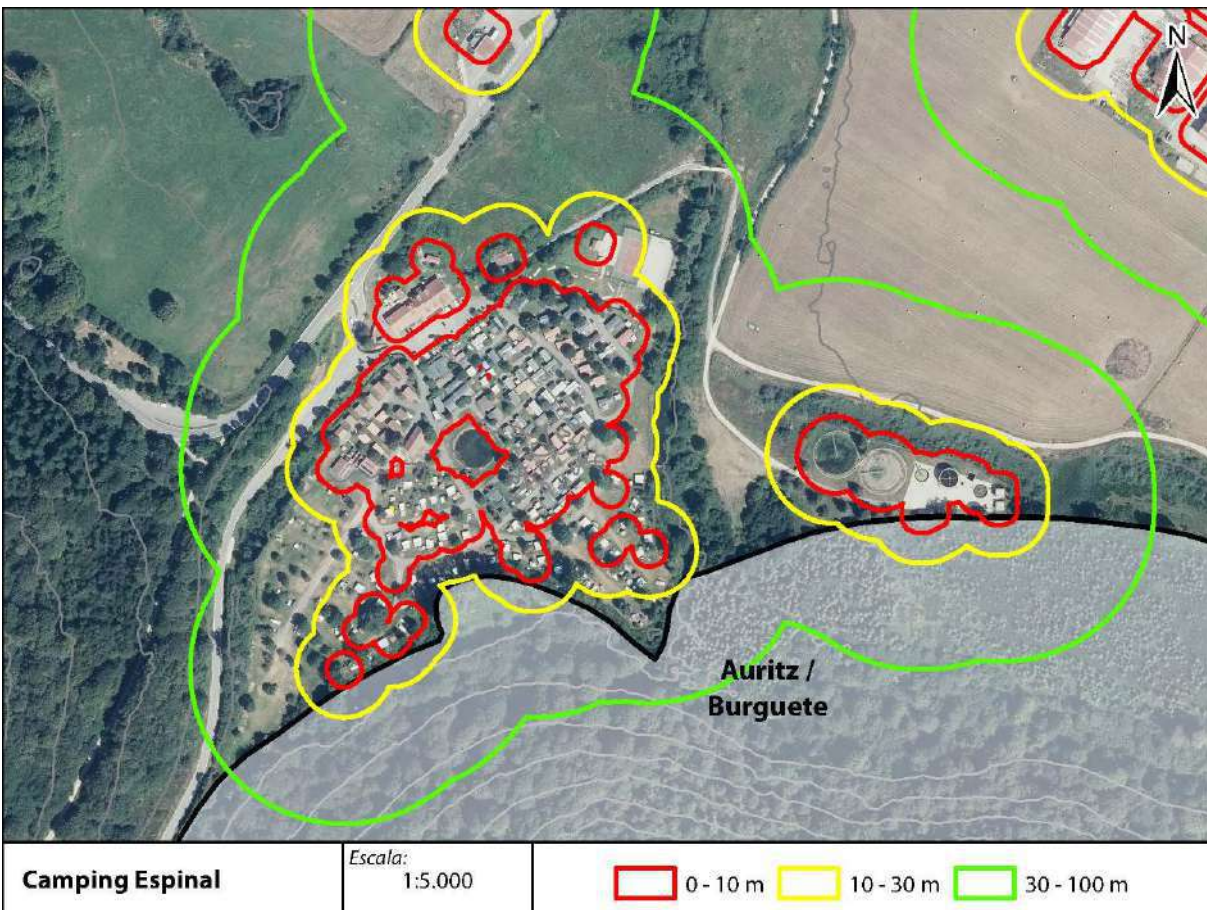
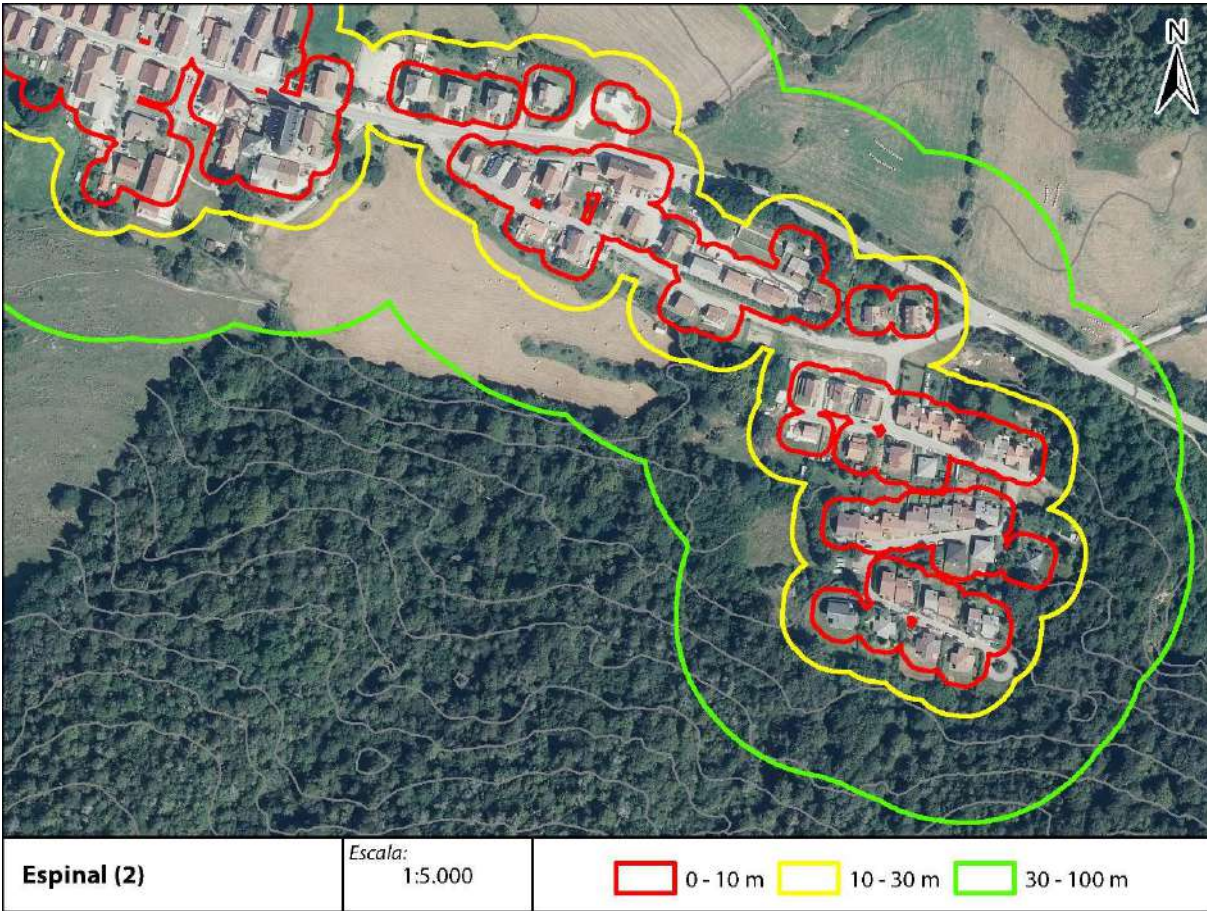














A continuación, se detallan los cascos urbanos y lugares habitados en los que se han detectado las principales necesidades de actuación en las zonas de exposición

<b>Id</b>	<b>Localidad</b>	<b>Prioridad</b>	<b>Sup (ha)</b>	<b>Coste total €</b>	<b>Coste mant €</b>	<b>Observación</b>
ZA_1	Ardaitz	Muy alta	2,0	3.000	2.000	
ZA_2	Larraingoa	Muy alta	1,3	5.850	1.300	Zona exposición (30m)
ZA_3	Larraingoa	Alta	2,8	12.600	2.800	Zona exposición (30-100m)
ZA_4	Urniza	Alta	1,8	8.100	1.800	
ZA_5	Gurbizar*	Media	0,9	4.050	900	Dos recintos. El resto de edificaciones del margen izquierdo de los señoríos se incluyen en la
ZA_6	Loizu	Media	2,1	3.150	2.100	
ZA_7	Espinal	Baja	4,8	21.600	4.800	
		<b>Total</b>	<b>3.300</b>	<b>58.350</b>	<b>15.700</b>	

En cuanto a la realización de trabajos de mantenimiento de la vegetación en estas zonas, se ha de considerar aquí la cuestión de la titularidad de ellos terrenos colindantes. En efecto, los terrenos más próximos a los cascos urbanos suele ser de titularidad particular.

En estos casos, las entidades pueden realizar campañas de sensibilización con la población en general o dirigida específicamente hacia los propietarios de las parcelas en las que se detectan necesidades de intervención.

Además de los cascos urbanos, el municipio de Erro cuenta con numerosas construcciones aisladas (naves ganaderas, bordas, ermitas, etc). El riesgo asociado a cada una depende del uso o naturaleza

de cada uno, tanto en cuanto a riesgo de inicio de incendio como en cuanto a daños potenciales en caso de exposición a un incendio.

#### **6.2.4.- Actuaciones para la reducción e interrupción de la carga de combustible**

Tal como se ha comentado en apartados anteriores, la continuidad de combustible a escala de paisaje es un factor agravante frente al riesgo de incendios forestales. Por ello, es interesante buscar zonas de discontinuidad.

En el Valle de Erro, los pastizales y praderas constituyen zonas con baja carga de combustible que estructuran el paisaje y delimitan macizos forestales.

Estos macizos forestales presentan cierta continuidad a escala del municipio. A título de ejemplo, existe un continuo forestal desde el sur del municipio (Orosa) hasta el norte (Kinto Real) por el oeste (ese continuo va más allá de la escala del término de Erro).

Teniendo en cuenta las características del territorio, se ha procurado identificar oportunidades para la creación interrupciones de combustibles. Estas interrupciones ayudan reducir la sensibilidad del monte y ofrecen lugares en los que la intensidad y velocidad del fuego se reduce, ofreciendo así oportunidades para su ataque con medios aéreos.

En función de sus características, se diferencian 3 tipos de áreas de baja carga de combustible:

- **Área cortafuegos:** Las áreas cortafuegos son áreas de baja carga de combustible amplias (idealmente de unos 60m de ancho), en las que se elimina la vegetación arbustiva y se reduce la carga de vegetación arbórea. En este monte, su anchura varía en función de la configuración del terreno y de la estructura de la vegetación colindante.
- **Fajas auxiliares:** Las fajas auxiliares son áreas de baja carga de combustibles que se establecen entorno a una pista. Cuentan con una anchura de 30m (15m a ambos lados de la pista), en los que se elimina el matorral mediante desbroces mecánicos.
- **Fajas cortafuegos:** Las fajas auxiliares son áreas de baja carga de combustibles que se establecen en la zona de interfaz (agrícola/forestal, urbano forestal, junto a carreteras, etc.). Estas fajas se crearán con una anchura de 20m, en los que se elimina el matorral mediante desbroces mecánicos. En el caso de existir algo de arbolado, se adheza hasta que el arbolado sea muy disperso.

Todas ellas se completan de forma a crear una malla en el área de estudio o en su borde que contribuye a compartimentar el área forestal.

##### **6.2.2.1.- Áreas cortafuegos**

Las áreas cortafuegos son áreas de baja carga de combustible amplias (idealmente de unos 60m de ancho), en las que se elimina la vegetación arbustiva y se reduce la carga de vegetación arbórea. En este monte, su anchura varía en función de la configuración del terreno y de la estructura de la vegetación colindante.

Estas áreas se han establecido en los siguientes casos:

- Junto a núcleos carretera u otras zonas urbanizadas.
- Junto a otro tipo de puntos de alto riesgo
- En zonas de oportunidades para la extinción y lucha contra incendios.

La tabla siguiente ofrece una relación de las áreas cortafuegos contempladas.

<i>Id</i>	<i>Localidad</i>	<i>Trabajo</i>	<i>Prioridad</i>	<i>Sup (ha)</i>	<i>Coste total €</i>	<i>Coste mant €</i>
CF_1	NA-2330	Apertura	Muy alta	21,4	96.300	21.400
CF_1	NA-2330	Apert. (franja periférica)	Muy alta	19,5	87.750	19.500
CF_2	Meazkoitz	Apertura	Alta	6,0	27.000	6.000
CF_2	Meazkoitz	Apert. (franja periférica)	Alta	6,0	27.000	6.000
CF_3	Artzabaleta	Repaso	Media	3,3	3.300	3.300
CF_3	Artzabaleta	Ampliación	Media	4,9	22.050	4.900
CF_4	Puerto Erro	Cortafuegos	Baja	4,9	22.050	4.900
CF_4	Puerto Erro	Apert. (franja periférica)	Media	5,2	23.400	5.200
CF_5	Irunbizkar	Apertura	Baja	8,2	36.900	8.200
<b>Total</b>				<b>79,4</b>	<b>345.750</b>	<b>79.400</b>

\* Para el coste de creación de los cortafuegos, no se ha tenido en cuenta el valor de la madera cortada, que contribuirá a reducir el precio de ejecución de los trabajos.

#### **6.2.2.2.- Fajas auxiliares apoyadas en pistas**

Las fajas auxiliares son áreas de baja carga de combustibles que se establecen entorno a una pista. Cuentan con una anchura de 30m (15m a ambos lados de la pista), en los que se elimina el matorral mediante desbroces mecánicos.

Se incluyen en este apartado algunos caminos que, aunque no requieren de una faja auxiliar, si requieren el desbroce periódico de sus márgenes.

La tabla siguiente ofrece una relación de las fajas auxiliares contempladas, con indicación de su prioridad:

<i>Id</i>	<i>Nombre camino</i>	<i>Trabajo</i>	<i>Prioridad</i>	<i>Long (ml)</i>	<i>Coste total €</i>	<i>Coste mant €</i>
FA_1	Camino de Erro a Zilbeti (de Erro a Etxollaga)	Faja auxiliar	Media	2.400	10.800	7.200
FA_2	Carretera a Ardaitz	Faja auxiliar	Media	900	4.050	2.700
DM_1	Camino de ipete	Desbroces márgenes	Media	1.100	1.687	2.588
DM_2	Camino de Ugaran	Desbroces márgenes	Media	1.800	2.761	4.235
DM_3	Pista de Ogal	Desbroces márgenes	Media	1.600	2.454	3.764
DM_4	Pista de Larraingoa a Meazkoitz	Desbroces márgenes	Media	2.750	4.219	6.472
DM_5	Camino de Larraingoa	Desbroces márgenes	Media	500	767	1.177
DM_6	Camino de Larraingoa a Loizu	Desbroces márgenes	Media	2.500	3.835	5.883
DM_7	Camino de Erro a Zilbeti	Desbroces márgenes	Media	2.250	3.452	5.295
<b>Total</b>				<b>3.300</b>	<b>14.850</b>	<b>9.900</b>

El coste de mantenimiento se ha calculado contemplando un repaso de los desbroces con una periodicidad de 5 años.

#### **6.2.2.3.- Fajas cortafuegos**

Las fajas auxiliares son áreas de baja carga de combustibles que se establecen en las zonas de interfaz (agrícola/forestal, urbano forestal, junto a carreteras, etc.).

Estas fajas se crearán con una anchura de 20m, en los que se elimina el matorral mediante desbroces mecánicos. En el caso de existir algo de arbolado, se adehesa hasta que el arbolado sea muy disperso.

La siguiente imagen muestra la localización de las fajas cortafuegos tematizadas en función del tipo de situación que lo origina:

No se ha planificado la creación de fajas cortafuegos.

#### 6.2.2.4.- Tratamiento de áreas estratégicas

Además de las intervenciones descritas en los apartados anteriores, se propone trabajar en la mejora de algunas de las áreas estratégicas, de cara a mejorar su comportamiento frente a incendios forestales.

La tabla siguiente ofrece un resumen de las actuaciones contempladas

<i><b>Id</b></i>	<i><b>Localidad</b></i>	<i><b>Trabajo</b></i>	<i><b>Prioridad</b></i>	<i><b>Sup (ha)</b></i>	<i><b>Coste total €</b></i>	<i><b>Coste mant €</b></i>
CF_1	Ardaitz	Desbroces	Muy alta	26,1	31.320	20.880
CF_1	Alorxabal	Desbroces (+clareos puntuales)	Media	28,8	60.480	28.800
CF_2	Zilbeti	Clareo + Desbroces	Baja	6,6	26.400	6.600
<b>Total</b>				<b>61,5</b>	<b>118.200</b>	<b>56.280</b>

### 6.3.- Propuesta de actuación sobre las infraestructuras

#### 6.3.1.- Puntos de agua - Balsas

El análisis de las infraestructuras ha mostrado que el número de puntos de agua disponibles es suficiente para dar cobertura las zonas más sensibles del término de Erro. Por lo tanto, no se prevé construir nuevas balsas con fines exclusivos de defensa contra incendios.

En caso de construirse balsas nuevas para otros usos, se recomienda sin embargo tener en cuenta su posible utilización por medios aéreos en caso de incendio forestal.

En cuanto a las balsas existentes, el mantenimiento de las balsas y de la vegetación colindante es necesario para asegurar su posible uso en caso de incendio forestal. Los bomberos suelen realizar una inspección de las balsas cada año antes del inicio de las campañas de incendio, para conocer el estado de cada una.

Sería recomendable establecer una coordinación entre los bomberos y el ayuntamiento de Erro, para el mantenimiento de las balsas y la corrección de las eventuales incidencias detectadas por los bomberos.

La tabla siguiente ofrece un resumen de las balsas del municipio para las cuales se han detectado necesidades de intervención para su mantenimiento:

<i><b>Id</b></i>	<i><b>Nombre</b></i>	<i><b>Obs</b></i>	<i><b>Actuación</b></i>	<i><b>Sup (ha)</b></i>	<i><b>Coste mant €</b></i>
B_1	Balsa de Ogal	Balsa construida entre matorrales y pastos, con recinto de protección para la fauna	Despeje de la vegetación para acceso de medios aéreos y protección de la balsa. Repaso del alambrado y desbroce del recinto de la balsa	0,8	1.700
B_2	Balsa de Ugaran	Balsa construida entre matorrales y pastos, con recinto de protección para la fauna	Despeje de la vegetación para acceso de medios aéreos y protección de la balsa.	0,8	1.700

			Repaso del alambrado y desbroce del recinto de la balsa		
B_3	Balsa de Ipete	Balsa construida en pastizal, con recinto de protección para la fauna	Repaso del alambrado y desbroce del recinto de la balsa	0,1	500
B_4	Balsa de San Sarbe	Balsa construida entre matorrales y pastos, con recinto de protección para la fauna	Despeje de la vegetación para acceso de medios aéreos y protección de la balsa. Repaso del alambrado y desbroce del recinto de la balsa	0,4	1.100

### 6.3.2.- Puntos de agua - Hidrantes

El inventario de hidrantes y el cálculo de su radio de alcance teórico pone en evidencia carencias en algunos núcleos del municipio.

<i><b>Id</b></i>	<i><b>Localidad</b></i>	<i><b>Observaciones</b></i>	<i><b>Prioridad</b></i>
H_1	Larraingoa	Lugar sin hidrantes identificados	Muy alta
H_2	Ardaitz	Un solo hidrante en el pueblo. Frente sur no cubierto.	Alta
H_3	Camping de Espinal	Lugar sin hidrantes identificados	Alta
H_4	Zilbeti	Algunas zonas del pueblo no cubiertas por hidrantes	Media
H_5	Espinal	Algunas zonas del pueblo no cubiertas por hidrantes	Media

En el resto de núcleos urbanos del municipio, la mayor parte de los edificios están cubiertos por uno o varios puntos de agua. Sin embargo, en casi todos existen excepciones y pequeñas zonas no cubiertas.

En regla general, se recomienda proceder a una revisión periódica de la red de hidrantes y puntos de agua para completarla si fuera caso.

El mantenimiento de los puntos de agua también es importante. Estos puntos deben ser claramente identificados y señalados, y en perfecto estado de funcionamiento. Durante el inventario, se han visto varios puntos sin tapa, llenos de tierra o con mucho óxido.

### 6.3.3.- Pistas

Muchas pistas del municipio son, en teoría, accesibles a vehículos autobomba, pero el diseño de la red viaria hace inviable el uso de estas pistas en un escenario de incendio forestal: falta de puntos en los que dar la vuelta, falta de faja de seguridad lo largo de las pistas, falta de vías de escape en muchas pistas, etc.

Sin embargo, aunque estas pistas no se usen para las labores de extinción propiamente dichas (para las cuales se debería emplear en la mayoría de casos medios aéreos), esta red tiene un papel importante en las labores vigilancia y control.

En el caso de Valle de Erro, el conjunto de los usos del territorio (agrario y forestal) ha permitido la creación de una red viaria suficientemente desarrollada, así como su mantenimiento.

En relación con la prevención de incendios, las intervenciones de mayor interés en cuanto a la red viaria consisten en la creación de fajas auxiliares (ver apartado correspondiente).