2025 | 16·20
GIJÓN | JUNIO

9º CONGRESO **FORESTAL** ESPAÑOL

9CFE-1352

Actas del Noveno Congreso Forestal Español
Edita: **Sociedad Española de Ciencias Forestales. 2025**.
ISBN: **978-84-941695-7-1**

Organiza

Sociedad Española de Ciencias Forestales
SECF

Paisajes Agroforestales Resilientes en Cataluña

LÓPEZ TARAZÓN, J.A. (1), SOLANELLES UBACH, M. (1), LOBERA, G. (1), PUENTE BAUTISTA, N. (1), RODRÍGUEZ GALINDO, I. (1), BLANCO CASELLAS, E. (1), MILÀ PUIGDOMÈNECH, J. (2), CAÑELLAS BOLTÀ, S. (2) SAMITIER MARTÍ, S. (2), SIÓ TORRES, J. (2), AMORÓS CASTELLA, M. (3), FAÑANAS AGUILERA, C. (4), TARTERA ORTEU, J. (5), RIERA MARTÍ, C. (6), AQUILUÉ, N. (7), CANO, F. (7), MANEJA, R. (7), Y TRASOBARES, A. (7)

(1) Forestal Catalana, SA.

(2) Gabinet tècnic del Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació de la Generalitat de Catalunya.

(3) Servei de Gestió Forestal del Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació de la Generalitat de Catalunya

(4) Secció de Boscos i Recursos Forestals de Lleida del Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació de la Generalitat de Catalunya

(5) Oficina Comarcal del Pallars Sobirà del Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació de la Generalitat de Catalunya

(6) Servei de Sanitat Animal del Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació de la Generalitat de Catalunya

(7) Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya (CTFC)

Resumen

La Generalitat de Cataluña, comprometida activamente con el desarrollo de políticas y actuaciones transversales en gestión territorial está implementando proyectos estratégicos para la reducción de la vulnerabilidad, la mitigación y la adaptación al cambio climático en sistemas naturales, así como promoviendo la conservación del patrimonio natural, el aumento de la resiliencia y el desarrollo rural sostenible en diversos ámbitos socioeconómicos y territoriales de Cataluña.

Un ejemplo de ello es el proyecto piloto "paisajes resilientes". Se trata de un planteamiento multifuncional, integrando diversos factores clave de paisaje y estableciendo las bases hacia un nuevo enfoque de planificación y gestión territorial basado en el despliegue de la estrategia de bioeconomía 2030 de Cataluña. Este proyecto se basa en aprovechar los recursos endógenos de los territorios, optimizando la provisión de bienes y servicios, la economía local, los valores naturales y potenciando la resiliencia de los sistemas naturales frente al cambio climático.

Concretamente, la zona de trabajo se ubica en el municipio de Soriguera (Pallars Sobirà, 75% en el Parque Natural l'Alt Pirineu), ejecutando actuaciones de gestión forestal y

ganadera, mejorando la economía rural, promoviendo paisajes agroforestales resilientes que potencian la provisión sostenible de servicios ecosistémicos en el contexto de la bioeconomía circular catalana.

Palabras clave

Paisajes resilientes, bioeconomía circular, gestión territorial transversal

1. Introducción

Son numerosas las evidencias de que el modelo predominante de producción y consumo globalizados provoca impactos negativos, desde la crisis climática y sus consecuencias en forma de sequía, episodios meteorológicos extremos y grandes incendios forestales, hasta las desigualdades económicas sociales o territoriales, etc. Por lo tanto, es necesario repensar y rediseñar este modelo reconociendo la necesidad de disponer de ecosistemas regenerados y sanos y redefiniendo las actividades económicas para reducir el consumo de recursos y para sustituir los fósiles y no renovables por nuevas fuentes basadas también en el aprovechamiento de recursos de base biológica y residuos orgánicos.

La bioeconomía quiere contribuir a esta transformación. Se concibe como un modelo económico circular y sostenible basado en el uso de recursos biológicos renovables y locales para producir bienes y servicios en todos los sectores económicos. Implica un cambio en el tipo de recursos utilizados, en su origen y las distancies que recorren, así como tener en cuenta los impactos negativos asociados y su prevención. La bioeconomía incluye todos los ámbitos basados en los recursos renovables. Incluye, por tanto, la agricultura, la ganadería, la pesca y la industria alimentaria, la actividad forestal, los productos bio-basados utilizados en sectores como el textil, el químico, el farmacéutico o el papelero, la gestión y el tratamiento de las deyecciones ganaderas y los residuos orgánicos y el aprovechamiento energético de la biomasa. En Cataluña, la contribución económica de los sectores productivos relacionados supuso de media en el período 2016-2021 una producción de 67.362,4 M€ (el 15,2% del total) y una ocupación de 612.500 puestos de trabajo (el 17,0% del total).

La Estrategia de la bioeconomía de Cataluña 2021-2030 (EBC2030), aprobada en septiembre de 2021 (Acord de Govern GOV/141/2021), es la hoja de ruta de la Generalitat de Cataluña para la transición hacia la bioeconomía sostenible y circular. La EBC2030 sigue las orientaciones de la Estrategia europea de bioeconomía, aprobada el año 2012 y actualizada el año 2018, que considera fundamental desplegar a corto plazo las estrategias locales y regionales para conseguir aprovechar el potencial de generación de actividad económica del sector de la bioeconomía circular. Es una estrategia centrada en los ámbitos y actividades de la bioeconomía que están menos desarrollados en Cataluña y que, por tanto, necesitan más apoyo institucional a través de la implementación de medidas específicas. Se complementa y coordina con otros instrumentos estratégicos del Gobierno de Cataluña. La EBC2030 pretende contribuir a: 1) Descarbonizar la economía catalana y hacerla más sostenible, circular, inclusiva y resiliente; 2) Aprovechar los recursos biológicos renovables y locales; 3) Disminuir la dependencia de recursos del exterior; 4) Crear nuevas oportunidades de negocio, especialmente en el primer sector; 5)

Aprovechar los co-productos y sub-productos de la cadena alimentaria; 6) Desarrollar el mundo rural y fomentar el equilibrio territorial; 7) Mejorar la calidad de los suelos mediante prácticas agronómicas que nos permitan fijar más carbono; 8) Promover la creación de paisajes más resilientes a los cambios socioeconómicos y ambientales.

En el caso de los paisajes agroforestales, los cambios sociales y culturales experimentados desde la Revolución Industrial han llevado a nuestros ecosistemas y sector primario a una realidad en la que se constata un gran declive de la calidad de los hábitats naturales, la biodiversidad de especies, la disponibilidad y calidad del agua y también de la producción primaria (SEARLE & VELDMAN, 2020). Adicionalmente, los cambios de usos del suelo, la degradación del tejido productivo y social en los territorios de montaña y rurales, la creciente urbanización y los cambios sociales del mundo rural suponen nuevas dinámicas, presiones y riesgos para los espacios naturales y agroganaderos. Los paisajes catalanes son testimonio de esta transformación. Durante los últimos 30 años, la superficie forestal arbolada ha tenido un incremento anual de cerca del 1%, hasta llegar a una superficie actual de 1.331.906 ha (un 35% de la superficie total de Cataluña). Desgraciadamente, este aumento no ha ido acompañado de más ocupación o de un mayor desarrollo industrial en el sector forestal, sino que año tras año este sector y, por extensión muchas cadenas de valor vinculadas al sector primario, ha ido menguando y perdiendo peso en el mercado.

Existe un potencial indiscutible para dar respuesta a las diferentes necesidades a través de una buena planificación a escala paisajística de las actividades de desembosque, de gestión agrícola y ganadera, de extracción de madera y leña y de mejora de los hábitats y conservación de la biodiversidad, con soluciones adaptadas a las condiciones y dinámicas locales. En dicho contexto, la planificación multiobjetivo se presenta como una herramienta clave para diseñar estrategias de gestión que aseguren la resiliencia de los paisajes forestales o agroforestales (PUKKALA 2016; BARTON & PETERSON 2017; BLATTERT et al., 2017). Por tanto, desde la EBC2030 se pretende desarrollar una metodología de paisajes agroforestales resilientes basada en la gestión integral y transversal, con participación local y posando énfasis en la producción y el mantenimiento de los servicios ecosistémicos. Para ello, se parte de la implementación de cinco proyectos piloto localizados por toda Cataluña: 1) en Soriguera (Pallars Sobirà), 2) en el macizo dels Ports (Baix Ebre), 3) en la vall de Camprodon (Ripollès), 4) en la vall del Carme (Anoia) i, 5) en la cara norte y falda del Cadí (Cerdanya), pretendiendo que actúen como laboratorios para el desarrollo de la política de creación de paisajes resilientes. Estos pilotos representan una gran variedad de casuísticas y problemáticas, representativas de las que se encuentran los municipios rurales y de montaña en relación con la disponibilidad de agua, la actividad agroganadera, la superficie forestal, la titularidad de los bosques, la falta de relevo generacional y las dificultades en la gestión forestal, entre otras.

2. **Objetivos**

La presente comunicación se centra en la creación de paisajes agroforestales resilientes en un contexto de cambio climático y dentro del marco del objetivo número 4 de la EBC2030, que consiste en la promoción de los paisajes agroforestales resilientes y la

provisión sostenible de servicios ecosistémicos en el contexto de la bioeconomía circular catalana.

Los paisajes agroforestales resilientes, desarrollados como objetivo de la EBC2030, consisten en la implementación de un nuevo modelo de gestión territorial transversal, multinivel y multiactor. Tienen que garantizar la persistencia de las masas forestales, la conservación de los espacios naturales y la buena gestión de la biodiversidad, al mismo tiempo que posibilitan el aprovisionamiento de recursos y bienes del bosque, y la actividad agroganadera y preservan los servicios ecosistémicos, tanto físicos, biológicos como culturales.

Específicamente, dentro de los diferentes proyectos piloto existentes, se presenta el proyecto piloto de Soriguera.

3. **Metodología**

Los proyectos piloto sirven para el desarrollo cohesionado de una política de gestión territorial integrada, basada en el consenso y el conocimiento local y científico, pero también una política hecha a medida y con las necesidades locales puestas en el centro. El proyecto de creación de paisajes resilientes pretenden ser el instrumento que estructure las políticas en materia de gestión del territorio y haga aflorar y vertebrar todas las iniciativas locales de gestión y dinamización territorial con perspectiva multifuncional y posado énfasis en el mosaico agrosilvopastoril enfocadas a la creación de paisajes más cohesionados y resilientes, que permitan preservar la biodiversidad e impulsar el desarrollo agroganadero, forestal, económico y social.

Para proponer una planificación territorial que promueva los paisajes resilientes, es necesario caracterizar el estado actual de la distribución de las cubiertas del suelo y describir la composición y estructura de los rodales forestales. Poniendo un énfasis especial en la importancia de los datos, los modelos, la participación de las comunidades locales y las herramientas de toma de decisiones, los aspectos clave de la metodología seguida para co-diseñar paisajes agroforestales resilientes han sido los siguientes:

- 1. Caracterizar el paisaje y los ecosistemas forestales. Como cartografía base se utiliza el Mapa forestal español 1:25.000 (MFE25), que ofrece una visión actualizada de las principales cubiertas del suelo (bosque, matorral, zona agrícola, prados/pastos y suelo no productivo) y una segmentación precisa de las masas forestales en rodales.

- 2. Aplicar modelos de dinámica y gestión forestal para simular la evolución de los bosques en condiciones climáticas cambiantes y bajo diferentes alternativas de gestión forestal.

- 3. Estimar la provisión de múltiples servicios ecosistémicos como puede ser el agua azul, la carga ganadera potencial o el stock de carbono en los bosques, así como otras variables clave para garantizar la sostenibilidad y la funcionalidad de los paisajes agroforestales

- 4. Implicar a las partes interesadas en el proceso de participación. Este paso es una pieza clave en la definición de los criterios y objetivos de gestión, ya que asegura que tanto las voces de la comunidad como las de otros expertos implicados se tengan en cuenta durante la toma de decisiones y en la definición de una visión consensuada del paisaje que hay que alcanzar.

- 5. Determinar indicadores específicos relacionados con la resiliencia y la sostenibilidad de los ecosistemas agroforestales, que sirven como marco para evaluar el éxito de las estrategias de gestión y que se ponderen para priorizar las acciones y los recursos en función de las necesidades más importantes.

- 6. Utilizar herramientas avanzadas, como métodos de optimización y análisis multicriterio, para tomar decisiones basadas en datos y evidencias a partir de una base sólida y consensuada.

4. **Resultados**

Soriguera es un municipio del Pallars Sobirà con una altitud media de 1.258 m (oscilando entre los 596 y los 2.438 m) sobre el nivel del mar. Tiene una superficie de 106,4 km² y una población censada de 431 habitantes el año 2021, con una densidad media de 4 habitantes por km². El 75% del municipio se encuentra dentro del Parc Natural de l'Alt Pirineu (Figura 1). Aproximadamente 76 km² de bosque son de titularidad pública, con una distribución que incluye la Generalitat de Cataluña (44,8%), el mismo municipio (40,6%) y entidades municipales descentralizadas (14,6%). Después de categorizar las cubiertas del suelo con el MFE25, se observa que el 72% de Soriguera está cubierto por zonas forestales arboladas, mientras que las zonas de matorral representan el 15%, y los prado y pastos el 10%, con una pequeña cobertura agrícola del 2% (Figura 2).

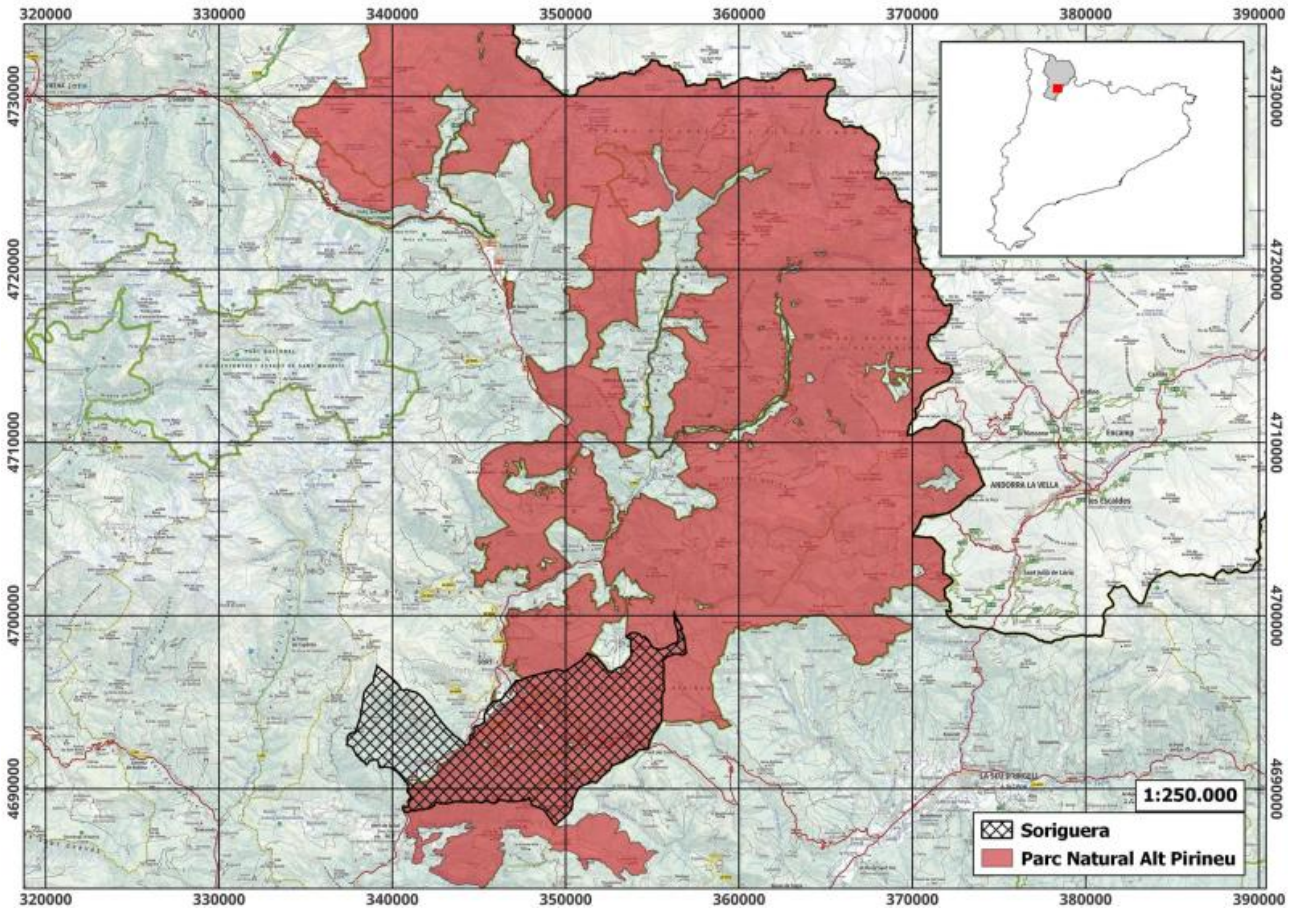

Figura 1. Localización de la zona de estudio. En la parte superior derecha se indica la ubicación respecto de Catalunya y de la comarca del Pallars Sobirà (en gris).

Para identificar áreas con aptitud para la actividad agroganadera, se utiliza información de usos del suelo del siglo XX. Se agrupan zonas de cultivos antiguos y actuales, que suman 1.497 ha, pero se aplican restricciones para garantizar la viabilidad: tienen que ser mecanizables, con una pendiente ? 20%, con una distancia ? 1.500 m a cualquier núcleo urbano, una superficie > 3.000 m^2 y estar situadas a ? 1.500 m de altitud. Con estas limitaciones, 221 ha son óptimas para nuevos cultivos y poder doblar la superficie actual dedicada a la producción agrícola. Las zonas que potencialmente podrían tener una vocación ganadera y se podrían pasturar son aquellas que no eran ni cultivos ni bosque denso al 1956 y que tampoco estén cultivadas actualmente. Se delimitan como viables las zonas con vocación ganadera con orientación sur u oeste y pendiente ? 30% que permitan su mantenimiento mecanizado. Estas zonas representarían un extra de 961 ha que podrían ser dedicadas a la actividad ganadera, ya sea adehesando el bosque o creando nuevos pastos.

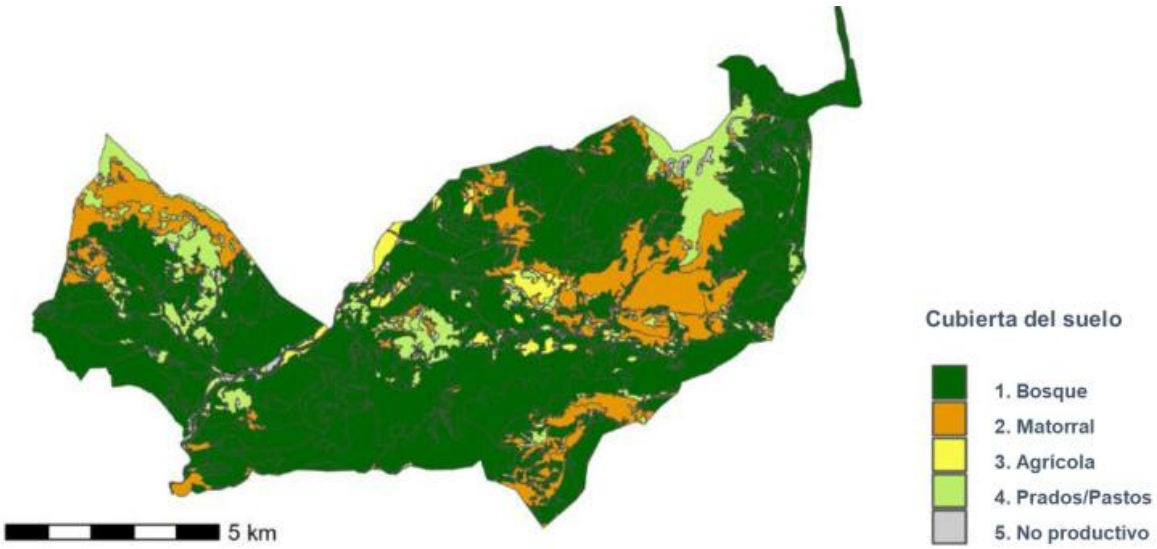

Figura 2. Cubiertas del suelo de Soriguera (Elaboración CTFC).

Se dispone de cartografía detallada, proporcionada por el Parc Natural de l'Alt Pirineu, de las zonas que requieren una priorización de la conservación de la biodiversidad por su singularidad y por ser hábitat de especies protegidas. Finalmente, en relación con los incendios forestales, se elabora una propuesta de condiciones óptimas, con una serie de actuaciones ideales tácticamente para reducir el riesgo de incendio pero que responden a una situación de máxima capacidad de actuación en el territorio sin contemplar otras prioridades. En estas zonas, las actuaciones a realizar van muy ligadas a romper la continuidad de las grandes masas de combustible para minimizar el potencial de los grandes incendios forestales y evitar que traspasen de una vertiente a otra de los diferentes macizos que se encuentran dentro del municipio.

Por otra parte, se proponen tres modelos alternativos de gestión forestal para las zonas arboladas de Soriguera, en comparación con el enfoque actual. Cada modelo tiene prescripciones silvícolas específicas para las especies forestales dominantes de la zona, como el pino silvestre, el pino negro, el pino laricio, las encinas y los robles, así como sus propias características e implicaciones para la biodiversidad y la funcionalidad de los ecosistemas.

- 1. Modelo ORGEST: implica una gestión regular con una mayor frecuencia de intervenciones. No obstante, la extracción de área basal es, según la especie, entre un 5% y un 15% inferior respecto del modelo actual.

- 2. Modelo naturalístico o gestión forestal cercana a la naturaleza: busca emular los efectos de las perturbaciones naturales de baja intensidad a las masas forestales. Se intenta aprovechar la disposición de los árboles en pie para regular la cobertura arbustiva del sotobosque de manera natural.

- 3. Adehesamiento: transforma los bosques en una formación de dehesa, que combina árboles de gran diámetro con una cubierta herbácea que puede ser

aprovechada por el pastoreo de los ganados.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, se desarrolla una propuesta de paisaje agroforestal resiliente para Soriguera hasta el año 2050, mediante herramientas de optimización espacial. Esta propuesta se diseña para satisfacer las premisas de resiliencia global e incorporar las prioridades identificadas por los expertos en el proceso de co-diseño. En la propuesta, se ha tenido en cuenta cambios en las cubiertas del suelo y modelos de gestión forestal alternativos a los actuales. Estos cambios se han diseñado para optimizar la provisión de servicios ecosistémicos mientras se continúan respectando las priorizaciones en términos de conservación de la biodiversidad, prevención de incendios forestales y promoción de la actividad agroganadera (Figura 3).

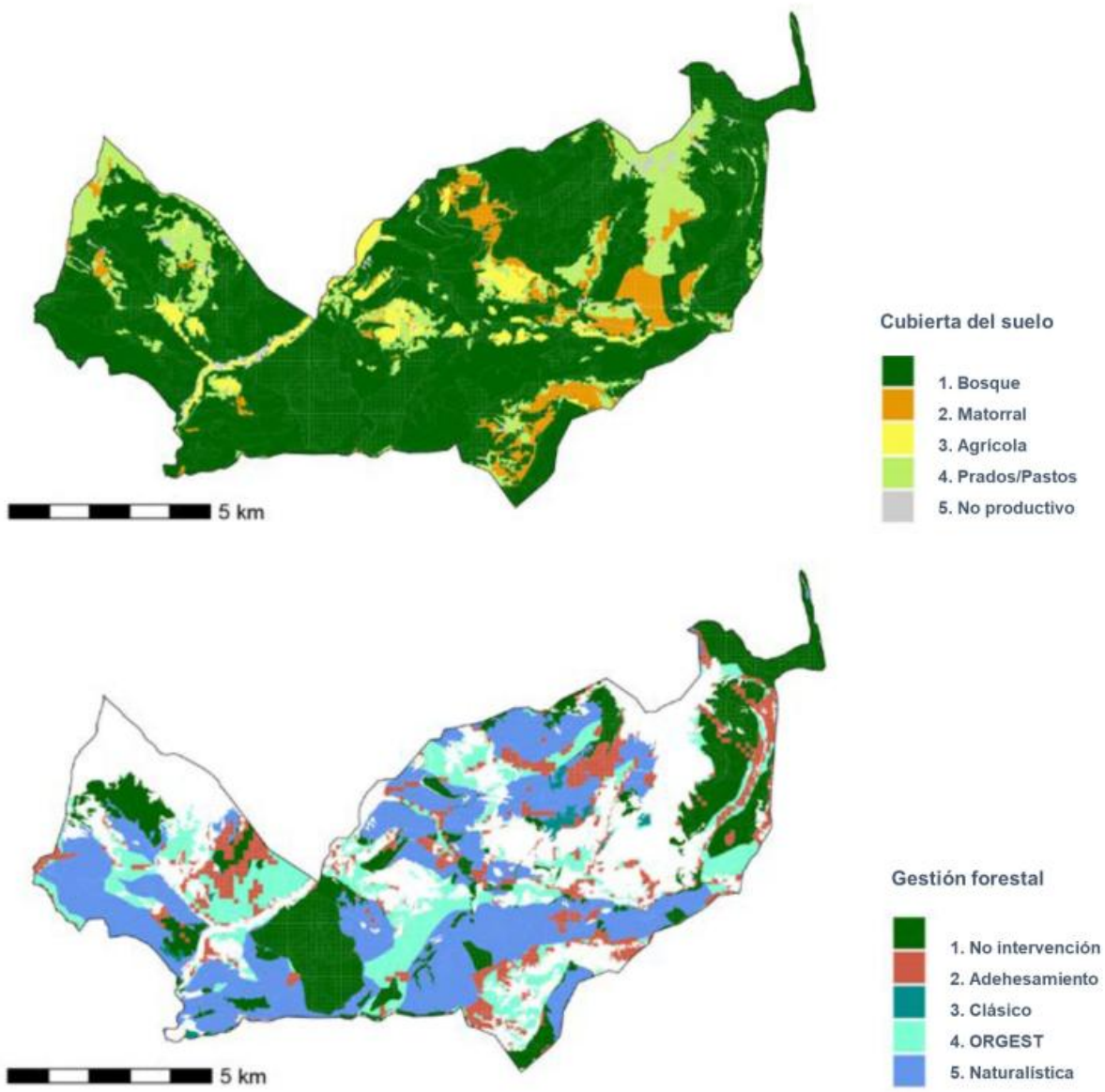

Figura 3. Propuesta de paisaje resiliente en Soriguera para 2050. Se muestran el mapa con el cambio de usos del suelo (superior) y la propuesta de gestión forestal de las zonas arboladas actuales para el paisaje agroforestal resiliente

(inferior). Elaboración CTFC.

Los cambios de cubiertas del suelo propuestos contemplan la transformación de matorrales a bosque por sucesión natural y el adehesamiento o la creación de nuevas zonas de pastura para fomentar la actividad ganadera. La propuesta también afecta zonas con una vocación agrícola y ganadera específica, con la finalidad de potenciar la resiliencia socio-ecológica del paisaje.

Para entender y describir el futuro paisaje resiliente, se han calculado las proyecciones de servicios ecosistémicos en este contexto de resiliencia socio-ecológica, que incluyen, entre otros, la provisión de agua, la carga de combustible en superficie, la biodiversidad forestal y el stock de carbono en las zonas arboladas. Se han comparado estas proyecciones con la situación actual y las estimaciones actuales de servicios ecosistémicos, tanto en un escenario que mantiene la tendencia socio-económica pasada como en un escenario con medidas para mejorar la resiliencia socio-ecológica ante el cambio global. Esto ha proporcionado una visión más detallada de cómo la gestión propuesta puede influir en la provisión de servicios ecosistémicos en el futuro paisaje agroforestal de Soriguera.

Finalmente, y como valor añadido, cabe destacar que el Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació de la Generalitat de Cataluña, a través de Forestal Catalana SA, ha empezado a implementar actuaciones específicas sobre el terreno para completar toda la estrategia creación de paisajes agroforestales resilientes en el contexto de cambio climático y dentro del marco de la Estrategia de la Bioeconomía de Cataluña 2030. De esta manera, mediante proyectos ejecutivos de diferente entidad y tipología, se ha empezado a modificar el paisaje actual siguiendo los resultados antes mencionados para poder alcanzar los objetivos propuestos. Un ejemplo de los diferentes proyectos iniciados es: 1) Ordenación de los bosques públicos de titularidad del Ayuntamiento de Soriguera; 2) Arreglo de la pista de acceso al municipio de Mencui; 3) Actuaciones de gestión forestal para la mejora del hábitat del urogallo; 4) Cerramientos a pastos de invierno en la zona de alimentación; 5) Actuaciones de gestión forestal en bosques de Soriguera; 6) Actuaciones de gestión forestal para la mejora de hábitats forestales. La redacción y ejecución de todos estos proyectos sigue las estrategias y metodologías de actuación y gestión antes mencionadas.

5. **Discusión**

La propuesta de paisaje agroforestal en Soriguera en el marco de la resiliencia socio-ecológica ofrece resultados positivos en una amplia gama de indicadores globales. Los indicadores se calcularon en base a las simulaciones del modelo de dinámica forestal, para cada paso temporal y cada uno de los itinerarios silvícolas planteados. Se adapto la aproximación del índice de biodiversidad potencial (IBP) para estimar el grado de biodiversidad y riqueza de hábitats que puede albergar una masa forestal (LARRIEU & GONIN, 2008, BAIGES et al. 2019; TIEMANN & RING, 2022). La diversidad del nuevo mosaico paisajístico contribuye a la conservación de la biodiversidad en zonas de montaña, que contrarresta los efectos negativos del abandono rural. En la priorización exhaustiva de la conservación, especialmente de zonas de elevado valor ecológico y

áreas declaradas hábitats de interés comunitarios, destaca la atención puesta en los espacios clave de la Red Natura 2000.

Según las proyecciones de los servicios ecosistémicos observa un aumento notable en la producción de agua azul (7%), calculada según el modelo MEDFATE (De CÁCERES et al. 2015), que mejora la capacidad de aprovechamiento del recurso hídrico. De esta manera, la gestión activa del paisaje y de los bosques mejora la resiliencia sobre los efectos del cambio climático y la sequía. Además, la reducción de carga de combustible y de biomasa forestal disminuye el riego de grandes incendios forestales (KRSNIK et al. 2020; RUÍZ-PEINADO et al., 2011; RUÍZ-PEINADO et al., 2012). De la misma manera, la diversificación del paisaje ayuda a reducir la continuidad horizontal del combustible y aumenta la seguridad en las operaciones de extinción de incendios.

La promoción de la actividad agrícola y ganadera emerge como pieza clave para mantener la vitalidad socioeconómica local y asegurar un paisaje dinámico y diversificado a largo plazo. El aumento sustancial de la capacidad de movilización forestal (incremento casi del 500%) impulsa la economía local y contribuye a la bioeconomía. Cabe destacar que, aunque el stock total de carbono en la biomasa forestal en pie puede ser ligeramente inferior (- 2,5%), la evaluación del balance neto de emisiones requiere la consideración de los stocks en los suelos agrícolas y forestales. La madera de calidad movilizada no solamente tiene un impacto positivo en el balance de carbono, sino que también puede ser utilizada como materia prima para productos forestales de alto valor añadido. En este contexto, aproximadamente la mitad de esta madera puede ser destinada a bioenergía, lo que contribuye significativamente a la mitigación del cambio climático mediante la reducción de emisiones en comparación con el escenario actual de uso de recursos fósiles.

6. **Conclusiones**

Los resultados de esta propuesta manifiestan la multifuncionalidad y la integración de una amplia gama de factores clave del paisaje. Esta metodología de trabajo a escala de paisaje, que integra las visiones de todos los actores, permite un análisis de múltiples criterios que resultan imprescindible en los procesos de toma de decisiones para proyectar los paisajes que queremos para el futuro. De esta manera, este enfoque abre las puertas a una nueva manera de planificar la gestión del territorio mediante la implementación de la bioeconomía y representa un punto de encuentro para abordar los retos, las necesidades y las preocupaciones relacionadas con el cambio global y la gestión del territorio.

7. **Bibliografía**

BAIGES T., CERVERA T.; PALERO N.; GONIN P.; LARRIEU P.; 2019. Posada a Punt de L'Índex de Biodiversitat Potencial: Un Termòmetre Per a Mesurar La Capacitat d'allotjar Biodiversitat Dels Boscos. Silvicultura 80: 26–36.

BARTON D.; PETERSON C.; 2017. Sustainability and forest management: A multi-

objective approach. Environmental Science & Policy, 77, 56-64.

BLATTERT C.; LEMM R.; THEES O.; LEXER M.J.; HANEWINKEL M.; 2017. Management of ecosystem services in mountain forests: Review of indicators and value functions for model based multi-criteria decision analysis. Ecological Indicators, 79, pp.391-409.

DE CÁCERES M.; MARTÍNEZ-VILALTA J.; COLL L.; LLORENS P.; CASALS P.; POYATOS R.; PAUSAS J.G.; BROTONS L.; 2015. Coupling a water balance model with forest inventory data to predict drought stress: the role of forest structural changes vs. climate changes. Agricultural and Forest Meteorology, 213: 77-90.

KRSNIK G.; BUSQUETS E.; PIQUÉ M.; LARRAÑAGA A.; CARDIL A.; GARCÍA-GONZALO J.; GONZÁLEZ-OLABARRIA J. R.; 2020. Regional level data server for fire hazard evaluation and fuel treatments planning. Remote Sensing, 12(24), 4124.

LARRIEU L.; GONIN P.; 2008. L'indice de Biodiversité Potentielle (IBP): une méthode simple et rapide pour évaluer la biodiversité potentielle des peuplements forestiers. Revue forestière française. 06-2018; pp. 727-748.

PUKKALA T.; 2016. Multi-objective forest planning. Forest Ecosystems, 3(1), 1-12

RUÍZ-PEINADO R.; RIO M.; MONTERO G.; 2011. New models for estimating the carbon sink capacity of Spanish. Forest Systems, 20:176–188.

RUÍZ-PEINADO R.; MONTERO G.; RIO M.; 2012. Biomass models to estimate carbon stocks for hardwood tree species. Forest Systems, 21:42.

SEARLE E.; VELDMAN J. W.; 2020. The impacts of climate change on forest dynamics and management. Current Forestry Reports, 6(4), 175-186.

TIEMANN A.; RING I.; 2022. Towards ecosystem service assessment: Developing biophysical indicators for forest ecosystem services. Ecological Indicators, 137, p.108704.