



Diagnóstico de puntos estratégicos de gestión en la propagación de incendios forestales y directrices generales de gestión agro-silvo-pastoral para su prevención en los municipios de Etxauri, Ciriza, Etxarri, Bidaurreta, Belaskoain y Zabalza (Valle de Etxauri).

Equipo Técnico:

**Fermín Sukunza
Ana Narvaiza
Vicente Ferrer**

Promotores:

**Ayuntamientos de Etxauri, Ciriza, Etxarri,
Bidaurreta, Belaskoain y Zabalza.**

Octubre de 2023

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.....	5
2.	ÁMBITO TERRITORIAL DEL PROYECTO	7
2.1.	Localización y superficies.....	7
2.2.	Características generales	8
3.	USOS DEL SUELO Y EVOLUCIÓN EN LO SÚLTIMOS DECENIOS.....	12
4.	DETECCIÓN DE ZONAS DE RIESGO Y ESTRATÉGICAS PARA LA PREVENCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES	19
5.	ANÁLISIS DE LA GESTIÓN ACTUAL DEL TERRITORIO	28
6.	DIRECTRICES GENERALES PARA LA GESTIÓN AGRO-SILVO-PASTORAL DE LAS ZONAS ESTRATEGICAS PARA LA PREVENCIÓN DE INCENDIOS.....	30
7.	CONCLUSIONES.....	39
8.	BIBLIOGRAFÍA	41

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

En los últimos años hay una creciente preocupación respecto a los incendios forestales en el Valle de Etxauri, preocupación que se ha acrecentado ante el incendio que ha sufrido el valle en el año 2022. La tendencia no parece indicar una mayor ocurrencia de incendios forestales, pero sí que estos adquieran grandes dimensiones por la dificultad que entraña su extinción, al darse en condiciones extremas que incrementan su virulencia e intensidad. Esta situación deriva en la necesidad de tomar medidas a corto plazo encaminadas fundamentalmente a la prevención a través de una gestión adecuada.

A pesar de que la población en las localidades del Valle está aumentando de forma paulatina en los últimos años, se trata, en su gran mayoría, de habitantes que no están ligados a los usos tradicionales del entorno agroforestal, por lo que no es habitual que ese incremento en la población conlleve un aumento en la actividad ganadera o forestal local.

El abandono de esos usos y aprovechamientos tradicionales del monte han derivado en un cambio de paisaje, hacia paisajes más continuos, con una preocupante acumulación de combustible en los entornos forestales, que unido a su proximidad a los núcleos urbanos y a unas condiciones climáticas extremas, que cada vez se dan con mayor asiduidad, determinan el interés y la urgencia por parte de los vecinos en tomar medidas a corto plazo destinadas a conseguir una prevención eficaz, que haga menos fácil que se produzcan incendios incontrolables y se optimice la eficacia operativa de la extinción.

Las consecuencias más relevantes del cambio sustancial que se ha producido en la conformación del paisaje por ese abandono de los usos y aprovechamientos tradicionales son entre otras, la desfragmentación y homogeneización del paisaje, con la pérdida de biodiversidad que esto conlleva, la acumulación de combustible vegetal altamente inflamable y un cambio en la estructura forestal, que presenta continuidades verticales y horizontales que antes no existían. Todos estos aspectos adquieren mayor importancia debido a una situación de cambio climático donde cada vez son más frecuentes periodos de sequía más prolongados y extremos.

En lo que respecta al riesgo de incendio, en este entorno se dan diversos factores que lo incrementan y también aumentan los posibles daños ocasionados por ellos. Sagasti (2018), refiriéndose a la Comarca de Pamplona, cita entre los principales factores que inciden en el riesgo de incendios el contacto directo entre los campos de cultivo y las masas forestales con el consiguiente peligro de inicio de incendios debido a las propias labores agrícolas; de igual forma, se produce una interfaz entre lo urbano y lo forestal, lo que entraña un peligro real sobre la población y sus pertenencias en caso de incendio. También hay infraestructuras que suponen un riesgo añadido como son la existencia de vías de comunicación y tendidos eléctricos. Sin olvidar un uso recreativo que es habitual en estas zonas y cada vez más abundante, dada su proximidad a la capital y su área metropolitana.

El Gobierno de Navarra aprobó por Acuerdo de Gobierno de 30 de noviembre de 2022 la última modificación del Plan Especial de Protección Civil de Emergencia por incendios forestales de la Comunidad Foral de Navarra (INFONA), en la que se recoge que los municipios incluidos en zonas de alto riesgo (ZAR) deberán elaborar y aprobar Planes de Actuación Municipal ante el riesgo de incendios forestales (PAMIF), al objeto de hacer frente a las emergencias por incendios forestales dentro de su ámbito territorial. En el anexo 3 del Plan, se relacionan los municipios de la Comunidad Foral que están obligados a elaborar el Plan de Actuación Municipal correspondiente, tanto por el riesgo de invierno como por el de verano. Los términos municipales que conforman el Valle de Etxauri, presentan diferente obligatoriedad al respecto, por una parte, los términos de Etxari, Ciriza y Belascoáin tienen obligación de elaborar un plan de actuación de ámbito local por riesgo tanto de verano como de invierno, el término de Zabalza únicamente tiene obligación por el riesgo de verano, y los términos de Etxauri y Bidaurreta no tienen obligación, ni recomendación de elaborar el citado plan por considerarse que no tienen riesgo.

Más allá de los mencionados planes municipales, donde se da prioridad a la autoprotección de los núcleos urbanos y a la organización de la respuesta en caso de incendio forestal, diversos municipios del Valle de Etxauri tienen interés en conocer la localización de las zonas críticas para la propagación de incendios forestales sobre las que poder actuar con el objetivo de dificultar la propagación e intensidad de un eventual incendio forestal. Con la finalidad de hacerlo de una forma coherente y a una escala territorial superior a la entidad local, se elabora este documento.

Se ha planteado un estudio que tiene como objetivos los siguientes:

- Determinar las zonas o puntos críticos para la propagación de incendios y, a partir de ellos, las zonas estratégicas de gestión donde interesa reducir el combustible vegetal.
- Establecer directrices generales de gestión agrosilvopastoral en las zonas establecidas como estratégicas.

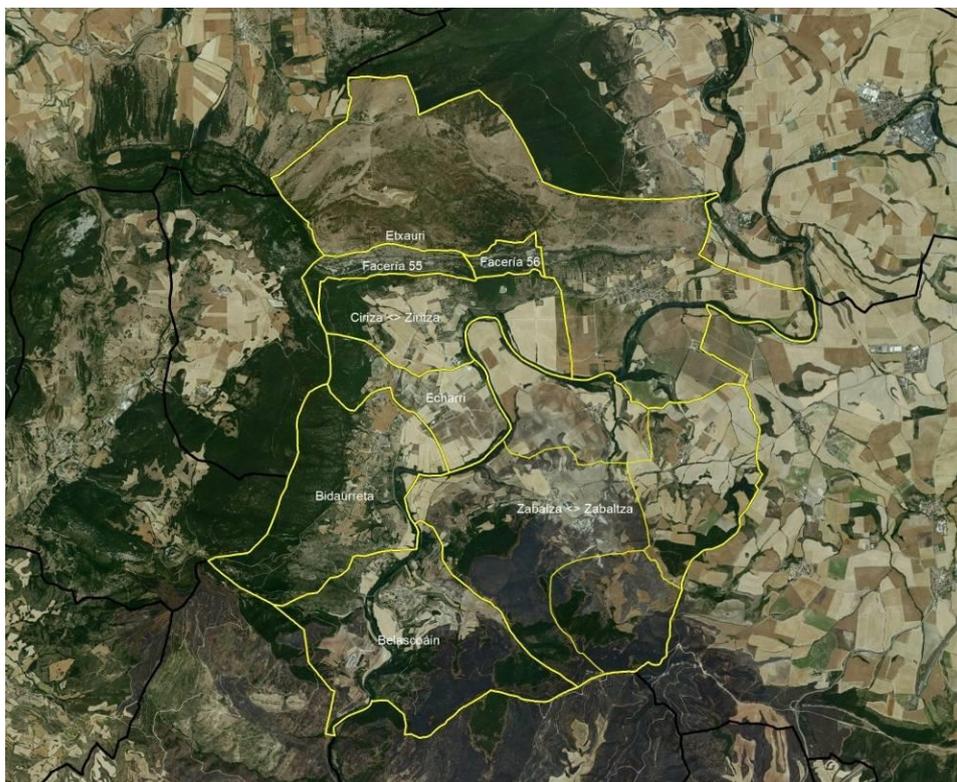
Cabe señalar que no ha sido objeto del informe establecer medidas o actuaciones concretas en las áreas críticas establecidas. El tratamiento y valoración de las mismas debería abordarse en una segunda fase del estudio.

En esencia se trata de diagnosticar y proponer modos de gestión territorial agrosilvopastorales con el objeto de configurar paisajes resilientes en el Valle de Etxauri, o lo que se viene denominando últimamente "paisajes cortafuegos".

2. ÁMBITO TERRITORIAL DEL PROYECTO

2.1. Localización y superficies

El ámbito territorial del presente estudio lo conforman los términos municipales del Valle Etxauri, constituido por Etxauri, Ciriza, Etxarri, Bidaurreta, Belaskoain y Zabalza, y las facerías 55 y 56. De esta manera, la superficie de trabajo se acerca a las 4.600 ha.

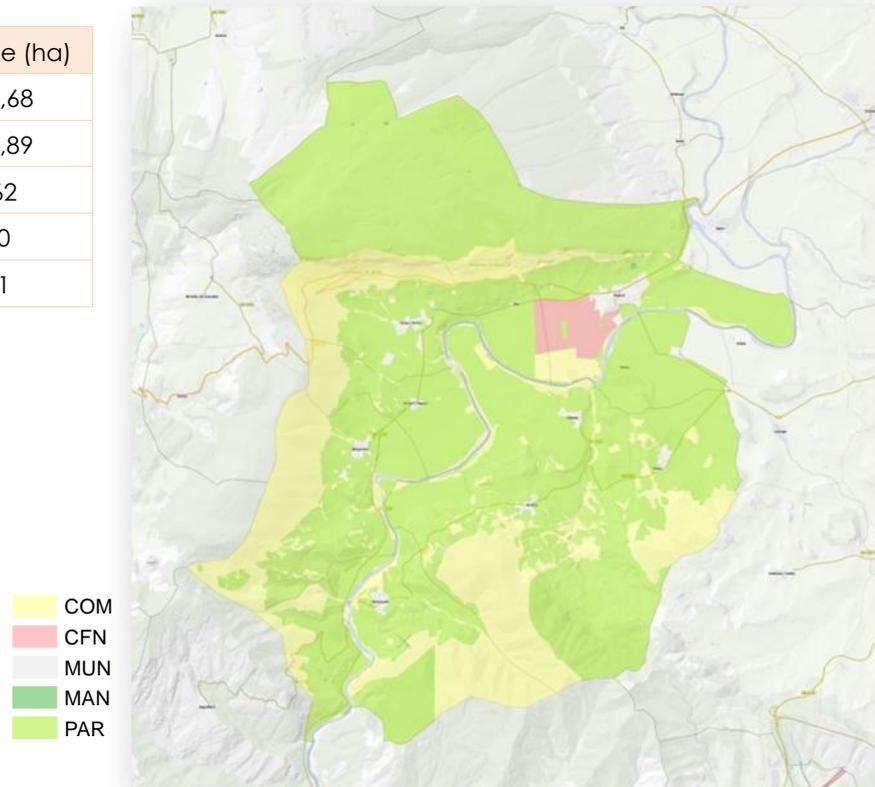


En la siguiente tabla se indica la superficie total perteneciente a cada municipio y concejos incluidos en los mismos.

Municipio	Concejo	Superficie (ha)	Superficie total (ha)
Etxauri			1.363,76
Ciriza <-> Ziritza			368,83
Etxarri			220,31
Bidaurreta			508,94
Belascoain			607,25
Zabalza <-> Zabalza	Zabalza	270,01	1.414,59
	Arraiza	572,19	
	Ubani	340,56	
Facería 55			87,24
Facería 56			41,98
TOTAL			4.612,90

En cuanto a la propiedad el desglose de superficies es el siguiente:

Propiedad	Superficie (ha)
Particular	3.159,68
Comunal	1.138,89
CFN	71,62
Municipal	1,10
Mancomunidad	0,81



Cabe señalar que la distribución de la propiedad se invierte respecto a lo habitual en el resto de la Comunidad Foral, con mayor presencia de propiedad particular que representa más del 70% frente al 26% de titularidad comunal.

2.2. Características generales

Como se tendrá ocasión de señalar en un epígrafe posterior, los principales factores que condicionan la evolución e intensidad de un incendio forestal son tres: la topografía, las condiciones meteorológicas y el paisaje, entendido como tal el tipo de combustible, su disponibilidad, continuidad y estructura.

Se indican a continuación las características generales del medio físico del área de trabajo. Se pone especial atención a los aspectos que puede influir en el riesgo de propagación de incendios, si bien sobre este tema se incidirá en un epígrafe específico.

Factor	Descripción
Orografía y relieve	<p>El área de estudio está constituida por el valle del río Arga, desde el punto donde recibe las aguas del río Arakil, hasta que se estrecha, al dejar atrás el término de Belaskocáin, para adentrarse entre los términos de Puente la Reina y Guirguillano.</p> <p>El valle, que presenta una orientación noreste – suroeste, está delimitado en su extremo norte por la sierra de Sarbil, cuyo punto más alto, el conocido como Alto de Etxauri, alcanza 1.136,99 m. El rasgo que más caracteriza a esta sierra es el escarpe rocoso que limita la sierra por la vertiente sur. Este accidente se debe a la desnivelación tectónica producida por una falla radial asociada a la formación del diapiro de Salinas de Oro, que posteriormente se ha visto erosionada de manera diferencial según la dureza de la roca.</p> <p>Al Este, el límite del valle lo marca el macizo de Eparatz con la peña Ollakarizketa (987 m), segunda cumbre en importancia del macizo, situada sobre Bidaurreta.</p> <p>En el extremo sur, en la margen izquierda del río Arga se sitúan la Sierra de Ipasate, y el conocido como monte Villanueva (925 m), estribaciones occidentales de la Sierra de Erreniega o El Perdón, que constituye el límite sur de la zona de estudio.</p> <p>En lo que respecta a la pendiente del terreno, en el fondo del valle predominan los terrenos llanos con pendientes inferiores al 3 %, sin embargo a medida que nos alejamos del cauce las pendientes se incrementan llegando a pendientes escarpadas, con valores superiores al 50%, localizadas en principalmente en el extremo sur de la sierra de Sarbil, en la franja superior de la ladera de la Sierra de Eparatz y en divisoria de la sierra del Perdón a la altura del monte Villanueva, donde se sitúa la muga con el término de Puente la Reina.</p> <p>La presencia de terrenos con pendientes tan elevadas ocupados por vegetación arbolada y arbustiva indica que ante un hipotético incendio la velocidad de propagación del mismo será elevada (más aun con vientos fuertes) y la extinción se verá comprometida.</p> <p>En las laderas situadas en la margen derecha del río, las orientaciones que predominan son sur y sur-este, mientras que en las laderas de la margen izquierda del río Arga, hay más variación en las orientaciones, con mayor presencia de orientación noroeste. El fondo del valle, constituido por los terrenos situados en las terrazas aluviales, a ambos lados de los meandros que forma el río a su paso por el valle, es llano, con orientación a todos los vientos.</p> <p>Así, esta configuración del terreno provoca como principal característica, que el viento se encauce en la zona de fondo de valle y adquiera importantes velocidades que pueden implicar serias dificultades a la hora de la extinción. El problema se acrecienta en verano, con vientos de componente sur desecantes, que, ante un hipotético inicio de fuego, avivan de manera muy rápida las llamas y el avance del incendio.</p>
Climatología	<p>Para la caracterización del clima se ha tomado la información de la estación de Otazu (387 m.s.n.m.)</p> <ul style="list-style-type: none"> - La precipitación media anual se sitúa en el entorno de los 775 mm, siendo el mes más lluvioso noviembre y julio y agosto los que menor pluviometría

Factor	Descripción
	<p>registran.</p> <ul style="list-style-type: none"> - El reparto estacional de las precipitaciones sigue un patrón decreciente O-I-P-V. Los días totales de lluvia al año son cerca de 110, y aquellos en los que la precipitación es en forma de nieve 4. - La temperatura media anual no supera los 13 °C. El mes más frío es enero y, los más cálidos, julio y agosto. - Según la clasificación de Köppen, el clima se incluiría en templado de veranos frescos, con lluvias bien repartidas a lo largo de todo el año, sin estación seca, aunque hay dos meses con $P < 2T$. Se trata de un clima de transición entre el netamente oceánico y el mediterráneo. - A partir de los datos de precipitación y evapotranspiración potencial se observa que se produce déficit de agua entre los meses de junio a septiembre. - En estas condiciones, el mayor peligro de incendios se produce durante los meses de verano, en la situación sinóptica de advección del sur, que se corresponde con situaciones de dorsal anticiclónica con ascenso de una masa de procedencia subsahariana. En lo que respecta a los incendios forestales, esta situación supone la posibilidad de generarse incendios rápidos e intensos por la disponibilidad de combustible tras su desecación durante todo el episodio cálido y las condiciones meteorológicas proporcionadas por el frente.
Vegetación	<p>La orografía y el relieve configuran las comunidades vegetales que se desarrollan en el área de trabajo. Así, en las laderas de la Sierra de Esparatz y de la Sierra del Perdón dominan las masas arboladas; fundamentalmente quejigares y carrascales en las cotas de menor altitud y en suelos de escaso desarrollo. En la Sierra del Perdón, en los términos de Belascoain y Zabalza, también había algunas masas de pino laricio procedentes de repoblaciones de los años 50 en la parte alta de la ladera y de los años 70 el resto, que han sido extraídas tras el paso del incendio.</p> <p>Las zonas llanas, que ocupan el fondo del valle y el extremo este de la zona de estudio, donde el valle se abre hacia la cuenca de Pamplona, están destinadas a cultivos herbáceos, fundamentalmente, cereal en secano y cultivos leñosos entre los que destaca el cerezo en primer lugar y la viña en segundo. Alternándose con unos y otros se localizan formaciones arbustivas (bojedales, enebrales, aliagares-tomillares, etc.) y pastos herbáceos (pastos mesoxerófilos, hábitat 6210*). Los primeros son en general comunidades densas y continuas con gran acumulación de combustible general. Algunas de estas comunidades arbustivas y herbáceas son hábitats de interés comunitario.</p> <p>El incendio de junio de 2022, afectó a 992 ha, de las cuales 375 ha estaban ocupadas por masas arboladas, 300 ha eran de matorral y pasto, y algo más de 310 ha eran de cultivos herbáceos o leñosos. En lo que respecta a las masas arboladas, el incendio afectó a la mayor parte de los pinares de pino laricio de la zona de estudio, que en los meses posteriores al incendio se han ido extrayendo, y a grandes extensiones ocupadas por quercíneas, en las que se va a esperar a la posible regeneración por rebrote.</p> <p>Este evento ha tenido gran relevancia a nivel de paisaje, ya que la afección</p>

Diagnóstico de puntos estratégicos de gestión en la propagación de incendios forestales y directrices generales de gestión agro-silvopastoral para su prevención en el Valle de Etxauri

Factor	Descripción
	<p>alcanzó a algo más del 22% del área de estudio. Desde el punto de vista de la prevención de incendios, sobre todo tienen importancia las formaciones forestales afectadas, ya que, en los cultivos, no se ven modificados parámetros que puedan influir en la propagación o intensidad del incendio.</p> <p>Como se verá en un epígrafe posterior, el tipo de vegetación y sus características estructurales determinan en última instancia los modelos de combustible, aspecto fundamental para establecer las áreas críticas.</p>



Orografía y relieve

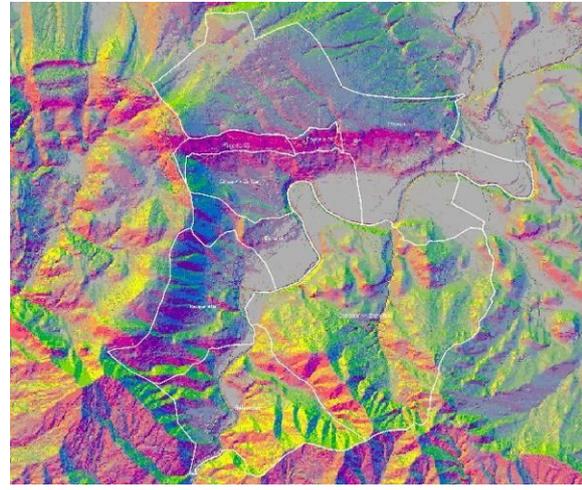


- GRUPO**
- Coníferas
 - Coníferas/Frondosas
 - Frondosas
 - Cultivos herbáceos
 - Cultivos leñosos
 - Forestal no arbolado
 - Improductivo

Vegetación – Mapa de cultivos y aprovechamientos 2021



Mapa de relieve (MDS) clasificado



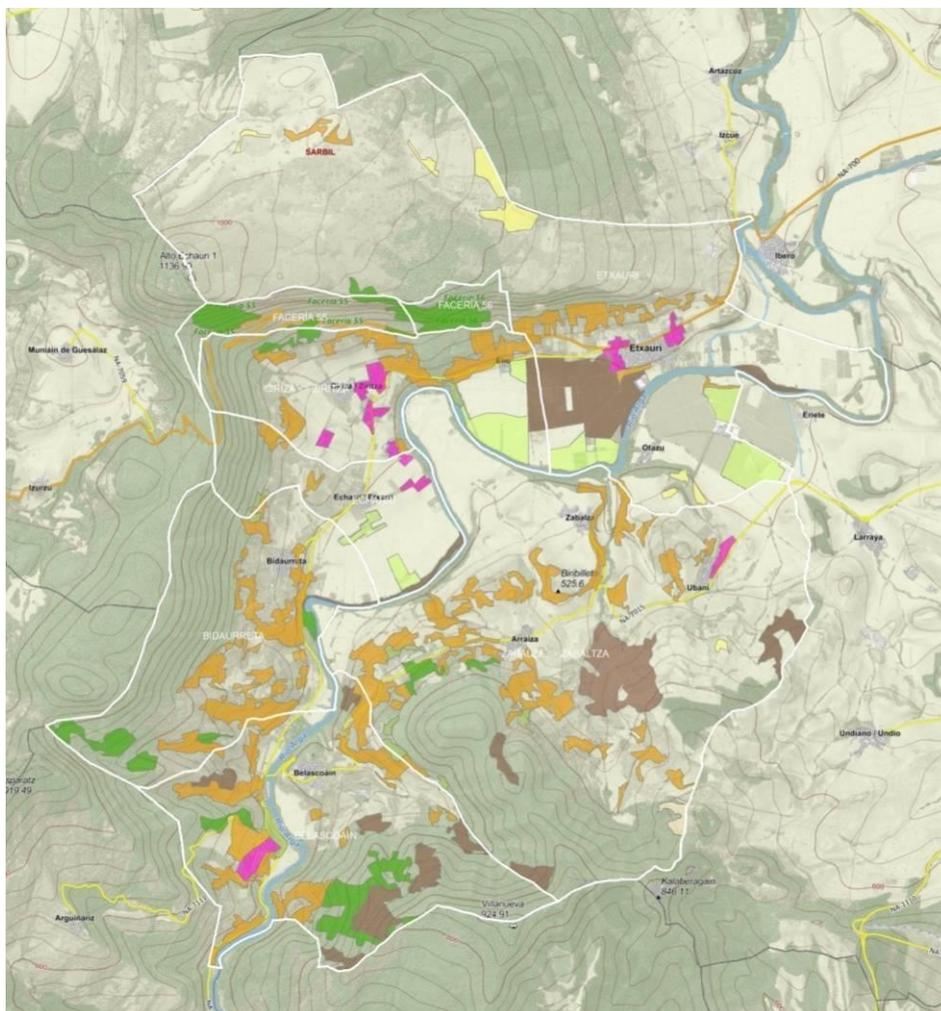
- Llano
- Pendiente baja - orientación N
- Pendiente baja - orientación NE
- Pendiente baja - orientación E
- Pendiente baja - orientación SE
- Pendiente baja - orientación S
- Pendiente baja - orientación SW
- Pendiente baja - orientación W
- Pendiente baja - orientación NW
- Pendiente media - orientación N
- Pendiente media - orientación NE
- Pendiente media - orientación E
- Pendiente media - orientación SE
- Pendiente media - orientación S
- Pendiente media - orientación SW
- Pendiente media - orientación W
- Pendiente media - orientación NW
- Pendiente alta - orientación N
- Pendiente alta - orientación NE
- Pendiente alta - orientación E
- Pendiente alta - orientación SE
- Pendiente alta - orientación S
- Pendiente alta - orientación SW
- Pendiente alta - orientación W
- Pendiente alta - orientación NW

Mapa de orientaciones y pendientes

3. USOS DEL SUELO Y EVOLUCIÓN EN LOS ÚLTIMOS DECENIOS

En este apartado se pretende, mediante la comparación de ortofotos de diferentes años, y con el apoyo de la cartografía del Mapa de cultivos y aprovechamientos que recoge los cambios que ha habido entre 1956 y 2008, hacer una breve descripción de los cambios en la configuración del paisaje y de las comunidades vegetales que han acontecido en los últimos decenios en el valle de Etxauri y, en la medida de lo posible, vincularlos a los cambios de uso. Este simple análisis puede proporcionar información de zonas que antaño eran aprovechadas mediante usos agrícolas, ganaderos y/o selvícolas y que hoy en día se encuentran abandonados, o zonas que han sido repobladas creando superficies con cubierta arbolada continua; a su vez, este análisis permite determinar las posibilidades de la recuperación de esos usos abandonados o alternativas en su gestión. Se ha hecho así un análisis diacrónico tomando como referencia las ortofotos del año 1927-1934 y 2021-2022.

Mapa de cultivos y aprovechamientos. Cambios entre 1956 y 2008.

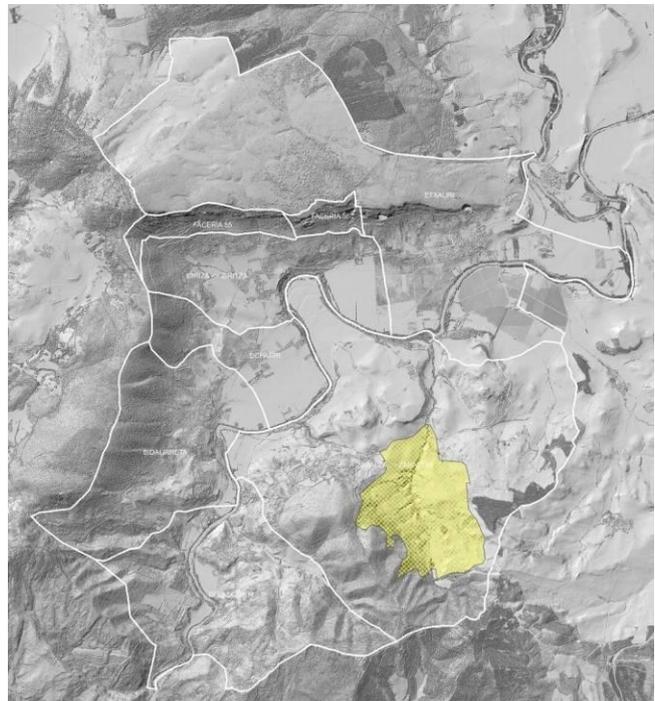


CAMBIO

- Pérdida de superficie arbolada con paso a pastizales y matorrales
- Abandono de tierras de cultivo con paso a pastizales y matorrales
- Aumento de la superficie arbolada a partir de pastizales, matorrales e improductivos
- Aumento de la superficie arbolada a partir de tierras de cultivo
- Nuevas repoblaciones forestales
- Puesta en cultivo de nuevas tierras en seco
- Creación de nuevos regadíos
- Expansión del improductivo urbano

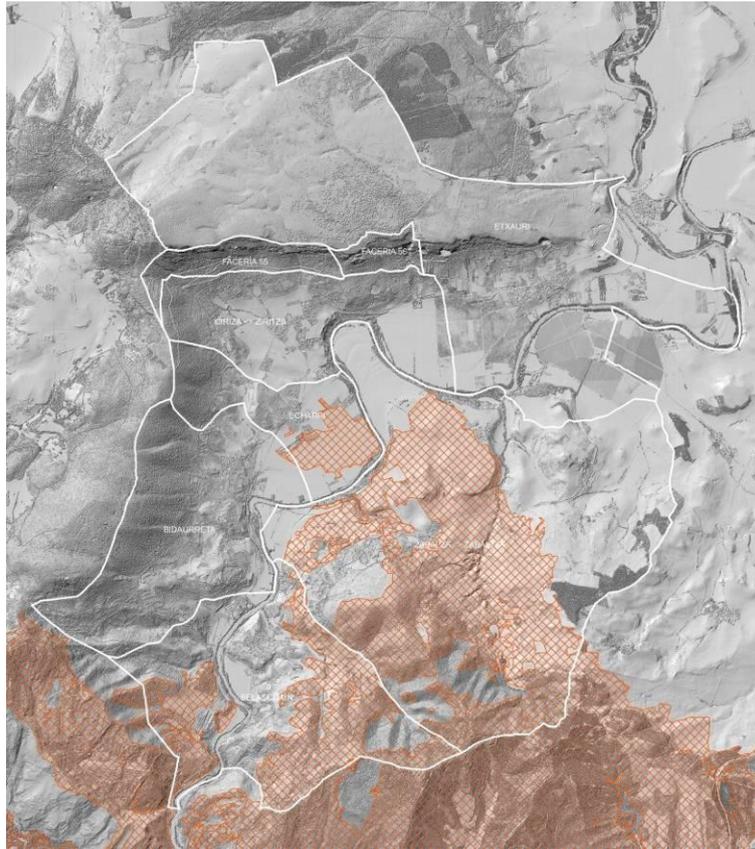
Tal y como queda representado en la imagen anterior, destaca el cambio que se ha producido por el abandono de campos de cultivo, que por la evolución natural han pasado a estar ocupados por pastizales y matorrales en mayor medida. La superficie donde se ha dado este cambio asciende a 375 ha en el área de estudio. Otro de los cambios en la estructura y el paisaje ligados al abandono de los usos tradicionales es el avance de la superficie arbolada en terrenos que estaban ocupados anteriormente por pastizales y matorrales. Por último, cabe destacar las nuevas repoblaciones realizadas en ese lapso temporal, que suponen algo más de 200 ha. Sin embargo, en relación a estas últimas repoblaciones es necesario hacer alusión a los incendios forestales que han afectado al Valle de Etxauri en los últimos años, ya que los cambios que han provocado estos incendios no están reflejados en la imagen anterior por ser posteriores a la elaboración de la cartografía.

En primer lugar, hay que mencionar el incendio que tuvo lugar en el mes de julio de 2011. Este incendio afectó a un área de 230 ha en total (en amarillo en la imagen), todas ellas en el término municipal de Zabalza. Aproximadamente el 69 % de la superficie afectada fue de terreno forestal, constituido por 24 hectáreas de encinas y 45 hectáreas de pino laricio procedente de repoblación.



Superficie afectada por el incendio forestal de julio de 2011.

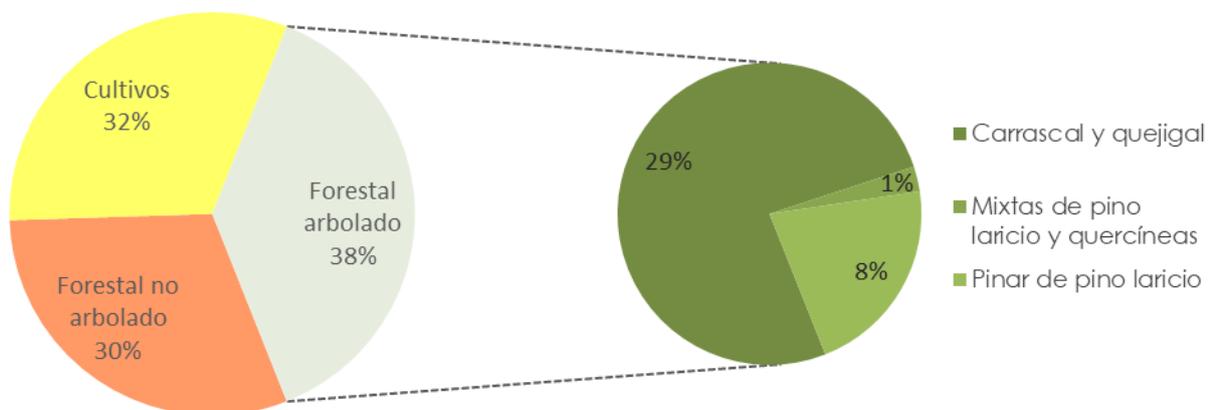
En segundo lugar, en el mes de junio de 2022, uno de los incendios forestales simultáneos registrados en Navarra, también afectó al Valle de Etxauri, incluyendo la superficie quemada en el anterior incendio. En este caso, fue el incendio iniciado en Legarda, que afectó a un total de 6.247 hectáreas, 992,08 de las cuales pertenecen a cuatro de los términos municipales que constituyen la zona de estudio, Zabalza, Belascoáin, Etxari y de forma puntual Bidaurreta. Gran parte de esta afección fue con una marcada severidad debido a las condiciones críticas que derivaron en un comportamiento del fuego muy virulento en muy alta intensidad.



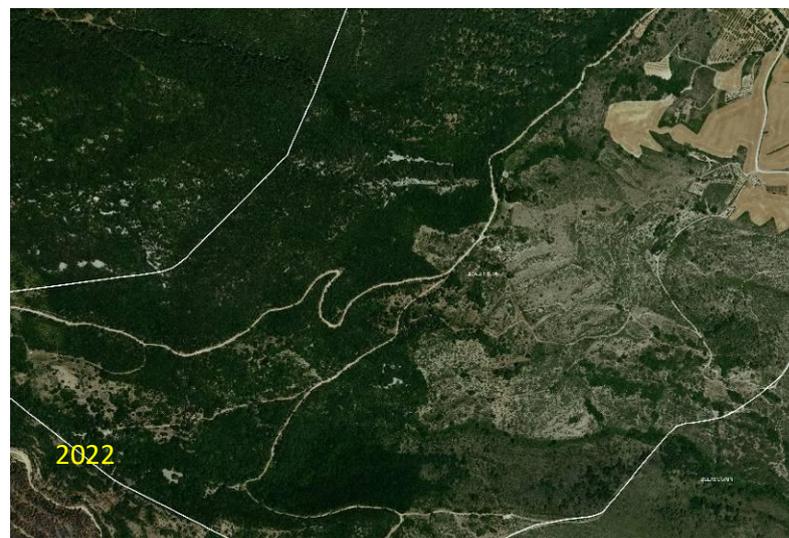
Superficie afectada por el incendio forestal de junio de 2022.

Como se verá más adelante, los cambios en la cobertura vegetal provocados por el paso del fuego, tienen especial relevancia a la hora de determinar los parámetros relacionados con los modelos de combustible empleados para la simulación.

En lo que respecta al uso de los terrenos que se vieron afectados, destaca el suelo forestal arbolado, que en conjunto asciende a unas 375 hectáreas. Las masas arboladas son en su mayor parte quercíneas, de carrascas y quejigos, y en segundo lugar pinares, entre los que se encuentran la mayor parte de las nuevas repoblaciones de pinar a las que se hacía referencia en los cambios registrados en el mapa de cultivos y aprovechamientos entre 1956 y 2008.



En la siguiente serie de imágenes se dan ejemplos más concretos de la evolución de la vegetación y cambios del paisaje en distintos puntos del Valle de Etxauri.

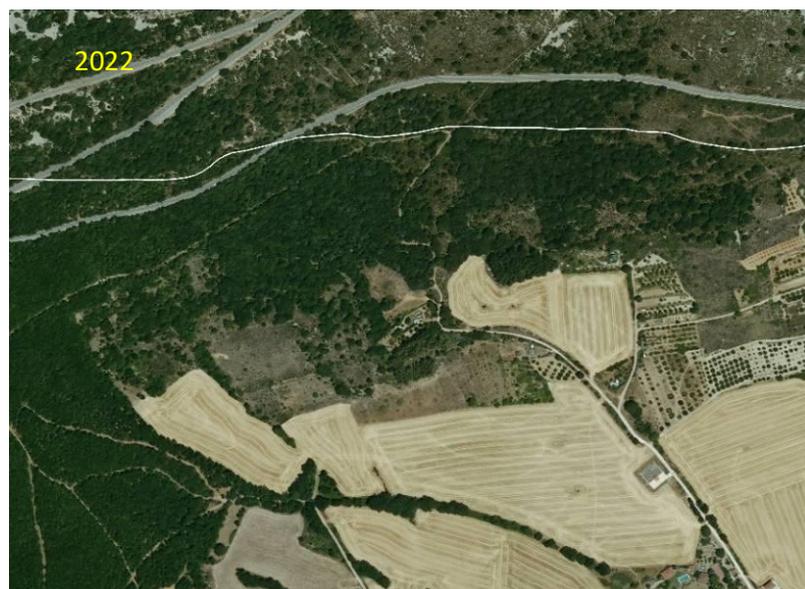


Tal y como se puede apreciar en las dos imágenes anteriores, los cambios en la estructuración del paisaje han sido significativos en el periodo tomado como referencia. Queda patente que se ha producido un avance del uso forestal, ganando terreno al agrícola, de forma que el límite entre ambos usos, se sitúa cada vez a menor cota, llegando incluso a desaparecer en algunas ocasiones esas parcelas de cultivo que estaban situadas en la periferia de los núcleos urbanos. Estos cambios transforman el paisaje, ya que se modifica la transición habitual en los pueblos de la cuenca donde partiendo de los núcleos urbanos había en primer lugar campos de cultivo, que daban paso a pastos herbáceos, para terminar en terreno arbolado.

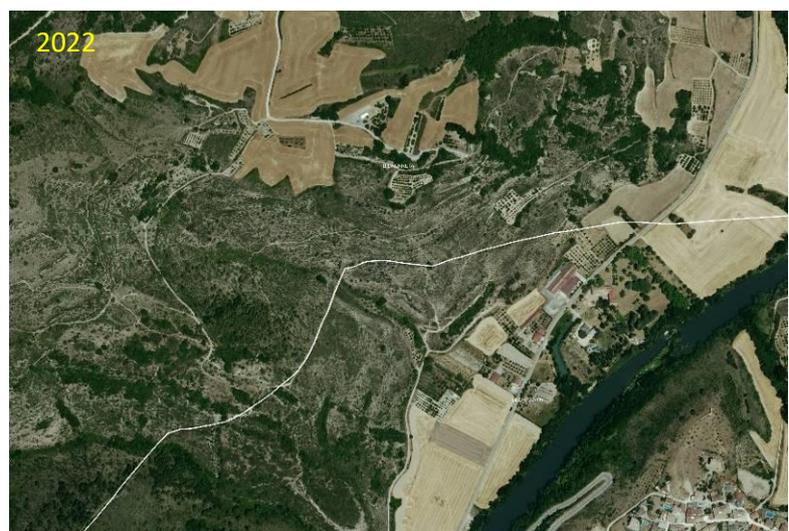
El abandono de estos usos tradicionales o la reducción en su intensidad, como es el caso de la ganadería extensiva, también dejan su huella en la disminución de extensos terrenos de pastizal que se mantenían entre masas forestales arboladas, creando discontinuidades en el combustible que son un factor clave en la prevención. Estos pastizales han tenido la evolución natural propia de estos sistemas, que tras el embastecimiento del pasto y la matorralización, se ven colonizados paulatinamente por el arbolado. Este incremento de la superficie forestal arbolada, que no tiene por qué estar asociada a bosques sanos, estables y diversos, va ligada a la pérdida del paisaje en mosaico.

Del mismo modo, en las zonas arboladas que se mantenían abiertas, con coberturas incompletas, el arbolado se ha convertido en una masa de alta densidad y fracción de cabida cubierta con numerosos árboles jóvenes y sotobosque en general arbustivo.

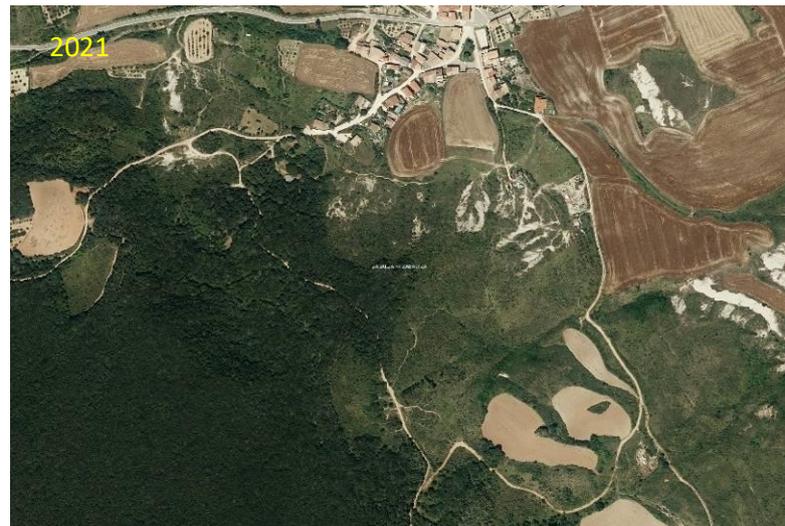
En las imágenes anteriores también queda patente el abandono de los hábitos ligados a la ganadería extensiva, en este caso la trashumancia, quedando desdibujada en el valle la Cañada Real de Valdorba a Sierra de Andía, que cruza los términos de Zabalza, Belascoain y Bidaurreta.



En cuanto a los cultivos, además del cambio del cultivo de cereal al cultivo del cerezo, que en los últimos años se está revirtiendo, la superficie destinada a este uso ha disminuido en estas décadas, centrándose el abandono en lo que se podrían considerar como campos de cultivo marginales, aquellos con mayor pendiente y menor productividad. Se observa también que la distribución de los cultivos ha cambiado, de innumerables parcelas de pequeño tamaño se ha pasado a parcelas de mayor tamaño sin rotura de la continuidad prácticamente.



En la actualidad, la evolución del paisaje ha sido drástica en algunos puntos, con un incremento notable de la superficie cubierta por matorral tras el abandono de tierras de cultivo, llegando a estar en contacto esos terrenos, ahora matorralizados, con zonas urbanas y construcciones habitadas, sin prácticamente ninguna rotura de la continuidad.



Esta proximidad supone un riesgo ante un posible incendio precisamente por esa continuidad del combustible en la interfaz urbano-forestal, en la que la carga de combustible puede ser elevada hasta prácticamente el mismo límite urbano. Esta situación queda reflejada en las imágenes anteriores donde se puede ver, en el entorno del pueblo de Arraiza, la desaparición de los campos de cultivo entre el terreno forestal y el urbano, parcelas que han terminado colonizadas por vegetación arbustiva, que en caso de incendio forestal permiten que el fuego llegue a alcanzar las viviendas sin obstáculo.

Por último, otro aspecto a destacar es que la discontinuidad que existía en las laderas norte del monte Villanueva, se puede decir que prácticamente había desaparecido convirtiéndose en una cubierta arbolada continua, ya sea por el avance de la regeneración natural en el caso de las quercíneas como por las repoblaciones de pino laricio realizadas en diferentes fases. Prácticamente todas las repoblaciones de pino laricio del Valle se han visto afectadas por los incendios, primero por el incendio de 2011 que arrasó en Arraiza la repoblación de más reciente, como por el último incendio, de junio de 2022, que afectó al resto de repoblaciones de la Sierra.



A modo de conclusión, cabe señalar que el abandono de los usos tradicionales ha tenido como consecuencia cambios relevantes en la configuración del paisaje que, entre otros, ha ocasionado la homogeneización del paisaje y la acumulación de combustible vegetal por el descenso en el uso de estos espacios y, consecuentemente, un más que probable incremento del riesgo de propagación de incendios, que adquiere más importancia en un contexto actual de cambio climático. En este sentido, cabe señalar que a nivel global las características de los incendios forestales están sufriendo un profundo cambio, proceso que fue descrito por Costa *et al.* (2011) a través del concepto de generaciones de incendios, donde su evolución se clasificó en 5 generaciones, y una 6ª generación añadida recientemente. Cada generación añade mayor dificultad a la emergencia y un empeoramiento en cuanto a características climáticas y del paisaje. Tras observar la evolución de los incendios a través de las diferentes décadas, se deduce que el problema ya no es el mismo de mediados de siglo pasado (pese que sigamos actuando de la misma forma), y que la extinción es una respuesta, pero no la solución.

Antes esta situación, desde principios del siglo XXI, y bajo esta evolución observada y demostrada de los incendios forestales, algunos servicios de extinción han ido implantando modos de gestión de prevención de incendios en zonas estratégicas para cambiar el comportamiento del fuego hacia mejores condiciones desde el punto de vista de la extinción. Estas áreas estratégicas están ubicadas en "puntos gatillo" donde los cuerpos de bomberos saben que tendrán una oportunidad real y segura de controlar el fuego. Las infraestructuras ubicadas en puntos estratégicos son principalmente, desde el punto de vista de la gestión forestal, áreas de vegetación abierta y heterogénea o con árboles con

suficiente separación vertical y horizontal entre los combustibles superficiales y de copa para evitar incendios de alta intensidad y una propagación incontrolable. Desde el punto de vista operativo estos puntos estratégicos pueden vincularse a diferentes objetivos y maniobras de extinción (anclaje, vías de escape, áreas de seguridad, etc.), pero la estructura de combustible necesaria es la misma.

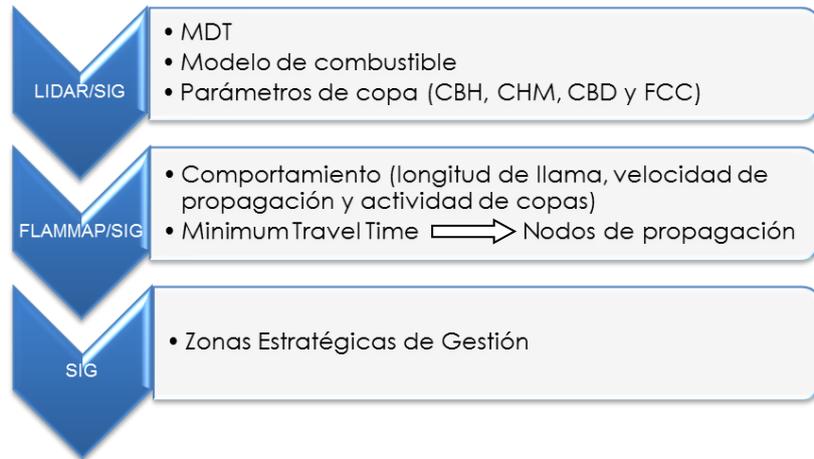
Por otro lado, cada vez existe un mayor consenso técnico y científico sobre la necesidad de actuar con el objetivo de estar mejor preparados para el nuevo escenario de incendios extremos, y una mayor demanda social para la puesta en marcha de una ambiciosa política de prevención que ponga la gestión del territorio en primer plano: pasar de un modelo que prioriza las inversiones en avanzados dispositivos de extinción e ignora los efectos del calentamiento global y la acumulación de combustibles, a otro que apuesta por promover paisajes resilientes, vivos, rentables y menos inflamables; son los llamados “Paisajes Cortafuegos” (Hernández *et al*, 2022).

En este contexto, en el siguiente epígrafe se trata de identificar las zonas de riesgo o puntos críticos para el control de incendios en el Valle de Etxauri, para posteriormente definir las directrices generales de gestión que incidan sobre el combustible vegetal con la finalidad de minimizar el riesgo de incendios incontrolados.

4. DETECCIÓN DE ZONAS DE RIESGO Y ESTRATÉGICAS PARA LA PREVENCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES

El propósito de esta fase del trabajo es estudiar el paisaje a partir de datos LIDAR, cuyo tratamiento se ha hecho expresamente para este estudio, así como mediante la utilización de sistemas de información geográfica (SIG). Todo ello se plantea con el objeto de diagnosticar sobre el territorio las zonas estratégicas susceptibles de gestión forestal y/o silvopastoral dirigidas a la reducción de la carga de combustible forestal, e incluso para el cambio de la estructura presente, que dificulte la propagación e intensidad del frente de llama de un incendio forestal que pudiera acontecer.

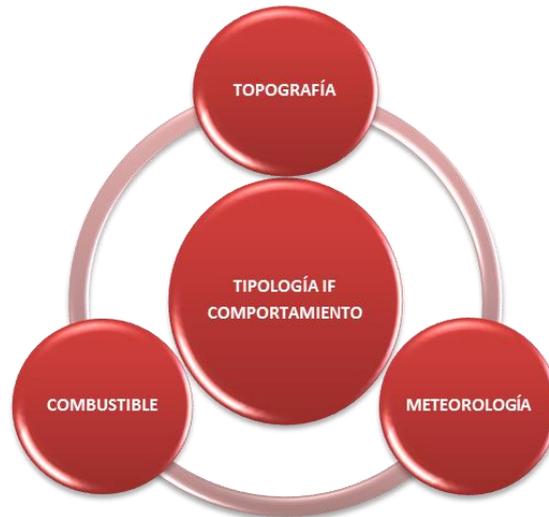
Para ello, se ha seguido la metodología y etapas que se resumen en el siguiente esquema. Para obtener una mayor información de la metodología llevada a cabo puede consultarse el apartado de anexos donde se incluye el estudio completo realizado.



En esencia, se trata de, a partir de las características fisiográficas del medio y unas condiciones meteorológicas predeterminadas, realizar diferentes hipótesis mediante el empleo de un software de simulación estático *FlamMap* (de *Missoula Fire Science Laboratory*). Este programa permite obtener diferentes parámetros de comportamiento del fuego y de los ejes de propagación o *Minimum Travel Time* (MTT) del frente de llama, a partir de unos puntos de ignición localizados aleatoriamente sobre el paisaje. Posteriormente, se diagnostican las zonas fuera de capacidad de extinción y los nodos de propagación, de las que resultará el producto final, los puntos estratégicos de gestión.

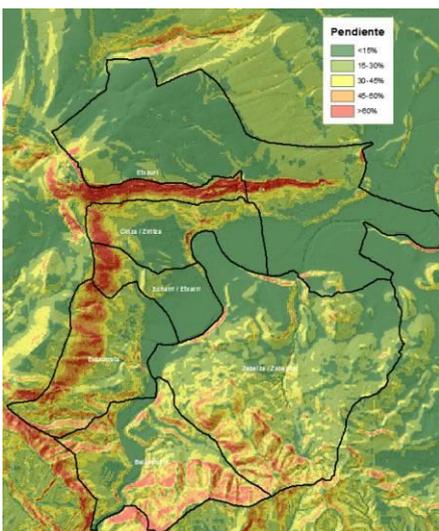
El análisis se articula según tres fases secuenciales:

- 1) **Generar todos los *input* o capas necesarias para crear el archivo de paisaje (*Landscape*) a introducir en el programa para poder lanzar las diferentes simulaciones:** capa de pendientes, elevaciones y exposiciones, capa de combustible, capa de vegetación. Para esta fase la información se obtiene a partir de tecnología LiDAR proporcionados por el proyecto PNOA_LiDAR, y del MCA 2021, entre otros.
La caracterización de la zona de estudio se centra en los factores clave del medio físico que determinan la tipología de incendio forestal y, por ende, su comportamiento. Tal y como se detalla en la siguiente figura, son tres los factores que componen el llamado triángulo del comportamiento del fuego de un incendio forestal:

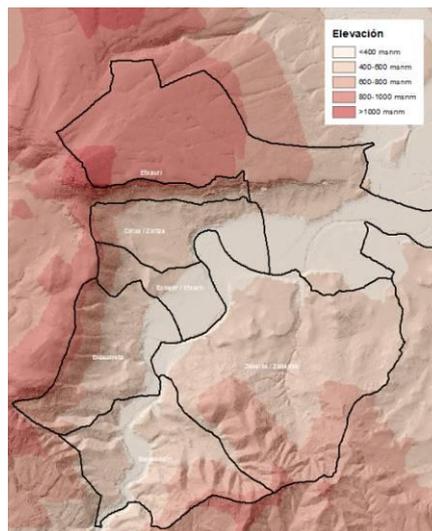


Factores que influyen en el comportamiento de un incendio forestal

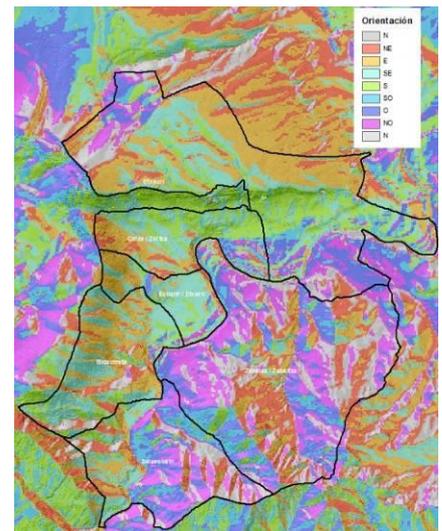
De esta manera, y a partir del tratamiento de los datos LiDAR, se obtiene el mapa de pendientes, exposiciones y elevaciones.



Mapa de pendientes



Mapa de elevaciones



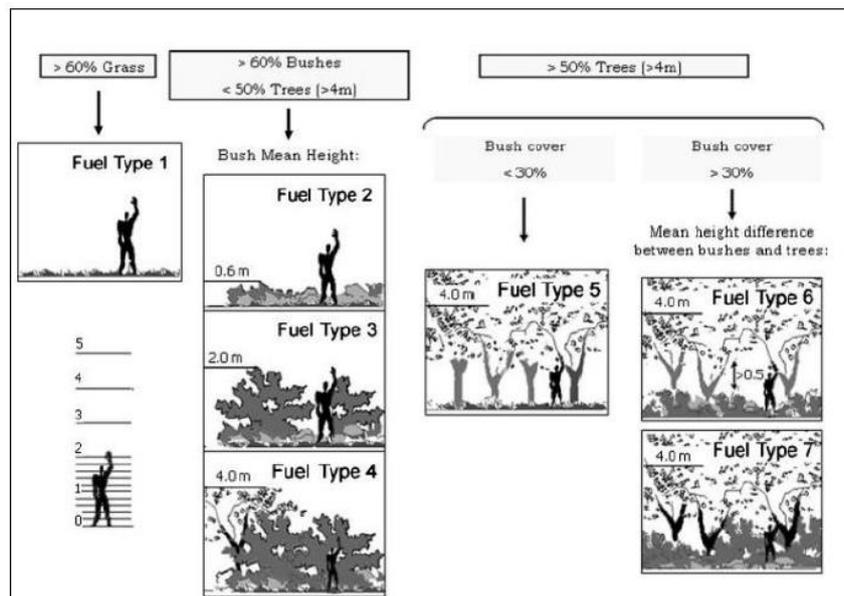
Mapa de exposiciones

Por otro lado, y también mediante los datos LiDAR del PNOA del segundo vuelo de 2017 y el Mapa de Cultivos y Aprovechamientos de Navarra (MCA 2022), se obtiene la cartografía de combustibles.

Los combustibles determinan la facilidad de ignición, indispensable para que el incendio se produzca. Las características físico-químicas que presenten, así como el tamaño, distribución o el contenido en humedad, son decisivas para la posterior propagación y comportamiento del fuego. También determinan la combustibilidad, concepto que se refiere a la propagación del fuego dentro de una estructura vegetal compuesta por una serie de modelos estructurales de combustible.

La vegetación es el principal agente en el inicio y comportamiento del fuego, siendo este el único factor ambiental que puede ser modificado por la acción humana. Los modelos de combustible tratan de representar los valores típicos de las principales características de la vegetación desde el punto de vista de las propiedades que definen el concepto de combustible y su estructura de masa, de acuerdo a un sistema de clasificación del combustible determinado.

La cartografía de modelos de combustible necesaria para la simulación se ha realizado en base al árbol de clasificación de modelos de combustible del sistema *Prometheus*, al que se le insertaron pequeños ajustes para obtener la máxima correspondencia de los resultados tras ser verificado en campo.



Sistema de clasificación de Prometheus (Arroyo et al. 2006)

El mayor criterio de clasificación de este sistema es el tipo y la altura del elemento propagador dividido en tres grupos bien diferenciados: pasto, matorral y sotobosque bajo arbolado.

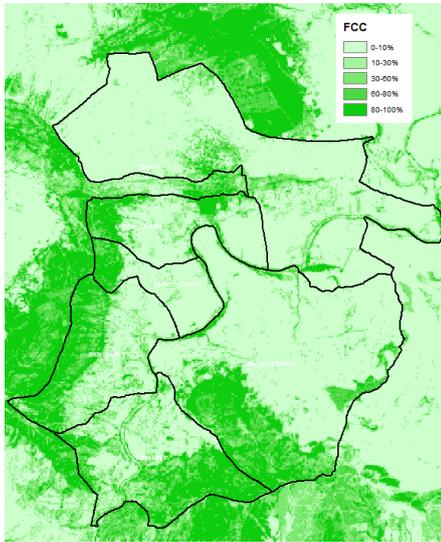
El empleo de datos LiDAR permite conocer la estructura tridimensional de la vegetación de forma continua en grandes superficies. Los parámetros estructurales fundamentales analizados para la obtención de los diferentes modelos, han sido:

- Fracción de cabida cubierta del estrato arbolado y del matorral
- Altura media del matorral
- Altura dominante del arbolado

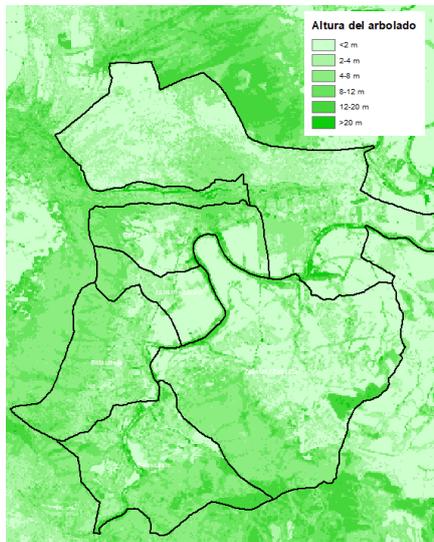
En relación al arbolado, para poder realizar la simulación con el FLAMMAP de forma ajustada, es necesario caracterizar adecuadamente la vegetación arbórea, especialmente lo concerniente a las copas, lo que permite analizar de forma más precisa el fuego de copas. En este trabajo se ha caracterizado en base a las siguientes variables:

- Fracción de cabida cubierta del arbolado (FCC)
- Altura de la vegetación (CHM)

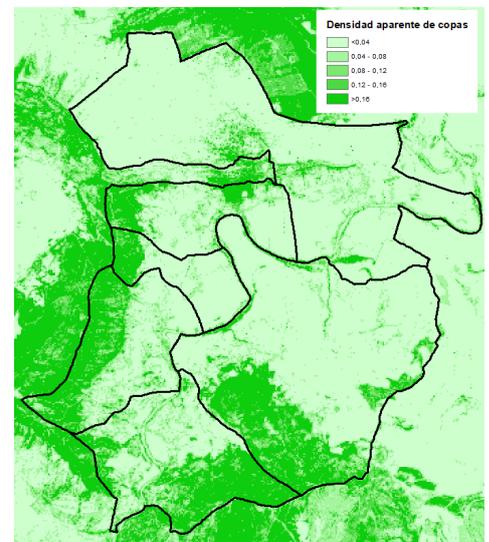
- Altura a la base de las copas del arbolado (CBH)
- Densidad de las mismas (CBD).



Fracción de cabida cubierta



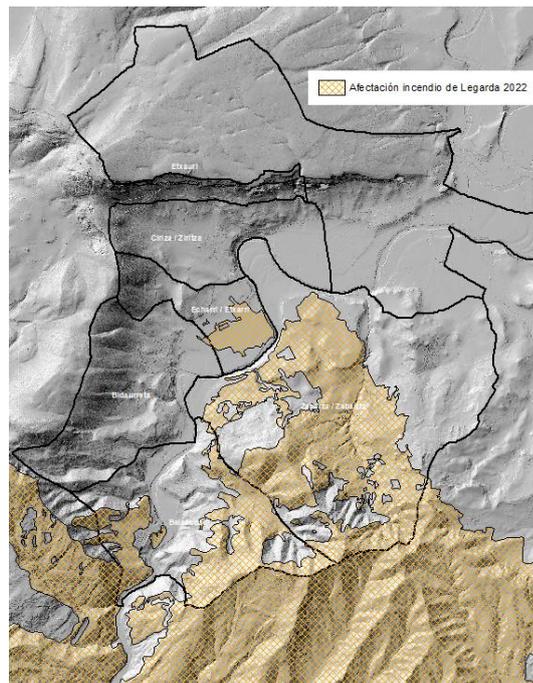
Altura del arbolado



Densidad aparente de copa

Con toda esta información se obtiene la cartografía de modelos de combustible, sin embargo, hay que tener en cuenta el episodio de simultaneidad de incendios forestales que se registró en Navarra a mediados del mes de junio de 2022, que afectó a parte de la zona de estudio.

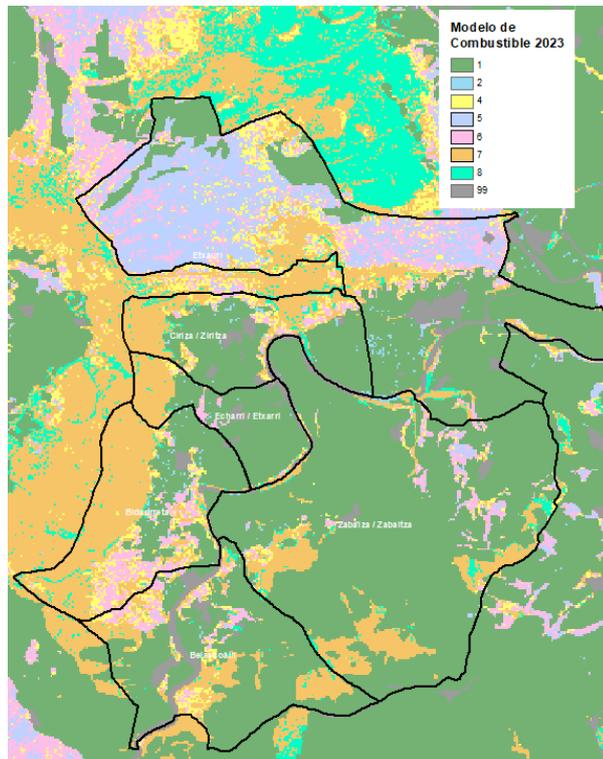
A partir de la cartografía disponible con el histórico de incendios del año 2022, tras una revisión minuciosa realizada a partir de las ortofotos y visitas a campo, se ha podido obtener el perímetro final del incendio sobre la zona de estudio.



Perímetro del incendio de Legarda, del 18 de junio de 2022.

Un total de 992 ha de la zona de estudio se vieron afectadas, superando una quinta parte de la superficie total. De cara a la simulación de un posible incendio forestal, se ha determinado la asignación de las zonas arboladas afectadas a un modelo 1 correspondiente a pastos, ya que a corto y medio plazo será lo que predomine.

Será la capa de modelos de combustible corregida la que será utilizada para las simulaciones.



Mapa de modelos de combustible reajustado tras incendios

Como se ha mencionado anteriormente, otro de los factores clave es la caracterización de la meteorología. En la extinción de incendios forestales se considera que se llega al límite de capacidad de extinción cuando concurren dos de los diversos factores que se incluyen dentro de la denominada "Escala del 30". Los factores a los que refiere la citada escala son los siguientes:

- Temperatura superior a 30°C
- Humedad inferior a 30%
- Velocidad del viento superior a 30 km/h
- Pendiente superior al 30%

La mayor probabilidad de ocurrencia de estas condiciones o similares en la zona de estudio se da durante los meses de verano, en la situación sinóptica de advección del sur: se corresponde con situaciones de dorsal anticiclónica con ascenso de una masa de procedencia subsahariana capaz de transportar polvo en suspensión.

De cara a la simulación, la tipología de incendio representada es aquella en la que el motor principal del incendio fuese el viento con una velocidad de 30 km/h, ya que el objetivo es

conocer cómo responde la totalidad del territorio a incendios desde diferentes puntos de ignición.

2) Generación de productos intermedios necesarios para la obtención del resultado final:

a) zonas fuera de capacidad de extinción; b) MTT; c) nodos de propagación.

a) El concepto de fuera de capacidad de extinción es empleado para definir una situación en la que los recursos de extinción no son capaces de establecer tareas de extinción que sean seguras, debido a que las llamas los superan en intensidad, velocidad de propagación y/o longitud de llama. En esta situación el dispositivo de extinción planifica operaciones defensivas o de contención y ello, con el objetivo de minimizar el posible impacto de las llamas.

Para definir las zonas fuera de capacidad de extinción se han empleado los umbrales límite establecidos para los operativos de extinción actuales (Costa *et al.* 2011):

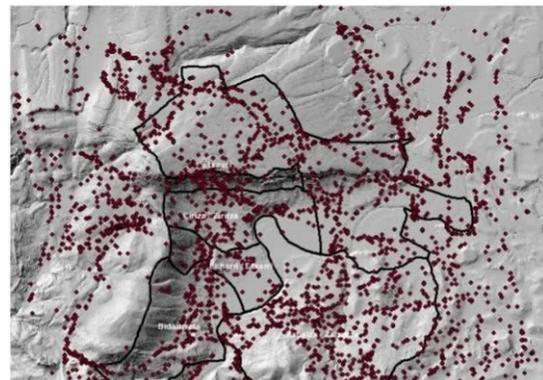
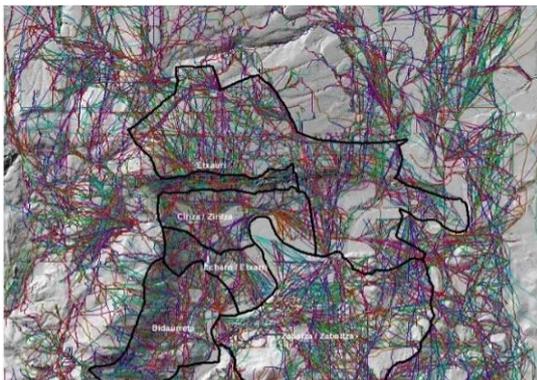
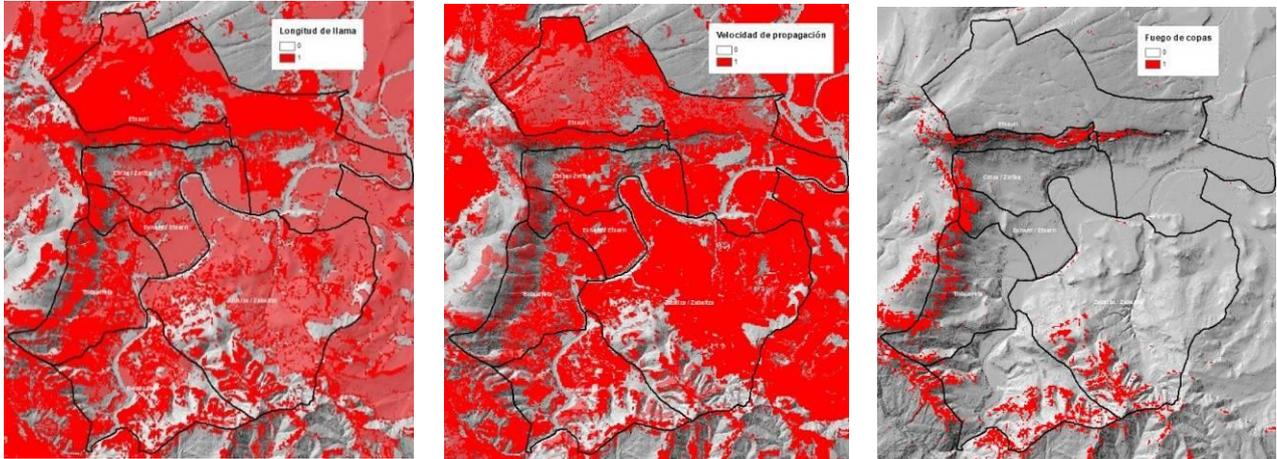
Parámetros	Limitación
Longitud de llama	>3 m
Velocidad de propagación	>2 km/h
Actividad de copas	>Pasivo

Para detectar estas zonas se ha tenido en cuenta la simulación con viento de todas las componentes.

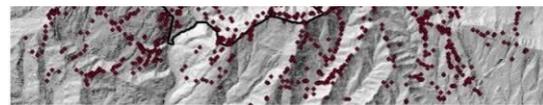
b) El *Minimum Travel Time* (MTT) simula el crecimiento del fuego buscando los nodos de tiempo de recorrido mínimo que tardaría un incendio en viajar de una celda a otra en una red bidimensional, de manera que muestra los caminos por donde el fuego se propagará más rápido. Permite localizar puntos o nodos en dónde el incendio tendría mayor facilidad para dividir su cabeza, ampliando el potencial y dificultando las labores de extinción.

Para determinar este parámetro, se han realizado 26 simulaciones a partir de un total de 26 puntos de inicio que se han seleccionado por todo el territorio de acuerdo a unas condiciones preestablecidas (ver Anejos). El diseño que se ha realizado es asignarle a cada punto de inicio el viento con el que afectará la mayor superficie de la zona de estudio con el objetivo de diagnosticar puntos sensibles en la propagación de los incendios simulados sobre el territorio.

c) Los nodos de propagación se corresponden con aquellos puntos del territorio en los que los MTT presentan una ramificación, lo que en un incendio supondría la apertura del frente de llama en distintas cabezas, tantas como número de ramificaciones presente. De cara a la priorización de los puntos, se han seleccionado aquellos nudos que al menos contienen cinco ramificaciones.



Zona fuera de capacidad de extinción por los diferentes parámetros

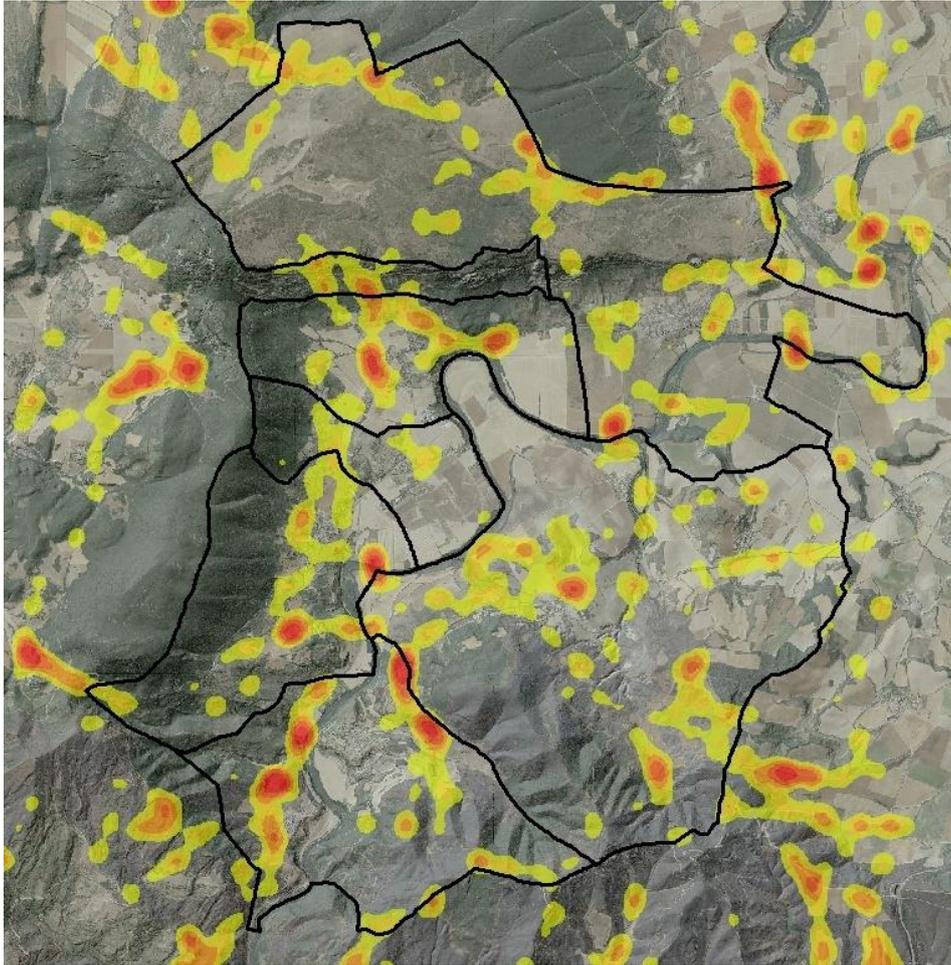


3) Obtención del producto final: zonas estratégicas de gestión.

Para la selección de las zonas estratégicas de gestión, éstas deben cumplir con la condición de estar catalogada como fuera de capacidad de extinción y, además, estar bajo la influencia de algún nodo de propagación. De la suma de ambas condiciones se obtiene la cartografía de zonas estratégicas.

MTT

Nodos de propagación



Zonas estratégicas de gestión

La imagen anterior muestra las zonas de influencia mediante un mapa de calor. La intensidad verde serían zonas con menor cantidad de nodos, en las tonalidades amarillas aumentaría y en las rojas se dan las mayores concentraciones, siendo por tanto estas últimas las prioritarias a valorar.

De forma general las áreas estratégicas mantienen una estrecha relación con los accidentes topográficos existentes en el paisaje, como son las crestas de montaña donde los vientos generales soplan con mayor intensidad, y zonas de valle y barrancos donde los vientos se canalizan en mayor grado. En aquellas zonas con mayor exposición al viento se favorece la propagación del frente de llamas, registrando una velocidad de propagación más elevada y un comportamiento más intenso.

Estas zonas son priorizadas para acometer alguna actuación de gestión silvopastoral, de forma que se maximicen sus efectos en la prevención de incendios forestales y una optimización de los recursos.

Como puede observarse en la imagen, gran parte de las áreas estratégicas se sitúan en la base de las laderas coincidiendo, en general, con las franjas en las que entra en contacto el terreno forestal con los campos de cultivo. También, se concentran estas zonas estratégicas en el entorno de los núcleos urbanos y a lo largo de determinadas infraestructuras viarias.

5. ANALISIS DE LA GESTIÓN ACTUAL DEL TERRITORIO

Las zonas identificadas en el epígrafe anterior son la que se deben priorizar para acometer alguna actuación de gestión agrosilvopastoral de forma que se maximicen sus efectos en el control del combustible vegetal y, consecuentemente, en la prevención de incendios forestales.

Antes de establecer unas directrices generales de gestión, que deberían servir en una segunda fase del estudio, de base para determinar las actuaciones concretas en las áreas estratégicas, se va a analizar brevemente la gestión selvícola y/o ganadera que se está realizando en el Valle de Etxauri.

En lo que respecta los montes arbolados del Valle, los términos municipales de Belascoáin y Zabalza cuentan con Planes Técnicos de gestión en lo que respecta a las masas arboladas de pino laricio. Los pinares del Ayuntamiento de Belascoáin, al igual que los de los concejos de Zabalza y Ubari cuentan con el certificado PEFC de Gestión Forestal Sostenible.

Durante las últimas décadas las actuaciones en la zona de estudio se han centrado en la extracción de lotes de leña y algunos aprovechamientos de coníferas con fines comerciales. No obstante, cabe cuestionarse la efectividad de estas actuaciones frente a la propagación de incendios forestales muy virulentos y en condiciones climáticas extremas, ya que, como ya se ha comentado anteriormente, en el incendio de junio de 2022, la mayor parte de las repoblaciones de pino laricio se vieron afectadas con distintos grados de intensidad. Durante el año 2023 se ha procedido a la extracción de estos pinares, al igual que se hizo con el pinar de Arraiza tras el incendio de 2011. Respecto a la reforestación de estos terrenos, es competencia del Servicio Forestal y Cienético del Gobierno de Navarra, aunque en el siguiente epígrafe se sugieran algunas directrices aplicables a estos terrenos.

En cuanto al aprovechamiento ganadero en el territorio se diferencian dos unidades de gestión pascícola, entendiéndose por tales a zonas cercadas perimetralmente y dotadas de infraestructuras ganaderas, una en Bidaurreta (Monte Nuevo) y otra en Etxauri (Finca Sarbil). La primera es utilizada por ganado mayor (vacuno) en aprovechamiento invernal y, la segunda por mayor (vacuno y equino) y menor (caprino) durante todo el año.



Vacuno en la Sierra de Sarbil



Ovino pastando en la interfaz agrícola-forestal

En estas dos unidades de gestión se localizan diversas infraestructuras ganaderas: balsas naturales e impermeabilizadas, depósitos, abrevaderos, mangas ganaderas, etc. además, en ellas se han hecho diversas actuaciones de mejora de pastos, fundamentalmente desbroces; en la de Bidaurreta en 2016 y 2023.



Desbroces en el pastizal Monte Nuevo de Bidaurreta



El resto del uso pascícola procede de sistemas ovino-cereal. En concreto se contabilizan al menos dos rebaños: uno en Bidaurreta de unas 450 cabezas y otro que pasta en terrenos de Etxauri, Izcué, etc. Su aprovechamiento se basa en el pastoreo en los residuos de cultivos de cereal (rastros y barbechos) y el pastoreo más o menos intenso del monte.

6. DIRECTRICES GENERALES PARA LA GESTIÓN AGRO-SILVO-PASTORAL DE LAS ZONAS ESTRATEGICAS PARA LA PREVENCIÓN DE INCENDIOS

A partir de las áreas estratégicas determinadas y, teniendo en cuenta sus posibilidades de manejo agrosilvopastoral establecidas y considerando, entre otros, el análisis de los usos tradicionales y actuales, se establecen unas directrices generales para su gestión. Es preciso señalar que no ha sido objeto del presente informe determinar medidas y actuaciones concretas a desarrollar en dichas áreas ni los costes económicos de las mismas; este aspecto debería abordarse en un informe posterior.

El objetivo fundamental para las áreas críticas es modificar la carga de combustible, pero también, se debería tratar de crear en su entorno paisajes diversificados con estructura en mosaico que sean más resistentes a la propagación de los incendios forestales y, en su caso, con mayor capacidad de recuperación en el caso de producirse un incendio.

En las siguientes tablas se establecen las directrices generales de gestión tanto desde un punto de vista selvícola como silvopastoral.

Directriz 1	Mantenimiento de las actuales unidades de gestión pascícola
Finalidad y Justificación	
<p>En el territorio de estudio, coincidentes con algunas de las zonas estratégicas, se localizan diversas unidades de gestión pascícola, entendiendo por tales a zonas cercadas perimetralmente mediante cierres y dotadas de infraestructuras para el control y el manejo del ganado (abrevaderos, balsas, etc.). Este es el caso, por ejemplo, del pastizal que se localiza en el paraje Monte Nuevo en Bidaurreta o el de la propia Finca de Sarbil.</p>	
<p>En este contexto de la gestión pascícola y, más concretamente, en lo que se refiere al riesgo de incendios, cabe señalar que, en los últimos años, debido entre otros a los altos costes que supone las actuaciones de prevención por los métodos tradicionales, se ha “redescubierto” el papel que puede desempeñar la ganadería extensiva en la prevención, siendo una más de las muchas externalidades positivas y servicios ecosistémicos que esta procura. Esto se puso de manifiesto incluso en los incendios de 2022 acontecidos en el territorio de estudio. El fuego se detuvo precisamente en el límite de las zonas pastadas (ver ejemplo en vídeos sobre pastoreo contra el fuego. INTIA, 2022).</p>	
<p>Así, la ganadería extensiva es cada vez más reconocida como un aliado indispensable para la gestión de la biomasa (Papanastasis, 2009; Robles Cruz <i>et al.</i>, 2008; Ruiz Mirazo, 2011). El ganado manejado de forma adecuada no sólo disminuye la cantidad de combustible, también reduce los combustibles vivos finos y/o lignificados que intervienen de una manera más significativa en la propagación de los incendios. La estructura forestal también se ve modificada por el paso del ganado, creando discontinuidades verticales y horizontales que son útiles para frenar el avance de los incendios forestales y su intensidad. El mantenimiento o la promoción de la gestión pascícola de los montes permite añadir heterogeneidad en la vegetación, genera paisajes en mosaico, más discontinuos, con menor carga y más diversos, lo que mejora la resiliencia del ecosistema frente al cambio climático y los cambios en el régimen y la dinámica de los incendios (Moritz <i>et al.</i>, 2014).</p>	



Unidad pascícola de Bidaurreta.

Directrices generales

El mantenimiento de estas zonas debe basarse en aspectos tales como:

- La regulación de cargas, periodos de pastoreo y tipos de ganado pastante. Debe por tanto ordenarse el pastoreo en estas zonas mediante los correspondientes documentos técnicos de gestión.
- El ganado, mediante la adecuada y óptima organización pascícola, debe ser la principal herramienta para crear paisajes diversos, para conservar y mejorar los recursos pastables, así como para incrementar, o como mínimo mantener, su potencial productivo. En el territorio, en algunos casos, estos recursos son hábitats de alto valor ecológico, cuya conservación está estrechamente vinculada al manejo ganadero.
- Dentro de estas unidades de gestión es importante procurar el pastoreo dirigido hacia las zonas estratégicas bien sea mediante la instalación de determinadas infraestructuras, el uso de nuevas tecnologías (vallados virtuales, etc.), la realización de actuaciones previas (desbroces, quemas técnicas, etc.), etc.
- Así, la propia labor del ganado se debe complementar y apoyar en otras actuaciones como son la instalación de infraestructuras, la realización de labores agronómicas de bajo coste e impacto ecológico, etc.
- Con unas y otras actuaciones se debe procurar mantener el paisaje en mosaico con diferentes tipos de vegetación de diversa estructura.
- En este último sentido, desbroces y, en su caso, quemas controladas, deben ser específicamente planteados con criterios técnicos, teniendo en cuenta el tipo de matorral que se trata, sus posibilidades de ramoneo por los distintos tipos de ganado, la capacidad y vigor de rebrotar, etc. Es importante asimismo hacer el seguimiento de la evolución de estas zonas y plantear en su caso actuaciones de seguimiento.
- Mantenimiento en un estado óptimo de las infraestructuras. La conservación en

buenas condiciones de los puntos de agua es especialmente importante.

- Si se da el caso, la decisión en torno a la localización de nuevas infraestructuras no debe basarse únicamente en aspectos constructivos, sino que debe ser programada siguiendo criterios técnicos que tengan en consideración todos aquellos condicionantes referentes a la gestión de los pastos y del manejo ganadero, sobre todo de las áreas críticas.

Directriz 2

Creación de unidades de gestión pascícola

Finalidad y Justificación

En la anterior directriz se ha puesto de manifiesto el papel que puede desempeñar la ganadería extensiva utilizada de manera racional y planificada en la gestión de las áreas críticas y, por tanto, en la prevención de incendios forestales. Son numerosas hoy en día las iniciativas en este sentido. En efecto, por citar sólo algún ejemplo, cabe mencionar la Red de Áreas Cortafuegos de Andalucía (RAPCA), operativa desde hace 20 años, en la que es el mismo programa de prevención de incendios (Plan INFOCA) de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio el que se encarga de seleccionar, auditar y remunerar a pastores mediante concurso público para el mantenimiento mediante pastoreo de las áreas cortafuegos. Similar planteamiento se produce también en Catalunya en el que la administración, bien sea a nivel regional o municipal o directamente los propietarios particulares, establecen acuerdos con ganaderos para el mantenimiento de zonas estratégicas, incluidas las localizadas en la interfaz urbano-forestal. Es de mencionar así mismo en Catalunya la existencia de la red "Ramats de Foc" en la que una de sus finalidades es contribuir a la comercialización de los productos de los pastores que realizan la labor del control preventivo de la vegetación, aunque en este caso no se compensa económicamente a los ganaderos por la labor que hacen. También en la Comunidad de Madrid existe un programa de pastoreo preventivo que nació de la Fundación Obra Social la Caixa. En Galicia, la Rioja y Extremadura se han desarrollado así mismo otras experiencias similares, como el proyecto de "Ovejas Bombero", "Pastoreo en Red" y el "Plan Bovino, Ovinos y Caprinos Anti-incendios (BOCA)" respectivamente.

En el territorio que nos ocupa, una de las formas de gestión de las áreas críticas es la creación de unidades de gestión pascícola que las incluya, similares a las ya existentes en Bidaurreta o en Sarbil. Existen zonas en el territorio con potencial para llevar a cabo este tipo de actuaciones, incluidas algunas de las zonas afectadas por los incendios de 2022. En la actualidad hay una demanda creciente de pastoreo en este tipo de unidades de gestión.

En este sentido, cabe señalar que en la restauración de estas zonas quemadas se deberían plantear este tipo de alternativas silvopastorales y no sólo la mera reforestación de las mismas. Los beneficios que de ello se derivan han sido mencionados anteriormente. La puesta de pastoreo de estas zonas contribuye además a aumentar los ingresos percibidos por los Entes Locales en plazos de tiempo cortos y disminuye los costes de alimentación de las explotaciones ganaderas.



Terrenos con elevado potencial para la creación de una unidad pascícola.

Directrices generales

- Seleccionar aquellas zonas con mayor potencial pascícola en las que se localicen áreas estratégicas (existencia de diversidad de pastos, arbustivos, arbolados y herbáceos; pendientes óptimas para el pastoreo; posibilidad de instalación de infraestructuras; compatibilidad con otros usos; etc.). A priori, y a falta de realizar un análisis más pormenorizado y concreto, se considera que en el territorio existe potencial para la creación de estas unidades de gestión: parajes Iribular, Larrandi, Lairuko en el concejo de Arraiza; el entorno de la Ermita de Santa Águeda y Peña Roya, etc.
- Establecer un plan de gestión pascícola prestando especial atención a la gestión dirigida de las zonas estratégicas.
- Determinar las infraestructuras necesarias para poner en práctica el mencionado plan de gestión con estimación de costes.

Directriz 3	Conversión de campos de cultivo en pastos permanentes
Finalidad y Justificación	
<p>En el territorio hay algunas parcelas de cereal de invierno intercaladas entre masas forestales o en zonas con potencial de crear unidades de gestión pascícola (ver punto anterior). Esta situación supone un notable riesgo de inicio de incendios forestales derivados de las propias labores agrícolas. Se trata de cultivos en los que, dado su carácter marginal, muy probablemente el rendimiento de cosecha sea inferior al necesario para igualar los costes completos de producción. Una de las opciones para disminuir este riesgo es incorporar estas parcelas a las unidades de gestión pascícola mediante su conversión en pastos permanentes. Además, con esta medida se promueve el establecimiento de cubiertas vegetales que mantengan la fertilidad de los suelos e incrementen la biodiversidad. El establecimiento de pastos permanentes en estas parcelas marginales está en sintonía con las normas que caracterizan a la agricultura de conservación: perturbación mínima del suelo de forma continuada, cobertura permanente de la superficie del suelo con materiales orgánicos, etc. La medida no está exenta de dificultad ya que la propiedad de estos campos es particular, por lo que, si se considerara el objetivo como un bien común, disminuir el riesgo de propagación de incendios, se debería llegar a acuerdos o contratos con la propiedad. Esta acción sería de aplicación por ejemplo en el paraje Txapartia.</p>	
Directrices generales	
<ul style="list-style-type: none">- Incorporación de las parcelas a las unidades de gestión pascícola o al calendario de pastoreo de explotaciones con sistemas de aprovechamiento cereal-ovino.- Siembra de pratenses con mínimo laboreo o siembra directa tras cosecha de cereal.- Pastoreo sobre todo en primavera de forma que se evite la acumulación de rehusos al inicio del estío.	

Directriz 4	Mantenimiento de pastos herbáceos en la interfaz agrícola-forestal
Finalidad y Justificación	
<p>La finalidad de esta medida es conservar e incrementar la discontinuidad existente entre las zonas cerealistas y las masas arboladas densas, algunas afectadas por los últimos incendios. En algunas zonas estratégicas se localizan áreas con pasto herbáceo o con vegetación de fisionomía matorral-pasto herbáceo que actúan a modo de cortafuegos entre la superficie agrícola y forestal, y que, por tanto, es oportuno conservar.</p>	
<p>Para ello puede ser de aplicación la integración de estas zonas de transición en unidades de gestión pascícola (Directriz 2) o al menos en el calendario de pastoreo de rebaños de ovino. Estas zonas se localizan por ejemplo en los parajes de Aldapeta-Irikoa y en Lartxubea, en los ya mencionados de Iribular, Larrandi, Lairuko en el municipio de Zabalza, y en Asundegieta y Las Alcantarillas en Belascoain, San Ginés-Monte Chiquito en Ciriza, etc. También pueden integrarse en estas estructuras de transición algunas de las zonas quemadas en 2022, como por ejemplo el paraje Mendierte en Belascoain.</p>	
Directrices generales	
<ul style="list-style-type: none">- En caso de incluirse estas zonas en posibles unidades de gestión pascícola, pastoreo entre	

Directriz 4

Mantenimiento de pastos herbáceos en la interfaz agrícola-forestal

moderado a intenso con todo tipo de ganado desde primavera hasta inicio de verano y, posteriormente, en otoño, en este caso con intensidades moderadas.

- Cuando se encuentran en zonas dispersas no incluidas en pastizales cercados, pastoreo dirigido con ovino y caprino en primavera y otoño.
- En caso necesario para facilitar el pastoreo en estas zonas podría plantearse crear querencias del ganado por estas zonas mediante, por ejemplo, la instalación de infraestructuras móviles, de forma que al final de primavera no haya reúsos del pasto sin consumir y, por tanto, acumulación de material vegetal seco.
- Según el estado y evolución de la vegetación se podría plantear en las zonas de mayor desarrollo edáfico desbroces mecánicos.
- En caso necesario, y si se asegura un pastoreo posterior, podría plantarse la realización de desbroces.

Directriz 5

Mantenimiento de estructuras silvopastorales

Finalidad y Justificación

Algunas zonas críticas son coincidentes con áreas de plantaciones de arbolado de especies nobles que presentan una estructura abierta, lo que permite el pastoreo en estas masas, actividad que ya se viene haciendo desde hace algunos años. Se localizan en concreto en los parajes Eliozeia, Urgunea y Lurgorria en el municipio de Etxauri. El pastoreo está ocasionando un control efectivo del combustible vegetal en el sotobosque del arbolado por lo que es de todo interés mantenerlo.



Plantación forestal en la que se controla la vegetación herbácea mediante pastoreo.

Directrices generales

- Pastoreo intenso con ganado ovino en primavera.
- Instalación de infraestructuras para el control y manejo del ganado (rediles, puntos de abrevada).

Directriz 6

Restauración de masas arboladas tras incendio forestal

Finalidad y Justificación

A pesar de que la mayor parte de las zonas estratégicas de gestión determinadas se sitúan en la base de las laderas, en las franjas en las que el terreno forestal entra en contacto con campos de cultivo, y en el entorno de los núcleos urbanos, también hay algunas zonas enclavadas en terreno forestal arbolado. Estas zonas se localizan principalmente en terrenos de Belascoain y Zabalza que se han visto afectados por el incendio de 2022, por tanto el objetivo en este caso no se centra en modificar el combustible existente sino en las decisiones que se van a tomar respecto a la restauración forestal. En este sentido, es necesaria la planificación a largo plazo, en la que se establezcan los objetivos para las áreas afectadas y las acciones necesarias para conseguirlos. Dependiendo de la situación, puede determinar facilitar la regeneración natural, la conversión a otros modelos forestales, la reforestación, la gestión del paisaje para promover el establecimiento de cubiertas vegetales específicas. Según lo indicado, el enfoque no sólo debe restringirse a las zonas estratégicas, debe tener un alcance a mayor escala.

Tradicionalmente, la restauración tras un incendio se ha interpretado de forma predominante como reforestación forestal. Actualmente, este punto de vista se ha reemplazado por otro más holístico, que considera un amplio rango de alternativas que incluyen actuar sobre la causa del problema. Ante una situación así, no sólo existe la posibilidad de la restauración, entendida como el proceso de asistir en la recuperación de un ecosistema degradado, dañado y destruido, para volver a su estado inicial, también se puede recurrir a la rehabilitación, que también toma como referencia a los ecosistemas preexistentes en cuanto a procesos ecosistémicos, productividad y servicios, pero no necesariamente en términos de composición específica y estructura. Por último, también se puede plantear la conversión, con el objetivo de construir un nuevo ecosistema productivo, a menudo más simple que el original (Moreira *et al.*, 2011).

Directrices generales

- La estrategia de la conversión normalmente se incluye en el marco de una planificación a escala de paisaje y puede combinarse con técnicas asociadas a la restauración con manejo de los regenerados naturales, siembras y plantaciones, conformando un mosaico de alternativas de actuación. De esta forma, se puede plantear la restauración de zonas que reúnan las mejores condiciones para el desarrollo del arbolado, apostando por masas menos inflamables, con menos densidad y más heterogéneas; y no se debe descartar la oportunidad para intercalar zonas destinadas al establecimiento de pasto, con lo que se evitaría la continuidad horizontal que se había llegado a crear tras las plantaciones hechas y el avance del arbolado en los campos de cultivo abandonados.
- En lo que respecta a las masas de pino laricio, tras la extracción de la madera quemada, es poco probable que se consiga regeneración natural, por lo que habrá que recurrir a la plantación si se quiere recuperar la masa forestal que existía. Estas actuaciones suponen un elevado coste económico, por lo que se deberían limitar a

- las zonas de mejor calidad de estación para la especie.
- En el caso de especies rebrotadoras (*Quercus* sp.), la mejor alternativa de gestión de los regenerados post-incendio se enmarca en la restauración indirecta asistida, consistiendo en la conversión gradual a pies en los que sólo permanecen uno o dos rebrotes, o la conversión a monte alto, estimulando la reproducción sexual. De esta forma se incrementa el potencial para producción de madera, pastoreo y actividad cinegética al tiempo que se reduce el riesgo de nuevos incendios.
 - En cualquier caso, los proyectos de restauración deben llevar implícito un seguimiento y evaluación, para valorar si se están consiguiendo los objetivos establecidos o redirigir acciones si se considera necesario en un contexto de gestión adaptativa. Por tanto, se deben diseñar protocolos para el seguimiento y para la evaluación de datos antes de iniciar el proyecto.

Directriz 7	Tratamientos selvícolas para disminuir la densidad del arbolado en la interfaz agrícola-forestal y a lo largo de infraestructuras viarias
Finalidad y Justificación	
<p>Según ha quedado explicado en epígrafes anteriores, los ejes principales de la prevención de incendios están relacionados con la reducción del riesgo de ignición y de la capacidad de propagación de incendios; en ambos casos es fundamental la gestión del combustible forestal.</p> <p>Los campos de cultivo destinados principalmente al cereal de invierno y a otros cultivos que implican la realización de labores agrícolas en épocas que pueden ser coincidentes con condiciones climáticas extremas, pueden suponer un posible foco de ignición, al igual que las infraestructuras viarias por el propio tránsito que soportan. Se trata de terrenos en los que ha progresado el arbolado ocupando áreas que antiguamente constituían zonas de transición entre campos de cultivo y el propio bosque.</p> <p>La aplicación de determinados tratamientos selvícolas, enmarcados en lo que se denomina selvicultura preventiva, destinados a la reducción de la densidad en las masas que colindan con esos campos de cultivo y con las infraestructuras viarias, consiguen la modificación en la estructura del combustible que se busca para atenuar la velocidad de propagación en caso de incendio forestal.</p>	
Directrices generales	
<ul style="list-style-type: none">- Realización de claras y resalveos del arbolado con los que reducir la densidad del arbolado al tiempo que se reduce la competencia intraespecífica.- El producto obtenido de estas actuaciones se puede aprovechar como leñas, tal y como se viene haciendo.- Conviene combinar estas actuaciones con un pastoreo intenso posteriormente para facilitar el control de la vegetación en el sotobosque. Esto requerirá de la instalación de infraestructuras móviles que permitan el manejo dirigido.	

7. CONCLUSIONES

Las principales conclusiones que se pueden extraer del estudio son las siguientes:

- A partir del tratamiento de datos LiDAR se ha desarrollado una metodología que ha permitido determinar los puntos críticos para la extinción de incendios a partir de los cuales se han establecido las áreas estratégicas en las que enfocar la gestión con el objetivo de minimizar el riesgo de propagación mediante la modificación en los modelos de combustible.
- Como resultado del análisis realizado, se ha determinado que en el Valle de Etxauri las zonas estratégicas de gestión se concentran fundamentalmente en la interfaz entre campos de cultivo y terreno forestal, y en el entorno de los núcleos urbanos. En menor medida se pueden encontrar zonas estratégicas situadas a lo largo de determinadas infraestructuras viarias y enclavadas en el interior de lo que era terreno forestal arbolado en el entorno de las mencionadas infraestructuras.
- La identificación de las áreas estratégicas de prevención de incendios es cada vez más común entre las administraciones y los servicios de extinción. Más allá de las directrices generales propuestas en el presente estudio, será conveniente definir medidas y acciones concretas, que podrán ser de gran ayuda para los organismos responsables de la gestión de estos territorios a la hora de definir posibles pagos compensatorios por la prestación de servicios ecosistémicos.
- Para ello, un aspecto de indudable trascendencia es el mantenimiento y, en su caso, la adaptación, de los modos de gestión de forma que permitan la conservación de espacios abiertos y heterogéneos de alto valor natural con vocación agrosilvopastoral.
- Es importante, entre otros, abordar todas aquellas medidas que procuren la conservación y el fomento de la ganadería extensiva y que pongan en valor la multifuncionalidad del pastoreo y de todas sus externalidades positivas. Para hacer frente a la cada vez más reducida actividad ganadera extensiva en el área de estudio, se pueden plantear, desde las entidades locales del valle, nuevos escenarios que promuevan el relevo generacional o la incorporación de jóvenes a esta actividad que se encuentran actualmente en recesión. En este sentido, para iniciar la actividad es un aspecto fundamental la disponibilidad de terrenos declarables para acceder a ayudas de la PAC. En este sentido, y entre otros motivos, la creación de unidades de gestión pascícola, tal y como se ha señalado en las directrices, puede ser una alternativa que se debe valorar.
- Todos los agentes involucrados en la gestión de estos espacios deberían asumir unos modos de gestión específicos adaptados a los objetivos concretos establecidos, en este caso la prevención de incendios y el mantenimiento de paisajes diversos resilientes.

- Es importante que el diseño del nuevo paisaje esté descentralizado, y en este sentido abordar estrategias participativas de gobernanza del territorio, en las que la sociedad participe en la toma de decisiones con la finalidad, entre otras, de la prevención de incendios basada en la recuperación y el mantenimiento de usos agrosilvopastorales. No sólo con el propósito de que sea la propia población la que ponga en marcha actividades económicas ligadas al sector primario, también para que haya un consenso en la compatibilidad de todos los usos del entorno.
- La colaboración público-privada y entre las diferentes Entidades Locales del valle será fundamental para llevar a buen puerto la implementación de las directrices propuestas y su posterior concreción en acciones específicas.

Pamplona a 20 de octubre de 2023

Fermín Sukunza

Ana Narvaiza

Vicente Ferrer

8. BIBLIOGRAFÍA

- Arroyo, L.A., Healey, S.P., Cohen, W.B., Cocero, D. 2006. Using object-oriented classification and high-resolution imagery to map fuel types in a Mediterranean region. *Journal of Geophysical Research* 111.
- Baigest, T., Casals, P., Taüll, M. 2007. Gestión silvopastoral en Cataluña, de sistema productivo a herramienta de conservación. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*, 22, 11–16.
- Costa Alcubierre, P. Castellnou, M. Larrañaga, A. Miralles, M. Kraus, D. 2011. La Prevención de los Grandes Incendios Forestales adaptada al Incendio Tipo. UnitatTècnica del GRAF. Departament d'Interior. Generalitat de Catalunya.
- Ferrer, V. 2018. Plan de aprovechamiento silvopastoral de la Sierra de Sarbil. Concejos de Izcue, Artázkoz e Izu. Dto. Desarrollo Rural, Medioambiente y Administración Local.
- Ferrer, V. 2019. Proyecto de Ordenación Pascícola de la finca Sarbil (Etxauri). SAT Finca Sarbil-Gobierno de Navarra. 2019.
- Ferrer, V. 2020. Identificación y caracterización de hábitats pascícolas utilizados por aves necrófagas. Gobierno de Navarra, GAN-NIK.
- Ferrer, V. 2016. Informe de valoración del pracio de arrendamiento del pastizal "Monte Nuevo" Municipio de Bidaurreta-Valle de Etxauri. Ayuntamiento de Bidaurreta.
- Hernández, L. y cols. (2021). Paisajes cortafuegos. Propuesta de WWF España y ANP | WWF Portugal para adaptar el territorio ibérico a los incendios. WWF España y ANP | WWF.
- IDENA. 2019. Mapa de Cultivos y Aprovechamientos de Navarra 1:25.000.
- Membrive, R.; Pérez, A.; Reñé, S.; Reyes, N. 2014. El papel del pastoreo en la reducción de la carga de combustible en los bosques de la Vall d'Ainyá. Trabajo fin de Grado. Universidad Autónoma de Barcelona.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2019. Orientaciones estratégicas para la gestión de incendios forestales en España.
- Moreira, F.; Arianoutsou, M.; Vallejo, V. R.; de las Heras, J; Corona, P.; Xanthopoulos, G.; Fernandes, P.; Papageorgiou, K. Post-fire management and restoration of Southern European Forests. 2011.
- Papanastasis, V.P. 2009. Grazing Value of Mediterranean Forests. M. Palahi, Y. Birot, F. Bravo, E. Górriz (Eds), Modelling, Valuing and managing mediterranean Forest Ecosystems for Non-Timber Goods and Services. *EFI Proceedings No. 57* (pp. 7–15). European Forest Institute, Joensuu, Finland.
- Prometheus, S.V. Project. 2000. Management techniques for optimization of suppression and minimization of wildfire effects.

Proyecto Mosaico. <https://www.mosaicoextremadura.es/es/home/>

Quílez, R. 2015. Prevención de megaincendios forestales mediante el diseño de Planes de Operación de Extinción: basados en Nodos de Propagación. Tesis Doctoral. Universidad de León.

Robles, A.B.; Ruiz Mirazo, J.; Ramos M.E.; Gonzalez Rebollar, J.L. 2008. Role of grazing livestock in sustainable use, fire prevention and naturalization of marginal ecosystems of southeastern Spain. A. Rigueiro Rodríguez, J. Mc Adam y R. Mosquera Losada (Eds), *Agroforestry in Europe. Current Status and Future Prospects*. (pp. 211–231). Springer.

Ruiz Mirazo, 2011. Las áreas pasto-cortafuegos: un sistema silvopastoral para la prevención de incendios forestales. Departamento de Fisiología Vegetal. Universidad de Granada, Granada.

Sagasti, I. 2018. Plan de prevención de incendios forestales en la Comarca de Pamplona. Trabajo fin de Grado en Ingeniería forestal y del Medio Natural. Universidad de Valladolid.

Software FlamMap. USDA Forest Service Rocky Mountain Research Station. FireSciencesLaboratory Missoula. M.T.

Varela, E.; López, F.; Pauné, F.; Góriz, E.; Ciprés, B. 2017. Gobernanza y resiliencia en la gestión preventiva de incendios: el papel del pastoreo en Andalucía y Cataluña. *Revista Pastos*. N° 47(1): 6-23. Junio 2017.

9. ANEXOS

Anexo 1. Informe de Detección de las zonas estratégicas para la prevención de incendios forestales en el Valle de Etxauri; municipios de Belaskoain, Bidaurreta, Ciriza, Etxarri, Etxauri y Zabalza (Navarra).

Anexo 2. Cartografía.

- 2.1. Plano de Zona de estudio.
- 2.2. Plano topográfico de la zona de estudio.
- 2.3. Plano de las zonas estratégicas de gestión.